ESCUELA DE DOCTORADO
INTERNACIONAL DE LA USC

Marta
Rodríguez Fernández

Tesis doctoral

Viticultura de precisión para la caracterización y gestión de viñedos en un contexto de cambio climático

Lugo, 2024

Programa de doctorado en Ingeniería para el Desarrollo Rural y Civil

ESCOLA DE DOUTORAMENTO
INTERNACIONAL DA USC

TESIS DOCTORAL

VITICULTURA DE PRECISIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN Y GESTIÓN DE VIÑEDOS EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Autor

Marta Rodríguez Fernández

Director: Javier José Cancela Barrio y Xesús Pablo González Vázquez

Tutor/a: Javier José Cancela Barrio

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO RURAL Y CIVIL

LUGO

FUNDING

This doctoral thesis has been carried out in collaboration with the Mar de Frades Winery – Zamora Company, within the framework of the ALBASOUL-17 Project "Biotechnological strategies to optimize the management of the Albariño varietal in the preparation of still and sparkling wines in the D.O. Rías Baixas" Vinesalt, financed by the program (PID-CDTI Program) of the Ministry of Economy, Industry and Competitiveness.

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mis directores de tesis: Javier J. Cancela y Xesús Pablo González, sin los cuales este trabajo no sería posible. Gracias por vuestra paciencia, tiempo invertido y transmitirme ese "gusanillo" de la investigación. Realmente, he tenido mucha suerte con vosotros. Gracias por ser más que directores, amigos.

Gracias al Campus Terra, por proporcionarme la beca predoctoral con la que pude terminar esta etapa de la tesis, y a la Bodega Mar de Frades – Zamora Company, en el marco del Proyecto ALBASOUL-17, por permitir la realización de la presente tesis en sus viñedos, así como su colaboración en la misma.

Gracias a todos los integrantes de grupo de investigación ProePla, en el que he formado parte en esta andadura. Jose Manuel Mirás, por su colaboración en las medidas, consejos y aportaciones como gran investigador que considero. A Rocio, porque juntas empezamos con esta aventura, gracias por tu apoyo, infusiones y conversaciones reflexivas que siempre compartimos (también a mi amiga Tamy). A mis compañer@s de la uni, en especial a María, ojalá todo el mundo tuviese una compañera como tú, gracias por todo lo aprendido en campo mano a mano.

A todos mis amig@s, por ser esa familia que se elige, por compartir tantos momentos y cafés que arreglan mundos… Anxe y Rox, mis ingenieras de confianza! mi familia del pisito en Luguiño: Guille, Pau y Roci, muchas risas nos quedan aún por compartir.

A mi compañero de vida, Cristian, por el día a día y apoyo incondicional. Juntos, somos el mejor equipo.

Enormemente agradecida a mis padres, a quienes les debo todo lo que soy. Mi madre, ser de luz inagotable y mi padre, alma gemela de vida. Mis logros, son los vuestros.

A mi hermana Laura, por ser siempre modelo a seguir y médica de mis consultas más inquietantes. Somos día y somos noche, pero siempre estamos. Gracias también ahora a ti David, por unirte a nuestra familia.

A toda mi familia (prim@s, tí@s y demás familia), por arroparme y quererme en todo momento. Julia, Mara… a las que ahora también considero familia.

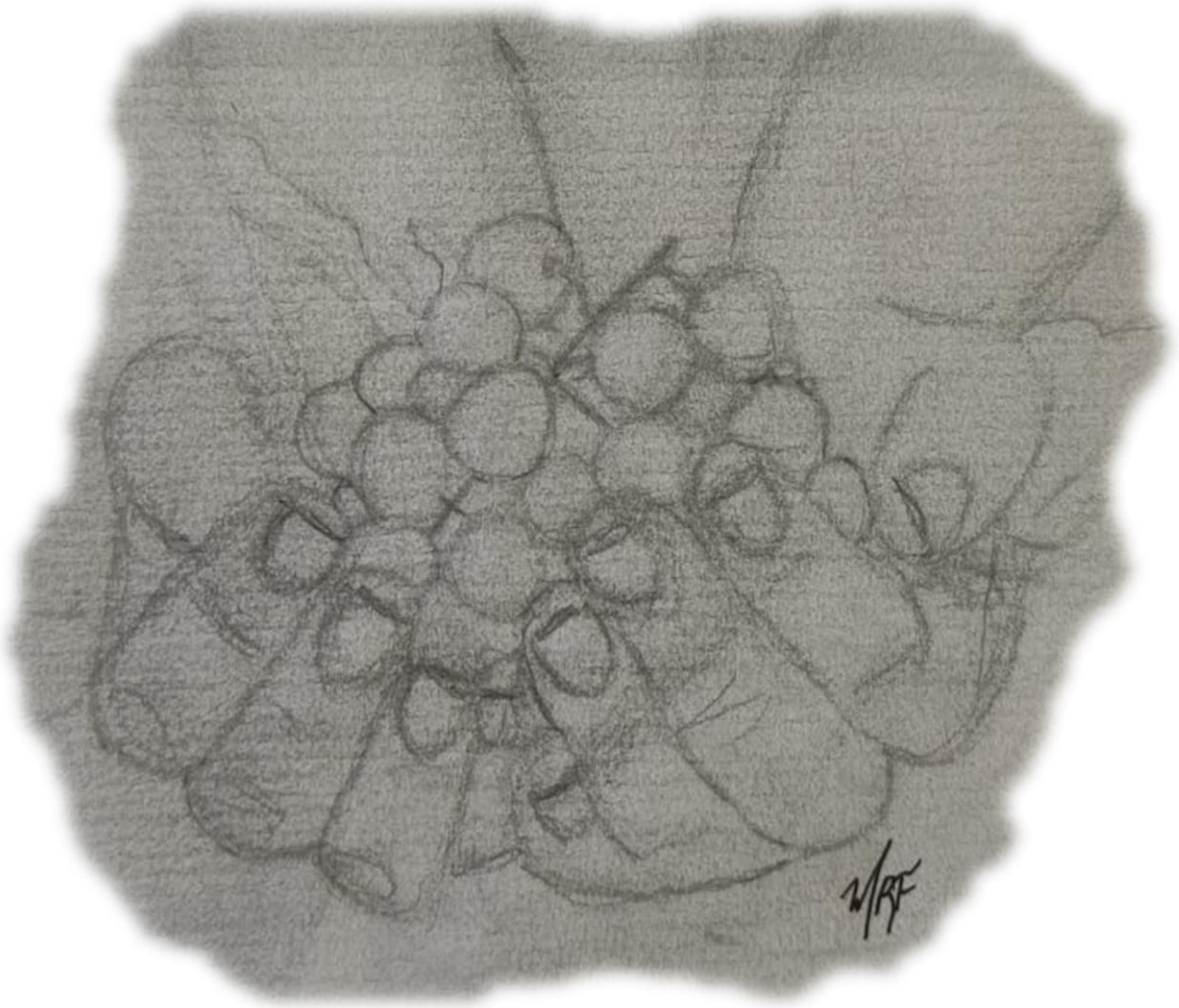
A mis abuel@s, cuatro estrellas que me alumbran cada día. Gracias por transmitirme el buen saber y cariño por la agricultura.

A todos aquellos que directa o indirectamente me acompañaron en esta etapa de mi vida.

Gracias de corazón

Marta

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Detenerse ante la viña y su silencio nos emociona. Escucharla, entenderla, respetarla. El acto de tomar decisiones es inundablemente mágico. Vivimos en la viña, crecemos con ella, sufrimos conjuntamente. Merece la pena.

Jorge Bucay

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESÚMEN

A lo largo de los últimos años, ha aumentado el interés de la teledetección aplicada a la agricultura de precisión, como conjunto de técnicas y herramientas que proporcionan información de utilidad en el menor tiempo posible para la toma de decisiones, demostrando ser de gran ayuda en muchos y diversos campos de la agricultura. La utilización de la agricultura de precisión basada en la toma de medidas para tratar de forma eficaz cada parte del terreno, es la clave para aplicar lo realmente necesario, en el espacio donde se necesite y en el momento oportuno, mejorando la eficacia para no malgastar los recursos, creando una agricultura más sostenible. Los recientes avances en la mejora de la calidad de los sensores, han supuesto un incremento significativo en la disponibilidad de imágenes de alta resolución, que han permitido el desarrollo de técnicas de tratamiento de imágenes en el monitoreo continuo del estado vegetativo y desarrollo del cultivo.

La zonificación del viñedo proporciona beneficios como la identificación de áreas del viñedo, que tienen diferentes requerimientos de: agua, nutricionales, calidad o producción, de manera que nos ayude a manejar de forma más eficiente los recursos hídricos, y mejorar la calidad y producción final del viñedo, así como, realizar aportes al suelo o vegetación adaptados a las necesidades específicas de la planta, en los diferentes momentos de la campaña. Por otro lado, la estimación de la producción anticipada a fecha de vendimia, nos proporciona beneficios como: una planificación adecuada, gestión logística y mejora de toma de decisiones previas a la vendimia. Así como, también supone una ventaja para el agricultor poder contar con información técnica de la cosecha antes de llegar a la bodega.

El ensayo experimental, se ha realizado en tres viñedos comerciales, enclavados en la D.O. Rías Baixas (Galicia, España), durante los años 2018, 2019 y 2020, con *Vitis vinifera* L. cv Albariño, conducidos en espaldera. La caracterización agronómica de los viñedos, se ha llevado a cabo con mediciones en campo, en las tres campañas a estudio, en relación a los siguientes parámetros: análisis de suelos, composición nutricional de las hojas, evaluación del estado hídrico del viñedo, análisis de minerales presentes en el mosto, parámetros básicos de calidad del mosto y producción. La caracterización agronómica de los viñedos, ha permitido la zonificación de los mismos en unidades homogéneas, estableciendo zonas de manejo diferencial, para la aplicación de una viticultura de precisión con propuestas de manejo del viñedo que optimizarán su gestión vitícola. También se ha realizado una caracterización de los viñedos mediante herramientas de teledetección, en base a índices espectrales de vegetación clásicos (Sentinel-2), y la evaluación de la composición del suelo mediante técnicas de espectroscopía.

La base de datos agronómicos generada para la caracterización y zonificación de los viñedos ha sido de gran utilidad para el desarrollo de algoritmos, que nos han permitido realizar el diseño de una red neuronal con la finalidad de predicción de parámetros de producción. También se han analizado los efectos del cambio climático y ambiental, que permitan anticipar y comprender los futuros cambios en la gestión del viñedo.

Los resultados obtenidos, han mostrado como la zonificación de los viñedos, y la caracterización estadística por unidades de manejo, permiten entender el comportamiento del viñedo a través de sus carencias, desajustes y zonas diferenciales, gestionando de forma optimizada la zonificación y aplicación de tecnologías en el viñedo.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESÚMEN

La herramienta de espectroscopía para evaluar la composición nutricional del suelo del viñedo ha resultado ser una técnica rápida, no destructiva, reproducible y precisa, minimizando costes y tiempo en el análisis del suelo.
Las técnicas de análisis multifactorial para la predicción de variables de calidad y producción, fue menos precisa en fase temprana, que en fases próximas a fecha de vendimia (mes de septiembre). Por otro lado, el modelo inteligente para la predicción de la producción se ha diseñado con 19 neuronas de capa de entrada, con datos: fisiográficos, climatológicos, multiespectrales y de mediciones en campo (número de racimos). Con este modelo, se han obtenido buenas predicciones de la producción en distintos momentos de la campaña, aumentando la precisión a medida que se acerca la fecha de vendimia, destacando valores de correlación de 0,79 en los primeros estadios vegetativos del cultivo en el mes de junio.
El inminente cambio climático en la viticultura manifiesta cambios frente a las adversidades climáticas a las que la vid es más sensible (temperaturas, precipitaciones, heladas…), retando de este modo la gestión de los viticultores y requiriendo de la aplicación de una viticultura de precisión, que permita adaptarse a los cambios climáticos en cada momento de la campaña.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESUMO

Durante os últimos anos, o interese pola teledetección aumentou como un conxunto de técnicas e ferramentas que proporcionan información útil no menor tempo posible para a toma de decisións, resultando ser de gran axuda en moitos e diversos campos da agricultura. O uso da agricultura de precisión, como toma medidas para tratar eficazmente cada parte do terreo, é a clave para aplicar o necesario, onde se precisa e no momento oportuno, para que haxa a maior eficiencia posible e non malgastar recursos e crear unha agricultura máis sostible. Os avances recentes na mellora da calidade dos sensores, provocaron un aumento significativo da dispoñibilidade de imaxes de alta resolución, o que permitiu o desenvolvemento de técnicas de procesamento de imaxes para o seguimento continuo do estado vexetativo e do desenvolvemento do cultivo.

A zonificación do viñedo, aporta vantaxes como identificar zonas que presentan diferentes requisitos de: auga, nutricionais, de calidade ou de produción, de xeito que nos axude a xestionar máis eficientemente os recursos hídricos, mellorar a calidade e a produción final do viñedo, como aportacións ao solo ou vexetación, adaptadas ás necesidades específicas da planta en diferentes momentos da campaña. Por outra banda, estimar a produción con antelación na data da vendima, proporciónanos beneficios como: unha planificación adecuada, xestión loxística e unha mellora na toma de decisións. Así mesmo, tamén é unha vantaxe que o viticultor poida dispor de información técnica sobre a vendima antes de chegar á bodega.

O ensaio experimental realizouse en tres viñedos comerciais, situados na D.O. Rías Baixas (Galicia, España), durante os anos 2018, 2019 e 2020, con *Vitis vinifera* L. cv 'Albariño', conducido en espaldeira. A caracterización agronómica dos viñedos, realizouse con medicións de campo, nas tres campañas obxecto de estudo, respecto de: análise de solos, composición nutricional de follas, avaliación do estrés hídrico do viñedo, análise de minerais presentes no mosto, parámetros básicos de calidade e produción do mosto. A caracterización agronómica dos viñedos permitiu a súa zonificación en unidades homoxéneas, establecendo zonas de manexo diferencial, para a aplicación da viticultura de precisión con propostas de zonas de manexo de viñedo que optimizarán a súa xestión vitícola. Tamén se realizou unha caracterización dos viñedos mediante ferramentas de teledetección, baseadas en índices de vexetación espectrais clásicos (con imaxes de satélite Sentinel-2) e para avaliar a composición do solo mediante técnicas de espectroscopía. A base de datos agronómica xerada para a caracterización e zonificación dos viñedos, resultou moi útil para o desenvolvemento de algoritmos, que nos permitiron deseñar unha rede neuronal coa finalidade de predecir parámetros de produción. Tamén se analizaron os efectos do cambio climático e ambiental, que nos permiten anticipar e comprender os cambios futuros na xestión do viñedo.

Os resultados obtidos demostraron como a zonificación dos viñedos, e a caracterización estatística por unidades de xestión, permiten comprender o comportamento do viñedo a través das súas carencias, desequilibrios e zonas diferenciais, xestionando de forma optimizada a zonificación e aplicación das tecnoloxías.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESUMO

A ferramenta de espectroscopía para avaliar a composición nutricional do solo de viñedo, resultou ser unha técnica rápida, non destrutiva, reproducible e precisa, minimizando custos e tempo na análise do solo. As técnicas de análise multifactorial para predicir as variables de calidade e produción, foron menos precisas na fase máis temprana que nas fases próximas á data de vendima (setembro). Por outra banda, deseñouse o modelo intelixente de predición de produción con 19 neuronas da capa de entrada, con datos de: medicións fisiográficas, climatolóxicas, multiespectrais e de campo (número de acios). Con este modelo obtivéronse boas predicións de produción en diferentes momentos da campaña, aumentando a precisión a medida que se achega a data de vendima, destacando valores de correlación de 0,79 nas primeiras fases vexetativas do cultivo no mes de xuño.

O cambio climático inminente na viticultura, manifesta cambios ante as adversidades climáticas as que a vide é máis sensible (temperaturas, precipitacións, xeadas…) desafiando así o manexo dos viticultores e requirindo a aplicación da viticultura de precisión, que nos permite adaptarnos aos cambios climáticos en cada momento da campaña.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ABSTRACT

Over the last few years, interest in remote sensing has increased as a set of techniques and tools that provide useful information in the shortest possible time for decision making, proving to be of great help in many diverse fields of agriculture. The use of precision agriculture, such as taking measures to effectively treat each part of the land, is the key to applying what is necessary, where it is needed and at the right time, so that there is the greatest possible efficiency for not waste resources, improve efficiency and create more sustainable agriculture. Recent advances in improving the quality of sensors have led to a significant increase in the availability of high-resolution images, which have allowed the development of image processing techniques for continuous monitoring of the vegetative state and crop development.

Vineyard zoning provides benefits such as the identifying areas of the vineyard, which have different requirements for: water, nutritional, quality or production, so that it helps us manage water resources more efficiently, improve the quality and final production of the vineyard. Vineyard, as well as contributions to the soil or vegetation adapted to the specific needs of the plant at different times of the season. On the other hand, estimating production in advance at the harvest date provide us with benefits such as: adequate planning, logistics management and improved decision making. Likewise, it is also an advantage for the Farmer to be able to have technical information about the harvest before arriving at the winery.

The experimental trial, was carried out in three commercial vineyards, located in the D.O. Rías Baixas (Galicia, Spain), during the years 2018, 2019 and 2020, with *Vitis vinifera* L. cv Albariño, trained on trellises. The agronomic characterization of the vineyard has been carried out with field measurements, in the three seasons under study, with respect to: soil analysis, nutritional composition of the leaves, evaluation of the water stress of the vineyard, analysis of minerals presents in the must, basic parameters of must quality and production. The agronomic characterization of the vineyards has allowed their zoning into homogeneous units, establishing differential management zones, for the application of precision viticulture with proposals for vineyard management zones that will optimize their viticultural management. A characterization of the vineyards has also been carried out using remote sensing tools, based on classic spectral vegetation index (with Sentinel-2 satellite images) and to evaluate the composition of the soil using spectroscopy techniques. The agronomic database generated for the characterization and zoning of the vineyards has been very useful for the development of algorithms, which have allowed us to design a neural network for the purpose of predicting production parameters. The effects of climate and environmental change have also been analysed, allowing us to anticipate and understand future changes in vineyard management.

The results obtained have shown how the zoning of the vineyards, and the statistical characterization by management units, allow us to understand the behaviour of the vineyard through its shortcomings, imbalances and differential zones, managing the zoning and application of technologies in an optimized way.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ABSTRACT

The spectroscopy tool to evaluate the nutritional composition of the vineyard soil has turned out to be a fast, non-destructive, reproducible and precise technique, minimizing costs and time in soil analysis. Multifactor analysis techniques for predicting quality and production variables were less accurate in the early phase than in phases close to harvest date (September). On the other hand, the intelligent model for production prediction has been designed with 19 input layer neurons, with data: physiographic, climatological, multispectral and field measurements (number of clusters). With this model, good predictions of production have been obtained at different times of the season, increasing precision as the harvest date approaches, highlighting correlation values of 0.79 in the first vegetative stages of the crop in the month of June. The imminent climate change in viticulture manifests changes in the phase of climatic adversities to which the vine is most sensitive (temperatures, precipitation, frost…), thus challenging the management of winegrowers and requiring the application of precision, which allows us to adapt to climate changes at each moment of the season.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN……1

1.1 El cultivo de la vid……1

1.1.1 Situación actual del cultivo de la vid……1

1.1.2 La viticultura en climas atlánticos (D.O. Rías Baixas)……3

1.1.3 c.v. 'Albariño' (Vitis vinífera L.)……..4

1.2 Zonificación vitícola……..6

1.2.1 Factores de la producción vitícola……7

1.2.2 Influencia de la variabilidad espacial y el comportamiento de la vid……..9

1.2.3 La vid, el viñedo y el cambio climático……...11

1.3 Viticultura de precisión……11

1.3.1 Tecnologías y herramientas empleadas en la viticultura de precisión……12

1.3.2 Teledetección, Big Data e Inteligencia Artificial. Aplicación y usos en viticultura de precisión……..13

1.3.3 Interpretación de imágenes multiespectrales en agricultura……...17

2. OBJETIVOS……...…….……20

3. MATERIAL Y MÉTODOS……...…….….21

3.1 Descripción de los viñedos de estudio……...21

3.1.1 Localización geográfica y vitícola……..21

3.1.2 Orografía y Suelos……..22

3.1.3 Características vitivinícolas……22

Lobeira…….22

Ribadulla……..23

Monteveiga……..23

3.1.4 Caracterización climatológica……23

3.1.5 Evolución de temperaturas y diagramas ombrotérmicos……24

a)Estación agroclimática de Tremoedo – Lobeira……...24

b)Estación agroclimática de Pazo de Galegos - Monteveiga y Ribadulla……...26

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.1.6 Índices bioclimáticos……..29
a)Estación agroclimática de Tremoedo – Lobeira……...29
b)Estación agroclimática de Pazo de Galegos - Monteveiga y Ribadulla……...30
3.1.7 Diseño experimental……...31
3.1.8 Tareas y labores vitícolas……31
3.2 Metodología de toma de datos en campo……..32
3.2.1 Muestreo de suelo……...32
3.2.2 Conductividad eléctrica del suelo……...32
3.2.3 Determinación del potencial hídrico de tallo……..33
3.2.4 Toma de muestras foliares……..35
3.2.5 Parámetros productivos, vendimia…….35
3.2.6 Determinación del peso de madera de poda……...35
3.3 Metodología aplicada en los análisis de laboratorio……..36
3.3.1 Análisis de la composición del suelo……..36
3.3.2 Análisis de elementos foliares……37
3.3.3 Análisis de elementos en mosto……..38
3.4 Metodología de captura de datos con espectrorradiómetro……...38
3.5 Metodología empleada con las imágenes de satélite…….40
3.5.1 Descarga de imágenes satélite……40
3.5.2 Procesado de imágenes……...41
3.5.3 Índices espectrales……..42
3.6 Análisis estadísticos……...47
3.6.1 Análisis estadísticos de los parámetros agronómicos determinados en campo y laboratorio……47
3.6.2 Análisis estadísticos de datos capturados con espectrorradiómetro……...48
3.6.2-a Regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR)……...50
3.6.2-b Random Forest (RF)……50
3.6.2-c Estadísticos de estimación y rendimientos de los modelos…….51
3.6.3-d Mapeado para la caracterización del suelo……..51

3.7 Procesado de datos para la zonificación espacial de los viñedos……..52

3.8 Técnicas de predicción de parámetros agronómicos en el viñedo…….54

3.8.1 Técnicas de regresión. Análisis multivariante (PLSR)……...54

3.8.2 Inteligencia artificial para la predicción de la producción……..54

3.8.2-a Datos empleados y Software……...54

3.8.2-b Análisis comparativo de diferentes algoritmos……...56

3.8.2-c Selección de variables a considerar y entrenamiento del sistema inteligente ……58

3.8.2-d Artificial Neural Network……....59

3.8.2-e Aplicación del sistema inteligente para realizar predicciones futuras……60

3.9 Metodología para la determinación del cambio climático en el viñedo……61

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..62

4.1 Evaluación de la caracterización y comportamiento vitícola de las parcelas a estudio……62

4.1.1 Análisis de suelos…….62

4.1.2 Conductividad eléctrica del suelo……...64

4.1.3 Potencial hídrico foliar……...67

4.1.4 Análisis composición foliar……....68

4.1.5 Parámetros cualitativos de los mostos……....70

a. Elementos en mosto……....70

b.Parámetros básicos del mosto…….....71

4.1.6 Parámetros productivos del viñedo…….....72

4.1.7. Caracterización de los viñedos mediante índices espectrales…….....73

4.2 Análisis estadístico del viñedo…….....76

4.2.1 Análisis del suelo del viñedo……...….77

4.2.2 Potencial hídrico de tallo en el viñedo……..…..82

4.2.3 Análisis de composición foliar – Limbos……..…….83

4.2.4 Análisis de composición foliar – Peciolos……..……....84

4.2.5 Análisis de elementos en mostos……86

4.2.6 Parámetros básicos de calidad en mostos……...87

4.2.7 Datos de producción y poda……...87

4.2.8 Discusión zonificación estadística……..89

4.3 Estimación de la composición del suelo del viñedo mediante técnicas de espectroscopía……..90

4.3.1 Regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) vs Random Forest (RF) 91

4.3.2 Transformaciones y pre-tratamiento de datos…….....92

4.3.3 Correlaciones de las variables y metodologías con los mejores resultados……...94

4.3.4 Mapeado de las variables de suelo del viñedo……94

4.4 Zonificación espacial del viñedo en subzonas de manejo agronómico……...97

4.4.1 Zonificación de la parcela Lobeira…….…98

4.4.2 Zonificación de la parcela Monteveiga……....101

4.4.3 Zonificación de la parcela Ribadulla……....105

4.4.4 Propuesta de zonificación optimizada…….....109

4.5 Predicción de parámetros agronómicos en el viñedo…….113

4.5.1 Técnicas de regresión. Análisis multivariante (PLSR)…….113

4.5.2 Modelos inteligentes. Inteligencia artificial…….....117

a. Análisis comparativo de diferentes algoritmos…….....117

b.Selección de variables a considerar y entrenamiento del sistema inteligente…….118

4.6 Evaluación de la influencia del cambio climático en el viñedo……....122

4.6.1 Temperaturas……....122

4.6.2 Precipitaciones……..124

4.6.3 Heladas……125

4.6.4 Índices bioclimáticos……....126

4.6.5 Fecha de vendimia……....128

4.6.6 Correlaciones de factores entre parámetros agronómicos de calidad – producción y variables climáticas……129

5. CONCLUSIONES……...……..132

6. BIBLIOGRAFÍA…….……..134

INDICE DE ANEXOS

Anexo I. Localización	pag. I
Anexo II. Caracterización climatológica	pag. V
Anexo III. Tareas y labores vitícolas	pag. VII
Anexo IV. Análisis estadísticos	pag. XVI
Anexo V. Zonificación	pag. CCLIX

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Caracterización agronómica de la variedad 'Albariño'……..5

Tabla 1.2 Características analíticas de vinos de la variedad 'Albariño' bajo el pliego de condiciones de la D.O. Rías Baixas……...5

Tabla 3.1 Índices bioclimáticos para el período 2003-2020 (Estación agroclimática Tremoedo)……30

Tabla 3.2 Índices bioclimáticos para el período 2003-2020 (Estación agroclimática Pazo de Galegos)……..31

Tabla 3.3 Características del equipo EM38-DD (García-Tomillo, 2014)……32

Tabla 3.4 Fechas de medida de potencial de tallo en las tres parcelas a estudio…….34

Tabla 3.5 Índices espectrales (a)……..43

Tabla 3.6 Índices espectrales (b)……..44

Tabla 3.7 Índices espectrales (c)……..45

Tabla 3.8 Índices espectrales (d)……..46

Tabla 3.9 Conjunto de rangos de reflectancia……..49

Tabla 4.1 Parámetros de suelo para la parcela de Lobeira (campaña 2018 y 2020), a…62

Tabla 4.2 Parámetros de suelo para la parcela de Lobeira (campaña 2018 y 2020), b ……63

Tabla 4.3 Parámetros de suelo para la parcela de Monteveiga (campaña 2018 y 2020), a. ……63

Tabla 4.4 Parámetros de suelo para la parcela de Monteveiga (campaña 2018 y 2020), b. ……63

Tabla 4.5 Parámetros de suelo de la parcela de Ribadulla (campaña 2018 y 2020), a. ……63

Tabla 4.6 Parámetros de suelo de la parcela de Ribadulla (campaña 2018 y 2020), b. ……64

Tabla 4.7 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2018……..67

Tabla 4.8 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2019……..68

Tabla 4.9 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2020……..68

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.10 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Lobeira…….69

Tabla 4.11 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Lobeira……..69

Tabla 4.12 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Monteveiga……...69

Tabla 4.13 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Monteveiga……69

Tabla 4.14 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Ribadulla……..70

Tabla 4.15 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Ribadulla……...70

Tabla 4.16 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Lobeira……..71

Tabla 4.17 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Monteveiga……71

Tabla 4.18 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Ribadulla……...71

Tabla 4.19 Parámetros cualitativos Foss, Lobeira……...71

Tabla 4.20 Parámetros cualitativos Foss, Monteveiga…….71

Tabla 4.21 Parámetros cualitativos Foss, Ribadulla……72

Tabla 4.22 Parámetros productivos, Lobeira……...72

Tabla 4.23 Parámetros productivos, Monteveiga……73

Tabla 4.24 Parámetros productivos, Ribadulla……73

Tabla 4.25 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, a……..77

Tabla 4.26 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, b……..77

Tabla 4.27 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, c……..77

Tabla 4.28 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, a……...79

Tabla 4.29 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, b……..80

Tabla 4.30 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, c……..80

Tabla 4.31 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018……88

Tabla 4.32 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019…….88

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.33 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020……89

Tabla 4.34 Valores de correlación en regresión Random Forest (RF) y componentes principales (RF-PC)…….91

Tabla 4.35 Regresiones PLSR y RF en los cuatro rangos de longitud de onda estudiados. …….92

Tabla 4.36 Regresiones PLSR y RF aplicando seis transformaciones a los datos espectrales (empleando el rango espectral completo de los datos)…….93

Tabla 4.37 Variables de suelo, agronómicas y enológicas seleccionadas para la zonificación de los viñedos (Lobeira, Monteveiga y Ribadulla)…….97

Tabla 4.38 Análisis multivariante (PLSR) de variables de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudios (2018, 2019 y 2020) y transformaciones realizadas sobre los datos (SG, SP, FD y SNV)……..115

Tabla 4.39 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de julio)……..116

Tabla 4.40 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de agosto)…...116

Tabla 4.41 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de septiembre). ……117

Tabla 4.42 Métricas estadísticas de los modelos inteligentes para la predicción de la producción en las parcelas a estudio……..118

Tabla 4.43 Métricas estadísticas del modelo inteligente, alimentado únicamente con los datos multiespectrales……119

Tabla 4.44 Métricas estadísticas del modelo inteligente, alimentado con la variable: número de racimos y en los meses de junio, julio, agosto y septiembre……...120

Tabla 4.45 Índices bioclimáticos para el período 2003 - 2002 (Estación agroclimática Tremoedo)……..127

Tabla 4.46 Índices bioclimáticos para el período 2003 - 2022 (Estación agroclimática Pazo de Galegos)……...128

Tabla 4.47 Evolución de la fecha de vendimia en las tres parcelas a estudio (2017-2022). ……...129

Tabla 4.48 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Lobeira. ……...129

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.49 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-validad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Monteveiga……130

Tabla 4.50 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Ribadulla. ……...130

Tabla 4.51 Análisis multivariante (PLSR) de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en las parcelas a estudio……...130

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Potencial de producción vitícola a nivel mundial, destinada a producción de uvas de vinificación, uvas de mesa o uvas de pasificación (elaboración propia con datos de OIV, 2021)……...1

Ilustración 1.2. Datos totales de vino (millones de hectolitros) por comunidades autónomas en España (elaboración propia con datos de INFOVI)…….2

Ilustración 1.3. Potencial de producción vitícola a nivel mundial, número de explotaciones dedicadas a la viticultura y elaboración de vino (elaboración propia con datos de SGFHV) …….…….....3

Ilustración 1.4 Situación de las cinco sub-zonas de la D.O. Rías Baixas (www.mediorural.xunta.gal/ agencia-gallega-de-la-calidad-alimentaria)……..4

Ilustración 1.5. Variedad 'Albariño'…… ……..…….…….……...4

Ilustración 1.6. Factores de la producción vitícola……..……8

Ilustración 3.1. Localización de las comarcas vitivinícolas en las que se sitúan las parcelas a estudio…….……..21

Ilustración 3.2. Parcela: Lobeira……...22

Ilustración 3.3. Parcela: Ribadulla……23

Ilustración 3.4. Parcela: Monteveiga…….23

Ilustración 3.5. Evolución de las temperaturas (°C) de las campañas 2018, 2019 y 2020: a) temperaturas máximas, b) temperaturas mínimas y c) temperaturas medias (Estación agroclimática Tremoedo)……..25

Ilustración 3.6. Diagramas ombrotérmicos en los años: a) 2018, b) 2019, c) 2020, y para el período d) 2003-2020 (Estación agroclimática Tremoedo)……26

Ilustración 3.7. Evolución de las temperaturas (ºC) de las campañas 2018, 2019 y 2020: a) temperaturas máximas, b) temperaturas mínimas y c) temperaturas medias (Estación agroclimática Pazo de Galegos)……27

Ilustración 3.8. Diagramas ombrotérmicos en los años: a) 2018, b) 2019, c) 2020, y para el período d) 2003-2020 (Estación agroclimática Pazo de Galegos)……..28

Ilustración 3.9.Calibración del equipo EM38-DD (representado a la izquierda) y toma de medidas en el viñedo (representado a la derecha)……33

Ilustración 3.10. Cámaras de presión empleadas para la medición del potencial de tallo (a: cámara de presión pump-Up b: cámara de presión Scholander)……34

Ilustración 3.11. Determinación de poda en campo……...36

Ilustración 3.12. Colocación de las muestras para su calcinación en la mufla……...37

Ilustración 3.13. Proceso de preparación de muestras de mosto……38

Ilustración 3.14. Captura de datos con pistol grip (representado a la izquierda) y con sonda de contacto (representado a la derecha)……39

Ilustración 3.15. Materiales empleados para las mediciones de reflectancia: a) pistol grip (soporte de la fibra óptica), b) sonda de contacto, c) panel blanco de calibración (reflectancia 99%) y d) espectrorradiómetro portátil de campo ASD FS4……..40

Ilustración 3.16. Procesado de descarga de imágenes Sentinel-2.……...41

Ilustración 3.17. Esquema del proceso de análisis estadísticos para la zonificación de los viñedos (comparación de tres o más grupos independientes)…….48

Ilustración 3.18. Diagrama de flujo de metodología empleada para la caracterización del suelo de viñedo con espectroscopía: Random Forest (RF) y regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR)……..50

Ilustración 3.19. Metodología empleada para el procesado de datos de zonificación espacial de los viñedos (en verde, comandos de procesado de datos en QGIS, en gris, análisis estadísticos realizados en XLSTAT)…….52

Ilustración 3.20. Interfaz gráfica de KNIME (elaboración propia)……56

Ilustración 3.21. CNN con tres diferentes secciones de extracción de características, fuente: clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales (elaboración propia, adaptado de López Saca, 2019)……59

Ilustración 3.22. Representación de neuronas artificiales, fuente: clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales (elaboración propia adaptado de López Saca, 2019). ……60

Ilustración 4.1. Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m-1) de la parcela de Lobeira: a) 2018, b) 2019 y c) 2020; izquierda: dipolo horizontal (0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm)……..65

Ilustración 4.2. Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m- 1) de la parcela de Monteveiga: a) 2018, b) 2019 y c) 2020; izquierda: dipolo horizontal (0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm)…….....…….66

Ilustración 4.3. Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m-1) de la parcela de Ribadulla: a) 2018, b) 2019 y c) 2020; izquierda: dipolo horizontal (0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm)……..66

Ilustración 4.4. Evolución del índice NDVI en la parcela de Lobeira …….74

Ilustración 4.5. Evolución del índice NDVI en la parcela de Monteveiga ……...……..74

Ilustración 4.6. Evolución del índice NDVI en la parcela de Ribadulla …….....74

Ilustración 4.7. Mapeo del índice NDWI en a) Lobeira, b) Monteveiga y c) Ribadulla, en las tres campañas a estudio en la última semana de agosto……..……..76

Ilustración 4.8. Firmas espectrales de las 96 muestras de suelo en las tres parcelas a estudio (gris), y valor promedio de las firmas espectrales en Lobeira (verde), Monteveiga (rojo) y Ribadulla (azul)…….91

Ilustración 4.9. Correlación entre datos de predicción y referencia con el mejor pre-procesado y transformación de datos (spectroscopy y regresión PLSR)……...94

Ilustración 4.10. Mapeo de las variables de suelo a estudio (N, MO y arcilla) en la parcela Lobeira (1), Monteveiga (2) y Ribadulla (3) con los datos de referencia medidos en análisis de laboratorio (a) y los datos predichos (con regresión PLSR y transformación de datos Spectroscopy) (b). ……95

Ilustración 4.11. Diferencia (%) de contenido en N, MO y arcilla en la comparación de los datos de referencia medidos en análisis de laboratorio y datos predichos obtenidos mediante espectroscopía: Lobeira (a), Monteveiga (b) y Ribadulla (c)……96

Ilustración 4.12. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente)……98

Ilustración 4.13. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio……...98

Ilustración 4.14. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……...99

Ilustración 4.15. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……99

Ilustración 4.16. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……100

Ilustración 4.17. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……100

Ilustración 4.18. Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……...101

Ilustración 4.19. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente)……...102

Ilustración 4.20. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio……102

Ilustración 4.21. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……103

Ilustración 4.22. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……103

Ilustración 4.23. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……104

Ilustración 4.24. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……104

Ilustración 4.25. Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……105

Ilustración 4.26. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente)……...105

Ilustración 4.27. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio……106

Ilustración 4.28. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio…….106

Ilustración 4.29. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio…….107

Ilustración 4.30. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……107

Ilustración 4.31. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio……108

Ilustración 4.32. Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio…….108

Ilustración 4.33. Zonificación de la parcela Lobeira, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (c) (*punto diferencial para un solo parámetro agronómico). ……...……110

Ilustración 4.34. Zonificación de la parcela Monteveiga, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (c)……..111

Ilustración 4.35. Zonificación de la parcela Ribadulla, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (c)……..112

Ilustración 4.36. Evolución de los valores de ajuste y errores en la estimación de la producción en los meses de junio a septiembre……...121

Ilustración 4.37. Evolución de temperaturas máximas, mínimas y medias anuales (°C), en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo…….123

Ilustración 4.38. Evolución de temperaturas máximas, mínimas y medias anuales (°C), en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos……...123

Ilustración 4.39. Evolución de precipitaciones (mm) anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo…….124

Ilustración 4.40. Evolución de precipitaciones (mm) anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos……124

Ilustración 4.41. Evolución del número de días de precipitaciones anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica deTremoedo……..125

Ilustración 4.42. Evolución del número de días de precipitaciones anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos……...125

Ilustración 4.43. Evolución del período libre de heladas anual, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo……..126

Ilustración 4.44. Evolución del período libre de heladas anual, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos……126

LISTADO DE ABREVIATURAS Y UNIDADES

Parámetros de suelo	pH H_2O	
	pH KCl	
	CE (conductividad eléctrica)	µS / cm
	CICe (capacidad de intercambio catiónico efectiva)	cmol/Kg
	C (carbono)	%
	N (nitrógeno)	%
	C/N (relación carbono nitrógeno)	%
	MO (materia orgánica)	%
	FF (fracción fina)	%
	FG (fracción gruesa)	%
	Sat. Al (saturación de aluminio)	%
	CEa (conductividad eléctrica aparente del suelo)	
Potencial hídrico	Potencial hídrico foliar de tallo	MPa
Elementos foliares	C (carbono)	%
	N (nitrógeno)	%
	P (fósforo)	%
	K (potasio)	%
	Ca (calcio)	%
	Mg (magnesio)	%
	B (boro)	mg/Kg
	Cu (cobre)	mg/Kg
	Fe (hierro)	mg/Kg
	Mn (manganeso)	mg/Kg
	Zn (zinc)	mg/Kg
	Na (sodio)	mg/Kg
Elementos en mosto	Ca (calcio)	mg/L
	Cu (cobre)	mg/L
	K (potasio)	mg/L
	Mg (magnesio)	mg/L
	Mn (manganeso)	mg/L
	Na (sodio)	mg/L
	Zn (zinc)	mg/L
	Al (aluminio)	mg/L
	B (boro)	mg/L
	Fe (hierro)	mg/L
	P (fósforo)	mg/L

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

LISTADO DE ABREVIATURAS Y UNIDADES

Parámetros clásicos de mosto	G.Prob (grado alcohólico probable)	(% v/v, g/L)
	Dens. (densidad)	g/mL
	A.Tot (acidez Total)	g/L
	pH	g/L
	Ac. Malic (ácido Málico)	g/L
	Ac. Tart. (ácido Tartárico)	g/L
	N Amoniac (nitrógeno Amoniacal)	mg/L
	N. Alpha A. (nitrógeno Alpha Amino)	mg/L
Parámetros de producción	Produc. (Producción)	Kg/pl
	Nº rac (Número de racimos)	-
	Poda	Kg/pl
	IR (Índice de Ravaz)	-

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

This doctoral thesis, submitted under the modality “monograph with total or partial reproduction of publications”. The spectroscopy results published in an article that is defined below. Results and discusion of the research are also presented, which will be published in articles after the presentation of the doctoral thesis.

Rodríguez-Febereiro, M., Dafonte, J., Fandiño, M., Cancela, J. J., Rodríguez-Pérez, J. R. (2022). Evaluation of Spectroscopy and Methodological Pre-Treatments to Estimate Soil Nutrients in the Vineyard. *Remote Sensing*, *14*(6), 1326. https://doi.org/10.3390/rs14061326

This article has been totally reproduced in the following sections:

- ✓ Material and methods (3.4, 3.6.2)
- ✓ Results and discusión (4.3)
- ✓ Conclusions

The Journal Remote Sensing, allows reuse of the article, **Open Access** (CC BY 4.0 License).

Authors contribution

The authors responsibilities were, according to the CRediT (Contributor Roles Taxonomy) framework:

Marta Rodríguez-Febereiro: Conceptualization, methodology, software, validation, formal analysis, investigation, data curation, writing-original draft preparation, writing-review and editing, visualization.

Jorge Dafonte: Conceptualization, methodology, validation, data curation, writing-review and editing.

María Fandiño: Investigation, writing-review and editing.

Javier J. Cancela: Conceptualization, resources, writing-review and editing, supervisión, Project administration, funding acquisition.

José Ramón Rodríguez-Pérez: Conceptualization, methodology, software, validation, resources, writing-original draft preparation, writing-review and editing.

Journal Rank: JCR - Q1 (Geosciences, Multidisciplinary) / CiteScore - Q1 (General Earth and Planetary Sciences)

Impact Factor: 5.0 (2022); 5-Year Impact Factor: 5.6 (2022)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo, se describe la importancia del cultivo de la vid, a nivel global y concretamente en la zona vitivinícola a estudio (Galicia, España). Se plantean los hándicaps y casuísticas a los que se enfrentan los viticultores en la actualidad, así como los retos a corto, medio y largo plazo a los que se tendrá que enfrentar la viticultura bajo un contexto de cambio climático inminente, en el que el empleo de las nuevas tecnologías y la aplicación de una viticultura de precisión actualizada, será fundamental para que el sector pueda llevar a cabo la gestión sostenible, eficiente y rentable del cultivo de la vid. Así como, poner en valor un producto y cultivo agrícola con tanta tradición y diversidad como es el vino y la vid.

A continuación, se expondrá una breve contextualización del sector vitivinícola actual, características específicas del cultivo de la vid, en concreto de la variedad 'Albariño', de gran relevancia en la zona vitivinícola de las Rías Baixas y en la que se desarrolla la presente tesis doctoral.

1.1 El cultivo de la vid

La vid pertenece al género botánico *Vitis*, de la familia Vitáceas, orden *Rhammales* (Reynier, 2002). Es uno de los cultivos agrícolas más antiguos que persiste en la actualidad, comenzando el mismo hace cuatro mil años. A través de las numerosas menciones en escrituras antiguas, puede contemplarse la importancia que tenía la vid y el vino, que se ha mantenido hasta la actualidad (Huetz de Lemps, 2021).

La vid ocupa el tercer lugar en extensión de la superficie cultivada en España detrás de los cereales y el olivar (MAGRAMA, 2021). Desde su introducción en la Península Ibérica, el cultivo de la vid ha evolucionado en consonancia con los factores humanos y naturales.

1.1.1 Situación actual del cultivo de la vid

El potencial de producción vitícola a nivel mundial, tanto para producción de uvas de vinificación, uvas de mesa o uvas de pasificación, está representado por cinco países que cultivan el 50 % del viñedo mundial. Destaca España como el país con mayor superficie de viñedo en el mundo, con un 13 %, del total mundial (Ilustración 1.1).

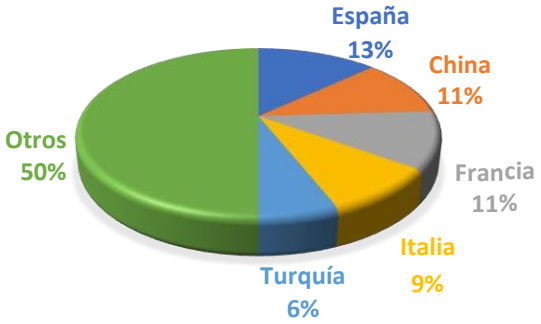


Ilustración 1.1 Potencial de producción vitícola a nivel mundial, destinada a producción de uvas de vinificación, uvas de mesa o uvas de pasificación (elaboración propia con datos de OIV, 2021).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La superficie total de viñedo cultivado en el mundo, se estima en 7,67 millones de hectáreas (FAO, 2020). Europa, se encuentra a la cabeza con un 58%, seguida de Asia (21%), América (13%), África (5%) y Oceanía (3%). La producción mundial de vino durante las tres últimas campañas, y en especial en la cosecha del 2021, ha sido extremadamente baja, con tres años consecutivos por debajo de la media (oscila entre los 247 – 253 millones de hectolitros). De la producción total de uva, un 30% se consume como uva de mesa y un 62% se vinifica, dedicando el resto de la producción (8%), a la producción de uvas pasas (OIV, 2021).

La importancia económica del sector vitícola está estrechamente ligada al vino. La producción de vino, según la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2021), fue de 250 millones de hectolitros siendo los principales países productores : Italia, Francia, España, Estados Unidos, Argentina, China, Australia, Chile, Sudáfrica y Alemania.

Por lo tanto, España goza de un posicionamiento destacado en el ámbito vitivinícola a nivel mundial. En términos autonómicos, la producción de vino en Galicia ha registrado para la campaña 2021, 670.469 hectolitros de vino (Ilustración 1.2), siendo la Comunidad Autónoma con mayor número de explotaciones dedicadas a la viticultura y elaboración de vino, representando un 1,23% del total nacional (Ilustración 1.3).

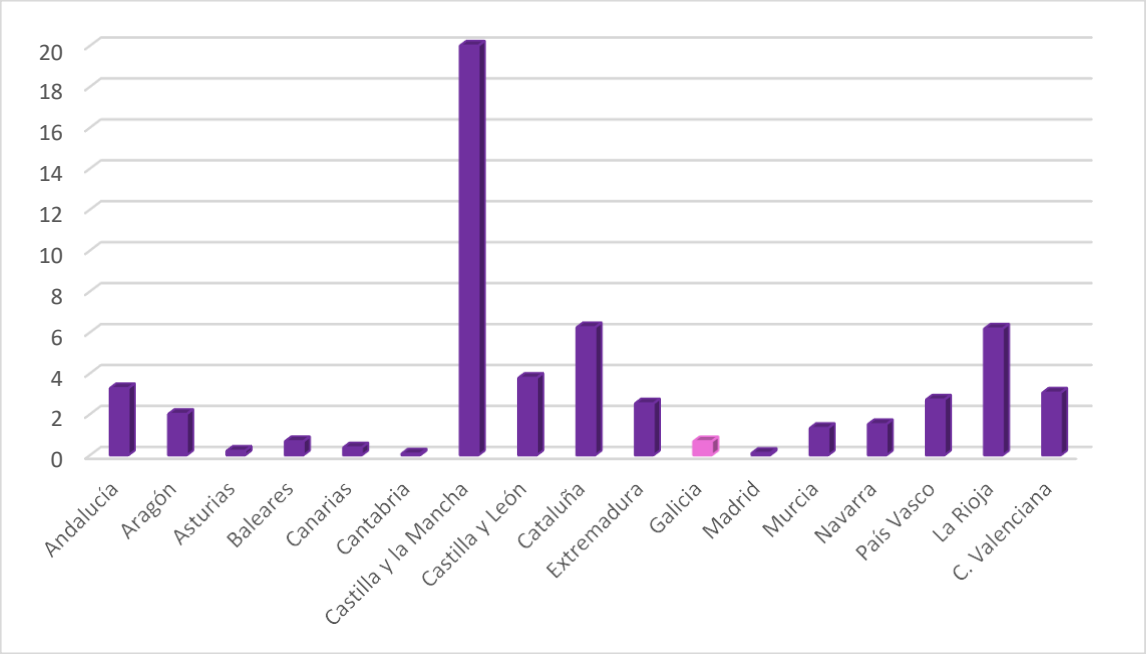


Ilustración 1.2 Datos totales de vino (millones de hectolitros) por comunidades autónomas en España (elaboración propia con datos de INFOVI).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

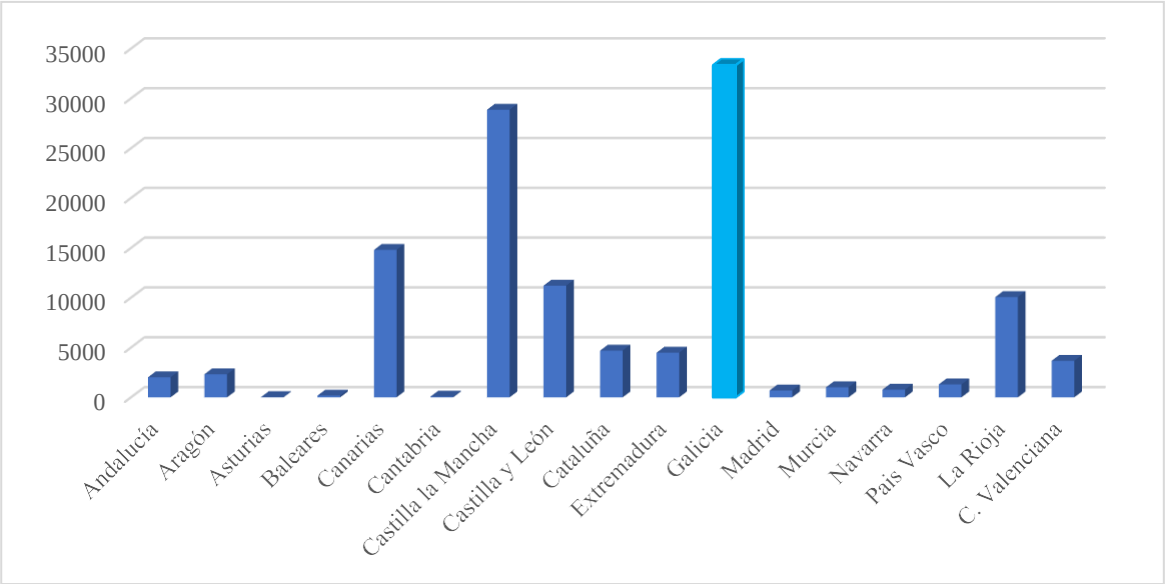


Ilustración 1.3 Potencial de producción vitícola a nivel mundial, número de explotaciones dedicadas a la viticultura y elaboración de vino (elaboración propia con datos de SGFHV).

1.1.2 La viticultura en climas atlánticos (D.O. Rías Baixas)

La viticultura atlántica se sitúa en el noroeste de la Península Ibérica, donde se cultivan variedades comunes de vid (*Vitis vinífera*), bajo las condiciones climatológicas e influencia marítima que caracterizan esta zona, capaz de producir uva de una excelente calidad (D.O. Rías Baixas, 2012).

La Denominación de Origen Rías Baixas, está localizada entorno a los 42º de latitud Norte y 8º de longitud Oeste, abarcando territorios incluidos en las provincias de Pontevedra y A Coruña, asociado a los ríos Ulla, Umia, Oitavén, Xabriña y Miño.

Se trata de una zona vitivinícola caracterizada por su clima atlántico, con temperaturas suaves (entre 10 y 25º C), cuatro estaciones perfectamente diferenciadas, escasa oscilación térmica y una importante pluviometría durante todo el año, que desciende en verano significativamente. Las características de texturales del suelo conllevan una baja retención de agua y por tanto una elevada tendencia a la desecación del suelo en verano, durante periodos de bajas o nulas precipitaciones (DOG 09/08/2012).

La heterogeneidad del territorio que abarca la D.O. Rías Baixas, se divide en cinco subzonas vitivinícolas: Condado do Tea, O Rosal, Soutomaior, Ribeira del Ulla y Val do Salnés (Ilustración 1.4).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración 1.4 Situación de las cinco sub-zonas de la D.O. Rías Baixas (www.mediorural.xunta.gal/ agencia-gallega-de-la-calidad-alimentaria).

1.1.3 c.v. 'Albariño' (*Vitis vinífera* L.)

La variedad de uva blanca 'Albariño', es la variedad protagonista y mayoritaria en el territorio de las Rías Baixas, no solo por su producción, sino también por su alta calidad y reconocimiento. Gran parte de los vinos, son elaborados exclusivamente con esta variedad, comercializándose como "Rías Baixas, Albariño".

La variedad 'Albariño', se caracteriza por una brotación precoz y maduración media, de baja producción y racimo pequeño, con sensibilidad alta al oídio, moderada al mildiu y baja a la botrytis. Con hojas adultas de color verde, tamaño medio y forma pentagonal (Ilustración 1.5).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración 1.5 Variedad 'Albariño'.

El racimo es cónico, de longitud corta, anchura y compacidad media, con bayas de color verde-amarillo y forma elíptica corta. Sus características agronómicas, se recogen en la Tabla 1.1 (Díaz-Losada *et al*., 2011 y Vázquez Rodríguez et al., 2006), fruto de diversos trabajos centrados en la caracterización de esta variedad predominante en la viticultura gallega. Diversos autores han estudiado el comportamiento agronómico de esta variedad (Martínez-Rodríguez *et al*., 2009), así como sus sensibilidades a lo largo de su ciclo vegetativo (Boso *et al*., 2006).

Tabla 1.1 Caracterización agronómica de la variedad 'Albariño'.

Racimo	
Tamaño	Medio
Compacidad	Medio
Longitud pedúnculo	Medio
Baya	
Tamaño	Medio
Uniformidad del tamaño	Uniforme
Color epidermis	Verde amarillento
Alas	1,2
Forma de perfil	Elíptica corta
Sarmiento	
Forma de la extremidad	Abierta
Porte	Semi-erguido

Los vinos elaborados con esta variedad, se caracterizan por una alta intensidad de aromas florales y frutales, debido a su alta concentración de terpenos, responsables de estas notas aromáticas (Vilanova *et al*., 2010). Las características analíticas de calidad requeridas para producir un vino 'Albariño' amparado bajo la Denominación de Origen, debe de cumplir con los parámetros descritos en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Características analíticas de vinos de la variedad 'Albariño' bajo el pliego de condiciones de la D.O. Rías Baixas.

Parámetro	**Umbral**
Grado alcohólico total (%Vol.)	≥ 11,36
Azúcares (g/L)	1
Acidez total (g/L ác. tartárico)	≥ 3,50
Acidez volátil (g/L ác. acético)	≥ 1,08
Dióxido de azufre (mg/L)	≤ 200

En la fase visual de los vinos de 'Albariño', predomina el color amarillo pajizo con tonos dorados y verdosos. Con una intensidad media-alta en fase olfativa, gran complejidad aromática en la que predominan los aromas primarios de las series cítricas, florales y frutales, con un gran equilibrio en boca de ligera acidez y buena estructura.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Diversos estudios, han caracterizado el efecto de la variabilidad sobre el aroma del vino 'Albariño' de las diferentes subzonas vitivinícolas de la D.O. Rías Baixas (Vilanova *et al*., 2008), tanto a nivel sensorial (Vilanova y Vilariño, 2006) como a nivel de compuestos volátiles (Vilanova *et al*., 2007).

En el presente subapartado, se expone el concepto de zonificación vitícola y su importancia actual, variabilidad, adaptación y factores condicionantes, que engloban el cambio climático inminente al que los viticultores se tienen que enfrentar.

1.2 Zonificación vitícola

Hasta hace pocos años, el concepto de calidad del vino, estaba basado únicamente en el proceso de elaboración del vino desde un punto de vista enológico, más que en la producción de la uva y en las prácticas relacionadas con el cultivo de la vid; si bien, esta situación ha cambiado, y en la actualidad se considera la calidad del vino desde la uva, su ciclo vegetativo, proceso de maduración, tipicidad, calidad y aromas (Nuske *et al*., 2011).

El interés en obtener vinos de calidad, es un objetivo primordial en la viticultura actual, y sobre él se ha escrito mucho, tanto en los tratados generales (Togores, 2006) como en las publicaciones especializadas (Bramley, 2005), siempre hay una referencia a la calidad, y en todos ellos se sugiere que esta calidad depende, no solo de los procesos de elaboración, manejo y crianza, sino también de la utilización de uvas de calidad.

La capacidad de discriminación de la mejor uva en un viñedo, representa un factor competitivo clave a la hora de enfrentar el desafío de cumplir con los altos estándares de calidad, que regularmente impone el mercado vitivinícola. Además, es necesario que dichos estándares sean alcanzados de forma consistente a través de un estudio multitemporal e individualizado por parcela, que permita cumplir con los compromisos comerciales de uvas destinadas a distintas líneas de vinos demandados, especialmente aquellos de alta gama (Carey *et al*., 2008).

Las características de producción y calidad de los vinos dependen de factores del entorno, específicos de cada viñedo. Desde este punto de vista, una variabilidad fuerte y espacial puede ser observada en diferentes zonas vitivinícolas (macrozonificación) o sobre pequeños espacios (microzonificación intraparcela, diferenciación dentro de un mismo viñedo), (Martínez, 2020).

La zonificación de áreas cultivadas, tiene por objeto determinar espacios con distintas aptitudes para la producción agrícola.

Por zonificación, se entiende la investigación del territorio con el fin de repartirlo en zonas relativamente homogéneas como resultado de la interacción entre el viñedo y el ambiente, en la que se enfrenta el desafío de comprender el potencial de los factores naturales y su interacción con los factores humanos, donde el clima, suelo, variedad y las tecnologías agro-vitícolas y ecológicas, son los componentes de un producto final, el vino (Tonietto, 2005 y Fregoni *et al*. 1998).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La zonificación vitícola, contempla la interacción de los binomios: planta-medio o material vegetal-parcela, para lograr optimizar el potencial productivo y cualitativo de los viñedos, posibilitando realzar las potencialidades existentes. Además, su efecto recae directamente en los vinos a elaborar, determinando los caracteres enológicos de los mismos, así como, la determinación de las prácticas de cultivo más adecuadas al medio, tanto de forma particular como global.

Si nos basamos en la concepción de zonificación, en la bibliografía se definen caracteres tan diversos como: estudio del suelo (Fandiño *et al*., 2020a), clima (Jones y Davis, 2000, Tonietto y Carbonneau, 2004), combinación de clima-suelo y planta (van Leeuwen *et al*., 2004), caracterización de nuevas plantaciones (Mirás-Avalos *et al*., 2020), manejo del contenido de agua en el viñedo (Cancela *et al*., 2010), propiedades químicas y sensoriales de los vinos (Fandiño *et al*., 2020b), paisajes, factores topográficos (Smith 2002, Whelan *et al*., 2002), economía (Fabbri, 2003) o factores culturales (Gade 2004).

Es decir, mediante el estudio de un efecto, o combinación de ellos, podremos definir zonas donde la predisposición para el cultivo de la vid tendrá una mayor relevancia, bien atendiendo a: factores agronómicos, culturales o económicos, aportando a las comarcas agrarias un bien que contribuirá positivamente en el desarrollo rural.

Por lo tanto, la zonificación permite el manejo informado, pasando de una viticultura basada principalmente en un manejo intuitivo, a una viticultura mucho más precisa que, bajo las condiciones de clima fluctuante y mercados bastante más exigentes, nos dan las variables claves que debemos manejar en los viñedos (Hall y Jones, 2010).

1.2.1 Factores de la producción vitícola

La complejidad de evaluar los factores agronómicos, que repercuten en el desarrollo y comportamiento del viñedo, se encuentra ligado a la heterogeneidad inter- e intraparcelaria del viñedo.

Este concepto, se encuentra claramente definido en el término de *"terroir",* cada vez más empleado en la viticultura actual, que pretende englobar los factores de la extensión del terreno con ciertas características que los individualiza desde el punto de vista agronómico, debido a sus características físicas, químicas, mineralógicas, biológicas y a las acciones del hombre (Jiménez-Ballesta *et al*., 2020).

Se ha comprobado que factores como el suelo, el clima y la variedad cultivada, nos van a proporcionar un conocimiento mayor del comportamiento del cultivo y de sus futuras propiedades y características, así como la interacción entre los distintos agentes (Ilustración 1.6), (Van Leeuwen et al., 2004).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

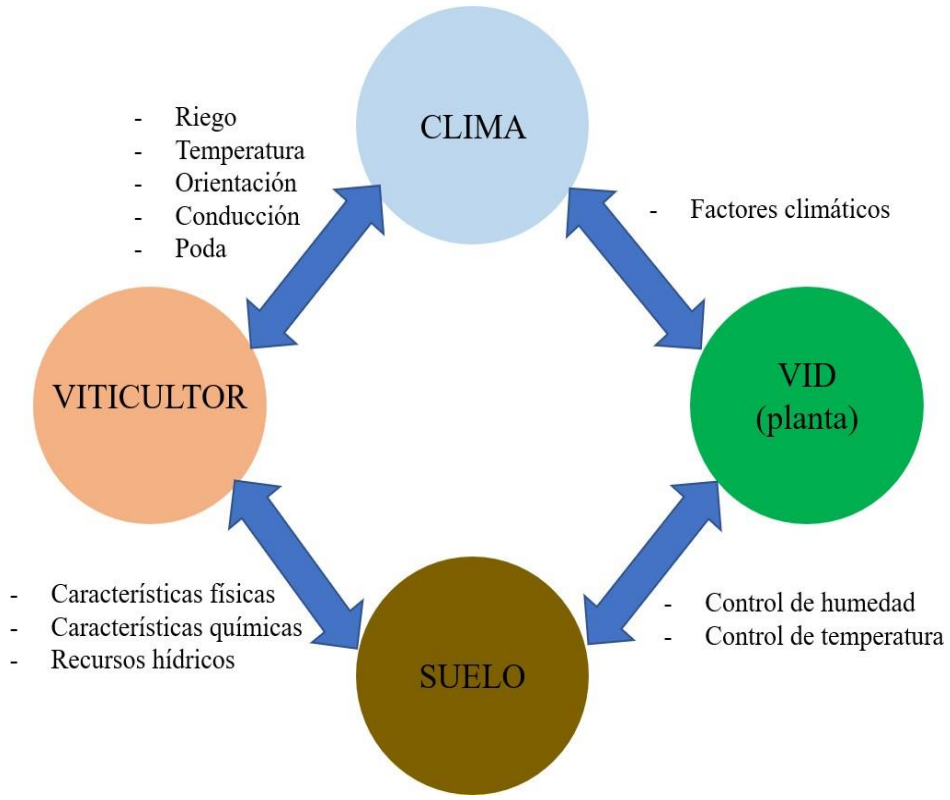


Ilustración 1.6 Factores de la producción vitícola.

El clima, es un factor de gran importancia en la calificación del entorno del viñedo, en relación a la producción de uvas de calidad, siendo sus efectos notables en el nivel de maduración de una determinada variedad, y por ende en la tipicidad del vino (Jones, 2005). También puede considerarse que el clima es uno de los factores principales que justifica la añada como indicador de mayor o menor calidad de la cosecha, mayor o menor producción, y de la afección de enfermedades fúngicas en el viñedo, aspecto este último clave en climas atlánticos.

El suelo, desde un punto de vista vitícola, se considera el sustentáculo de las plantas, donde están disponibles la reserva de agua y de nutrientes que estas utilizan, así como funcionar de regulador del clima que actúa sobre ellas. Desde una perspectiva general, las propiedades del suelo afectan a la composición de la uva de forma directa, e indirectamente, relacionándose con la alimentación hídrica y mineral de la vid, influyendo directamente en el mesoclima del viñedo y microclima de la planta. Siendo viable elaborar vinos de alta calidad a partir de uvas producidas en una gran diversidad de suelos (Vaudour, 2010). No obstante, hay que tener en cuenta que el suelo es un factor que se encuentra en continuo cambio, debido a la actuación del ser humano a través de las prácticas agrícolas, interacciones con el clima, propiedades físicas, y la composición mineral por lo que el estudio específico de la influencia de estos factores, debe de realizarse en una escala multitemporal (Bramley, 2010).

La vid, el material vegetal de la variedad implantada en el viñedo, debe de tenerse en cuenta en relación a su ciclo vegetativo, capacidad de adaptación al propio viñedo, así como los parámetros agronómicos que afectana una buena producción, calidad y maduración, diferenciada en conjuntos homogéneos a lo largo de la parcela (Gladstones, 2011).

Las distintas **técnicas agronómicas** utilizadas por los **viticultores,** afectan directamente al ciclo de las plantas de vid, pues las distintas operaciones culturales, repercuten en distinta medida al rendimiento de la cosecha y composición de la uva, con necesidades particulares según la zonificación planteada y objetivos perseguidos (Junquera, 2011).

Con el fin de utilizar correctamente las técnicas de zonificación, es necesario conocer tanto los factores naturales (clima y suelo) en los que podemos incidir mínimamente, como aquellos factores que dependen de las capacidades del viticultor o técnicas de cultivo (Smith y Whigham, 1999). Una vez que el viticultor entiende estos factores, puede llegar aestablecer sus propios criterios en la calidad y cantidad de la cosecha a obtener como producto final de la explotación vitícola, buscando el equilibrio planta – suelo – clima.

1.2.2 Influencia de la variabilidad espacial y el comportamiento de la vid

Con el propósito de delimitar zonas con características comunes, se realizan zonificaciones atendiendo a los distintos factores ambientales que afectan a la producción de uva. Es habitual realizar una zonificación: climática, geográfica, edáfica, de la disponibilidad hídrica para el viñedo y de los parámetros agronómicos en diversas campañas para la caracterización integral del viñedo (Gómez-Miguel, 2011).

Tal y como se establece en la resolución XX de la Organización Internacional de la Viña y el Vino, (OIV, 2012), los objetivos perseguidos con la zonificación, se encuentran estrechamente ligados con factores de suelo y clima, facilitando y optimizando la gestión del viñedo para los viticultores, siendo versátil y permitiendo enfocar la zonificación en:

- ✓ Delimitación de territorios para producir vinos de una tipología determinada.
- ✓ Zonificación relativa al potencial (desarrollo de la viña, maduración…).
- ✓ Optimización del manejo del viñedo.
- ✓ Zonificación en relación a riesgos fitosanitarios.
- ✓ Selecciones parcelarias.
- ✓ Zonificación en relación a recursos de agua/riego.
- ✓ Zonificación en riesgos y condiciones climáticas adversas.
- ✓ Protección de "terroirs" y paisaje.
- ✓ Zonificación para la viticultura de variedades específicas.

Si bien, dependiendo de cuál sea el objetivo de calidad/producción, requerido por el viticultor, se debe de realizar una zonificación específica y centrada en los factores que influyen directamente en la obtención del objetivo que se persigue. Pues la variabilidad espacial que nos podemos encontrar en un viñedo, requiere de eliminar las prácticas vitícolas aplicadas uniformemente, que generalmente provocan una disminución de la eficacia productiva y de calidad de la uva, para realizar unas prácticas más adecuadas en función de las necesidades específicas dentro del viñedo.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La influencia de la variabilidad espacial sobre el viñedo, debe evaluarse sobre los efectos de los factores anteriormente comentados, que recaen directamente en el desarrollo y producción de las plantas de vid.

La composición de micro y macro nutrientes en el suelo, así como su textura, deben de ser estudiados en cuanto a su variación en el viñedo, pues las plantas requieren de distintas operaciones de manejo vitícola, así como un perfil diferenciado en función de su estado nutricional, pues posibles carencias o trato uniforme del suelo, puede afectar al desarrollo del viñedo, mediante desajustes nutricionales sobre el mismo (Gómez-Miguel, 2011). Autores como Vidaurre (2017) y Morán *et al*. (2020), han estudiado la importancia de la heterogeneidad nutricional en suelos de viñedo.

Para planificar un correcto desarrollo de las plantas de vid, es necesario conocer el nivel ideal de cada nutriente en tejidos representativos del estado nutricional de la planta. Una vez establecido el óptimo, se podrá definir el exceso y la deficiencia de cada uno de ellos y, a partir de ahí, controlar la nutrición mediante diagnóstico de los tejidos elegidos. La relación entre el contenido del órgano analizado y el rendimiento y calidad de la vendimia, son indispensables para establecer el contenido óptimo y constituir las bases sobre las cuales se podrá realizar un diagnóstico nutricional (Champagnol, 1990). En trabajos de Rodríguez-Fernández *et al*. (2021b), puede observarse la diferenciación a nivel nutricional en limbos de plantas de vid, y su importancia en la producción obtenida en vendimia.

Actualmente, uno de los factores de gran importancia para el buen desarrollo del viñedo, dentro de un contexto actual de cambio climático, es el manejo y uso eficiente del agua, tanto a nivel de planta, como el contenido de agua en el suelo. Una mala gestión del agua en el viñedo o un estrés hídrico excesivo, provoca un mal crecimiento celular en la planta, puesto que la sequía severa reduce el área foliar y acelera la senescencia de las hojas maduras, además, la fotosíntesis y transpiración, se alteran debido a la reducción de la turgencia, cierre estomático y el bloqueo de la difusión de CO_2 hacia el mesófilo (Intrigliolo y Castel, 2010).

Si bien, se debe plantear un diseño de riego optimizado, para gestionar la variabilidad del viñedo, puesto que, si no hay una gestión de la programación de riego, no se alcanzarán los objetivos de aumento en rentabilidad, factor importante a considerar si se desea demostrar el efecto real de la heterogeneidad de suelo en los rendimientos del viñedo (Ferreyra *et al*., 2007).

Por ello, la determinación del estado hídrico de la vid, ha sido estudiada por numerosos investigadores que han encontrado correlaciones significativas con la producción y calidad (Cancela *et al*., 2016). Así como, la gestión óptima en decisiones sobre el manejo del riego, asociadas a potenciales de producción y calidad, difíciles de implementar con un sistema homogéneo de riego (Fandiño, 2021).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.2.3 La vid, el viñedo y el cambio climático

Desde una perspectiva amplia, el sector vitivinícola se enfrenta a varias incertidumbres y riesgos a corto y largo plazo. El estudio de vulnerabilidad del viñedo y de la industria vitícola frente a estos cambios, es muy importante para garantizar su futuro.

El clima, tiene una importante influencia en la fisiología de la vid a través de los distintos componentes (Jones *et al*., 2005). Las temperaturas, la lluvia, el déficit de presión de vapor, evapotranspiración potencial, horas de sol y viento, determinan junto con las prácticas culturales y el suelo, la calidad de la cosecha y la productividad del viñedo (Schultz, 2000).

El trabajo realizado en estas últimas décadas en el estudio del cambio climático, indica que van a continuar los cambios en el régimen de temperaturas y precipitaciones (Cardell *et al*., 2019). Esto podría ocasionar alteraciones no solo en la fenología de la vid, sino también en los patrones de enfermedades y plagas, en el potencial de maduración y, en definitiva, en la calidad y rendimiento de la vid. Estos cambios incluyen, la frecuencia e intensidad de determinados fenómenos climáticos adversos, como sequías o inundaciones (Santos *et al*., 2012).

Las **medidas de adaptación**, que pueden ayudar a paliar el efecto del cambio climático en la viticultura, se dividen en una escala temporal en cambios a corto, medio y largo plazo:

- Las medidas de adaptación **a corto plazo**, pueden ser consideradas como la primera estrategia de protección contra el cambio climático y deberán centrarse en amenazas específicas, con el objetivo de optimizar la producción. Estas medidas en su mayoría implican cambios en las prácticas enológicas a través de los avances tecnológicos, que pueden tener efectos positivos sobre la calidad del vino (Lobell *et al*., 2006).

- **A medio plazo**, las medidas se basan en la gestión del viñedo, aunque implican más esfuerzo, pero que pueden ayudar a mejorar la adaptación ante cambios más pronunciados. El riego es una de las estrategias a considerar en el manejo del viñedo, basado en la gestión del **riego** con indicadores del estado hídrico a nivel del suelo y de la planta, que permitan una gestión sostenible del agua, como una estrategia rentable para el viticultor (García *et al*., 2012).

- **Más a largo plazo**, las medidas de adaptación incluyen principalmente cambios en variedades y ubicaciones de los viñedos. Con cambios de ubicación a sitios más frescos, con altitudes y latitudes mayores, que implican cambios en las condiciones mesoclimáticas y microclimáticas del viñedo (Malheiro *et al*., 2010).

Las líneas de investigación abordadas, pretenden dar respuestas a los diferentes objetivos planteados, basándose principalmente en técnicas y herramientas englobadas en el término de viticultura de precisión.

1.3 Viticultura de precisión

De una viticultura que históricamente avanzó con base en el conocimiento empírico, actualmente avanza hacia una viticultura cada vez más tecnificada.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los conocimientos actuales presentan una mayor capacidad para interpretar la realidad, puesto que la zonificación vitivinícola avanza rápidamente para responder a cuestiones de mayor complejidad, optimizando la toma de decisiones por parte del viticultor (Zaman-Allah *et al*., 2015).

La Agricultura de Precisión (AP), es un concepto que está abriendo nuevas formas de abordar la producción agrícola, ya que la información y cantidad de datos que genera, ayudan a interpretar de mejor forma lo que está sucediendo en una determinada área, y en un determinado momento, siendo una poderosa fuente de información tiempo-espacial, la cual, en conjunto con otros parámetros, contribuyen a mejorar la toma de decisiones (McBratney et al., 2005). La sociedad internacional de agricultura de precisión (ISPA), define el término como: "La agricultura de Precisión es una estrategia de gestión que considera la variabilidad temporal y espacial para mejorar la sostenibilidad de la producción agrícola" (https://www.ispag.org/about/definition).

Así pues, la Viticultura de Precisión (VP), corresponde a la parte de la agricultura de precisión dedicada al manejo integral del viñedo, que comprende un amplio conjunto de técnicas y tecnologías destinadas a ajustar el manejo del viñedo a su variabilidad espacial (Quedanza, 2006).

La necesidad de reducir los costes de cultivo, obliga a incluir en las prácticas ageonómicasla introducción de tecnologías de precisión dentro de las operaciones normales, conllevandoc costos adicionales, aunque su resultado se expresa en la disminución de los costos de operación, aumento de la eficiencia, mejora de la calidad de los productos, y reducción del impacto medioambiental negativo (Santesteban, 2019).

1.3.1 Tecnologías y herramientas empleadas en la viticultura de precisión

La viticultura de precisión, se sirve de una serie de herramientas informáticas para entender la variabilidad de los sistemas de producción, cuantificar y cartografiar la variabilidad intraparcelaria, con objeto de ajustar la gestión a las necesidades de las distintas partes de la parcela (Bramley *et al*., 2003). Para ello, se pueden utilizar diversas herramientas: detección próxima (suelo), sensores meteorológicos, teledetección (por satélite, aérea o con drones y vehículos aéreos no tripulados), sistema global de navegación por satélite (GNSS), sistemas de información geográfica (SIG) y sistemas robóticos. (McLoud *et al*., 2007).

Los Sistemas de Información Geográficos, se comportan como un soporte tecnológico, para ir integrando en él, las diferentes capas de información que hemos ido obteniendo desde las diferentes bases de datos, con el fin de obtener una visión global del comportamiento del viñedo (Arnó *et al*., 2009). Los mapas obtenidos por sensores remotos (teledetección), aportan información importante para actualizar la información en corto espacio de tiempo, son muy asequibles y facilitan la precisión de los límites, que se obtienen en el momento programado y más rápidamente (Gómez-Miguel *et al*., 2017).

Los análisis geo-estadísticos descriptivos empleados en viticultura de precisión, buscan determinar el comportamiento espacial de una variable sobre su área, y de esta forma determinar la máxima distancia de relación entre dos puntos, para poder agrupar e interpolar.

Todas estas herramientas permiten crear zonas que poseen estadísticamente una relación dentro de ella, obteniendo zonas de manejo que relacionen de forma más eficiente el estado de las plantas y el manejo agronómico. Además, sirven de base para gestionar una estrategia de muestreo y obtener datos representativos del área estudiada (Beltrán y Montesinos, 2008).

1.3.2 Teledetección, Big Data e Inteligencia Artificial. Aplicación y usos en viticultura de precisión

La viticultura actual, atraviesa una época en la que se hace imprescindible aplicar estrategias que aumenten la eficiencia en la gestión de recursos, bajo un amplio abanico de condiciones de cultivo y producción, con el objetivo de mantener la sostenibilidad. Los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), han permitido el desarrollo de nuevos sensores para monitorizar el ambiente, el suelo y los cultivos agrícolas Lee *et al*. (2010).

Generalmente, **la teledetección** se ha fundamentado en el empleo de imágenes provenientes de satélites y drones, a través de la toma remota de imágenes. Así, el uso de plataformas aéreas, se presenta como una revolución en el campo de la teledetección, ya que permite flexibilizar y personalizar el momento y el lugar en el que se toman las imágenes.

La teledetección, una disciplina de la ingeniería geodésica, se ocupa de la observación remota del planeta. Entre sus beneficios destacan la cobertura global y periódica de la superficie terrestre, la visión panorámica y la uniformidad de los datos que proporciona. En la actualidad, gracias a los progresos tecnológicos, realizar investigaciones y trabajos mediante teledetección es cada vez más accesible, ofreciendo una amplia gama de posibilidades en cuanto a plataformas y sensores disponibles en el mercado. Los vehículos aéreos no tripulados (UAS, unmanned aerial system) se han vuelto más asequibles y los sensores que utilizan han mejorado sus prestaciones (Hamylton *et al*., 2019).

La principal ventaja del uso de la teledetección en viticultura se basa, a diferencia de las medidas puntuales, en que permite adquirir información precisa de la variabilidad espacial y temporal del viñedo (Ben *et al*., 2010).

En la actualidad, existen distintas plataformas capaces de proporcionar información sobre la vegetación, tales como satélites, aviones o avionetas tripuladas o no tripuladas (unmanned aerial system, UAS). Sin embargo, la elección de la plataforma óptima para instalar el sensor, influenciará en la resolución espacial, espectral y temporal de las imágenes. Entre estas plataformas aéreas, resulta cada vez más popular el uso de drones (plataformas aéreas no tripuladas) y satélites, equipados con cámaras de distinta naturaleza (cámaras hiperespectrales, infrarrojas y cámaras termográficas), que permiten adquirir imágenes de manera continua y dinámica (Proffitt y Bramley, 2010).

Las técnicas de teledetección y análisis de imágenes, incluyen: análisis de imágenes basado en objetos, análisis espaciotemporal y análisis hiperespectral que, con sensores remotos, se puede registrar la variabilidad espacial de factores agronómicos, fisiológicos y cualitativos, sin la necesidad de tener sensores en contacto directo con la planta.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El mapeo preciso de la cobertura terrestre es un recurso invaluable para el análisis del entorno como, por ejemplo, para inventarios de recursos, detección de cambios, agricultura y acuicultura (Yang et al., 2019). La combinación de las herramientas que brinda la teledetección con métodos tradicionales permite llevar a cabo una amplia variedad de estudios y trabajos de cartografía, monitoreo de desastres naturales, clasificación de superficies y detección de cambios, entre otros. Los datos obtenidos a través de la teledetección pueden ser diversos, desde imágenes en el espectro óptico del espectro electromagnético hasta imágenes multiespectrales y datos LiDAR. El uso conjunto de estos datos puede convertirse en una poderosa herramienta para caracterizar la superficie, ya que proporciona información heterogénea de un área y permite su análisis desde diferentes perspectivas.

En numerosas publicaciones, se demuestra la utilidad de estas imágenes obtenidas mediante herramientas de teledetección para evaluar indirectamente factores importantes del viñedo. Primicerio *et al*. (2012), mostraron la utilidad de imágenes tomadas con una cámara multiespectral cargada en un dron para evaluar el vigor de un viñedo. Turner *et al*., 2011, con un dron equipado con una cámara térmica, evaluaron la humedad del suelo en el viñedo, así como la respuesta al estrés hídrico de un viñedo de la variedad Pinot noir, mediante imágenes térmicas obtenidas por un dron (Bellvert *et al*., 2014).

Los trabajos en los que se utilizan herramientas de teledetección en viticultura, presentan numerosos y diversos objetivos en sus análisis, con temáticas que van desde la aplicación de índices de vegetación obtenidos a partir de imágenes multiespectrales, para el análisis de la vegetación, inventario y estado del viñedo (González-Fernández *et al*., 2010), detección de parámetros de interés en las plantas (canopy, superficie foliar expuesta…), estimación del rendimiento de viñedo y las zonas productivas (Diago *et al*., 2016) e información sobre el estado hídrico del viñedo o condiciones óptimas para el buen desarrollo del viñedo (Costa *et al*., 2010).

El Big Data y la Inteligencia artificial, son técnicas que permiten tratar un gran volumen de datos. Con esta información, se pueden realizar análisis predictivos y avanzados, que ayudan en la toma de decisiones estratégicas en función de una predicción de comportamiento basada en datos tomados en tiempo real y que nos permiten reducir el umbral de error (Moskolaï *et al*., 2021).

Su complejidad, se debe a la naturaleza no estructurada de los datos generados por tecnologías diversas (sensores, drones, imágenes satelitales, maquinaria moderna, dispositivos inteligentes…). Si se cuenta con datos de calidad, tecnologías adecuadas y análisis propicios, a través de técnicas de Machine Learning, disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial, se pueden llegar a crear sistemas de aprendizaje automático, crear algoritmos, modelos de comportamiento y aplicar la inteligencia al análisis de información, para extraer más conclusiones de los datos en bruto (Zeng *et al*., 2021).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Estas técnicas de análisis, en el auge actual, permiten al viticultor monitorizar en tiempo real sus viñedos y tomar decisiones que le permitan obtener uvas de la mejor calidad posible, obtener información en tiempo real con parámetros importantes para su gestión, como los niveles de humedad, nutrientes, detección de plagas existentes o potenciales… Esta tecnología, también posibilita la automatización y agilización de procesos, de tal forma que el viticultor pueda centrarse en las cuestiones más importantes, mediante programas de computación, capaces de operar con lógica humana.

Diversos trabajos en el ámbito de la viticultura, han aplicado estas técnicas para la gestión del viñedo. Salcedo (2019), emplea aprendizaje automático con tecnologías no invasivas para la estimación de las características agronómicas más relevantes del viñedo, así como la monitorización de parámetros de gran interés para el manejo del viñedo, como puede ser el estado hídrico de las plantas. Farias (2017), centra su estudio en la extracción de características de la cubierta vegetal, mediante algoritmos de clasificación difusa y técnicas de inteligencia artificial. Aunque estas tecnologías, también se extrapolan al análisisde la calidad de los vinos obtenidos (Galeano-Arias et al., 2021).

La utilización de la **inteligencia artificial (IA) en la teledetección** ha revolucionado la forma en que se analizan y procesan los datos obtenidos a través de sensores remotos. La combinación de estas dos disciplinas ha abierto un amplio abanico de posibilidades en términos de análisis de imágenes, clasificación de coberturas terrestres y detección de cambios, entre otros campos de aplicación.

La teledetección, como se sabe, consiste en la adquisición de información sobre la superficie terrestre sin necesidad de un contacto directo. A través de sensores remotos, se capturan datos sobre la radiación electromagnética emitida o reflejada por los objetos en la Tierra. Estos datos son procesados y analizados para obtener información valiosa sobre la cobertura terrestre, el clima, la vegetación, entre otros aspectos.
La inteligencia artificial, por su parte, se refiere a la capacidad de las máquinas de aprender y realizar tareas que normalmente requieren de la inteligencia humana. Mediante algoritmos y modelos matemáticos complejos, la IA es capaz de reconocer patrones, tomar decisiones y llevar a cabo tareas específicas.

En el campo de la teledetección, la IA se ha convertido en una herramienta fundamental para el análisis de grandes volúmenes de datos (Estes *et al*, 1986). La capacidad de las máquinas de procesar y clasificar imágenes de manera rápida y precisa ha permitido avances significativos en la identificación y mapeo de coberturas terrestres, agricultura de precisión, etc.

Uno de los principales desafíos en la teledetección es la clasificación de las imágenes en diferentes categorías o clases. Tradicionalmente, este proceso requería la intervención humana para identificar y etiquetar las distintas coberturas terrestres presentes en una imagen. Sin embargo, con el uso de algoritmos de IA, es posible automatizar este proceso y lograr una clasificación más precisa y eficiente.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los algoritmos de IA utilizados en teledetección se basan en técnicas de aprendizaje automático, como las redes neuronales artificiales, los árboles de decisión y los algoritmos de clasificación supervisada y no supervisada. Estos algoritmos son entrenados utilizando conjuntos de datos etiquetados, donde se especifica la clase a la que pertenece cada píxel de la imagen.

Una vez que el algoritmo ha sido entrenado, se puede utilizar para clasificar imágenes nuevas, asignando a cada píxel una etiqueta que indica la cobertura terrestre correspondiente. Esto permite obtener mapas de cobertura terrestre de alta precisión y en menor tiempo que con métodos tradicionales.

La IA también ha demostrado ser útil en la detección de cambios en la cobertura terrestre a lo largo del tiempo (Jung et al, 2021). Al comparar imágenes adquiridas en diferentes momentos, los algoritmos de IA pueden identificar y resaltar las áreas donde ha ocurrido algún cambio significativo, como la deforestación, la urbanización o la variación en los cuerpos de agua.

En este contexto, la teledetección y la inteligencia artificial emergen como una tecnología fundamental que permite obtener información detallada sobre los cultivos y el entorno agrícola. ofreciendo la capacidad de monitorear grandes extensiones de tierra de manera eficiente y precisa (Sishodia *et al*, 2020).

Esto brinda a los agricultores y profesionales agrícolas una visión completa y actualizada de sus cultivos, lo que les permite tomar decisiones basadas en datos y optimizar sus operaciones agrícolas.

Una de las principales ventajas de la teledetección en la agricultura de precisión es su capacidad para proporcionar información en tiempo real sobre el estado de los cultivos, la salud vegetal, el estrés hídrico, la fertilidad del suelo y otros parámetros relevantes. Esto permite detectar problemas tempranos, como enfermedades, plagas o deficiencias nutricionales, y tomar medidas correctivas de manera oportuna, evitando así pérdidas significativas en la producción.

Además, la teledetección permite monitorear la variabilidad espacial de los cultivos, es decir, las diferencias en rendimiento y condiciones dentro de un campo agrícola. Esto es crucial para implementar estrategias de manejo diferenciado, donde se adaptan las prácticas agrícolas de manera precisa a las necesidades específicas de cada área, maximizando así el rendimiento y minimizando el uso de insumos agrícolas.

La capacidad de la teledetección para generar mapas y modelos de variables agrícolas, como los índices de vegetación, la temperatura superficial del suelo, la humedad del suelo y la densidad de la vegetación, proporciona una base sólida para el análisis y la toma de decisiones (Triantafyllou, *et al*. 2019). Estos datos, combinados con algoritmos de inteligencia artificial, permiten desarrollar modelos predictivos y sistemas de apoyo a la toma de decisiones que ayudan a los agricultores a optimizar el uso de recursos, como el agua, los fertilizantes y los pesticidas.

Además, estas técnicas ofrecen una ventaja en términos de escalabilidad y cobertura espacial. Los sistemas satelitales pueden cubrir grandes áreas de cultivo, lo que resulta especialmente beneficioso para la agricultura a gran escala. Por otro lado, los drones y aviones aéreos permiten obtener imágenes de alta resolución en áreas más pequeñas y detalladas, lo que es valioso para la agricultura de precisión a nivel de parcela o incluso a nivel de planta.

En el ámbito de la informática, una máquina inteligente se refiere a un agente adaptable que puede percibir su entorno y llevar a cabo acciones que maximicen sus posibilidades de alcanzar algún objetivo o completar una tarea exitosamente (Poole, 2018). Sin embargo, el término inteligencia artificial (IA) es objeto de controversia y cuenta con diversas definiciones. En términos coloquiales, se aplica cuando una máquina imita las funciones cognitivas que los seres humanos asocian con la mente humana, y también se define como la capacidad de un sistema para interpretar datos externos de manera precisa, aprender de esos datos y utilizar ese conocimiento para realizar tareas y alcanzar metas específicas a través de la adaptación flexible (Kaplan y Haenlein, 2018).

En la actualidad, los sistemas de IA forman parte de la rutina en diversos campos como la economía, la medicina, la ingeniería, el transporte, las comunicaciones y la milicia, se han utilizado en una amplia variedad de aplicaciones de software, incluyendo juegos de estrategia, procesamiento de imágenes, reconocimiento de escritura y mucho más.

La investigación sobre la aplicación de métodos de inteligencia artificial en la identificación y clasificación de coberturas, tanto naturales como humanas, continúa en aumento. Por ejemplo, se han utilizado redes neuronales convolucionales en imágenes de vehículos aéreos no tripulados (UAS) para clasificar la hierba en los cultivos (Veeranampalayam, *et al*., 2020). También se han empleado métodos como random forest (RF) y support vector machine (SVM) en la clasificación de cultivos utilizando imágenes de RPAS (Kwak y Park, 2019). Además, el método de árboles de decisiones, conocido como Decision Tree, se utiliza ampliamente en diversas aplicaciones de teledetección.

1.3.3 Interpretación de imágenes multiespectrales en agricultura

En términos generales, la etapa de clasificación de imágenes de teledetección representa un hito crucial en el procesamiento digital de estas imágenes. Durante esta fase, se realiza una división del área de estudio en diversas clases según el fenómeno de interés. El enfoque de las operaciones de procesamiento suele estar dirigido hacia esta etapa, ya que los resultados de la clasificación determinan la calidad final del proyecto en desarrollo (Chuvieco, 1990).

A lo largo de la historia de la fotogrametría y teledetección, las clasificaciones han evolucionado desde las interpretaciones visuales realizadas por expertos hasta los métodos actuales, basados en algoritmos complejos y técnicas estadísticas.

Los valores digitales de cada píxel capturado por el sensor y organizados en la imagen carecen de significado por sí solos, hasta que son interpretados y convertidos en categorías que brindan un mayor conocimiento del territorio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Esta interpretación puede llevarse a cabo de forma visual o digital, aprovechando la potencia y velocidad de cálculo de los ordenadores. Como resultado de la clasificación digital, se obtiene una cartografía e inventario de las categorías objeto de estudio.

En cuanto a la clasificación digital, se pueden identificar tres grandes categorías o fases principales:

1) Definición digital de las categorías (fase de entrenamiento): En esta etapa, se establecen las características digitales que definen cada una de las categorías de interés.
2) Asignación de los píxeles de la imagen a una de las categorías (fase de asignación): Durante esta fase, se distribuyen los píxeles de la imagen en una de las categorías definidas previamente.
3) Verificación y comprobación de los resultados: Se llevan a cabo técnicas de verificación que son aplicables tanto al procesamiento digital como al análisis visual de las imágenes, con el fin de validar los resultados obtenidos.

Existen diferentes tipos de clasificaciones digitales, como los métodos de clasificación no supervisada, los métodos de clasificación supervisada y los métodos de clasificación que utilizan técnicas de inteligencia artificial. Cada uno de ellos ofrece enfoques y ventajas particulares para la interpretación y clasificación de imágenes de teledetección.

Se han encontrado diversas aplicaciones de estos enfoques en investigaciones, como la clasificación y caracterización de la dinámica urbana utilizando el método de clasificación supervisada de Máxima Verosimilitud (Forja Miranda, 2019) y el reconocimiento de patrones (Barnsley *et al*., 2001). Además, se han utilizado métodos de clasificación basados en píxeles y objetos para la clasificación de entornos heterogéneos (Sibaruddin *et al*., 2018), el inventario de vegetación en áreas costeras utilizando clasificación supervisada basada en objetos y clasificación no supervisada ISODATA (Yang *et al*., 2019), y la clasificación del dosel vegetal en bosques mediante técnicas de aprendizaje profundo (Anul *et al*., 2021), entre otros ejemplos.

En términos generales, existen dos métodos complementarios para abordar la definición de clases en las imágenes: la clasificación supervisada y la clasificación no supervisada. En la clasificación no supervisada, no se establecen clases predefinidas, aunque se debe especificar el número de clases deseadas, y se emplean algoritmos matemáticos de clasificación automática. Por otro lado, los métodos de clasificación supervisada se basan en la disponibilidad de áreas de entrenamiento, que son regiones con clases conocidas de antemano y que se utilizan para generar firmas espectrales características de cada clase. Estas áreas de entrenamiento deben ser lo más homogéneas posible y representar la cobertura observada en el momento de la adquisición de las imágenes.

Una vez se dispone de un conjunto de clases, sus áreas de entrenamiento y firmas espectrales, se busca asignar cada píxel de la imagen a una clase específica. Los primeros métodos utilizados eran de naturaleza no estadística y obtenían resultados bastante limitados (Alonso, 2022).

Sin embargo, su análisis resulta útil para comprender los desafíos del proceso de clasificación. Dentro de las tres grandes categorías en las que se suele dividir la clasificación, encontramos:

a) Métodos no estadísticos (como la distancia mínima y los paralelepípedos).
b) Métodos estadísticos clásicos (como la máxima probabilidad).
c) Algoritmos basados en inteligencia artificial (como las redes neuronales y los árboles de decisión).

Estos algoritmos basados en inteligencia artificial se están implementando cada vez más y han demostrado lograr resultados satisfactorios, como se ha comprobado en la presente tesis doctoral.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 2
OBJETIVO

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2. OBJETIVOS

El **objetivo general** de esta investigación es la obtención de herramientas de utilidad para el manejo del viñedo, tal que proporcionen información necesaria para la toma de decisiones del viñedo, gestionando, registrando y prediciendo los parámetros más interesantes para el productor vitícola en el menor tiempo posible. El fin último es mejorar la gestión de las prácticas agronómicas y por tanto el rendimiento (calidad y producción) del viñedo a partir de la zonificación intraparcelaria, integrando todos los factores clave para el manejo sostenible del viñedo.

Para ello se han establecido seis **objetivos parciales**:

1. Caracterización de las tres parcelas de referencia en la D.O. Rías Baixas (2018-2020), mediante la evaluación vitícola acorde con la gestión intraparcelaria actual del viñedo, analizando factores de: suelo, vegetación, gestión del agua del viñedo, parámetros de calidad, producción…

2. Empleo de información espectral (teledetección), mediante el uso de imágenes de satélite Sentinel-2, para el cálculo de índices de vegetación clásicos, que permitan la caracterización de los viñedos en base a su manejo agronómico.

3. Caracterización del suelo del viñedo mediante técnicas de espectroscopía de campo, estableciendo ecuaciones de ajuste entre las medidas de reflectancia y los valores obtenidos en los análisis de laboratorio, así como, cartografiar la variabilidad espacial de las características edáficas, partiendo de los valores observados y de los valores estimados a partir de las firmas espectrales.

4. Zonificación estadística y espacial de los viñedos con respecto a las variables agronómicas medidas, que permitan la mejora de la gestión del viñedo en base a análisis de suelos, vegetación, gestión del agua en el viñedo, composición del mosto, parámetros de calidad y producción. Estableciendo propuestas de zonificación en la que la gestión del viñedo resultará optimizada.

5. Desarrollo y gestión de algoritmos y modelos inteligentes predictivos, mediante técnicas de inteligencia artificial, que permitan la mejora de la gestión del viñedo durante las diferentes fases del cultivo, actuando directamente en los parámetros de producción y calidad.

6. Análisis de los efectos del cambio climático y ambiental sobre los ecosistemas enclavados en una viticultura atlántica, evaluando las variaciones en la actividad y climatología, que ayudan a anticipar y comprender los futuros cambios en la gestión del viñedo, permitiendo un manejo eficiente frente a las alteraciones climáticas en la viticultura.

CAPÍTULO 3
MATERIAL Y MÉTODOS

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

3. MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente capítulo, se describe la información de las tres parcelas de viñedo a estudio, gestionadas por la bodega Mar de Frades (Vilagarcía de Arousa, Pontevedra), desde la campaña 2016. Así como, la metodología empleada para la toma de muestras en campo (campañas 2018, 2019 y 2020), análisis de laboratorio, toma de datos de teledetección y su procesado, junto con la metodología de análisis estadísticos, empleados en la presente tesis doctoral.

3.1 Descripción de los viñedos de estudio

En primer lugar, se describen las características de los tres viñedos objeto a estudio, nombrados como: Lobeira, Ribadulla y Monteveiga.

3.1.1 Localización geográfica y vitícola

Los viñedos, se encuentran enmarcados en la Denominación de Origen Rías Baixas, en las provincias de A Coruña y Pontevedra (Galicia), dentro de las subzonas vitivinícolas Ribeira del Ulla (Ribadulla y Monteveiga) y Val do Salnés (Lobeira) (Ilustración 3.1). Se incluye información más detallada de la localización en el Anexo I.

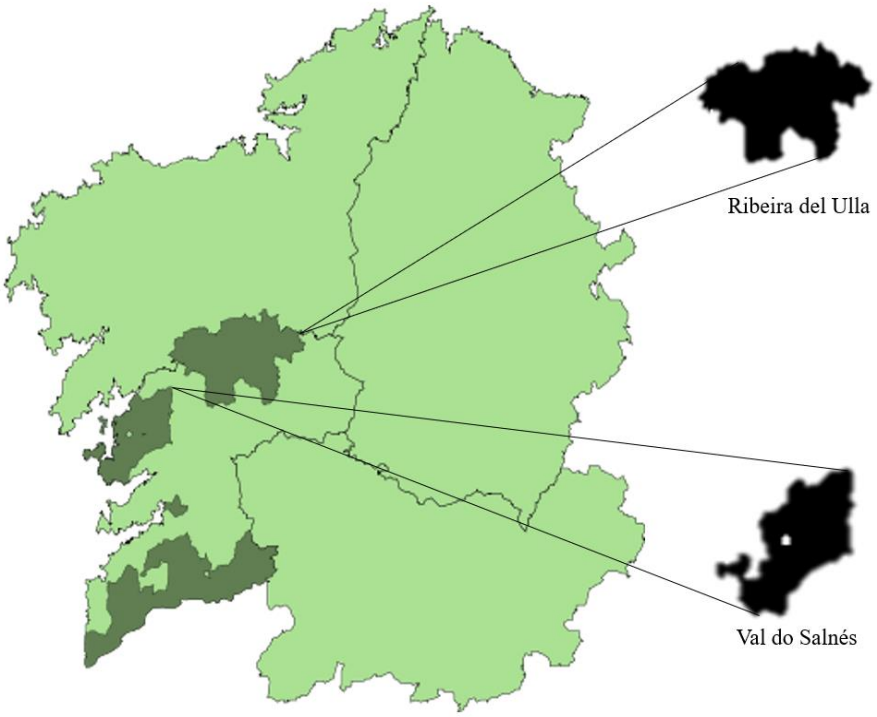


Ilustración 3.1 Localización de las comarcas vitivinícolas en las que se sitúan las parcelas a estudio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.1.2 Orografía y Suelos

La orografía en la subzona Val do Salnés y Ribeira do Ulla, se caracteriza por la predominancia de llanura costera en tierras bajas, con alternancias de interfluvios que drenan pequeñas depresiones de dirección norte-sur, originadas por la intensa fracturación del terreno de bordes de escarpes rocosos, a menudo pronunciados. Esta orografía propia de la zona vintivinícola, presenta gran relevancia en cuanto a la erosión y grado de hidromorfía, que influencian de forma directa al cultivo (Lorenzo *et al*., 2012).

La predominancia de los suelos graníticos bajo la zona vitivinícola de las Rías Baixas, se encuentra frecuentemente ligada a suelos con depósitos aluviales o aluvio-coluviales. Si bien, las heterogeneidades de los suelos vitivinícolas bajo esta denominación de origen, marcan la diferenciación de subzonas en las que sus características son diferentes.

En la subzona Val do Salnés, con influencia del río Umia, son frecuentes los depósitos de gravas, arenas y arcillas limo-arcillosas.

En la subzona Ribeira do Ulla, predominan los suelos graníticos de carácter esquistoso, propios de la zona norte y central de Galicia, que comprenden la mayor parte de los suelos de esta subzona.

3.1.3 Características vitivinícolas

Los viñedos han sido plantados en el año 2004, se encuentran empalizados en espaldera, empleando el portainjerto 110 Ritcher, contando con sistema de riego por goteo en toda la superficie cultivada. Las principales características vitivinícolas por parcela son las siguientes:

Lobeira

El viñedo Lobeira (Ilustración 3.2), se encuentra situado en Vilagarcía de Arousa (Pontevedra), (42º 34’ 4,47’’ Norte, 8º 45’ 17,37’’ Oeste), a una altitud de 119 m sobre el nivel del mar, con una extensión aproximada de 7,98 ha. Incluido en la subzona vitivinícola del Salnés en la DO Rías Baixas, y plantado en su mayor parte con la variedad *Vitis vinífera* (L.) cv. ‘Albariño’ (6,88 ha), podado con el sistema pulgar-vara, y una pequeña representación de 1,10 ha de la variedad ‘Godello’, con poda corta. El viñedo se encuentra dispuesto con un marco de plantación de 2,5 x 3,0 m.

Ilustración 3.2 Parcela: Lobeira.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ribadulla

El viñedo Ribadulla (Ilustración 3.3), se encuentra situado en la subzona de Ribeira de Ulla, en Vedra (A Coruña), con una extensión de 9,36 ha (42º 46' 13'' Norte, 8º 24' 40'' Oeste) a una altitud de 66 m sobre el nivel del mar. Toda su extensión se encuentra cultivada con la variedad 'Albariño' y podada con el sistema pulgar-vara, con un marco de plantación de 2,5 x 3,0 m. La producción obtenida del viñedo de Ribadulla, es destinada a la elaboración de vinos espumosos, por lo que se persiguen unos objetivos productivo-cualitativos diferentes a los otros dos viñedos a estudio.

Ilustración 3.3 Parcela: Ribadulla.

Monteveiga

El viñedo se encuentra situado en la subzona de Ribeira de Ulla, en Vedra (A Coruña) (Ilustración 3.4), con una extensión aproximada de 12,04 ha, y 131 m sobre el nivel del mar (42º 45' 6'' Norte, 8º 28' 10'' Oeste). Plantado con la variedad 'Albariño', con poda pulgar-vara y un marco de plantación de 2,5 x 3,0 m, caracterizado por la presencia de bancales en su parte Oeste, y con una importante diferencia de cota entre la parte alta y baja de la parcela (64 m)

Ilustración 3.4 Parcela: Monteveiga.

3.1.4 Caracterización climatológica

La zona vitivinícola de las Rías Baixas, se encuentra integrada en la región Atlántica (Lorenzo *et al*., 2012). La climatología de la zona se define con inviernos protagonizados por borrascas del Oeste y del Sudoeste, con frentes cálidos y aire tropical, que conllevan precipitaciones abundantes y temperaturas suaves.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Con menor frecuencia, aires fríos del Ártico pueden provocar temperaturas nocturnas suficientemente bajas como para producir heladas. Las primaveras son precoces y lluviosas, por lo que a menudo ocasionan daños por heladas o corrimientos de flor (Ruiz *et al*., 2012).

En la época estival, las precipitaciones son poco frecuentes pero abundantes, con unas temperaturas suaves, que ocasionan frecuentes sequías edáficas, debido al descenso de precipitaciones y aumentos de temperaturas. En los meses de otoño, las borrascas son frecuentes, recayendo en una estación de elevadas precipitaciones (Guitián y Ramil, 2007).

Para la caracterización del clima de las parcelas, se han tomado datos de las estaciones agroclimáticas: Tremoedo (para caracterizar la parcela de Lobeira) y Pazo de Galegos (próxima a las parcelas Monteveiga y Ribadulla), ambas estaciones son gestionadas por meteogalicia (https://www.meteogalicia.gal/web/inicio.action).

En el Anexo II, se muestra un resumen anual de las principales variables climáticas para el período 2003 – 2020 en ambas estaciones a estudio. También se describen a continuación, datos de temperaturas, precipitación e índices bioclimáticos de cada una de las campañas a estudio (2018, 2019 y 2020), información con la que se realizará el contraste y análisis de los resultados del presente estudio.

3.1.5 Evolución de temperaturas y diagramas ombrotérmicos

a) Estación agroclimática de Tremoedo - Lobeira

La estación agroclimática de Tremoedo, se caracteriza por unas temperaturas medias anuales en el período estudiado (2003 - 2022) de 14,41 ºC, así como unas temperaturas medias mínimas y máximas de 10,14 y 19,25 ºC, respectivamente.

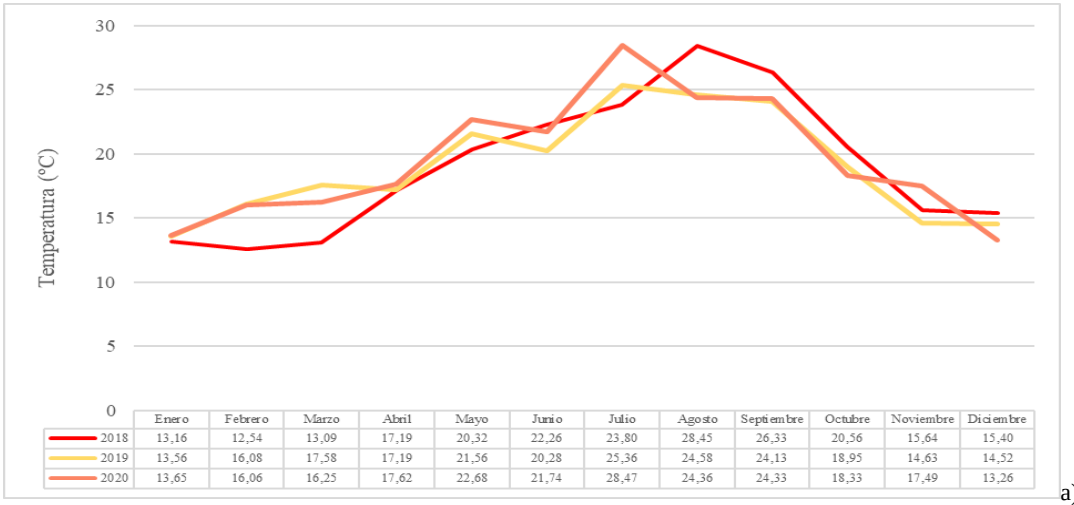
En la campaña 2018, se ha registrado una temperatura media de 14,54 ºC, y 10,36 ºC de temperatura mínima media, alcanzando la mínima temperatura en el mes de febrero (4,24 ºC), la temperatura máxima media ha sido de 19,06 ºC, alcanzando la temperatura máxima media en el mes de agostolos 28,45 ºC. En el 2019, las temperaturas han presentado una media de 14,35 ºC, con mínimas de 9,96 ºC y el mes más frío en enero (4,87ºC). Las temperaturas máximas medias han registrado una media de 19,36 ºC, alcanzando el máximo en el mes de Julio (25,36 ºC). En la campaña 2020, las temperaturas medias registradas han sido de 15,09 ºC, con mínimas de 11,04 ºC y el mes más frío en enero (6,69 ºC). Las temperaturas máximas medias registradas han sido de 19,52 ºC, con el mes de temperaturas más elevadas registradas en agosto (28,47 ºC).

En términos generales, ha sido la campaña 2020, la que ha presentado mayores temperaturas a lo largo del ciclo de desarrollo de la vid (abril - septiembre); mostrando el año 2019 las menores temperaturas. (Ilustración 3.5).

Los meses más cálidos han sido en todos los casos julio y agosto, mientras que los meses más fríos se han circunscrito al período comprendido entre los meses de diciembre a febrero, donde el viñedo es más susceptible a sufrir heladas. Los períodos con riesgo de heladas en las campañas a estudio en la zona de la estación agroclimática de Tremoedo (Val do Salnés), únicamente han afectado a la campaña 2019, con 60 días con riesgo de

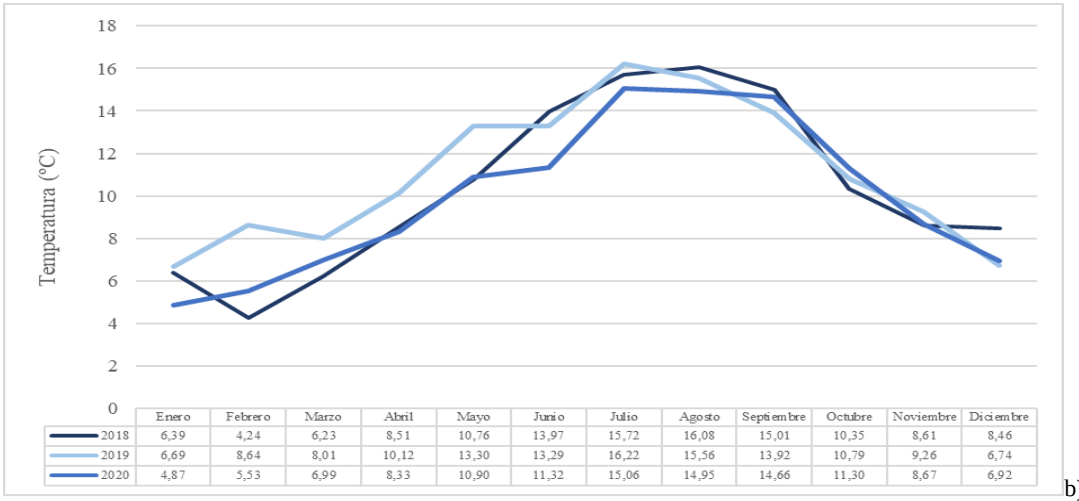
heladas, mientras que en las campañas 2018 y 2020, no se han registrado temperaturas inferiores a 0 ºC, por lo que no ha existido riego de estas.

Las mediciones recogidas en la estación, en el total de años de estudio, presentan una humedad promedio del 80,81 %, siendo la velocidad media del viento de 1,28 m s^{-1} (Anexo II).



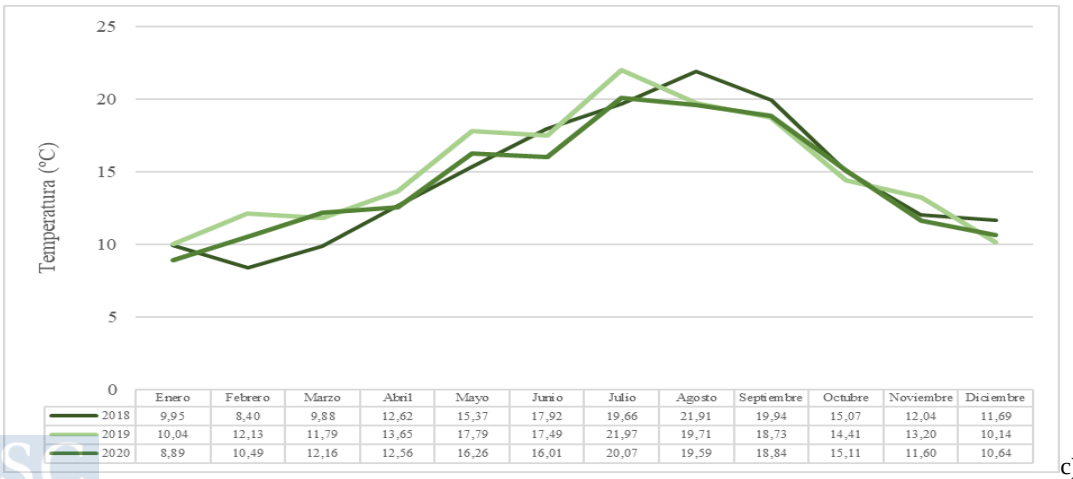
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	13,16	12,54	13,09	17,19	20,32	22,26	23,80	28,45	26,33	20,56	15,64	15,40
2019	13,56	16,08	17,58	17,19	21,56	20,28	25,36	24,58	24,13	18,95	14,63	14,52
2020	13,65	16,06	16,25	17,62	22,68	21,74	28,47	24,36	24,33	18,33	17,49	13,26

a)



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	6,39	4,24	6,23	8,51	10,76	13,97	15,72	16,08	15,01	10,35	8,61	8,46
2019	6,69	8,64	8,01	10,12	13,30	13,29	16,22	15,56	13,92	10,79	9,26	6,74
2020	4,87	5,53	6,99	8,33	10,90	11,32	15,06	14,95	14,66	11,30	8,67	6,92

b)



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	9,95	8,40	9,88	12,62	15,37	17,92	19,66	21,91	19,94	15,07	12,04	11,69
2019	10,04	12,13	11,79	13,65	17,79	17,49	21,97	19,71	18,73	14,41	13,20	10,14
2020	8,89	10,49	12,16	12,56	16,26	16,01	20,07	19,59	18,84	15,11	11,60	10,64

c)

Ilustración 3.5 Evolución de las temperaturas (°C) de las campañas 2018, 2019 y 2020: a) temperaturas máximas, b) temperaturas mínimas y c) temperaturas medias (Estación agroclimática Tremoedo).

El volumen anual medio de precipitaciones en el período 2003-2020, es de 119,15 mm. con 127,25 mm en la campaña 2018, y de 172 y 116,25 mm, en el 2019 y 2020, respectivamente (Ilustración 3.6). Para el período vegetativo (abril-septiembre) las precipitaciones fueron de 58,25, 78,21 y 61,23 mm, respectivamente para 2018, 2019 y 2020. Los meses con falta de agua, tal como se deduce del diagrama ombrotérmico, han sido Mayo, Agosto y Septiembre, en 2018, Julio en 2019, y Mayo, Julio en 2020, mientras que con los datos del período 2003-2020, no se observa déficit hídrico.

Del total de días de lluvia en el año (164, 147 y 168, en 2018, 2019 y 2020, respectivamente), en los tres años entre el 65 y el 70 % de días de lluvias se encuentran fuera del período de desarrollo vegetativo del viñedo (abril - septiembre). El año con mayores precipitaciones ha sido el 2019, aun siendo el año con menor número de días de lluvia, pero con mayor intensidad media.

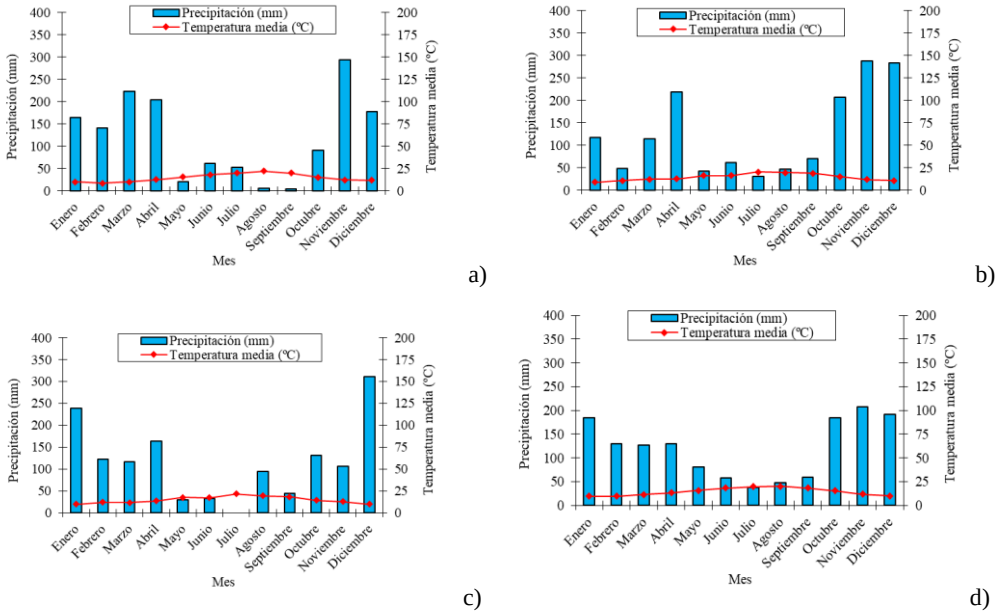


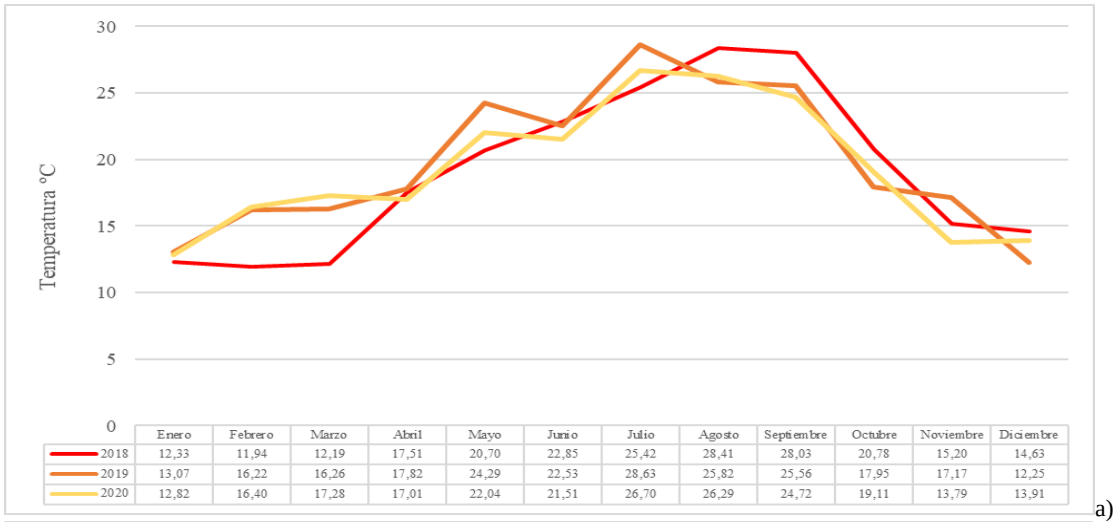
Ilustración 3.6 Diagramas ombrotérmicos en los años: a) 2018, b) 2019, c) 2020, y para el período d) 2003-2020 (Estación agroclimática Tremoedo).

b) Estación agroclimática de Pazo de Galegos - Monteveiga y Ribadulla

La estación agrometeorológica de Pazo de Galegos, que emplearemos para caracterizar las parcelas de Monteveiga y Ribadulla, ha presentado una media de temperaturas anual (en el período 2003 - 2020), de 13,71 ºC, así como unas temperaturas medias mínimas y máximas de 9,26 y 19,08 ºC, respectivamente.

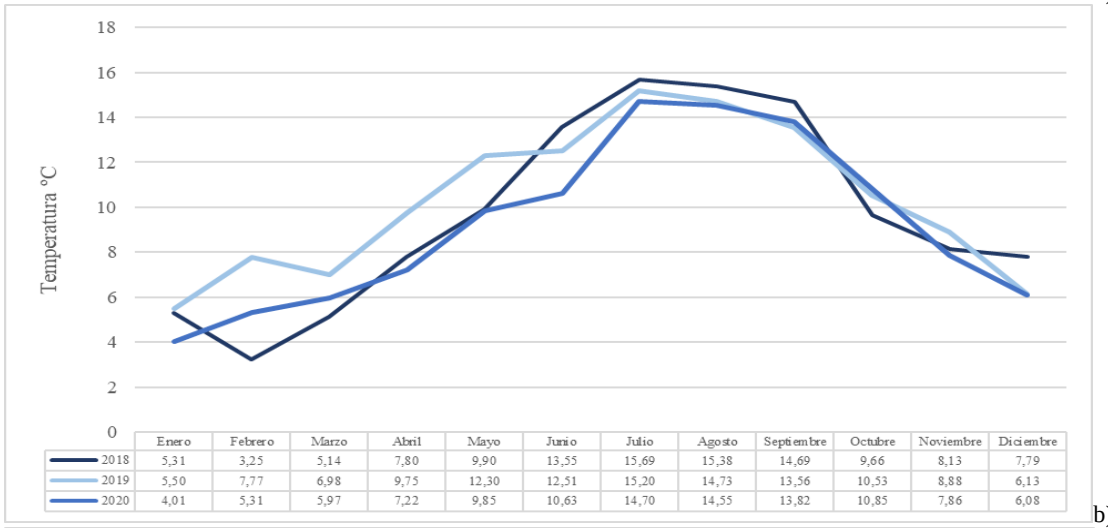
En los años a estudio, el 2018 ha registrado una temperatura media de 13,97 ºC, y una temperaturas media mínima de 9,69 ºC, con el mes de mínimas temperaturas en enero (3,25 ºC). La temperatura media máxima ha alcanzado los 19,97 ºC, con el promedio máximo en el mes de agosto (28,41ºC). En el 2019, las temperaturas medias a lo largo del año han sido de 13,87 ºC, con temperaturas mínimas de 9,24 y máximas de 19,30 ºC. El

mes que ha registrado las temperaturas medias mínimas en esta campaña ha sido enero (4,01 ºC), mientras que el mes con temperatura mediamáxima ha sido julio (26,70 ºC).



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	12,33	11,94	12,19	17,51	20,70	22,85	25,42	28,41	28,03	20,78	15,20	14,63
2019	13,07	16,22	16,26	17,82	24,29	22,53	28,63	25,82	25,56	17,95	17,17	12,25
2020	12,82	16,40	17,28	17,01	22,04	21,51	26,70	26,29	24,72	19,11	13,79	13,91

a)



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	5,31	3,25	5,14	7,80	9,90	13,55	15,69	15,38	14,69	9,66	8,13	7,79
2019	5,50	7,77	6,98	9,75	12,30	12,51	15,20	14,73	13,56	10,53	8,88	6,13
2020	4,01	5,31	5,97	7,22	9,85	10,63	14,70	14,55	13,82	10,85	7,86	6,08

b)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	8,87	7,40	8,53	12,06	14,86	17,66	19,94	21,17	20,34	14,63	11,33	10,88
2019	9,15	11,55	11,16	13,27	17,75	17,06	21,24	19,62	18,80	13,92	12,73	9,14
2020	7,87	10,36	11,27	11,79	15,73	15,81	20,06	19,86	18,55	14,72	10,69	9,78

c)

Ilustración 3.7 Evolución de las temperaturas (ºC) de las campañas 2018, 2019 y 2020: a) temperaturas máximas, b) temperaturas mínimas y c) temperaturas medias (Estación agroclimática Pazo de Galegos).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Por último, para el año 2020, se ha registrado una temperatura media de 14,62 ºC, y una temperatura media mínima y máxima de 10,32 y 19,80 ºC, respectivamente.

El mes más frío, ha sido enero con 5,50 ºC de promedio, y el mes más caluroso julio con 28,63 ºC. Del mismo modo que en la estación agroclimática de Tremoedo, es el año 2020, el que ha registrado mayores temperaturas, y el 2019 el año con un promedio de temperaturas más bajas (Ilustración 3.7). La zona vitivinícola de 'Ribeira del Ulla', es más vulnerable a las heladas, con respecto al 'Val do Salnés'. En este caso, el año 2018, ha sido el año que ha presentado un período más largo de riesgo de heladas (80 días), seguido de las campañas 2019 y 2020, con 53 y 51 días con riesgo deheladas, respectivamente (Anexo II). La estación presenta una humedad promedio del 83,06 % y una velocidad media del viento de 1,22 m s^{-1}. La temperatura del suelo presenta un promedio de 14,76 ºC (Anexo II).

El volumen anual medio de precipitaciones para el período 2003-2020 es de 108,33 mm, con un volumen anual en los años de estudio de 119,17 (2018), 108,58 (2019) y 107,41 (2020) mm. En este caso, ha sido el año 2018, en el que se ha registrado un mayor volumen anual de precipitaciones. Para el período vegetativo (abril-septiembre) las precipitaciones fueron de 51,43, 60,25 y 57,93 mm, respectivamente para 2018, 2019 y 2020El número de días de lluvia por campaña ha sido de 127, 134 y 140 días, respectivamente, representando entre un 64 y un 67% de días de lluvia fuera del período de desarrollo vegetativo de la vid (abril - septiembre) (Ilustración 3.8).

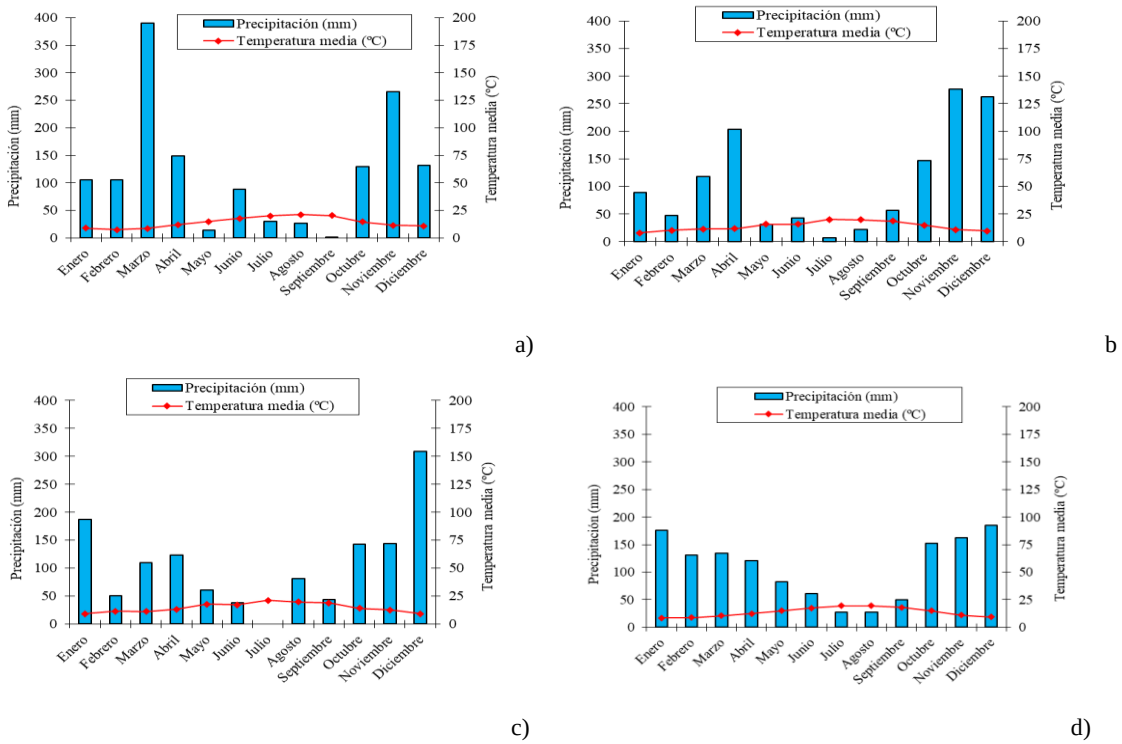


Ilustración 3.8 Diagramas ombrotérmicos en los años: a) 2018, b) 2019, c) 2020, y para el período d) 2003-2020 (Estación agroclimática Pazo de Galegos).

3.1.6 Índices bioclimáticos

Se han seleccionado los índices bioclimáticos que contemplan las condiciones climatológicas de mayor relevancia para un buen desarrollo del viñedo, y su clasificación (Tonietto y Carbonneau, 2004).

- Índice de Huglin (Huglin, 1986):

Es un índice clásico que tiene en cuenta el potencial heliotérmico del medio, a partir de temperaturas medias y máximas durante el período vegetativo de la vid, con un coeficiente de corrección que tiene en cuenta la variación de la duración media de los días con la latitud.

- Índice de Winkler-Amerine e Integral Térmica (Amerine y Winkler, 1944):

Clasifican la zona vitivinícola según las temperaturas medias diarias y su relación con la maduración de la uva (de < 1371 ºC a >2204 ºC). Con la integral térmica, que es la suma de días con temperaturas superiores a 10 ºC (entre el 1 de marzo y el 25 de octubre), se consideran valores óptimos los comprendidos entre 2726 – 3837 ºC.

- Índice de frescura de las noches e Índice de sequía (Tonietto y Carbonneau, 2004):

El índice de frescura de las noches, tiene en cuenta las temperaturas mínimas diarias durante los treinta días anteriores a la realización de la cosecha, se basa en temperaturas nocturnas moderadas y biosíntesis de compuestos de las bayas durante el período final de maduración, y el índice de sequía, el cual basa sus cálculos en el balance de agua del suelo. Ambos, permiten clasificar la región vitícola a estudio, según la propuesta realizada por Tonietto y Carbonneau (2004)

A continuación, se exponen los resultados obtenidos para los índices mencionados para cada una de las estaciones agroclimáticas que han sido empleadas en el estudio.

a) Estación agroclimática de Tremoedo - Lobeira

Con el análisis de los índices bioclimáticos, han podido clasificarse las zonas vitivinícolas en las que se encuentran enmarcadas las parcelas a estudio, realizando también de este modo, una diferenciación de la clasificación según el clima entre añadas.

En la zona vitícola de la estación de Tremoedo, ha podido calcularse un índice de Huglín, que ha categorizado las añadas 2018 y 2019 con un clima muy frío (1497,72 y 1374,43 respectivamente), a diferencia de la campaña 2020, que se encuentra clasificada en un clima frío. El índice de Winkler-Amerine, ha clasificado la región como templada en las tres campañas a estudio, y la integral térmica, se encuentra en todos los casos entre los valores de 2726 – 3837, a excepción de la campaña 2020, que presenta valores ligeramente superiores (4034,10). El índice de frescura de las noches, ha determinado noches templadas en las campañas 2018 y 2019, a diferencia del 2020, que se encuentra clasificado como noches frías (13,94 °C). El índice de sequía, determina el clima de la zona vitícola como sub-húmedo, con valores comprendidos entre 50 y 150 mm. Por último, el índice hidrotérmico de Branas, presenta un promedio de 5435,32, que nos indica que la zona se encuentra dentro de las zonas sin peligro del ataque de mildiu (Tabla 3.1)

Tabla 1.1 Índices bioclimáticos para el período 2003-2020 (Estación agroclimática Tremoedo).

Año	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I. Térmica	CI	DI
2003	1898,63	1428,61	3719,2	13,7	176,93
2004	1828,04	1441,8	3603,6	13,34	139,1
2005	1863,39	1501	3784,4	12,48	135,2
2006	2044,28	1676,5	4041,5	13,88	108,39
2007	1774,85	1395,1	3652,3	12,7	158,79
2008	1678,41	1308,2	3540,5	11,93	326,32
2009	1784,54	1465,4	3742,8	13,56	267,85
2010	-	-	-	-	-
2011	2031,02	1639,6	3970,3	14,21	-12
2012	1708,35	1389,7	3704,2	13,97	180,82
2013	1874,4	1554,9	3768,5	14,73	89,87
2014	1875,53	1609	3961,3	15,57	212,55
2015	1980,94	1605,5	3955,7	12,39	42,91
2016	1959,73	1611,7	3854,7	13,7	149,16
2017	2021,33	1708,5	4082,4	13,02	5,27
2018	1497,72	1619,1	3783,4	15,01	94,62
2019	1374,43	1485,2	3785,7	14,66	173,53
2020	1549,94	1634,8	4034,1	13,94	119,25
2003-2020	1808,56	1533,80	3822,62	13,69	139,33

CI (Cool Night Index, Índice de frescura de las noches); DI (Dryness Index, Índice de sequía)

b) Estación agroclimática de Pazo de Galegos - Monteveiga y Ribadulla

El cálculo de los índices bioclimáticos para la zona de Pazo de Galegos, ha determinado con el índice de Huglín, que las campañas 2018 y 2019, han presentado climas muy fríos (1456,63 y 1337,66, respectivamente), a diferencia del 2020 que se ha clasificado como clima frío (1500,81). El índice de Winkler-Amerine, ha determinado la región vitícola como templada (valores entre 1371 – 1649 ºC). La integral térmica, ha registrado valores entre los considerados como necesarios (2726 - 3837), a excepción del 2020, que ha superado ligeramente este parámetro (3908,50). El índice de frescura de las noches, ha clasificado a la campaña 2018, como zona de noches templadas (14,69), y los años 2019 y 2020 con noches frías (13,82 y 13,56, respectivamente). El índice de sequía clasifica la zona con clima sub-húmedo (valores entre 50 y 150), y el índice hidrotérmico de Branas presenta un promedio de 4649,03, superior al valor umbral que determina que la zona en estudio se encuentra fuera de peligro de afección contra el hongo de mildiu (Tabla 3.2).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.2 Índices bioclimáticos para el período 2003-2020 (Estación agroclimática Pazo de Galegos).

Año	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I. Térmica	CI	DI
2003	1966,92	1455,9	3778,9	13,15	129,88
2004	1837,48	1372,6	3444,4	13,27	86,44
2005	1897,71	1462,3	3730,6	11,7	117,38
2006	2069,43	1604,8	3930,5	13,63	58,02
2007	1754,07	1306,6	3510,8	12,51	132,63
2008	1670,81	1226,6	3334,5	11,65	128,19
2009	1636,44	1246,1	3296,4	12,49	273,07
2010	1941,59	1361,4	3287,9	12,29	42,94
2011	1942,13	1511	3802,5	13,5	-40,49
2012	1665,05	1284,2	3480,2	13,17	181,02
2013	1788,57	1411,4	3542,7	14,02	88,43
2014	1811,84	1376,9	3509,1	14,83	110,47
2015	1948,15	1459,7	3712,2	11,7	23,71
2016	1918,31	1470,6	3506,6	12,5	125,62
2017	2074,53	1634,2	3821	11,91	-28,01
2018	1456,63	1567,6	3614,5	14,69	55,14
2019	1337,66	1437,3	3648,4	13,82	81,27
2020	1500,81	1571	3908,5	13,56	70,55
2003 - 2020	1789,90	1431,12	3603,32	13,02	90,90

CI (Cool Night Index, Índice de frescura de las noches); DI (Dryness Index, Índice de sequía)

3.1.7 Diseño experimental

Para la selección de los puntos de muestreo en cada una de las parcelas a estudio, se definió una malla de 30 x 30 m, empleando el Sistema de Información Geográfico QGIS© 3.4 A Coruña (QGIS, Development team, 2019), dando lugar a 32 puntos de muestreo por parcela, los cuales cubren el área total de los tres viñedos a estudio, y permitirán analizar la extensión total de las parcelas, para dar respuesta a los objetivos planteados.

Para la ubicación de las coordenadas de los puntos de muestreo en campo se empleó un GPS Trimble R10 Rtk que ha permitido georreferenciar los puntos de muestreo en campo, y por tanto seleccionar las plantas de estudio que serán caracterizadas en detalle en el trabajo. Esta información, puede consultarse de forma detallada en el Anexo I.

3.1.8 Tareas y labores vitícolas

Las tareas de labores vitícolas realizadas por la bodega durante las tres campañas a estudio se detallan en el Anexo III. En el que se establecen esquemas de labores de poda, desbroce, abonado, deshojado, desnietado, despuntado, enrama y el plan de fertirriego seguidos. Las operaciones y estrategias ejecutadas sobre el suelo y vegetación de las plantas, influyen directamente en los datos analizados y se tendrán en cuenta a la hora del análisis de los resultados. Destacar que las tres parcelas han pasado a seguir una buena gestión vitícola por la bodega actual en la añada 2016-2017, puesto que anteriormente pertenecían a otros propietarios, sin una gestión completa de los viñedos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.2 Metodología de toma de datos en campo

Las mediciones y datos recogidos en campo, se refieren a la toma de muestras de suelo, determinación de la conductividad eléctrica aparente del suelo, determinación de potencial hídrico de tallo, toma de muestras foliares, evaluación de los parámetros productivos y peso de madera de poda, así como el muestreo de bayas/racimos para el análisis cualitativo, los cuales se definen a continuación:

3.2.1 Muestreo de suelo

La toma de muestras de suelo en los viñedos, se llevó a cabo siguiendo la cuadrícula de 30 x 30 m, definida en el Anexo I.

Se tomaron muestras de suelo del horizonte superficial (0 - 40 cm de profundidad), con el empleo de una sonda estilo "T" de acero inoxidable, con la que se obtuvieron un total de 96 muestras (32 muestras por parcela).

Se recogieron muestras de suelo en las campañas 2018 y 2020, en fechas en las que el viñedo se encontraba en máximo desarrollo vegetativo, en primavera, considerada la fecha más adecuada para estimar de mejor manera los nutrientes disponibles en el suelo.

Las muestras se secaron en una estufa a 60ºC y se tamizaron a 2 mm, empleando los protocolos comunes (Carter y Gregorich, 2010). Posteriormente, estas muestras han sido empleadas para el análisis clásico de la composición físico-química de los suelos, mediante técnicas analíticas de laboratorio, así como, para la captura de las firmas espectrales que estiman la composición de los suelos con el empleo de un espectrorradiómetro de campo, que se definirá en los siguientes apartados.

3.2.2 Conductividad eléctrica del suelo

La conductividad eléctrica aparente del suelo, CE_a (mS m^{-1}), se determinó utilizando un equipo de inducción electromagnética EM38-DD (GEONICS LIMITED, 2005), cuyas características técnicas del equipo se describen en la Tabla 3.3.

El equipo está compuesto por dos unidades de lectura, una en la posición horizontal (CE_aH) y otra en la posición vertical (CE_aV), registrándose en el dipolo vertical una sensibilidad de hasta 0,4 m y en el dipolo horizontal de 1,5 m (Siqueiras *et al*., 2016).

Tabla 3.3 Características del equipo EM38-DD (García-Tomillo, 2014).

Características	Especificaciones
Rango de medida	Hasta 1000 Ms m-1
Intervalo de error	± 0,1 %
Frecuencia de operación vertical	14,6 kHz
Frecuencia de operación horizontal	17 kHz
Batería y autonomía	9 V (30horas de trabajo)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los autores Mcneill (1992) y Sudduth *et al.*, (2005), definen la respuesta relativa vertical y horizontal del equipo de inducción electromagnética mediante las ecuaciones 1 y 2, en las que la sensibilidad relativa del sensor de inducción electromagnética, disminuye al aumentar la profundidad (Z), de igual forma para el dipolo vertical (V (Z)) como para el horizontal (H (Z)). No obstante, es el dipolo horizontal el que presenta una mayor sensibilidad a la distancia.

$$V(Z) = 4Z / (4Z^2+1)^{1/2} \qquad \text{ec.1}$$

$$H(Z) = 4Z / (4Z^2+)^{1/2} \qquad \text{ec.2}$$

Para la toma de datos, se realizó una calibración del equipo, previo a su uso en cada una de las parcelas, realizando una calibración del mismo a cada hora, para que las medidas no se viesen afectadas por alteraciones debido a la sensibilidad a cambios de temperatura, teniendo en cuenta los efectos de oscilación de la temperatura desde la toma de los datos iniciales, corregidos considerando la deriva lineal en función del tiempo a lo largo del transepto.

Se tomaron datos de conductividad eléctrica en las tres campañas, en las que se recorrieron las filas de viñedo seleccionadas (1 de cada 2 filas), con el equipo posicionado a unos 5-15 cm del suelo y con el empleo de un GPS Trimble R10 Rtk para la georreferenciación de los datos (Ilustración 3.9).

Ilustración 3.9 Calibración del equipo EM38-DD (representado a la izquierda) y toma de medidas en el viñedo (representado a la derecha).

3.2.3 Determinación del potencial hídrico de tallo

Para determinar el estado hídrico del viñedo, se ha medido el potencial hídrico de tallo, estudiado por otros autores como un buen indicador para evaluar el estado hídrico del viñedo en condiciones similares (Mirás-Avalos y Araujo, 2021), las medidas se realizaron en cada una de las parcelas, para las tres campañas a estudio. Las fechas de medida se muestran en la Tabla 3.4, entre los meses de mayo a septiembre.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.4 Fechas de medida de potencial de tallo en las tres parcelas a estudio.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Lobeira					
2018	-	19-jun	20-jul	22-ago	26-sep
2019	-	25-jun	30-jul	-	09-sep
2020	27-may	29-jun	07-jul 30-jul	- -	-
Ribadulla					
2018	-	-	-	20-ago	-
2019	30-may	27-jun	26-jul		-
2020	27-may	30-jun	08-jul	23-ago	-
Monteveiga					
2018	-	-	-	02-ago	-
2019	30-may	27-jun	26-jul	-	-
2020		30-jun	08-jul	23-ago	-

Las medidas se tomaron en los tres casos a mediodía solar, con el empleo de la técnica de la cámara de presión (Scholander *et al*., 1965), empleando dos modelos distintos (Ilustración 3.10), que han permitido tomar las muestras dentro de la franja horaria marcada, respetando los tiempos de medida y de forma eficaz según la orografía de las parcelas (Pump-Up y PMS Model 600, Albany, OR, USA).

Para la toma de mediciones, se seleccionaron hojas adultas, sanas, expuestas a la radiación directa solar y posicionadas en el tercio medio del pámpano. Se tomó una hoja de cada uno de los 32 puntos por parcela, que se han cubierto con unas bolsas opacas y de cierre hermético, al menos una hora antes de la medida del potencial (Choné *et al*., 2001). En total se han realizado 864 mediciones, en las tres parcelas y campañas de estudio.

a)

b)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración 3.10 Cámaras de presión empleadas para la medición del potencial de tallo (a: cámara de presión pump-Up b: cámara de presión Scholander).

3.2.4 Toma de muestras foliares

Se tomaron aleatoriamente 25 hojas (limbo y peciolo) en cada uno de los 32 puntos de muestreo de las tres parcelas a estudio. Las hojas del muestreo han sido seleccionadas de los pámpanos fructíferos y de vigor medio, con ambas caras expuestas a la luz del sol, situadas en el lado opuesto del segundo racimo, en fechas correspondientes al estado de envero del viñedo en las tres campañas (Melgarejo *et al*., 2010). El proceso de preparación de la muestra y su posterior análisis, se expone en apartados a seguir.

3.2.5 Parámetros productivos, vendimia

La producción obtenida en cada una de las campañas se determinó en la fecha de vendimia fijada por la bodega (Anexo II), en la que se procedió a la recolección manual de las 32 plantas seleccionadas en las tres parcelas a estudio, en las que se determinó:

- ✓ Producción por cepa

La determinación de la producción por cepa (producción unitaria), se calculó determinando el peso total de los racimos de cada una de las plantas (kg uva/cepa).

- ✓ Número de racimos por cepa y peso medio del racimo

El número de racimos por cepa se determinó mediante el conteo de los racimos de cada cepa en las 32 plantas por parcela. Por otro lado, el peso medio del racimo, se ha calculado con el cociente de la producción obtenida y el número de racimos por planta, expresado en gramos.

En la campaña 2018, también se ha estudiado el peso promedio de la baya, seleccionando bayas no deformadas por la compresión y procedentes de distintas partes del racimo, para poder obtener una muestra lo más representativa posible. Para ello se ha determinado el peso promedio de 100 bayas, con dos repeticiones por muestra.

3.2.6 Determinación del peso de madera de poda

Para la determinación del equilibrio vegetativo-productivo del viñedo, se ha procedido al pesado de la madera de poda, que permite conocer el vigor de la cepa en la campaña correspondiente. Se determinó durante la fecha de poda propuesta por la bodega, en las plantas control de los 32 puntos de muestreo de cada una de las parcelas (Ilustración 3.11).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración 3.11 Determinación de poda en campo.

Con los datos recogidos en campo del peso de madera de poda, se ha procedido a calcular el Índice de Ravaz (ec.3), calculado mediante el cociente entre la producción y el peso de madera de poda por cepa:

$$IR = \text{kg de uva / kg de madera} \qquad \text{ec.3}$$

El valor de este cociente debe de estar comprendido entre los valores 4 y 7, que indican un buen equilibrio entre producción y desarrollo vegetativo. Un valor superior, indicaría una producción excesiva, pudiendo considerar riesgo de agotamiento por exceso de producción; mientras que un valor inferior, daría a conocer un exceso de vigor en la planta y por lo tanto, un desequilibrio productivo.

3.3 Metodología aplicada en los análisis de laboratorio

Los análisis realizados en el laboratorio recogen los protocolos seguidos para el análisis de las muestras recogidas en campo, anteriormente descritas, en cuanto a muestras de suelo, foliares y de mosto. Analizadas en colaboración con el departamento de edafología y la RIAIDT del Campus de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela.

3.3.1 Análisis de la composición del suelo

Para la estimación de la composición del suelo, se han analizado los siguientes parámetros en las 32 muestras de cada parcela, para las campañas 2018 y 2020, siguiendo la metodología descrita por Mirás-Avalos *et al*. (2020).

- ✓ Granulometría: Arena, Limo, Arcilla y clasificación textural. Determinada mediante la destrucción de materia orgánica con H_2O, eliminación de oxihidróxidos de Fe y Al con HCl y dispersión con hexametafosfato y carbonato de sodio.
- ✓ Acidez del suelo (pH), determinada con agua y 1M KCl (suelo:solución 1:2:5) usando pH-metro (Multimeter MM41, Crison, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- ✓ Determinación química de macro y micro-elementos disponibles en el suelo (Ca, Mg, Na, K, Al, C y N), así como la capacidad de intercambio catiónico, se ha determinado siguiendo la extracción con 1M de cloruro amonio, utilizando espectroscopía de absorción y emisión atómica (Optima 4300 DV, Perkin Elmer, Boston, MA, USA).
- ✓ El contenido en materia orgánica (M.O.), se ha determinado a partir del contenido en Carbono (C), mediante la siguiente ecuación (ec.4):

$$M.O.\ (\%) = C\ (\%) \times 1{,}724 \quad \text{ec.4}$$

- ✓ El contenido en P, fue determinado mediante el método de disponibilidad de P de Olsen (Olsen *et al*., 1954).
- ✓ Contenido de elementos B, Mg, K, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo, mediante el protocolo de Mehlich (1984), en el que se emplea acetato amonio en el intercambio catiónico. Estos análisis sólo se llevaron a cabo para las muestras de suelo de la campaña 2020.

3.3.2 Análisis de elementos foliares

Tras la recogida de las muestras en campo, se han separado los limbos de peciolos, lavado las hojas con agua destilada y secado al aire libre el exceso de humedad, para posteriormente secar en una estufa a 70 º C y moler cada una de las muestras para su posterior análisis en laboratorio, tras el tamizado a 2 mm.

Seguidamente se ha realizado la preparación de las muestras en las que se ha calcinado la materia orgánica a 500 º C en una mufla (Ilustración 3.12), para posteriormente añadir ácido clorhídrico según el protocolo Malavolta y Malavolta (1989). Finalmente, se ha determinado el contenido en N y C empleando el analizador CHN (LECO Truspec Elemental Analyzer CHN, New York, NY, USA) y los contenidos de P, K, Ca y Mg (% m.s.), y Fe, Mn, Zn y B (mg·kg-1 m.s.) por ICP-OES.

Ilustración 3.12 Colocación de las muestras para su calcinación en la mufla.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.3.3 Análisis de elementos en mosto

Tras la vendimia y medición de parámetros productivos, se han seleccionado de manera aleatoria, en torno a 1 kg de uva (5 – 8 racimos, según tamaño) representativos de la producción de cada uno de los 32 puntos de muestreo de los tres viñedos a estudio, en su madurez óptima.

Las preparaciones de las muestras de mosto, se han llevado a cabo siguiendo el protocolo marcado por Vilanova *et al*., 2019, en el que las muestras han sido despalilladas y trituradas para obtener el mosto, empleando una Thermomix versión TM5 (Worwerk, Alemania) a velocidad 4 durante 20 segundos para asegurar un criterio uniforme en cada una de las muestras. Posteriormente se filtraron, para evitar partículas sólidas en el mosto obtenido y se congelaron muestras de 100 y 15 mL, almacenándose a -20 º C para su posterior determinación de parámetros enológicos y elementos en mosto (Ilustración 3.13).

Ilustración 3.13 Proceso de preparación de muestras de mosto.

La determinación de los elementos del mosto (Ca, Cu, K, Mg, Mn, Na, Zn, Al, B, Fe, P) se realizó por espectrofotometría de absorción atómica en la RIAIDT (USC, Campus Lugo), previa adición de un tampón espectral para evitar la ionización, en el caso del calcio de LaCl3 (5%) y para el potasio de CsCl (5%). El equipo utilizado fue un Espectrofotómetro Perkin Elmer 2380, a partir de ICP-OES.

Los análisis cualitativos del mosto, han sido determinados por el personal de laboratorio de la bodega Mar de Frades, con el equipo Foss-NIR Systems 6500 (Silver Spring, USA), con el que se determinó: grado probable, densidad, acidez total, pH, ácido málico, ácido tartárico, nitrógeno amoniacal, potasio, podredumbre ácida, actividad fermentativa, ácido láctico, acidez volátil, etanol, GAP, ácido gluónico y glicerol.

3.4 Metodología de captura de datos con espectrorradiómetro

La captura de datos con el espectrorradiómetro, se determinó sobre las muestras de suelo de la campaña 2020 en las tres parcelas a estudio. Para la toma de datos se empleó el espectrorradiómetro portátil de campo ASD FieldSpec® 4 Standard-Res (NIR Solutions, USA), con este equipo se capturan valores de radiancia o reflectancia comprendidos entre 350 y 2500 nm, con una resolución espectral de 10 nm, capturando los datos de radiación a través de una fibra óptica multihaz.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Con objeto de hacer un análisis comparativo, de las analíticas clásicas de composición del suelo y la captura de datos del espectrorradiómetro, los datos de reflectancia se capturaron de dos maneras: 1) utilizando la fibra óptica desnuda acoplada al dispositivo pistol grip (la fuente de iluminación fueron dos lámparas exteriores (Ilustración 3.14) empleando una sonda (fuente de iluminación interna) diseñada para mediciones de contacto de materias primas sólidas como minerales, granos y otros materiales granulares (Ilustración 3.14).

Ilustración 3.14 Captura de datos con pistol grip (representado a la izquierda) y con sonda de contacto (representado a la derecha).

La metodología seguida para la toma de medidas fue la misma en los dos procesos. En primer lugar, las muestras de suelo fueron colocadas sobre recipientes de color negro, con objeto de reducir los reflejos de la fuente de iluminación. Para gestionar el proceso de captura de datos se utilizó el software RMS3TM versión 6.3.0 (Boulder, Colorado).

Se siguió el protocolo de captura de datos recomendado por el fabricante del equipo que se describe a continuación:

- ✓ Optimización del sistema
- ✓ Calibración de los sensores mediante la lectura sobre el panel blanco (Labsphere Spectralon®, Labsphere-China)
- ✓ Captura de la signatura espectral de cada muestra de suelo. Mediante el proceso de calibración, el equipo pasa de medir valores de radiancia (niveles digitales) a reflectancia (relación entre la energía reflejada respecto a la energía incidente). En cada muestra de suelo se tomaron tres valores de reflectancia en tres posiciones diferentes, con objeto de conseguir signaturas espectrales representativas de cada muestra.

En la Ilustración 3.15, pueden observarse cada uno de los componentes del equipo empleados para la captura de datos. En Rodríguez-Febereiro et al. (2022a) se expone un mayor detalle del trabajo realizado.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración 3.15 Materiales empleados para las mediciones de reflectancia: a) pistol grip (soporte de la fibra óptica), b) sonda de contacto, c) panel blanco de calibración (reflectancia 99%) y d) espectrorradiómetro portátil de campo ASD FS4.

3.5 Metodología empleada con las imágenes de satélite

El empleo de imágenes satelitales para la caracterización y estudio de los viñedos, se ha determinado con imágenes del satélite Sentinel-2, debido a su disponibilidad gratuita, así como a la resolución de las mismas. Estas imágenes han permitido realizar un estudio multitemporal de cada una de las parcelas, con un análisis de la evolución del viñedo para las campañas 2018, 2019 y 2020.

3.5.1 Descarga de imágenes satélite

Para el proceso de descarga de imágenes de Sentinel-2, se han seguido los pasos definidos en la Ilustración 3.16, en el que a través de la página del programa europeo Copernicus de libre acceso, se procede como primer paso al registro de usuario en la página principal, en la que se puede visualizar y seleccionar el área a estudio, para un posterior filtrado de imágenes por fecha, satélite y filtrado de nubes (< 30% de cobertura), que permite una visualización preliminar de las imágenes para su descarga.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

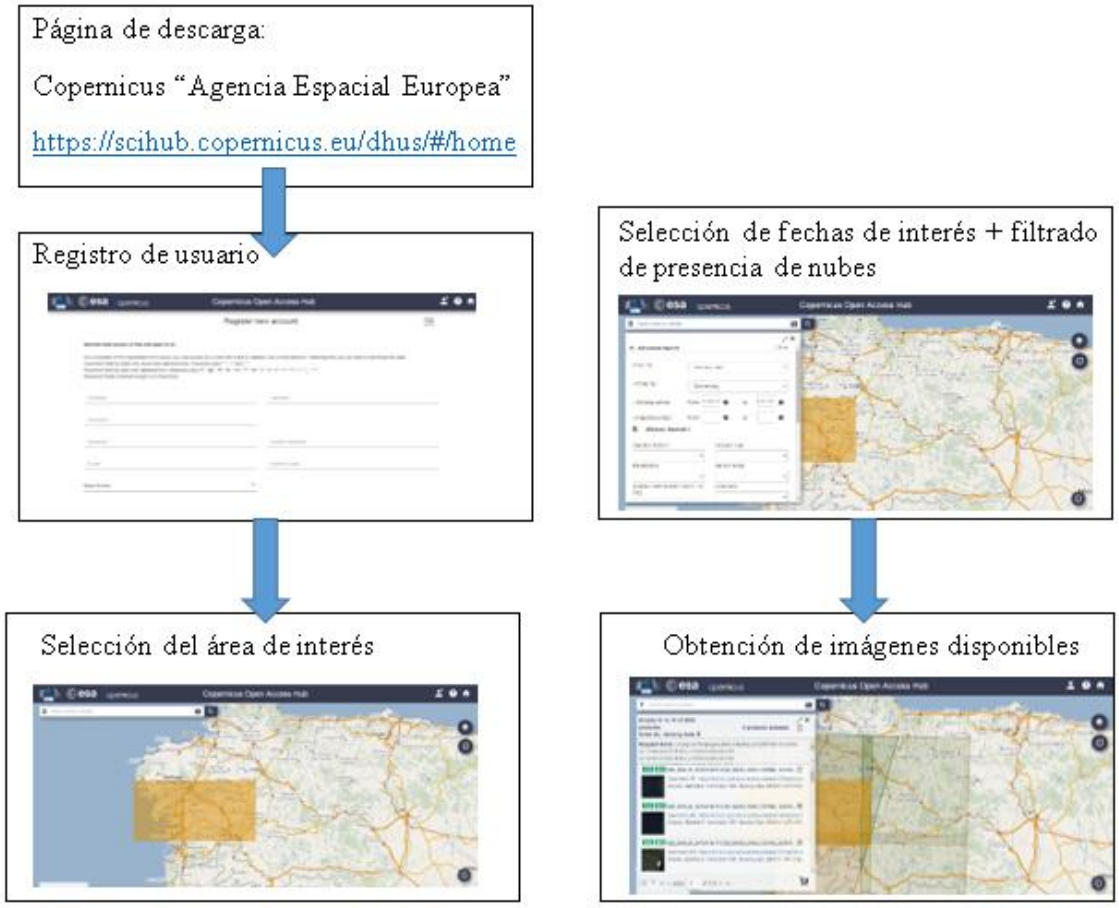


Ilustración 3.16 Procesado de descarga de imágenes Sentinel-2.

3.5.2 Procesado de imágenes

El procesado de las imágenes de satélite se ha llevado a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1º Definición de las parcelas de estudio

A partir del software QGis (ver. 2.28.0-Florencia, QGIS Development Team, https://qgis.org/it/site/v) se definen los límites de las parcelas a estudiar. Para ello se descarga la ortofoto correspondiente a cada zona de estudio en el Geoportal del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea PNOA. Posteriormente se crea el polígono en formato shape (*.shp) para cada viñedo.

2º Recorte de la capa polígono y la capa ráster de las distintas bandas "Clip"

Una vez obtenidos los polígonos de cada parcela, se cargan las imágenes de cada satélite y día en formato raster para recortar y obtener una nueva capa empleando el comando "Clip".

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4º Extracción zonal del ráster a polígono -"zonal statistic pluging".

A partir de la capa polígono (*.shp) y el clip de la capa ráster se aplica el pluging "Zonal statistic" para obtener los valores medios de cada banda, en cada polígono y sector de manejo establecido por la Bodega.

5º Cálculo de los índices mediante la calculadora ráster.

Mediante la calculadora ráster, se calculan los índices de vegetación definidos a continuación.

3.5.3 Índices espectrales

Los índices espectrales son medidas cuantitativas calculadas mediante el uso de información sobre la reflectancia de la superficie de dos o más longitudes de onda o bandas espectrales basadas en valores digitales que realizan una medición dentro de un píxel (Sánchez-Díaz, 2018).

En la agricultura de precisión, los índices más utilizados son los índices de vegetación VIs (Vegetation Indices), ya que su uso se extiende desde el monitoreo de cultivos y vegetación hasta la estimación de ciertos parámetros de importancia en la planta.

Existen índices de banda ancha y estrecha, ambos diseñados para medir la cantidad y calidad del material fotosintético, que es de vital importancia en el estado de la vegetación, pudiendo ser utilizados para identificar, analizar y gestionar un cultivo en concreto (Pádua *et al*., 2017).

En el presente estudio, se han analizado índices que permiten realizar el seguimiento del cultivo de la vid empleando datos de las imágenes de satélite (Tablas 3.5 a 3.8).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.5 Índices espectrales (a).

INDICE	REFERENCIA	FÓRMULA	APLICACIÓN/DESCRIPCIÓN
NDVI Normalized difference vegetation index	Rouse *et al.*, (1974)	$\mathbf{NDVI} = \frac{NIR-Red}{NIR+Red}$	Estimación de biomasa (Bendig *et al.* 2015), índice de área foliar y manejo de cultivos (Candiago *et al.* 2015)
NDWI Normalized difference water index	Gao (1996)	$\mathbf{NDWI} = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR}$	Se utiliza para detectar y mejorar la presencia de agua en las imágenes; los valores cercanos a 1 representan áreas con fuerte presencia de agua (Gao, 1996)
SAV Soil-adjusted vegetation index	Huete (1988)	$\mathbf{SAVI} = \frac{NIR-Red}{NIR+Red+L} 1+L$	Modificación del NDVI para corregir la influencia del brillo del suelo cuando la cobertura de vegetación es baja y la superficie del suelo está al descubierto (Antolín, 2017)
PCDI Plant cell density index	Bramley & Hamilton (2007)	$\mathbf{PCDI} = \frac{NIR}{Red}$	Puede emplearse para medir el vigor de la vid (Bramley & Hamilton, 2007). También es de interés para evaluar el estado entre el agua y la vid, así como la discriminación de zonas bien regadas en un viñedo (Bellevert & Girona, 2012)
SIPI Structure intensive pigment	Peñuelas *et al.* (2007)	$\mathbf{SIPI} = \frac{NIR-Blue}{NIR-Red}$	El índice SIPI maximiza la sensibilidad a la proporción de clorofila, al tiempo que minimiza el impacto de la estructura de la cubierta variable. Es muy útil en áreas con alta variabilidad en la estructura foliar.
MSI Moisture Stress Index	Rock *et al.* 1985	$\mathbf{MSI} = \frac{SWIR}{NIR}$	El MSI puede ser una alternativa para conocer el estado de estrés hídrico de un cultivo o una cobertura vegetal, está relacionado con la temperatura de la planta y la humedad aprovechable del suelo (Palacios *et al.*, 2009)
NDRE Normalized difference red edge index	Fitzgerald *et al.* 2010	$\mathbf{NDRE} = \frac{NIR-Red\ ege}{NIR+Red\ ege}$	La banda de borde rojo es muy sensible a niveles medios/altos de clorofila. Por tanto, es buen indicador de la salud del cultivo en la etapa media/tardía, donde la concentración de clorofila es mayor. Además, el NDRE podría usarse para mapear la variabilidad dentro del campo del nitrógeno foliar (http://www.hiphen-plant.com/plant-phenotyping/products/normalized-difference-red-edge-index-ndre_51.html).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.6 Índices espectrales (b).

INDICE	REFERENCIA	FÓRMULA	APLICACIÓN/DESCRIPCIÓN
ZTM Zarco-Tejada and Miller	Zarco-Tejada et al., 2005	**ZTM** = $\frac{R554}{R677}$	Índice de borde rojo altamente relacionado con el contenido de pigmento a nivel de hoja y dosel. Minimiza los efectos de sombra en el dosel vegetal.
RGI 1 Red /Green	Zarco-Tejada et al., 2005	**RGI** = $\frac{R695}{R554}$	Estima el verdor relativo (5tipos de verdor). Útil para valorar el estado de la vegetación y la humedad de la vegetación viva.
BRI 2 Blue/Red	Rodríguez-Pérez et al., 2007	**BRI2** = $\frac{R440}{R690}$	Clasificación de la cobertura del suelo
TACARI Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance	Haboudane et al., 2002	**TACARI** = 3 * ((R700 - R670) - 0,2*(R700-R550)) * (R700/R670)	Mide el contenido de clorofila en la hoja (Transformed CARI) Similar a TCARI
MCARI Modified Chorophyll Absorption in Reflectance	Daughtry et al., 200	**MCARI** = ((R700 - R670) - 0,2 * (R700 - R550)) * (R700/R670)	Desarrollado para reflejar la variación de la cantidad de clorofila existente en la vegetación
MCARI 1 Modified Chorophyll Absorption in Reflectance	Haboudane et al., 2004	**MCARI 1** = 1,2 * (2,5 * (R800 - R670) - 1,3 * (R800- R550)	Desarrollado para reflejar la variación de la cantidad de clorofila existente en la vegetación
MCARI 2 Modified Chorophyll Absorption in Reflectance	Haboudane et al., 2004	**MCARI 2** = 1,5 - (2,5 * (R800 – R670) - 1,3 * (R800 - R550))/$\sqrt{}$ (2 * R800 + 1)2 - (6 * R800 - 5 * R670) - 0,5	Desarrollado para reflejar la variación de la cantidad de clorofila existente en la vegetación

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.7 Índices espectrales (c).

INDICE	REFERENCIA	FÓRMULA	APLICACIÓN/DESCRIPCIÓN
MTV 2 Modified triangular VI	Haboudane et al., 2004	**MTVI2** = $1{,}5 * (1{,}2 * (R800 - R550) - 2{,}5 * (R670 - R550)) / \sqrt{(2 * R800 + 1)2 - (6 * R800 - 5 * R670) - 0{,}5}$	Índice de vegetación (Índice triangular modificado), con ajuste en las medidas en cada etapa fenológica (Similar NDVI)
MTV 3 Modified triangular VI	Rodríguez-Pérez et al., 2007	**MTVI3** = $1{,}2 * (1{,}2 * (R800 - R554) - 2{,}5 * (R758 - R554))$	Índice de vegetación (Índice triangular modificado), similar al NDVI
TVI Triangular VI	Broge y Leblanc, 2001	**TVI** = $0{,}5 * (120 * (R750 - R550) - 200 * (R670 - R550))$	Modificación del NDVI que evita trabajar con valores negativos. Mide el estado y la abundancia de la cobertura y biomasa de la vegetación verde (necesita valores mayores de -0,5 de NDVI)
Lic Lichtenthaler	Lichtenthaler et al., 1996	**Lic** = $(R800 - R680) / (R800 + R680)$	Índices diseñados para detectar el estrés en las hojas de vegetación verde utilizando bandas de fluorescencia inducidas por láser uv
GM 1 Gitelson and Merzlyak	Gitelson and Merzlyak, 1997	**GM1** = $R750 / R550$	Similar al índice NDVI
CARI Chlorophyl Absorption Ratio	Kim et al., 1994	**CARI** = $CAR * (R700 / R670)$	Desarrollado para reflejar la variación de la cantidad de clorofila existente en la vegetación
CAR Chlorophyll Absorption Ratio	Broge y Leblanc, 2001	**CAR** = $(a * 670 + R670 + b) / \sqrt{a^2 + 1}$	Mide el contenido en clorofila

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 3.8 Índices espectrales (d).

INDICE	REFERENCIA	FÓRMULA	APLICACIÓN/DESCRIPCIÓN
GNDVI Green normalized difference vegetation index	Gitelson *et al.*, (1996)	$\mathbf{GNDVI} = \frac{NIR-Green}{NIR+Green}$	Se trata de una versión mejorada del índice NDVI para que sea más sensible a la variación y contenido de clorofila en el cultivo (Gitelson *et al.*, 1996))
EVI Enhanced Vegetation Index	USGS (2019)	$\mathbf{EVI} = \frac{G*(NIR-R)}{(NIR+C1*R-C2*B+L)}$	El índice de vegetación mejorado, es similar al NDVI y puede ser usado para cuantificar el verdor de la vegetación, realizando unas correcciones de las condiciones atmosféricas y quitando ruido de fondo del dosel, siendo más sensible con vegetación densa.
SAV Soil-adjusted vegetation index	GU (2019)	$\mathbf{AVI} = (NIR * (1 - Red) * (NIR - Red))^{1/3}$	El índice de vegetación avanzada, es un indicador numérico, que se emplea en estudios de vegetación para monitorear las variaciones de cultivos y bosques a lo largo del tiempo.
NDMI Normalized difference moisture index	USGS (2019)	$\mathbf{NDMI} = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR}$	El índice de diferencia normalizada de humedad, se utiliza para determinar el contenido de agua en la vegetación.
GCI Green Coverage Index	EOS (2019)	$\mathbf{GCI} = \frac{NIR}{Green-1}$	El índice de clorofila se utiliza para estimar el contenido de clorofila, que refleja el estado fisiológico de la vegetación, que disminuye en las plantas estresadas y, por lo tanto, puede emplearse como medida del estado sanitario de las mismas.
BSI Bare Soil Index	GU (2019)	$\mathbf{BSI} = \frac{(Red+SWIR)-(NIR+Blue)}{(Red+SWIR)+(NIR+Blue)}$	El índice de suelo desnudo, es un indicador numérico que permite cuantificar la composición mineral del suelo, con la combinación de las bandas azules y las bandas espectrales de infrarrojos cercanos se utilizan para mejorar la presencia de la vegetación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.6 Análisis estadísticos

Los análisis geo-estadísticos descriptivos buscan determinar el comportamiento espacial de una variable sobre un área determinada, y establecer relaciones, grupos, así como interpolaciones. Es posible por tanto crear zonas que poseen estadísticamente una relación dentro de un área determinada, que sean representativas, obteniendo zonas de manejo que relacionen el estado de las plantas y el manejo agronómico aplicado en cada área determinada. Además, este análisis sirve de base para gestionar una estrategia de muestreo y obtener datos representativos del área estudiada.

Con objeto de establecer posibles diferencias en la caracterización y comportamiento agronómico de los viñedos, se han aplicado los siguientes análisis estadísticos:

3.6.1 Análisis estadísticos de los parámetros agronómicos determinados en campo y laboratorio

Para el tratamiento estadístico de los parámetros agronómicos medidos en campo, se ha utilizado el software XLSTAT (Adinsoft, Paris). Las variables a estudio de los tres viñedos, se han estudiado agrupando cada una de ellas en subparcelas de manejo, que la bodega Mar de Frades tiene fijadas para la gestión vitícola de los viñedos. Las variables estudiadas han sido: variables de suelo, potencial hídrico, foliares (composición de limbos y peciolos), parámetros de mosto (elementos y parámetros básicos de calidad) y producción, tal y como se detalla en el Anexo IV.

En primer lugar, se ha aplicado el test de normalidad de Shapiro-Wilk a cada una de las variables estudiadas, determinando si los datos siguen o no una distribución normal. Posteriormente se ha aplicado el test de Levene, considerado el más robusto para los datos que provienen de una distribución normal, permitiendo conocer si existe igualdad de las varianzas de cada uno de las variables y grupos estudiados.

En función de la normalidad de los datos, se han aplicado Test Paramétricos para datos que siguen una distribución normal, en la que si las varianzas son iguales (homocedasticidad), se ha aplicado el test de F-Student ($\alpha = 0,05$), y cuando se rechaza la hipótesis nula (Ho) la prueba de Scheffé ($p < 0,05$) para obtener subconjuntos homogéneos. Por el contrario si las varianzas son distintas, se ha aplicado el test F-Welch ($\alpha = 0,05$), evaluando los subconjuntos homogéneos con el Test de Games-Howell ($p < 0,05$).

Si por el contrario, se rechaza la hipótesis de normalidad en este caso se ha aplicado el test no paramétrico de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), y el Test de Dunn ($p < 0,05$), tal que con este se ha podido agrupar los datos en varios subconjuntos homogéneos.

El procedimiento del análisis estadístico seguido para la zonificación de los viñedos en función de los parámetros agronómicos estudiados, se encuentra resumido en el esquema representado en la Ilustración 3.17

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

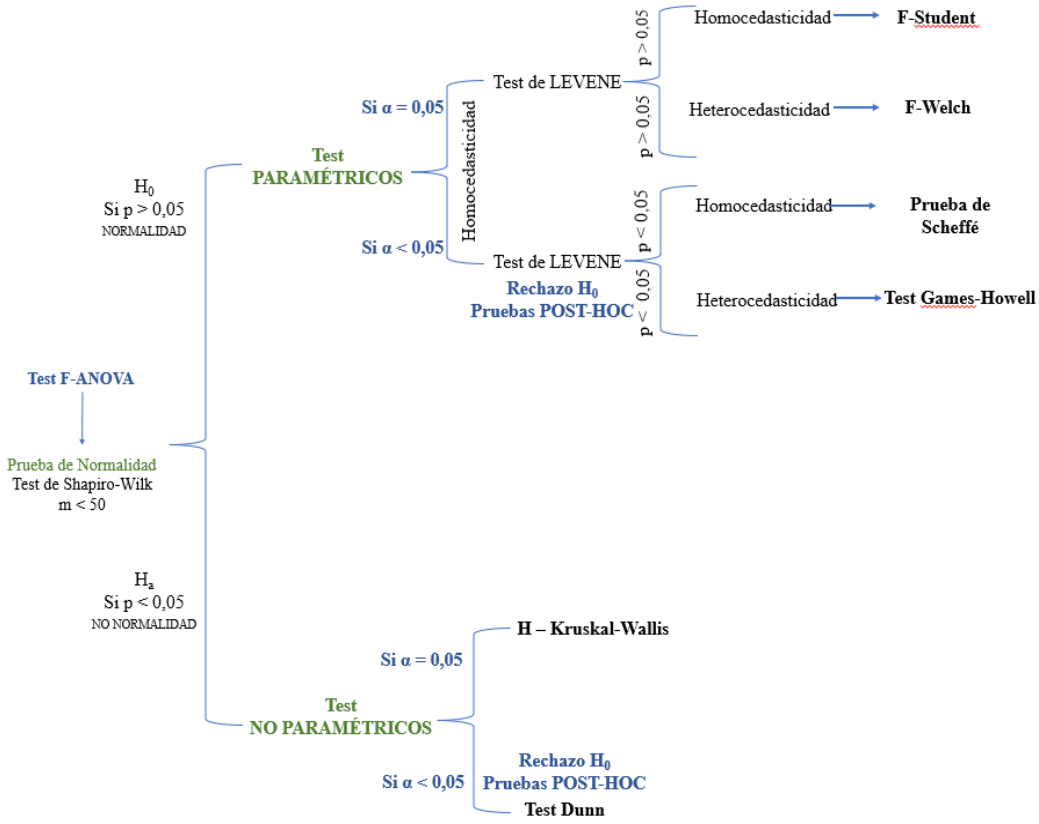


Ilustración 3.17 Esquema del proceso de análisis estadísticos para la zonificación de los viñedos (comparación de tres o más grupos independientes).

3.6.2 Análisis estadísticos de datos capturados con espectrorradiómetro

El análisis estadístico de los datos ha sido procesado con el software Unscrambler® X 11 (CAMO Software Inc., Woodbridge-Norway), herramienta que permite la creación y validación de los modelos de ajuste realizados con la captura de datos del espectrorradiómetro.

Se procesaron los datos espectrales, primeramente, con un análisis exploratorio para detectar posibles valores atípicos. Se aplicaron técnicas de pre-procesado y transformación de los datos para reducir ruido y resaltar las características espectrales relacionadas con las propiedades del suelo estudiadas, así como mejorar el análisis exploratorio de datos y los modelos de clasificación y calibración. Se aplicaron seis transformaciones sobre la base de datos capturados con el espectrorradiómetro: signal smoothing Savitzky-Golay (SG), baseline normalization (BN), first derivative (FD), standard normal variate (SNV), spectroscopy (SP) y standard normal variate-detrending (SNV-D)(Rodríguez-Febereiro et al, 2022).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Como variables predictoras se emplearon los valores de reflectancia (con fibra óptica desnuda y con sonda de contacto) y las variables predichas fueron los parámetros edáficos analizados en el laboratorio (enumerar las variables aquí). Las regresiones se establecieron utilizando cuatro conjuntos de reflectancias: 1) el espectro completo, 2) el rango del visible (350-700 nm), 3) el infrarrojo cercano (701-1000nm) y 4) el infrarrojo de onda corta (1001-2500nm), Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Conjunto de rangos de reflectancia.

Rango espectral	**Longitudes de onda (nm)**
VIS	350 - 700
NIR	701 – 1000
SWIR	1001 - 2500
VIS + NIR + SWIR	350 - 2500

Por lo tanto, para cada variable edafológica estudiada, se han establecido 4 modelos de ajuste con las reflectancias obtenidas con el *pistol grip* y otros 4 modelos con las signaturas espectrales creadas a partir de la sonda de contacto.

Para obtener la mejor predicción de los datos del suelo, se desarrollaron varias técnicas de estudio, en la Ilustración 3.18, se muestra el diagrama de flujo con el proceso seguido, estimando las variables predichas a partir de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) y técnicas de Random Forest (RF), en ambos casos se ha realizado el procesado de datos con la base de datos brutos y con los pre-procesados de datos anteriormente descritos, para finalmente mapear los resultados comparando ambos métodos.

Se seleccionaron dos grupos de datos al azar, de igual distribución entre las tres parcelas a estudio: un grupo de datos para calibración (n = 63; 21 muestras por parcela) y otro grupo de datos para validación (n = 33; 11 muestras por parcela).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

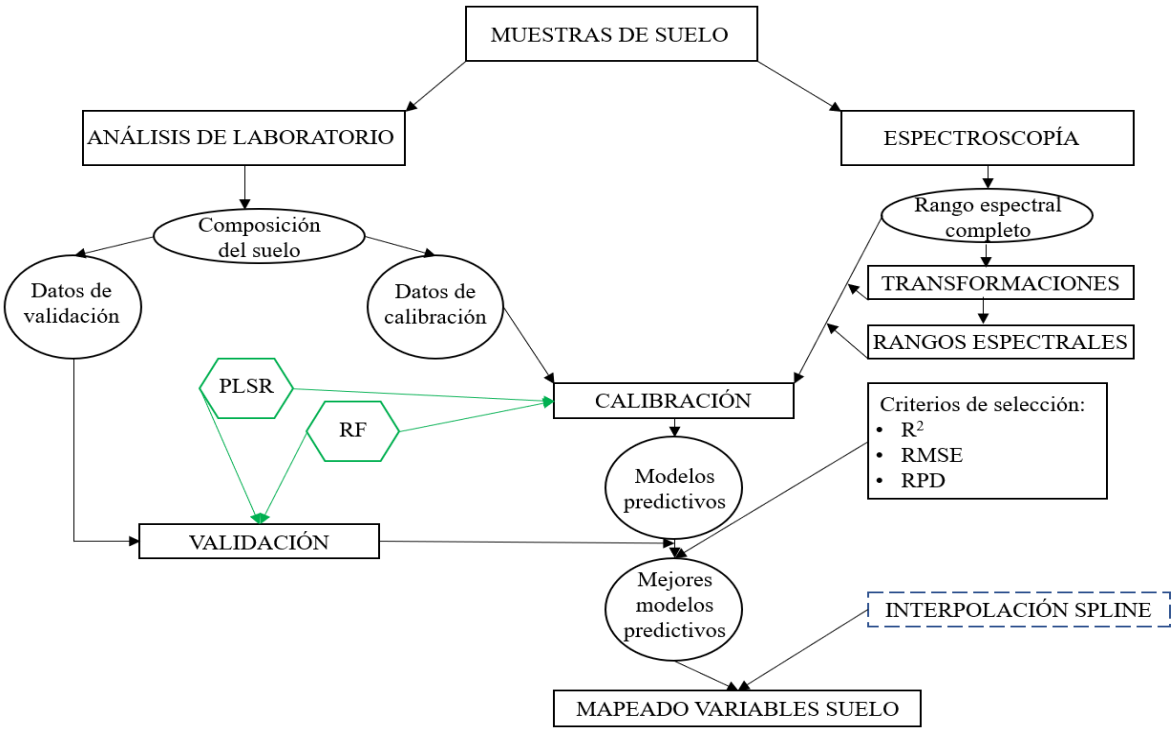


Ilustración 3.18 Diagrama de flujo de metodología empleada para la caracterización del suelo de viñedo con espectroscopía: Random Forest (RF) y regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR).

3.6.2-a Regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR)

PLSR, es una técnica de modelizado de datos comúnmente utilizada. El algoritmo PLSR, selecciona factores ortogonales sucesivos que maximizan la covarianza entre predictores y variables de respuesta (McBratney *et al*., 2006). A menudo se prefiere el método de validación cruzada (CV) para evaluar modelos de PLSR para conjuntos de datos con menos de 50 muestras (Cozzolino *et al*., 2013); sin embargo, en este estudio, se han validado los modelos calibrados empleando un conjunto de datos independiente.

3.6.2-b Random Forest (RF)

RF, es un modelo no paramétrico basado en un algoritmo de árbol de regresión (Breiman, 2001). Los resultados totales de los árboles de regresión individualizados, se recopilan para construir una predicción singular. Los parámetros del modelo final se seleccionan con el valor promedio en todos los modelos calculados. Además, RF es capaz de clasificar las variables según su importancia relativa para la predicción. La cantidad de árboles y las variables utilizadas al construir el árbol, son los parámetros más importantes para ajustar los modelos de RF (Houborg *et al*., 2018).

El modelo de RF, se calculó utilizando el paquete R "Random Forest" para evaluar el rendimiento de los modelos con los mismos datos espectrales (Liaw y Wiener, 2002). RF se ha aplicado como una técnica de regresión (RF), y como método de componentes principales, empleando cuatro componentes principales y el método de bosque aleatorio (PC-RF).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.6.2-c Estadísticos de estimación y rendimientos de los modelos

El rendimiento de los modelos se evaluó utilizando los siguientes indicadores:

R^2 (ec. 5), se empleó para evaluar la precisión de los modelos:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Yi - Y'i)^2}{\sum(Yi - Y')^2} \qquad \text{ec. 5}$$

RMSE y SEP (ec. 6 y 7) fueron calculados para reflejar la inexactitud de los modelos de predicción:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum(Yi - Y'_i)^2} \qquad \text{ec. 6}$$

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum(Yi - Y'_i)^2}{n-1}} \qquad \text{ec. 7}$$

n es el número de muestras, Yi es el valor medido e Y'i es el valor predicho.

RPD (ec. 8), se calculó para evaluar la capacidad predictiva de los modelos de predicción.

$$RPD = \frac{SD}{RMSE} \qquad \text{ec. 8}$$

SD: es la desviación estándar de los valores de referencia de la variable.

RMSE y SEP utilizan las mismas unidades de medida que las variables a estudio, R^2 y RPD son adimensionales, por lo que pueden compararse de manera similar entre modelos para diferentes propiedades. Los valores más altos de RPD, indican modelos más precisos. RMSE, debe ser inferior a SD, y RPD idealmente, debe ser de valor cuatro o superior. El número de factores PLS, es un indicador de la eficacia potencial de calibración, las calibraciones PLSR más exitosas, emplean de 6 a 8 factores (Lu *et al*., 2013).

Para la estimación de la bondad de los modelos ajustados, se tomaron en consideración los siguientes criterios (Marabel y Álvarez-Taboada, 2013):

- ✓ Variable con el menor número de factores latentes
- ✓ El menor error de predicción de la validación cruzada
- ✓ El coeficiente de determinación (R2) lo más próximo a 1

3.6.3-d Mapeado para la caracterización del suelo

Para el mapeado de las variables de suelo, se ha empleado thin-plate splines (TPS), también conocido como método de curvatura mínima, implementado en el paquete de "campos" de R (Nychka *et al*., 2015). Se trata de una técnica basada en splines para la interpolación y suavizado de los datos, para una mejor representación espacial de los mismos.

USC DE COMPOSTELA

3.7 Procesado de datos para la zonificación espacial de los viñedos

La metodología aplicada para el procesado de datos para la zonificación de los viñedos, se expone de manera esquemática en la Ilustración 3.19, y se explica detalladamente a continuación.

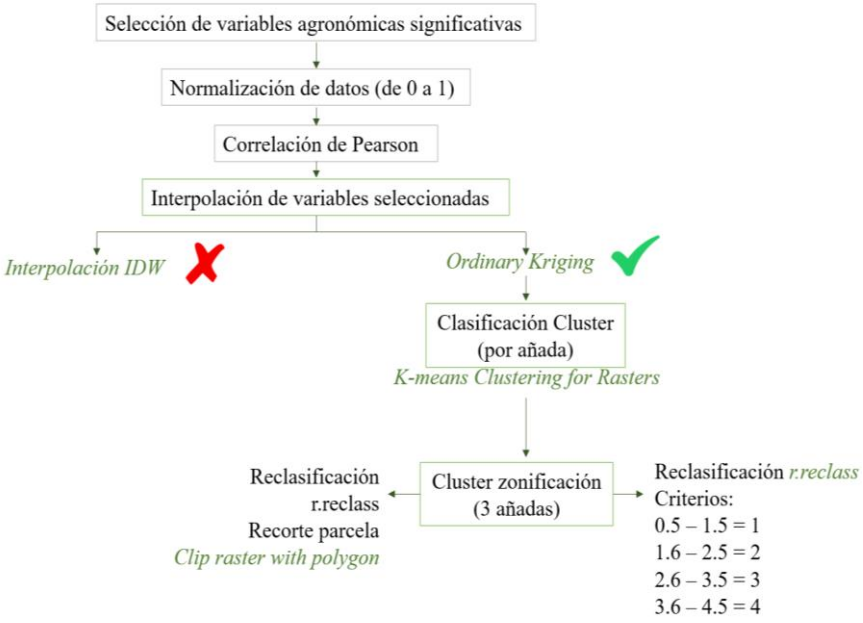


Ilustración 3.19 Metodología empleada para el procesado de datos de zonificación espacial de los viñedos (en verde, comandos de procesado de datos en QGIS, en gris, análisis estadísticos realizados en XLSTAT).

Para la selección de variables a tener en cuenta en la zonificación espacial de los viñedos, se han seleccionado aquellas variables que han presentado diferencias significativas en el análisis estadístico de los parámetros vitivinícolas analizados anteriormente (Anexo V).

Sobre la base de datos de las variables que han presentado diferencias significativas en los distintos sectores de las parcelas a estudio (en relación a datos de suelo, potencial hídrico, vegetación/foliares, elementos en mosto, parámetros básicos de calidad y producción), se ha realizado una normalización de los datos, escalando los valores entre 0 y 1. Sobre estos valores se ha aplicado la correlación de Pearson, que tiene como objetivo indicar la asociación entre variables y de este modo, reducir la base de datos de variables influyentes en la zonificación espacial de los viñedos, a excepción de los datos fisiográficos de la parcela y las medidas de potencial hídrico de las plantas, que se han usado la totalidad de los días de medida por campaña. La correlación de Pearson menor a cero, significa que es negativa, es decir, que las variables se relacionan inversamente (Lalinde *et al*., 2018). Es por esto, por lo que se ha seguido la metodología de seleccionar aquellas variables que presentaban una correlación de Pearson con valores comprendidos en el rango de -0,5 y 0,5 y que se repitiesen al menos, en dos de las campañas a estudio en cada uno de los viñedos (Anexo V).

Seguidamente, se han mapeado con el Sistema de Información Geográfico QGIS© 3.4 A Coruña (QGIS, Development team, 2019), las variables seleccionadas para realizar la zonificación de cada una de las parcelas a estudio. Para ello, se aplicaron varias técnicas de interpolación de los datos:

- *Interpolación IDW* (ponderación de distancia inversa): Basada en valores medidos, estima los valores de las celdas, calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en los datos vecinos de cada celda de procesamiento (Bromberg y Pérez, 2012). Los resultados obtenidos de esta técnica de interpolación, se han mostrado muy influenciados por el efecto punto de muestreo, tal y como puede observarse en el Anexo V (Ilustración 26). Es por esto, que se ha decidido realizar la técnica de interpolación de Krigeado, explicada a continuación.

- *Ordinary Kriging*: Es un método geoestadístico, basado en modelos estadísticos, que incluyen la autocorrelación de relaciones estadísticas entre puntos conocidos. Presupone que la distancia o dirección de los puntos, reflejan una correlación espacial que puede emplearse para explicar la variación en la superficie. Aunque se han realizado con éxito Krigeados de hasta siete puntos de datos (monografía Robert Jernigan publicada por la EPA de E.E.U.U a finales de 1980), las reglas generales en la literatura, van desde un mínimo de 20 puntos, hasta 100, y el consenso, parece estar en torno a los 30 puntos de muestreo, óptimo para nuestro caso a estudio.

El proceso de interpolación Ordinary Kriging, se realizó en cada una de las variables seleccionadas en las tres campañas a estudio, obteniendo un mapa interpolado de cada una de ellas, empleando el software QGIS (3.4 A Coruña). Con estos mapas, se realizó un K-Means Clustering for Raster de cada grupo de variables estudiadas (suelo, vegetación/foliares, elementos de mosto, parámetros básicos de calidad en el mosto y producción) para cada una de las añadas, delimitando el número de clusters a 4 y empleando la metodología Hill-Climbing (Rubin, 1967). Para poder agrupar en una zonificación final que englobase los tres años a estudio, se realizó una reclasificación de los clusters por añada, siguiendo los siguientes criterios:

0.5 trhu 1.5 = 1
1.6 thru 2.5 = 2
2.6 thru 3.5 = 3
3.6 thru 4.5 = 4

Finalmente, se realizó la unión de cada uno de los cluster por campaña para cada grupo de variables a estudio, realizando la misma clasificación que la comentada anteriormente, además se realizó un recorte de la parcela (Clip Raster with Polygon, SAGA) que ha permitido obtener la zonificación dpara cada grupo de variables analizadas (en el Anexo V, puede observarse detalladamente el procesado seguido para cada una de las variables en el caso del suelo en la parcela de Lobeira, a modo de ejemplo).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.8 Técnicas de predicción de parámetros agronómicos en el viñedo

Para evaluar la predicción de los parámetros agronómicos analizados, se han empleado técnicas de regresión de los datos, en concreto, de análisis multifactoriales de las variables producción y calidad de los mostos. También se han aplicado técnicas de inteligencia artificial que han permitido obtener predicciones de las producciones obtenidas en las diferentes campañas. Para la predicción, se han empleado imágenes de satélite en diferentes fechas de estudio, con las que predecir diferentes parámetros de producción y calidad, como se expone a seguir.

3.8.1 Técnicas de regresión. Análisis multivariante (PLSR)

Dada la heterogeneidad de los datos agronómicos de las parcelas a estudio, que no siguen una regresión lineal de los datos por campaña estudiada en cada uno de los viñedos, las técnicas de regresión empleadas han sido los análisis multifactoriales. Los análisis multifactoriales (multivariantes) se emplean para medir, explicar y predecir el grado de relación entre variables, ya que el análisis multivariante analiza el número de variables y las múltiples combinaciones que existen entre ellas.

El análisis multifactorial (PLSR), ha sido aplicado a datos de producción y calidad de los mostos, en las tres campañas y parcelas a estudio. Para su análisis, se han estudiado los datos en conjunto de las tres añadas, con imágenes seleccionadas de los meses de julio, agosto y septiembre, analizando la interacción de cada una de las imágenes y posteriormente en su conjunto. Para optimizar los datos obtenidos, se han aplicado, se ha realizado un análisis PLSR y de igual forma que en los análisis de espectroscopía, cuatro transformaciones de los datos para su suavizado (Unscrambler® X 11, CAMO Software Inc., Woodbridge-Norway): signal smoothing Savitzky-Golay (SG), first derivative (FD), standard normal variate (SNV) y spectroscopy (SP).

3.8.2 Inteligencia artificial para la predicción de la producción

3.8.2-a Datos empleados y Software

La alimentación del sistema inteligente se llevó a cabo con: datos fisiográficos (cota, pendiente y orientación), datos climatológicos (precipitación acumulada, índice de Huglin), datos multiespectrales (bandas multiespectrales del satélite Sentinel-2 e indicadores multiespectrales de vegetación) y datos tomados en campo (producción Kg pl^{-1} y nº de racimos).

Para el desarrollo de los modelos inteligentes, así como para el entrenamiento y aplicación de los mismos se utilizó el software KNIME (Konstanz Information Miner) en su versión 4.5.2.

KNIME es una plataforma de análisis de datos y creación de flujos de trabajo visual que permite a los usuarios realizar análisis de datos, minería de datos, preparación de datos y construcción de modelos predictivos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El software KNIME fue inicialmente creado en el departamento de bioinformática y minería de datos de la Universidad de Constanza, en Alemania, aunque actualmente se comercializa bajo licencia GPL (La licencia Pública General de GNU versión 3 (GPLv3), licencia de software libre y de código abierto que establece los términos y condiciones bajo los cuales se pueden utilizar, modificar y distribuir un programa de software). KNIME es una herramienta de software libre que puede ser descargada y utilizada gratuitamente bajo los términos de dicha licencia, a través de la empresa KNIME GmbH, con sede en Zúrich, Suiza, quien se encarga del desarrollo continuo y también ofrece servicios de formación y consultoría.

KNIME ofrece una interfaz gráfica que permite a los usuarios arrastrar y soltar nodos para construir flujos de trabajo, lo que facilita el procesamiento y análisis de datos. Además, KNIME es altamente flexible y extensible, ya que admite una amplia gama de complementos y extensiones que permiten la integración con otras herramientas y lenguajes de programación.

KNIME está desarrollado sobre la plataforma Eclipse y programado, esencialmente, en java. Está concebido como una herramienta gráfica y dispone de una serie de nodos (que encapsulan distintos tipos de algoritmos) y flechas (que representan flujos de datos) que se despliegan y combinan de manera gráfica e interactiva (Ilustración 3.20).

El carácter abierto de la herramienta hace posible su extensión mediante la creación de nuevos nodos que implementen algoritmos a la medida del usuario. Además, existe la posibilidad de utilizar directa y transparentemente a Weka y TensorFlow (plataforma Java de Inteligencia Artificial, desarrollado por la Universidad de Nueva Zelanda), o de incorporar de manera sencilla código desarrollado en R o python/jython.

Esto hace que el software KNIME se utilice en numerosos trabajos de investigación en los que se requiera la exploración y visualización de datos, el análisis de texto, la minería de datos, el aprendizaje automático y la analítica en general (Ilustración 3.20).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

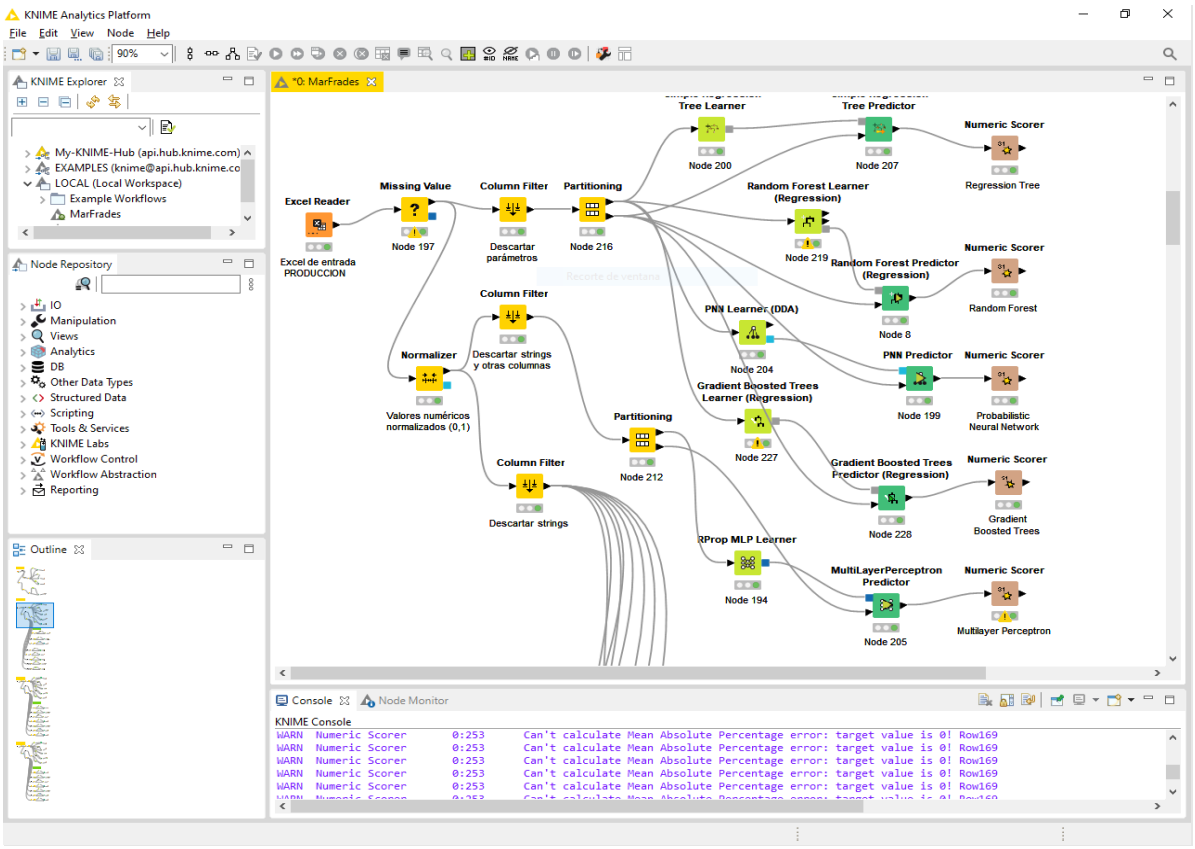


Ilustración 3.20 Interfaz gráfica de KNIME (elaboración propia).

3.8.2-b Análisis comparativo de diferentes algoritmos

Antes de decantarnos por un algoritmo definitivo para la construcción del sistema inteligente, es esencial comprender los requisitos del problema, investigar los algoritmos disponibles y evaluar su rendimiento utilizando diversas métricas estadísticas.

En este sentido, una primera fase del trabajo consistirá en la configuración de los diferentes algoritmos para su entrenamiento y ejecución con todos los datos disponibles.

A) Decission Tree. Utiliza la división recursiva basada en características para construir un árbol que divide el conjunto de datos en subconjuntos más pequeños y homogéneos. El árbol se utiliza posteriormente para hacer predicciones sobre nuevos datos siguiendo las ramas del árbol hasta llegar a una hoja que representa la clase predicha.

Este método es ampliamente empleado en el ámbito de la teledetección y, generalmente, contribuye a reducir los errores en las clasificaciones (Laliberte y Rango, 2009; Chuvieco, 1990). Es una técnica que ha ganado popularidad en diversos campos, como la agricultura de precisión, y los estudios forestales entre otros (de Castro, *et al.*, 2020). También se ha aplicado en la identificación y clasificación de daños causados por terremotos (Li y Tang, 2020), así como en la clasificación de la cobertura vegetal mediante el enfoque basado en objetos (OBIA), considerando las texturas (Laliberte y Rango, 2009), por citar algunos ejemplos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

B) Random Forest. Es un modelo de aprendizaje automático supervisado que combina múltiples árboles de decisión para realizar predicciones (Colomina y Molina, 2014). Cada árbol individual se construye utilizando una muestra aleatoria de datos y características del conjunto de entrenamiento (Rodríguez-Galiano *et al*., 2012; Kleinberg, 1996).

Este método ha sido utilizado en diversos escenarios, como por ejemplo en la clasificación de imágenes provenientes de diferentes sensores de satélites, incluso para imágenes con resolución espacial moderada (DeFries y Chan, 2000). También ha sido empleado en el mapeo de coberturas vegetales en islas (Hamylton *et al*., 2019) y en el análisis de pavimentos (Reyes-Ortiz *et al*., 2019), por mencionar algunos ejemplos.

C) Gradient Boosted Trees. Es un método de aprendizaje automático que combina múltiples árboles de decisión débiles para crear un modelo más robusto y preciso. A diferencia del algoritmo anterior, donde los árboles se construyen de forma independiente, en Gradient Boosted Trees, los árboles se construyen secuencialmente, y cada nuevo árbol se ajusta en función de los errores del modelo anterior. El proceso comienza con la construcción de un árbol de decisión inicial, que se llama árbol base o árbol débil. Luego, se calculan los errores residuales entre las predicciones del árbol base y los valores reales del conjunto de entrenamiento. Estos errores residuales se utilizan para ajustar el siguiente árbol, que se agrega al modelo para corregir los errores del modelo anterior. Este proceso se repite iterativamente, construyendo y agregando árboles al modelo, hasta que se alcanza un criterio de parada, como un número máximo de árboles o cuando los errores se han reducido lo suficiente (Ye, 2009).

El algoritmo Gradient Boosted Trees es especialmente efectivo en problemas de regresión y clasificación, ya que puede manejar conjuntos de datos complejos y capturar relaciones no lineales entre variables predictoras y variables objetivo. También es resistente al sobreajuste y puede manejar datos faltantes (Zhang y Jung, 2020).

D) Probabilistic Neural Network. Es un tipo de red neuronal basada en los principios de la teoría de probabilidad bayesiana y utiliza un enfoque no paramétrico para modelar los datos. Esta red neuronal consta de cuatro capas: una capa de entrada, una capa de patrones, una capa de sumación y una capa de salida. La capa de patrones almacena los patrones de entrenamiento, y la capa de sumación calcula la suma ponderada de los patrones de entrada en función de su similitud con los patrones almacenados. La capa de salida aplica una función softmax para producir una distribución de probabilidad sobre las posibles clases o valores.

E) Multilayer Perceptron. En este modelo las neuronas están organizadas en capas: una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. Cada neurona en una capa está conectada a todas las neuronas de la capa siguiente mediante conexiones ponderadas. Cada neurona realiza una función de activación no lineal en base a la suma ponderada de las salidas de las neuronas en la capa anterior.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Para evaluar cada uno de esos modelos inteligentes, se han utilizado las siguientes métricas estadísticas:

- **Coeficiente de Determinación (R^2).** R^2 es una medida estadística que indica la proporción de la variabilidad de una variable dependiente que puede ser explicada por una variable independiente o un conjunto de variables independientes en un modelo de regresión. R^2 varía entre 0 y 1, donde 0 indica que el modelo no explica la variabilidad y 1 indica una explicación perfecta.
- **Error medio absoluto o Mean Absolute Error (MAE).** El MAE es una medida de la diferencia promedio entre las observaciones reales y las predicciones en un modelo de regresión. Representa la magnitud promedio de los errores, sin tener en cuenta su dirección. El MAE se calcula sumando las diferencias absolutas entre las predicciones y las observaciones reales y dividiéndolo por el número total de observaciones.
- **Error medio cuadrático o Mean Squared Error (MSE).** El MSE es otra medida de la diferencia entre las observaciones reales y las predicciones en un modelo de regresión. A diferencia del MAE, el MSE toma las diferencias, las eleva al cuadrado y luego calcula su promedio. Esto significa que el MSE da más peso a los errores más grandes.
- **Raíz del error medio cuadrátrico o Root Mean Squared Error (RMSE).** El RMSE es simplemente la raíz cuadrada del MSE. Proporciona una medida de la dispersión promedio de los errores en la misma unidad de medida que la variable dependiente.
- **Diferencia media con signo o Mean Signed Difference (MSD).** El MSD es una medida que representa la diferencia promedio entre las observaciones reales y las predicciones en un modelo. A diferencia del MAE, el MSD tiene en cuenta la dirección de los errores, es decir, si las predicciones están por encima o por debajo de las observaciones reales.
- **R^2 ajustado.** El R^2 ajustado es una versión modificada del coeficiente de determinación R^2 que tiene en cuenta el número de variables independientes en el modelo y el tamaño de la muestra. A diferencia de R^2, el R^2 ajustado penaliza la adición de variables irrelevantes al modelo, evitando así el sobreajuste. Cuanto más cercano a 1 sea el valor del R^2 ajustado, mejor se ajusta el modelo a los datos.

3.8.2-c Selección de variables a considerar y entrenamiento del sistema inteligente

A partir del algoritmo que mejor desempeño arroje en la fase anterior, se construirá un sistema inteligente que permita predecir la producción anual de una parcela de viñedo.

Con ese propósito, en primer lugar, se analizarán las variables a considerar en el sistema, para posteriormente construir el sistema y realizar su entrenamiento.

En la siguiente fase de este estudio se pretende desarrollar un sistema inteligente, basado en uno de los algoritmos: red neuronal perceptrón multicapa para predecir la producción anual de una parcela de viñedo. El resultado de esta fase será un sistema inteligente listo para poder realizar predicciones de producción en viñedo.

3.8.2-d Artificial Neural Network

Las redes neuronales artificiales, permiten crear sistemas complejos utilizando elementos simples, con el objetivo de generar estructuras que simulan el funcionamiento cerebral (Reyes-Ortiz *et al*., 2019).

En el campo de la clasificación de imágenes, se destacan dos tipos principales de redes neuronales: las redes neuronales multicapas y las redes neuronales convolucionales.

Las redes neuronales multicapas (MPL) están compuestas por neuronas organizadas en capas interconectadas. Estas redes son capaces de imitar el comportamiento de cualquier sistema utilizando entradas y salidas conocidas, lo que les permite clasificar elementos o emular el funcionamiento de una estructura determinada (Hekayati y Rahimpour, 2017).

Por otro lado, las redes neuronales convolucionales (CNN) han sido ampliamente utilizadas en el análisis de imágenes, especialmente en tareas de clasificación y reconocimiento (Veeranampalayam *et al*., 2020). Estas redes se inspiran en el sistema de aprendizaje biológico y buscan extraer características distintivas de los elementos, tal como lo hacen los seres humanos con la vista. Las CNN son especialmente adecuadas para el procesamiento de imágenes debido a su capacidad para manejar grandes estructuras de datos (Reyes-Ortiz *et al*., 2019).

En el contexto de la clasificación de elementos en imágenes, la arquitectura más aplicada es la desarrollada por Rickmond Alake (Alake, 2020). Esta red está compuesta por múltiples capas, comenzando con una fase de extracción de características mediante neuronas convolucionales y de reducción. A medida que se avanza en la red, las dimensiones se reducen y se activan características cada vez más complejas. Finalmente, se utilizan neuronas sencillas para realizar la clasificación (Ilustración 3.21).

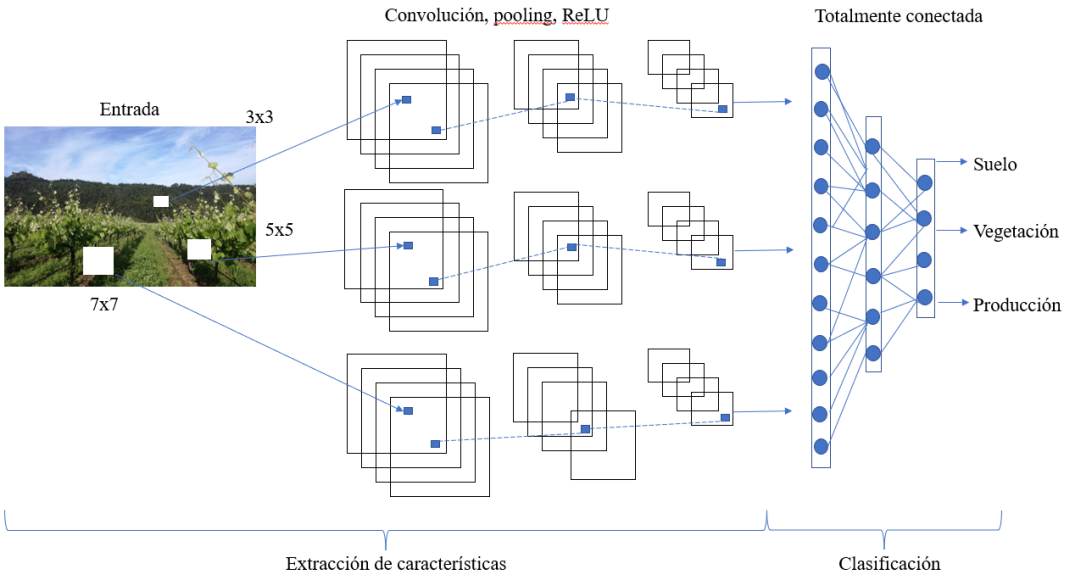


Ilustración 3.21 CNN con tres diferentes secciones de extracción de características, fuente: clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales (elaboración propia, adaptado de López Saca, 2019).

La representación matemática de una red neuronal artificial sencilla se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$Y_i^n = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b)$$

En esta ecuación, *Y* representa la salida de la red neuronal, *f* es la función de activación que introduce no linealidad en la red, w_i son los pesos asociados a cada una de las entradas x_i, *b* es el sesgo o bias, y *n* es el número de conexiones o pesos en la red.

La ecuación representa el proceso de suma ponderada de las entradas, seguido de la aplicación de la función de activación para obtener la salida de la red neuronal. Los pesos w_i determinan la influencia que cada entrada tiene en la salida, mientras que el sesgo *b* permite ajustar el umbral de activación de la función no lineal.

Es importante tener en cuenta que esta ecuación es una simplificación de una red neuronal sencilla y no incluye capas adicionales ni conexiones entre neuronas. La estructura y la función de activación pueden variar dependiendo del tipo y la configuración específica de la red neuronal (Ilustración 3.22).

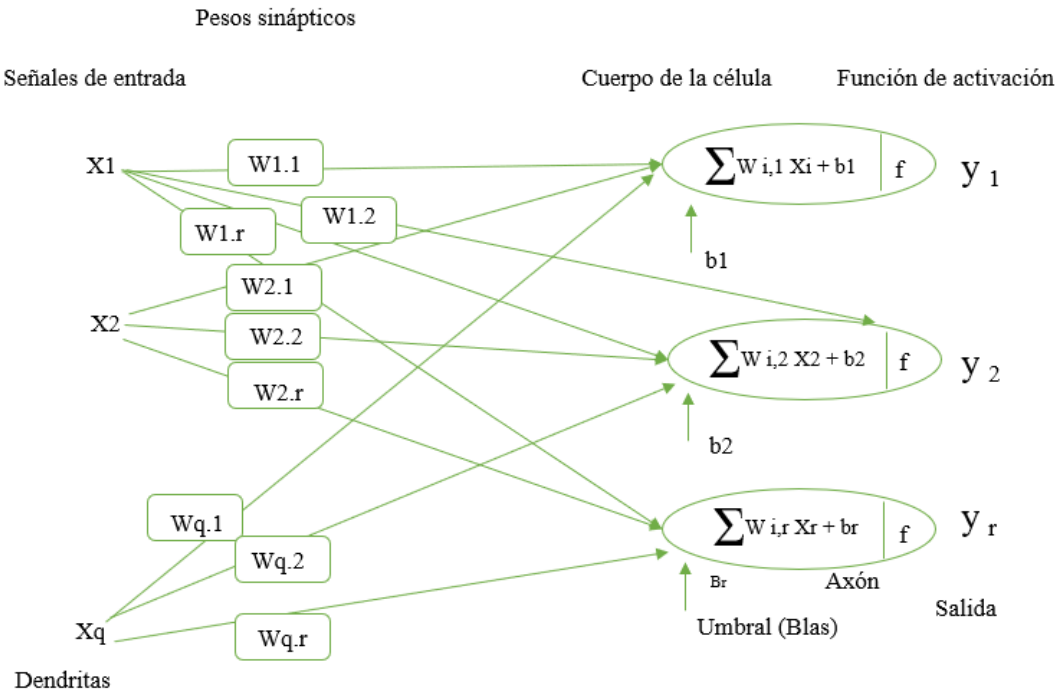


Ilustración 3.22 Representación de neuronas artificiales, fuente: clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales (elaboración propia adaptado de López Saca, 2019).

3.8.2-e Aplicación del sistema inteligente para realizar predicciones futuras

Una vez desarrollado el sistema definitivo se realizarán predicciones de producción en la misma parcela de estudio, pero en campañas posteriores, comparándose los resultados obtenidos con la producción real que fue registrada por la bodega.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.9 Metodología para la determinación del cambio climático en el viñedo

Para la determinación de la climatología y su afección en el contexto del cambio climático vitícola, se han estudiado los datos climáticos en el período 2003-2020, detallados en el Anexo II. Posteriormente, tras la evaluación climática de los tres viñedos a estudio, se han realizado correlaciones de Pearson, mediante el Software Unscrambler® X 11, CAMO, para relacionar y analizar la afección de la climatología con los datos de producción y calidad obtenidos en los viñedos, así como, los índices bioclimáticos y fechas de vendimia.

Para evaluar las correlaciones entre parámetros, se ha calculado: R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo, bajo el consentimiento de todos los coautores, presenta contenido de la siguiente publicación científica: Rodríguez-Febereiro, M., Dafonte, J., Fandiño, M., Cancela J.J., Rodríguez-Pérez, J.R. (2022). Evaluation of Spectroscopy and Methodological Pre-Treatments to Estimate Soil Nutrients in the Vineyard. Remote Sensing, 14(6), 1326. https://doi.org/10.3390/rs14061326, más información puede ser consultada en el prefacio de la presente tesis doctoral.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se exponen los resultados correspondientes a los principales objetivos perseguidos en el estudio, acompañados de la discusión de cada apartado. El capítulo se divide en 6 secciones, incluyendo la caracterización de las parcelas en estudio, en base a las mediciones *in situ*, o al uso de índices de vegetación; continuando con la caracterización de las propiedades del suelo mediante espectrometría; a seguir se da respuesta a la zonificación del viñedo, objetivo principal de la tesis doctoral, empleando diferentes enfoques de trabajo; por último, se plantea el análisis del efecto de las condiciones climáticas en el manejo del viñedo.

4.1 Evaluación de la caracterización y comportamiento vitícola de las parcelas a estudio

En el presente apartado se expone la caracterización y comportamiento vitícola de los tres viñedos a estudio, evaluados mediante parámetros medidos en campo y las analíticas en las tres campañas (2018, 2019, 2020), en relación al análisis de suelos, potencial hídrico foliar, composición foliar, parámetros cualitativos de mosto, parámetros productivos y su caracterización mediante índices espectrales.

4.1.1 Análisis de suelos

Se expone a seguir un resumen por parcela, donde se presentan los valores medios y óptimos, para los elementos analizados en suelo en cada uno de los casos.

Parcela Lobeira

Los suelos de la parcela Lobeira se encuadran en la categoría de franco-arcillo-arenosos, con una fracción gruesa (> 2 mm) del suelo del 38 % (Tabla 4.1).

A nivel nutricional, se exponen a continuación los resultados promedio de los principales elementos nutricionales del suelo en las campañas 2018 y 2020 (Tabla 4.1 y 4.2).

El contenido en C, supera ligeramente los valores óptimos establecidos por Karley y White, 2009; Molina, 2007 (0,65 – 1,16) generando una relación de C/N con valores elevados. Si bien, esta relación alcanza valores equilibrados en la campaña 2020, debido a un aumento del contenido en N. El contenido en MO se encuentra ligeramente por debajo del óptimo establecido (4,5 %), con una reducción de más de un 1 % del año 2018 al 2020.

Tabla 4.1 Parámetros de suelo para la parcela de Lobeira (campaña 2018 y 2020), a.

Campaña	FF (%)	FG (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH H_2O	pH KCl	CE (µS / cm)	C (%)	N (%)	C / N (%)	MO (%)
2018	62,62	37,38	56,13	22,74	21,14	5,79	5,21	112,14	2,16	0,13	18,03	3,73
2020	60,31	39,69	56,48	22,51	21,01	6,14	5,19	90,15	2,48	0,20	12,29	2,59

En términos generales, se observaron déficits de Ca, Mg, K y P en la campaña 2018, que mejoraron sus contenidos en la analítica realizada en el 2020, prevaleciendo un bajo contenido de Ca (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Parámetros de suelo para la parcela de Lobeira (campaña 2018 y 2020), b.

Campaña	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Na (cmol/Kg)	K (cmol/Kg)	Al (cmol/Kg)	CICe (cmol/Kg)	Sat. Al (%)	P (mg/Kg)	K/Mg	Ca/Mg
2018	5,22	0,56	0,08	0,82	0,55	7,23	10,19	32,36	1,57	9,75
2020	6,03	0,86	0,06	0,84	0,50	8,28	7,45	60,60	0,98	7,04

Parcela Monteveiga

Los suelos de Monteveiga se encuadran en la categoría de franco-arenosos, con una fracción gruesa (> 2 mm) del suelo del 35 % (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Parámetros de suelo para la parcela de Monteveiga (campaña 2018 y 2020), a.

Campaña	FF (%)	FG (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH H_2O	pH KCl	CE (µS / cm)	C (%)	N (%)	C / N (%)	MO (%)
2018	69,42	30,58	64,99	16,56	18,46	6,15	5,63	148,44	3,52	0,23	15,28	6,07
2020	60,18	39,82	57,22	19,84	22,94	6,38	5,46	119,22	1,49	0,13	11,55	5,85

A nivel nutricional, en la parcela de Monteveiga durante la campaña 2018 se han determinado niveles de C por encima de los valores óptimos, corrigiéndose este parámetro a niveles en el rango de valores recomendados en la campaña 2020. El contenido en MO se presenta ligeramente por encima del valor óptimo recomendado: 4,5 % (Tabla 4.3).

Tabla 4.4 Parámetros de suelo para la parcela de Monteveiga (campaña 2018 y 2020), b.

Campaña	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Na (cmol/Kg)	K (cmol/Kg)	Al (cmol/Kg)	CICe (cmol/Kg)	Sat. Al (%)	P (mg/Kg)	K/Mg	Ca/Mg
2018	8,56	0,91	0,09	0,73	0,20	10,49	2,56	51,33	0,86	10,07
2020	6,95	1,10	0,05	1,10	0,28	9,47	3,82	54,36	1,00	6,33

En las analíticas de elementos primarios presentes en el suelo, en la parcela de Monteveiga, se observa un déficit de Mg en las analíticas de ambas campañas, así como un ligero descenso del contenido de Ca en el análisis del 2020 (Tabla 4.4).

Parcela Ribadulla

Los suelos de Ribadulla se encuadran en las categorías de franco-arcillo-arenosos y franco-arenosos, con una fracción gruesa (> 2 mm) del suelo del 37 % (Tabla 4.5).

Tabla 4.5 Parámetros de suelo de la parcela de Ribadulla (campaña 2018 y 2020), a.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Campaña	FF (%)	FG (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH H_2O	pH KCl	CE (µS / cm)	C (%)	N (%)	C / N (%)	MO (%)
2018	59,04	40,96	58,33	17,08	24,59	5,97	5,06	110,88	1,29	0,09	14,30	2,22
2020	64,57	35,43	64,15	19,65	16,20	6,29	5,18	86,87	3,66	0,23	15,57	1,75

El contenido en MO en la parcela de Ribadulla, se presenta por debajo del valor óptimo: 4,5%, en ambas campañas a estudio. El contenido en N se ha registrado en valores muy deficitarios en la campaña 2018, si bien, este valor se ha corregido hasta los valores mínimos recomendados en la campaña 2020 (Tabla 4.5).

Tabla 4.6 Parámetros de suelo de la parcela de Ribadulla (campaña 2018 y 2020), b.

Campaña	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Na (cmol/Kg)	K (cmol/Kg)	Al (cmol/Kg)	CICe (cmol/Kg)	Sat. Al (%)	P (mg/Kg)	K/Mg	Ca/Mg
2018	5,88	1,21	0,14	0,90	0,47	8,61	7,29	57,84	0,84	5,09
2020	6,51	0,76	0,08	0,51	0,53	8,39	8,37	78,37	0,67	8,56

Se observan déficits de Ca, por lo que se recomienda su abonado, así como completar el abonado con las dosis anuales de conservación, para el resto de los elementos (Tabla 4.6).

El buen estado nutricional del suelo del viñedo es un factor muy importante para la calidad y producción que se obtendrá en la vendimia. Las características edáficas de los suelos de los viñedos están directamente ligadas a la calidad, composición aromática y producción final del viñedo (Ubalde *et al*., 2010; Unamunzaga et al., 2010). La zonificación según las características del suelo del viñedo es un proceso crítico para la planificación y gestión eficaz de las viñas, con el objetivo de maximizar la calidad y la producción de las uvas (Bonilla, 2015). Es por ello, que el control de los elementos principales presentes en el suelo del viñedo, con un buen equilibrio entre estos, debe de ser clave para la gestión vitícola (Aleixandre *et al*., 2013).

En términos generales, las parcelas en estudio se encuentran enmarcadas dentro de los niveles propios de un viñedo en buen estado sanitario y productivo en términos de los parámetros de suelos estudiados (Oller *et al*., 2018).

4.1.2 Conductividad eléctrica del suelo

Se ha empleado la conductividad eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m^{-1}), debido a la capacidad de recoger múltiple información del suelo en una variable integradora. Por otra banda, la existencia de diferencias en las medidas en posición horizontal y vertical puede indicarnos cuál es la distribución de sales con la profundidad (Siqueira *et al*., 2016).

Valores de CEa mayores para la posición horizontal que para la posición vertical, indican que la salinidad en la capa superficial del suelo (0-75 cm) es mayor que en la parte profunda (75-150 cm). Al contrario, valores de CEa menores para la posición horizontal indican que la salinidad es mayor en profundidad que en superficie. La igualdad entre estos dos valores, reflejan a una distribución uniforme de la salinidad con la profundidad del suelo. Con respecto a la contribución de la profundidad del suelo a la señal, el 75 % de la respuesta de la sonda es proporcionada por el suelo hasta una profundidad de 75 cm en posición horizontal, y hasta 150 cm en posición vertical (Júnior *et al*., 2006). En las tres parcelas a estudio, existe una mayor CEa en el dipolo vertical, lo que supone que exista mayor concentración de sales a mayores profundidades. En ninguno de los casos existen valores que supongan peligro en cuanto al efecto de la salinidad, si bien se aprecian zonas que pueden ser consideradas con manejos diferenciales, repitiendo patrones similares en las distintas campañas de medida (Ilustraciones 4.1, 4.2 y 4.3).

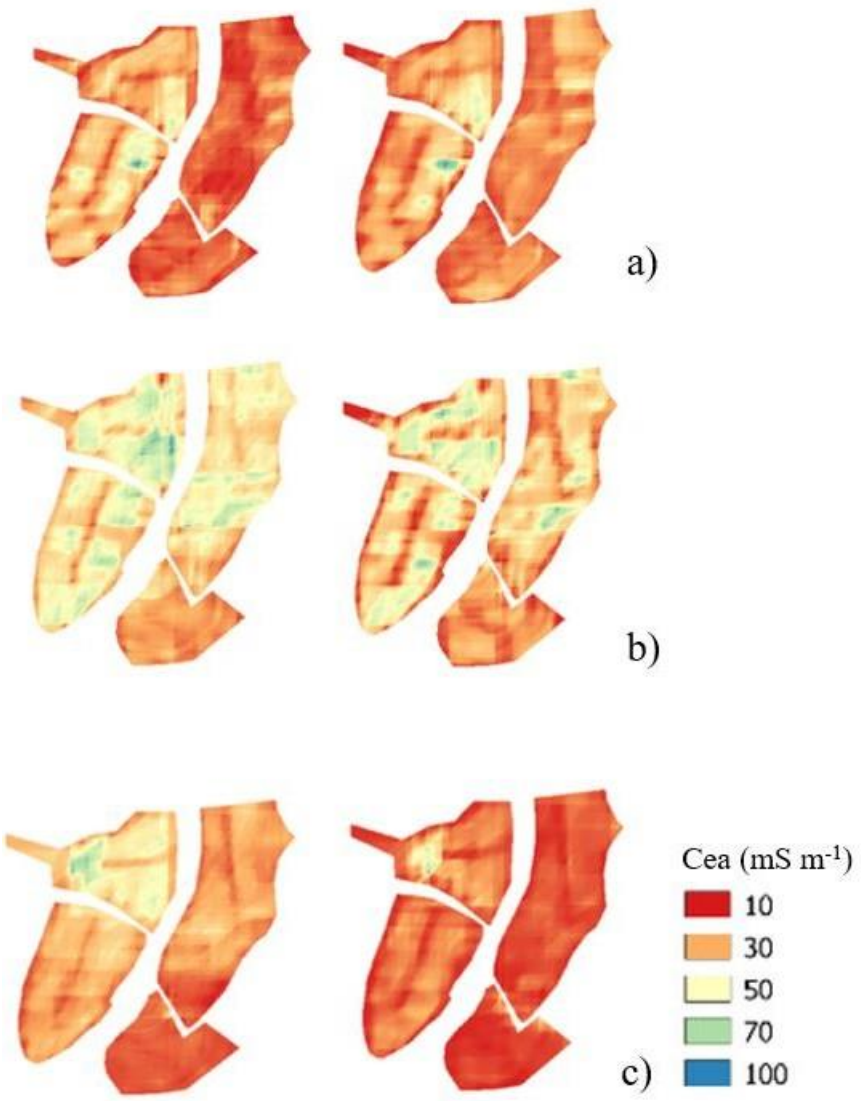


Ilustración 4.1 Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m-1) de la parcela de Lobeira: a) 2018, b) 2019 y c) 2020; izquierda: dipolo horizontal (0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

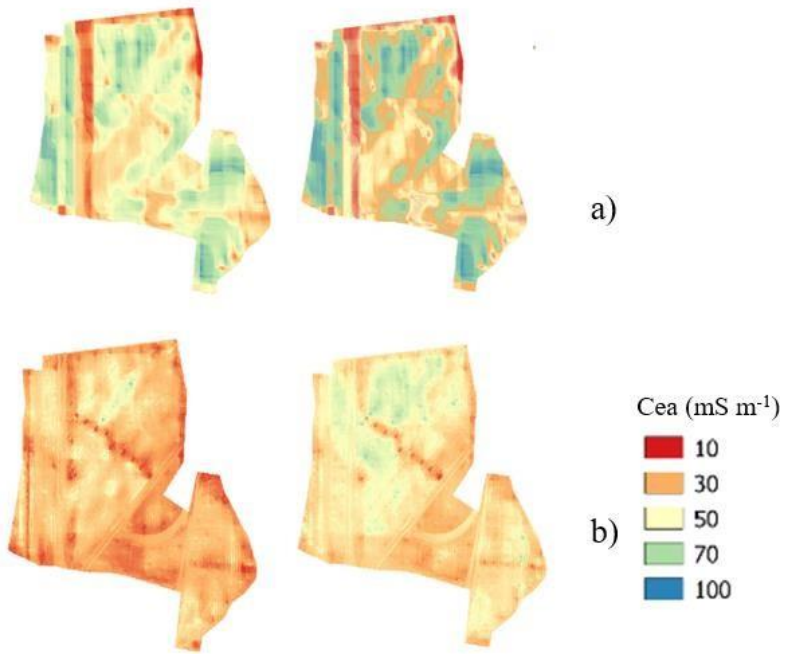


Ilustración 4.2 Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m^{-1}) de la parcela de Monteveiga: a) 2018, b) 2020; izquierda: dipolo horizontal (0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm).

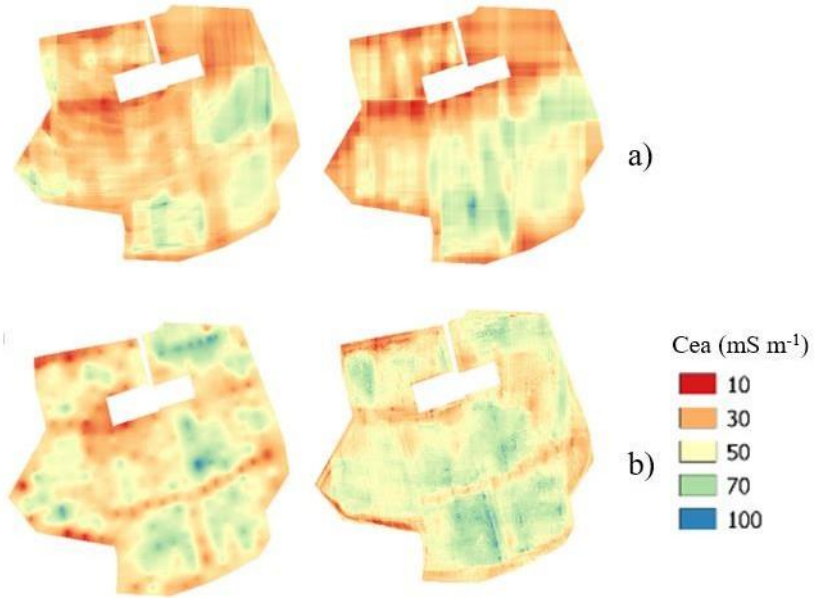


Ilustración 4.3 Mapa de Conductividad Eléctrica aparente del suelo (CEa, mS m^{-1}) de la parcela de Ribadulla: a) 2018, b) 2020; izquierda: dipolo horizontal(0-75 cm), derecha: dipolo vertical (75-150 cm).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Relacionado con un buen estado nutricional del suelo del viñedo, se encuentra la importancia del conocimiento de sus propiedades y la variación espacial de estas, que repercute en la productividad y en la toma de decisiones sobre el manejo del viñedo. El estudio de la conductividad eléctrica aparente del suelo, nos permite evaluar la variabilidad de las propiedades del suelo como un criterio fundamental para la toma de decisiones en el mismo y su zonificación (Martínez Casasnovas *et al*., 2010).

Distintos autores abordan el uso de la CEa en el viñedo en relación: al mapeo de la conductividad eléctrica aparente, permitiendo mapear las variaciones de conductividad eléctrica del suelo, debido a diferencias en las propiedades del suelo como: textura, contenido de agua en el suelo y salinidad. En estos mapas se detallan las zonas con características de suelo similares y son utilizados para tomar decisiones relacionadas con la plantación de variedades de uva, patrones, aplicación de fertilizantes y gestión del riego (Parmo *et al*., 2016).

En términos generales, la CEa se presenta como una medida no invasiva del contenido de humedad del suelo, proporcionando una estimación rápida del contenido de humedad en diferentes áreas del viñedo, especialmente útil para la gestión eficiente del riego. Además, el monitoreo de la variabilidad espacial del viñedo permite comprender cómo las características del suelo afectan al crecimiento de las viñas y la calidad de uvas en diferentes áreas del viñedo, ayudando a identificar problemas de drenaje, zonas con exceso de humedad o áreas con salinidad elevada (Cancela *et al*., 2017). Por lo tanto, la CEa junto con los análisis de suelo son las variables críticas para una adecuada zonificación del viñedo, tal y como se refleja en los apartados relativos a la zonificación.

4.1.3 Potencial hídrico foliar

En términos generales durante las tres campañas de estudio se han obtenido valores de potencial hídrico inferiores a -0,60 MPa, por lo que no se ha observado estrés hídrico (Tabla 4.7, 4.8 y 4.9). La excepción de la parcela de Lobeira, en el mes de mayo de 2020 que ha presentado valores medios de potencial hídrico foliar en tallo de -0,94 MPa, lo que supone que las plantas han sufrido un estrés hídrico a moderado (Mirás-Avalos y Araujo, 2021). Además de forma puntual se ha observado un estrés débil o leve en Monteveiga (-0,83 MPa, mayo 2019) y Ribadulla (-0,76 MPa, agosto 2018), así como otras situaciones puntuales reflejadas en las Tablas 4.7, 4.8 y 4.9.

Tabla 4.7 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2018.

Finca	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Lobeira	-0,47	-0,38	-0,66	-0,66
Monteveiga	-	-	-0,54	-
Ribadulla	-	-	-0,76	-

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.8 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2019.

Finca	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Lobeira	-	-0,37	-0,48	-	-0,48
Monteveiga	-0,83	-0,45	-0,60	-	-
Ribadulla	-0,72	-0,31	-0,37	-	-

Tabla 4.9 Valores medios de parcela de potencial hídrico foliar de tallo (MPa) en la campaña 2020.

Finca	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lobeira	-0,94	-0,54	-0,5	**-**
			-0,36	
Monteveiga	-	-0,68	-0,63	-0,54
Ribadulla	-0,59	-0,62	-0,5	-0,41

La distribución del potencial hídrico foliar en cada una de las parcelas, muestran que existen zonas con valores superiores a la media, que indican cierto estrés hídrico. En comparativa con las medidas tomadas en las tres campañas a estudio, se definen áreas dentro de los viñedos cuyos valores de potencial hídrico presentan subzonas dentro de la parcela con mayor sensibilidad al estrés hídrico, estas áreas de diferentes comportamientos, pueden observarse con mapeos de las parcelas en trabajos como Rodríguez-Fernández *et al*., 2020; Rodríguez-Fernández *et al*., 2021a. Valores similares para la misma variedad de uva (‘Albariño’), se han obtenido en distintos trabajos que han permitido evaluar el grado de estrés hídrico de esta variedad con distintos tratamientos de riego (Avalos *et al*., 2013; Fandiño *et al*., 2013).

La gestión de un buen estado hídrico de la vid es un punto crítico que se encuentra estrechamente relacionado con el buen equilibrio del viñedo (Acevedo-Opazo *et al*., 2008), más aún en una situación de cambio climático como la actual (Malheiro *et al.*, 2010). La gestión adecuada del estado hídrico en el viñedo es fundamental para lograr una producción adecuada de uva de calidad. Esta línea de investigación en la gestión del agua en el viñedo es cada vez de mayor interés para la viticultura debido a la incertidumbre de disponibilidad de agua (Deloire *et al*., 2006). Por ello, la zonificación de la viña con respecto a este parámetro está actualmente en énfasis de estudio en el mundo de la viticultura.

4.1.4 Análisis composición foliar

Parcela Lobeira

Los análisis realizados en la parcela Lobeira, muestran como el contenido en N aumenta con el curso de las campañas, registrando valores de 1,93 y 2,08 % en 2018 y 2020, respectivamente, pero aún por debajo de los recomendados (2,4 %) (Rueda *et al*., 2019).

De la misma manera, el contenido en K presenta un 1,01 % en la campaña 2020, muy próximo a los valores recomendados (1,00 %). El contenido en Ca sigue encontrándose en cantidades consideradas como deficientes, y el P ha aumentado al 0,19 %, alejándose del déficit de 0,10 % considerado como problemático (Tabla 4.10).

Tabla 4.10 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Lobeira.

Campaña	C	N	P	K	Ca	Mg
2018	44,46	1,93	0,11	0,86	1,23	0,22
2019	43,13	1,90	0,17	0,81	1,40	0,27
2020	46,91	2,08	0,19	1,01	1,37	0,21

En cuanto a los micronutrientes analizados, se ha producido un descenso del contenido de Mn en la campaña 2020, registrando valores inferiores a 60 ppm (valor recomendado) (Tabla 4.11). El análisis de elementos en peciolo registra una tendencia similar a la comentada anteriormente en los limbos (Anexo IV), tanto en macro con en micro-nutrientes.

Tabla 4.11 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Lobeira.

Campaña	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
2018	19,90	184,48	95,30	238,48	106,92	455,82
2019	35,41	269,01	168,71	356,05	249,60	627,73
2020	18,15	112,43	61,36	86,85	36,00	268,13

Parcela Monteveiga

En Monteveiga, los niveles de N y Ca se mantienen en niveles estables en las campañas 2018 y 2019, si bien se produce un descenso de estos para el año 2020 (1,19 y 1,50 % N y Ca, respectivamente). De forma similar, el P en el 2020 se mantiene en contenidos de déficit (0,10 %), con una reducción del 44 % respecto al año 2019 (Tabla 4.12).

Tabla 4.12 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Monteveiga.

Campaña	C	N	P	K	Ca	Mg
2018	46,44	1,83	0,13	0,81	1,24	0,21
2019	45,89	1,90	0,18	0,74	1,36	0,23
2020	45,89	1,19	0,10	0,85	1,50	0,17

Se observa un aumento de micronutrientes con el curso de las campañas en el contenido de Cu y Zn, así como un descenso en los elementos B, Fe y Mn (Tabla 4.13).

El análisis de elementos en peciolo registra una tendencia similar a la comentada anteriormente en los limbos (Anexo IV).

Tabla 4.13 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Monteveiga.

Campaña	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
2018	19,74	29,18	53,99	103,37	20,64	487,49
2019	19,90	23,32	43,13	49,90	22,36	350,88
2020	17,06	67,00	42,67	42,25	36,53	221,65

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Parcela Ribadulla

En Ribadulla, se mantiene la tendencia del aumento de contenido en limbo de los elementos N y K en la campaña 2020 (2,31 y 0,95 %, respectivamente). De igual forma el contenido en P, se sitúa en el 0,20 % lo que supone una mejora respecto a las campañas previas (Tabla 4.14).

Tabla 4.14 Contenidos macro-nutrientes (%) limbo, Ribadulla.

Campaña	C	N	P	K	Ca	Mg
2018	43,91	2,06	0,14	0,87	1,48	0,20
2019	45,69	2,13	0,18	0,78	1,97	0,33
2020	46,75	2,31	0,20	0,95	1,84	0,28

Los micronutrientes analizados, presentan contenidos de Cu en el que su contenido desciende de manera drástica en el año 2019, estabilizándose este contenido dentro de valores bajos en la campaña 2020 (52,1 mg/kg) (Tabla 4.15). Al igual que en las dos parcelas previas, los elementos en peciolo registran una tendencia similar a contenido en los limbos (Anexo IV).

Tabla 4.15 Contenidos micro-nutrientes (mg/Kg) limbo, Ribadulla.

Campaña	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
2018	28,34	151,81	73,28	168,89	82,50	280,91
2019	13,48	2,26	40,95	89,46	22,24	219,73
2020	18,67	52,10	54,19	81,27	29,59	132,31

Los análisis foliares del viñedo son un buen indicador del equilibrio nutricional del viñedo, ya que en estos afecta la mayoría de las intervenciones a nivel nutricional (abonado, fitosanitarios) que se realicen, por ello es de elevado interés poder determinar el equilibrio entre elementos, así como su variación y ajuste en las posteriores campañas. En el presente trabajo se han obtenido valores equilibrados para la variedad Albariño, sirviendo de base para la zonificación (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022b).

4.1.5 Parámetros cualitativos de los mostos

En este apartado se exponen los valores medios para parámetros de calidad en mosto (elementos y parámetros básicos).

a. Elementos en mosto:

Los datos analizados por parcela en relación al contenido de elementos en mosto muestran una tendencia similar en las tres campañas de estudio. Se observa un ligero descenso del contenido en Ca en la campaña 2020, así como un contenido en Cu muy bajo en el 2019, que mantiene esta tendencia en el 2020. Por otro lado, el contenido en K también disminuye en las dos últimas campañas en comparación con el 2018 (Tablas 4.16, 4.17 y 4.18).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.16 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Lobeira.

Campaña	Ca	Cu	K	Mg	Mn	Na	Zn	Al	B	Fe	P
2018	42,42	3,80	2532,65	74,29	0,54	4,87	0,28	-	-	-	-
2019	43,12	0,39	1365,08	71,54	0,55	4,34	0,44	0,28	3,24	0,14	111,65
2020	20,38	0,91	1255,24	75,33	0,42	3,79	0,24	0,23	3,01	0,20	146,01

Tabla 4.17 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Monteveiga.

Campaña	Ca	Cu	K	Mg	Mn	Na	Zn	Al	B	Fe	P
2018	41,10	3,930	2615,253	63,25	0,27	4,73	0,258	-	-	-	-
2019	38,64	0,35	1288,88	62,31	0,48	4,71	0,50	0,24	3,17	0,15	99,30
2020	26,80	0,51	1257,19	53,42	0,45	3,20	0,39	0,13	2,87	0,13	72,54

Tabla 4.18 Contenido de elementos en mosto (mg/L), Ribadulla.

Campaña	Ca	Cu	K	Mg	Mn	Na	Zn	Al	B	Fe	P
2018	41,70	2,61	1765,51	55,47	0,67	4,87	0,39	0,09	3,00	0,07	96,87
2019	39,40	0,56	1490,82	60,81	0,80	5,77	0,50	0,10	2,86	0,10	78,92
2020	27,44	0,44	1269,64	44,88	0,42	3,18	0,48	0,08	2,37	0,06	58,88

b. Parámetros básicos del mosto:

En relación a los parámetros básicos de calidad del mosto, en la parcela de Lobeira, es la campaña 2020 la que ha presentado mayor grado probable (12,68), seguida del año 2018 (12,20) y 2019 (12,11). La acidez ha sido superior en la campaña 2019 (12,95) y el contenido en N y K han presentado un mayor contenido en mosto en el 2019 (Tabla 4.19).

Tabla 4.19 Parámetros cualitativos Foss, Lobeira.

Camapaña	G.Prob	Dens.	Ac.Tot.	pH	Ác. Málico	Ác.Tart.	N	NAmoniac.	K
2018	12,20	1,09	8,31	3,27	4,11	5,88	114,38	81,63	655,25
2019	12,11	1,09	12,95	3,14	8,75	6,72	161,69	130,72	926,22
2020	12,68	1,09	10,86	3,19	6,36	6,74	137,31	105,81	806,44

En la parcela de Monteveiga, son los mostos de la campaña 2019, los que han presentado un mayor grado probable (12,44), seguidos de las campañas 2018 (12,20) y 2020 (11,42). La acidez ha resultado mayor en el 2020 (11,87) y el contenido en N y K en la campaña 2019 (Tabla 4.20).

Tabla 4.20 Parámetros cualitativos Foss, Monteveiga.

Camapaña	G.Prob	Dens.	Ac.Tot.	pH	Ác. Málico	Ác.Tart.	N	NAmoniac.	K
2018	12,20	1,09	8,31	3,27	4,11	5,88	114,38	81,63	655,25
2019	12,44	1,09	11,27	3,20	7,31	6,39	162,19	124,03	856,65
2020	11,42	1,08	11,87	3,13	7,47	6,30	138,03	117,69	661,81

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los mostos analizados en la parcela de Ribadulla, han presentado un promedio de grado probable de 10,5, debido a ser una parcela en la que se destina su producción a la elaboración de vinos espumosos. La campaña 2018, ha sido la de mayor grado probable (10,89). Así pues, la mayor acidez se ha presentado en el 2019 (14,59), (Tabla 4.21).

Tabla 4.21 Parámetros cualitativos Foss, Ribadulla.

Camapaña	G.Prob	Dens.	Ac.Tot.	pH	Ác.Málico	Ác.Tart.	N	NAmoniac.	K
2018	10,89	1,08	11,09	3,31	7,53	6,60	146,13	123,32	1381,29
2019	9,92	1,07	14,59	3,15	10,68	6,54	188,50	175,66	1056,22
2020	10,60	1,08	13,03	3,16	8,88	6,36	170,13	146,22	864,41

Los parámetros cualitativos analizados con Foss en las parcelas, responden a unas características de mostos equilibrados para la variedad y zona a estudio (Otero *et al*., 2010). Estos datos de calidad suelen emplearse para el estudio de su composición química, perfil sensorial, calidad organoléptica de la variedad, estabilidad y envejecimiento (Vilanova *et al*., 2010), así como, en este caso en particular, para la caracterización del *'terroir'*, que ayuda a investigar factores como el suelo, clima y ubicación geográfica, que pueden influir en las características químicas y sensoriales del vino. Estos estudios pueden analizarmúltiples viñedos o regiones para identificar características distintivas y comprender cómo pueden reflejarse y diferencial al vino final, incluso de forma intraparcelaria (Martínez Casasnovas *et al*., 2010).

4.1.6 Parámetros productivos del viñedo

En la parcela de Lobeira, la mayor producción obtenida, ha sido en la campaña 2018 (8,44 kg pl^{-1}), coincidente con la añada de mayor número y peso de racimo, seguida de la campaña 2020 y 2019 (4,40 y 3,90 kg pl^{-1}, respectivamente).

Los datos de Índice de Ravaz, han presentado valores entre 1 y 2, propios de la variedad 'Albariño', que implican un buen equilibrio vegetativo-productivo de los viñedos (Tabla 4.22).

Tabla 4.22 Parámetros productivos, Lobeira.

Campaña	Producción (kg pl^{-1})	Nº racimos	Poda (kg pl^{-1})	I.Ravaz
2018	8,44	68,4	3,87	2,15
2019	3,90	42,4	3,90	1,00
2020	4,40	43,5	3,78	1,12

En la parcela de Monteveiga, es la campaña 2020, la que presenta una mayor producción (4,40 kg pl^{-1}), seguida del 2018 y 2019. El peso de la madera de poda oscila entre los 2,4 y 2,7 kg pl^{-1}, lo que implica un Índice de Ravaz equilibrado, de en torno a 1,5 (Tabla 4.23).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.23 Parámetros productivos, Monteveiga.

Campaña	Producción (kg pl^{-1})	Nº racimos	Poda (kg pl^{-1})	I.Ravaz
2018	4,35	45,2	2,68	1,60
2019	3,12	31,6	2,41	1,28
2020	4,41	45,5	2,70	1,62

Por su parte, Ribadulla, presenta una mayor producción en el 2018 (5,1 kg pl^{-1}), coincidente con la campaña de mayor número de racimos (44,5), e Índice de Ravaz (2,12). Seguidas van las campañas 2019 y 2020, con 4,2 y 4,0 kg pl^{-1}, campañas muy similares entre sí en cuanto a parámetros productivos del viñedo (Tabla 4.24).

Tabla 4.24 Parámetros productivos, Ribadulla.

Campaña	Producción (kg pl^{-1})	Nº racimos	Poda (kg pl^{-1})	I.Ravaz
2018	5,1	44,5	2,4	2,12
2019	4,2	34,7	2,6	1,61
2020	4,0	28,4	2,1	1,90

Los parámetros de calidad y producción del viñedo, suelen ser objetivos fijados por los viticultores o bodegas, que son reflejo de una práctica vitícola destinada en aumentar, mantener o mejorar alguno de los parámetros que comprenden nuestros objetivos vitícolas por campaña. Es por ello importante, tener en cuenta un análisis de la variabilidad de estos parámetros en los viñedos, así como su variación entre campañas, para ajustar los objetivos y comprender las operaciones que nos permitirán mejorarlos o alcanzarlos a corto-medio plazo (Blanco *et al*., 2014).

4.1.7. Caracterización de los viñedos mediante índices espectrales

Los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices espectrales nos dan información de cada una de las parcelas a lo largo de la campaña, así como de su evolución a lo largo del transcurso de las añadas. En viticultura, los índices de vegetación más empleados son: el NDVI, relacionado con el desarrollo vegetativo y la vigorosidad del viñedo y el índice NDWI, que nos aporta información sobre su estado hídrico.

A modo de ejemplo, se expone la evolución del índice NDVI en las tres campañas a estudio en cada una de las parcelas (Ilustraciones 4.4, 4.5 y 4.6). Tal y como puede observarse, el desarrollo vegetativo del viñedo presenta una tendencia ascendente desde el mes de junio hasta finales de septiembre, en el que en fecha de vendimia empieza a presentar unos valores decrecientes en los tres casos a estudio. De forma particular, la parcela de Lobeira es la que presenta mayor heterogeneidad, debido a su mayor vigorosidad de vegetación y mayor número de operaciones en la vegetación en las tres campañas a estudio (Anexo III). Por el otro lado, Monteveiga presenta unos valores muy próximos entre sí en las tres campañas a estudio, mostrando una tendencia parabólica en cada una de las campañas. Ribadulla, sigue esta tendencia más uniforme en la campaña 2018, no obstante, las campañas 2019 y 2020 siguen la misma tendencia, pero de manera más heterogénea, debido a ser las añadas con más intervenciones en vegetación y en suelo respectivamente (Anexo III).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

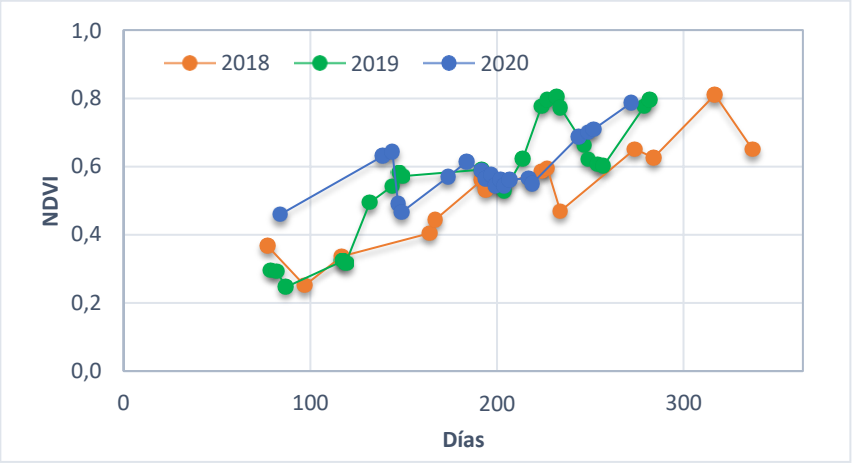


Ilustración 4.4 Evolución del índice NDVI en la parcela de Lobeira.

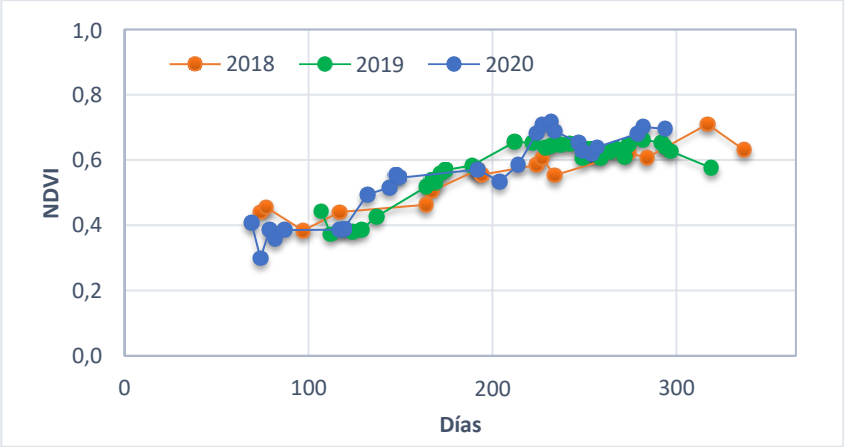


Ilustración 4.5 Evolución del índice NDVI en la parcela de Monteveiga.

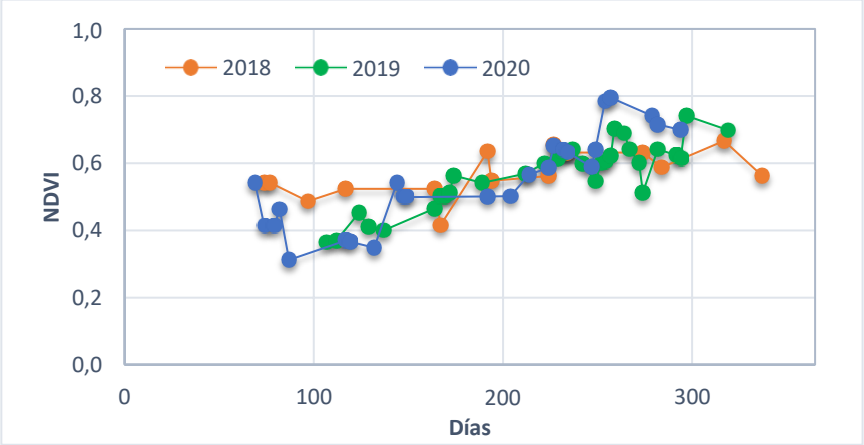


Ilustración 4.6 Evolución del índice NDVI en la parcela de Ribadulla.

Otro de los resultados obtenidos a partir de los índices espectrales calculados, es el mapeo de las parcelas en un momento puntual de la campaña, con respecto a alguno de los índices espectrales calculados. En la Ilustración 4.7, puede observarse el mapeo del índice

NDWI en la última semana del mes de agosto, previo a las fechas de vendimia. En ellos puede observarse las zonas con mayor tendencia a presentar un menor contenido de agua en el viñedo, así como la campaña en la que, en fechas próximas a vendimia, las plantas presentaban mayor o menor disponibilidad de agua. En la parcela de Lobeira, al igual que en Monteveiga, ha sido la campaña 2019 la que ha mostrado menores valores de contenido de agua en el viñedo en términos generales (próximos a NDWI = -1). Si bien, Ribadulla ha presentado valores menores en toda la parcela en la campaña 2018.

El mapeo de índices de vegetación y de manejo del agua en el viñedo, ofrece varias ventajas, como la evaluación del vigor de las plantas, detección de estrés hídrico, manejo de fertilización, monitoreo del desarrollo de las uvas y, por ende, optimización de la gestión general del viñedo. Estas herramientas permiten a los viticultores tomar decisiones más precisas para mejorar la salud y rendimiento del viñedo (González-Fernández *et al*., 2010). Son muchos los estudios que emplean los índices espectrales procedentes de sensores remotos de los satélites para la toma de decisiones en el viñedo (Torre *et al*., 2017), seguimiento de su comportamiento a lo largo de la campaña (Caseras Sáez de Asteasu, 2017), zonificación de este observando su comportamiento a través de los índices espectrales (Albornoz *et al*., 2019). Así como el índice NDWI, ha presentado muy buenos resultados en cuanto a la caracterización hidrológica de zonas vitivinícolas en las que una buena gestión del agua es un objetivo clave para la aplicación de una buena viticultura (Manzanares, 2020).

Los resultados obtenidos con los índices de vegetación han sido incorporados en las técnicas de zonificación basadas en imágenes de satélite, bien directamente, bien a través del uso de las diferentes bandas espectrales, las cuales se obtienen de las imágenes de los satélites en las diferentes fechas de análisis.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

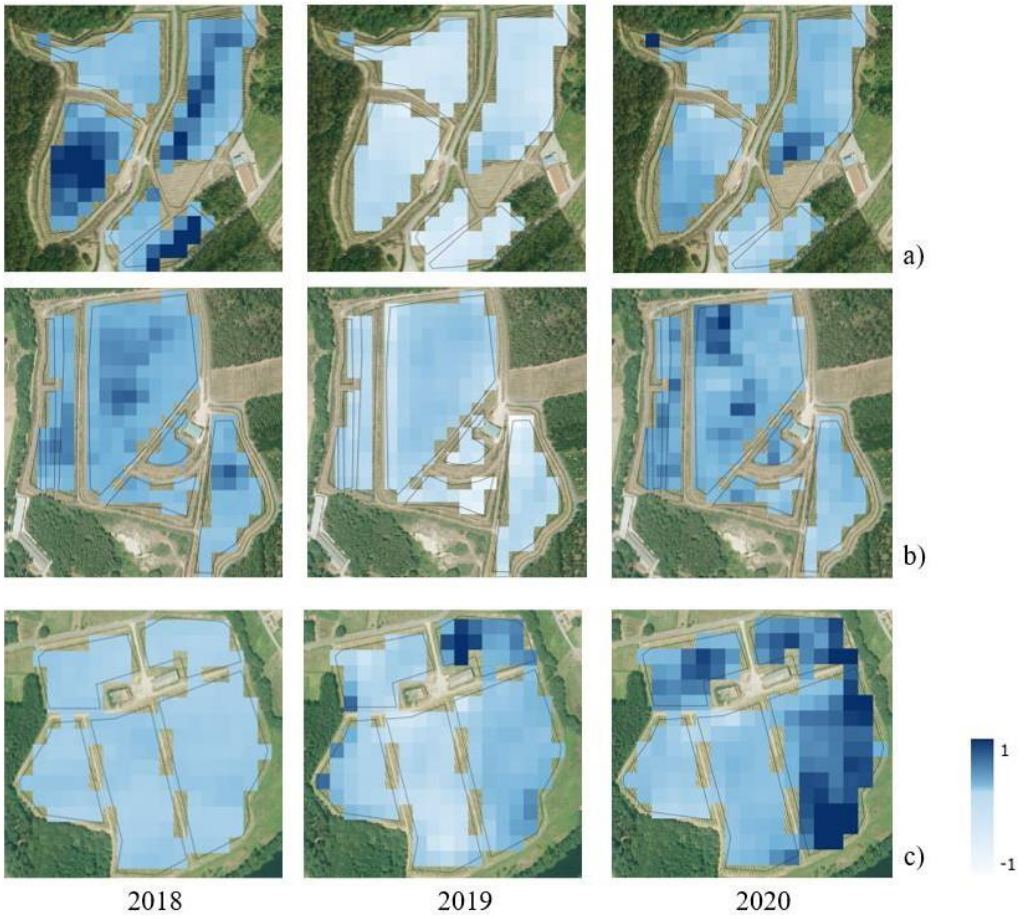


Ilustración 4.7 Mapeo del índice NDWI en a) Lobeira, b) Monteveiga y c) Ribadulla, en las tres campañas a estudio en la última semana de agosto.

4.2 Análisis estadístico del viñedo

En el presente apartado se muestran los resultados obtenidos del estudio estadístico realizado por sectores de manejo (Anexo I) actualmente empleados por la Bodega Mar de Frades, en relación a: variables de suelo, potencial hídrico, foliares (composición de limbos y peciolos), parámetros de mosto (elementos y parámetros básicos de calidad) y producción. Completando la información de esta sección, en el Anexo IV, se presentan los estadísticos descriptivos, así como las pruebas de normalidad y homocedasticidad para cada una de las variables estudiadas.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros, a partir de los análisis de varianza y de componentes principales. Se exponen de forma detallada, a modo de ejemplo, en tablas resumen para la parcela de Lobeira con relación a parámetros de suelo y de producción. Además, se incluyen los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros analizados en las tres parcelas a estudio, en las que las tablas resumen se referencian a la tabla correspondiente del Anexo IV.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.1 Análisis del suelo del viñedo

Parcela Lobeira – 2018

Los análisis estadísticos de elementos en suelo han presentado diferencias significativas en 11 variables de las 19 estudiadas en la campaña 2018 (Tablas 4.25, 4.26 y 4.27). En los parámetros pH H_2O, CE, Ca, K, Al, CICe y C, se diferencia fundamentalmente el sector 2 del resto de la parcela, además de existir diferencias significativas entre los sectores 1-2, 2-3, 2-4 y 3-4. Además, para la Sat. Al, se obtienen diferencias significativas entre los sectores 2 y 3; del mismo modo, las variables estudiadas para caracterizar las propiedades físicas del suelo (FF y FG), diferencian los sectores 1 y 3.

Tabla 4.25 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, a.

2018						
Sector	**pH H_2O**	**pH KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	5,640ab	5,052bc	94,321b	3,344b	0,427	0,081
2	6,032a	5,505a	138,318a	7,486a	0,625	0,081
3	5,516b	4,881c	101,344b	3,500b	0,480	0,077
4	5,874ab	5,281ab	97,642b	5,222b	0,642	0,088
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,007)	SI (0,004)	SI (0,012)	SI (0,000)	NO (0,096)	NO (0,524)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	**0,029**	**0,011**	**0,010**	**0,000**	0,056	0,930
1 vs 3	0,489	0,331	0,674	0,872	0,611	0,648
1 vs 4	0,215	0,216	0,849	0,073	0,056	0,544
2 vs 3	**0,001**	**0,000**	**0,010**	**< 0,0001**	0,091	0,645
2 vs 4	0,308	0,146	**0,008**	**0,011**	0,852	0,406
3 vs 4	**0,033**	**0,016**	0,806	0,057	0,092	0,231

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Atendiendo a los gráficos Biplot (Anexo IV, Ilustraciones IV.1 a IV.3), obtenidos a partir de los ACP sobre los parámetros del suelo estudiados, se observa como los factores definidos positivamente, son fundamentalmente las variables: pH, Mg, K, C, N, MO y FG, situándose en esta zona del gráfico, un elevado número de puntos del sector 2, mientras que la parte negativa de este factor queda relacionada con las variables: pH KCl, Ca, CE, CICe y Arcilla.

Respecto al factor 2 (F2), existen correlaciones positivas en las variables Al y Sat. Al, y correlación negativa con el contenido de Limo de los suelos, que engloba principalmente a los puntos que recogen el sector 3 de la parcela.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.26 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, b.

2018							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	0,770b	0,870ab	5,493b	16,468ab	19,711	2,392ab	0,138
2	1,038a	0,171c	9,402a	1,999c	35,440	2,540a	0,155
3	0,673b	1,014a	5,745b	19,824a	31,728	1,806b	0,118
4	0,697b	0,319bc	6,969b	6,173bc	37,363	1,863ab	0,112
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,003)	SI (0,001)	SI (0,000)	SI (0,001)	NO (0,053)	SI (0,029)	NO (0,275)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	**0,029**	**0,010**	**0,000**	**0,018**	0,149	0,723	0,583
1 vs 3	0,428	0,585	0,784	0,579	0,282	0,180	0,506
1 vs 4	0,570	0,055	0,132	0,112	0,136	0,247	0,425
2 vs 3	**0,001**	**0,000**	< **0,0001**	**0,001**	0,677	**0,042**	0,144
2 vs 4	**0,003**	0,518	**0,004**	0,427	0,841	0,078	0,121
3 vs 4	0,825	**0,006**	0,146	**0,017**	0,574	0,883	0,847

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla 4.27 Datos de análisis de varianza de parámetros del suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, c.

2018						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	4,125	67,578a	32,421c	58,000	22,368	19,632
2	4,380	61,207bc	38,792ab	56,545	21,789	21,665
3	3,114	60,122c	39,877a	55,111	22,933	21,956
4	3,213	64,514ab	35,485bc	55,429	24,240	20,331
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,130)	SI (0,008)	SI (0,008)	NO (0,539)	NO (0,539)	NO (0,562)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,984	**0,006**	**0,006**	0,485	0,767	0,233
1 vs 3	0,525	**0,002**	**0,002**	0,185	0,780	0,188
1 vs 4	0,643	0,199	0,199	0,259	0,381	0,702
2 vs 3	0,167	0,549	0,549	0,410	0,485	0,836
2 vs 4	0,281	0,096	0,096	0,550	0,169	0,380
3 vs 4	0,999	**0,037**	**0,037**	0,870	0,477	0,306

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Parcela Lobeira – 2020

En la campaña 2020, sólo han sido 4 variables estudiadas las que han presentado diferencias significativas entre sectores (pH H_2O, pH KCl, P y arcilla), en este caso todas las variables diferencian el comportamiento del sector 3 con respecto al total de sectores del viñedo. Si bien, el contenido de arcilla, agrupa al sector 3 y 4 en relación a la textura arcillosa analizada en los suelos de ambos sectores (Tablas 4.28, 4.29 y 4.30). En los gráficos de los ACP realizados, también puede observarse la misma tendencia de los sectores, en los que destaca el sector 3 por situarse en el lado opuesto a los puntos de los sectores definidos por los elementos CE, Mg, Na, Ca y pH. No obstante, sí se encuentra definido este sector por la variable arcilla, definida positivamente con el factor 2 (F2) (Anexo IV, Ilustraciones IV.4 a IV.6).

Tabla 4.28 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, a.

2020						
Sector	**pH H_2O**	**pH KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	6,190a	5,262a	85,300	5,394	0,742	0,059
2	6,295a	5,364a	91,127	6,781	0,767	0,046
3	5,725b	4,740b	95,356	4,824	0,938	0,072
4	6,377a	5,434a	85,386	6,875	0,974	0,050
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,005)	SI (0,002)	NO (0,854)	NO (0,153)	NO (0,237)	NO (0,763)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,604	0,612	0,682	0,241	0,874	0,572
1 vs 3	**0,034**	**0,018**	0,496	0,638	0,234	0,566
1 vs 4	0,398	0,434	0,996	0,249	0,182	0,711
2 vs 3	**0,002**	**0,001**	0,721	0,052	0,199	0,170
2 vs 4	0,654	0,700	0,653	0,929	0,151	0,855
3 vs 4	**0,002**	**0,001**	0,455	0,069	0,810	0,290

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.29 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, b.

2020							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	0,796	0,645	7,637	12,117	30,194b	2,662	0,215
2	0,825	0,323	8,742	4,186	37,672b	2,687	0,218
3	0,851	0,825	7,511	11,743	99,168a	2,264	0,183
4	0,871	0,240	9,009	3,728	68,778ab	2,303	0,185
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,889)	NO (0,076)	NO (0,504)	NO (0,103)	SI (0,012)	NO (0,325)	NO (0,288)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,770	0,609	0,362	0,108	0,750	0,947	0,920
1 vs 3	0,585	0,907	0,920	0,940	**0,008**	0,319	0,233
1 vs 4	0,479	0,489	0,298	0,117	0,138	0,391	0,286
2 vs 3	0,742	0,118	0,226	0,068	**0,004**	0,191	0,113
2 vs 4	0,594	0,984	0,805	0,915	0,147	0,268	0,164
3 vs 4	0,827	0,099	0,190	0,083	0,173	0,912	0,931

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla 4.30 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, c.

2020						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	4,589	60,726	39,274	57,720	22,368	19,912ab
2	4,633	60,826	39,174	55,829	22,374	21,797a
3	3,903	59,301	40,699	55,587	21,405	23,008a
4	3,971	60,502	39,498	57,777	24,232	17,990b
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,952)	NO (0,832)	NO (0,832)	NO (0,467)	NO (0,243)	SI (0,023)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,947	0,962	0,962	0,319	0,997	0,284
1 vs 3	0,319	0,517	0,517	0,278	0,536	0,094
1 vs 4	0,391	0,922	0,922	0,978	0,257	0,314
2 vs 3	0,191	0,391	0,391	0,877	0,440	0,407
2 vs 4	0,268	0,864	0,864	0,254	0,174	**0,020**
3 vs 4	0,912	0,545	0,545	0,219	0,051	**0,004**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W.: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Parcela Monteveiga

Los análisis estadísticos de la parcela Monteveiga, muestran una mayor uniformidad en el suelo en comparación con la parcela Lobeira, anteriormente descrita. En este caso, en la campaña 2018, únicamente se han encontrado diferencias significativas entre sectores en el contenido de Mg, que diferencia el sector 4 del resto de sectores del viñedo (Anexo IV Tablas IV.15 – IV.18). En la campaña 2020, son las variables: Mg, Na y K las que diferencian los sectores 3 y 4 con un comportamiento similar entre ambos en el contenido de esos elementos. Así como el contenido en arcilla, que es diferencial para el sector 1 de esta parcela (Anexo IV Tablas IV.19-IV.22).

Los gráficos Biplot analizados en cuanto al ACP, muestran la misma tendencia que la anteriormente comentada, y mostrando una explicación entre factores muy similar a la anteriormente comentada en la parcela de Lobeira (Anexo IV Ilustraciones IV.7 – IV.12).

Parcela Ribadulla

El análisis estadístico realizado para la parcela de Ribadulla en la campaña 2018, muestra un comportamiento diferencial, muy distinto entre sectores con respecto al pH H_2O, que agrupa los sectores 1 y 2, diferenciándolos de los sectores 3 y 5. Por otro lado, las variables pH KCl, Ca y K diferencian el sector 5, y el contenido en N, presenta diferencias significativas, diferenciando fundamentalmente los sectores 1 del 5 (Anexo IV Tablas IV.30 – IV.35).

Con los gráficos Biplot obtenidos a partir de los ACP realizados para cada una de las variables, puede observarse como las muestras que representan el sector 5, quedan definidas por los factores positivos de los componentes principales de los elementos: K, Ca, Ph KCl y CICe, de la misma forma que definimos anteriormente (Anexo IV Ilustraciones IV.13-IV.15).

El estudio de los elementos en el suelo en la campaña 2020, también presentan diferencias significativas en varios de los elementos analizados, diferenciando fundamentalmente el sector 5 del resto del viñedo. El contenido en pH H_2O, diferencia los sectores 4 y 5 con respecto al resto del viñedo y, los elementos pH KCl, CE, C, MO, FG y FF, diferencian al sector 5, fundamentalmente del sector 1 (1 vs 5).

Si bien, hay elementos como el contenido en Al y S. Al, que presentan diferencias significativas en el sector 2, y el contenido en arcilla, que diferencia los sectores 3 y 5 (Tablas IV.30 – IV.35).

En los ACP, puede observarse también esta diferenciación del comportamiento del sector 5 en el contenido de los distintos elementos analizados del suelo en el viñedo. Principalmente definido por los factores negativos para: pH KCl, pH H_2O y el CICe (Anexo IV Ilustraciones IV.16-IV.18).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.2 Potencial hídrico de tallo en el viñedo

Parcela Lobeira

Los resultados de los análisis estadísticos obtenidos para la parcela de Lobeira en cuanto al potencial hídrico de tallo han mostrado diferencias significativas en las diferentes fechas de medida según la campaña analizada. En 2018, se han obtenido diferencias significativas en los sectores 2 y 3 (20/07/2018), así como los sectores 2 frente al 1 y 4 el día 26/09/2018. Por el contrario, en la campaña 2019 no se han encontrado diferencias significativas en el comportamiento de los distintos sectores del viñedo en cuanto alpotencial hídrico de tallo. En la campaña 2020, se diferencian el sector 1 el 27/05/2020, y elsector 4 el 29/06/2020, del resto de sectores, así como diferencias entre el sector 1 y el 2 el 07/07/2020. En términos generales, son los sectores 1 y 2 los que presentan un comportamiento de potencial hídrico de tallo en la parcela de Lobeira (Anexo IV Tablas IV.40 – IV.42).

Atendiendo a los gráficos Biplot (Anexo IV Ilustraciones IV.19 – IV.21), obtenidos a partir de los ACP sobre las 32 observaciones de la sectorización del viñedo, se observa como el factor F1, queda definido positivamente con valores muy próximos o superiores al 50 %. En función de la posición de los sectores en el plano factorial, aparecen diferenciados según los días de medidas respecto a cada una de las campañas, generando un grupo de comportamiento en cada uno de los casos.

Parcela Monteveiga

Los datos de potencial hídrico de tallo analizados en la parcela de Monteveiga, muestran como en la campaña 2018, no hubo diferencias significativas. Si bien, en la campaña 2019, se han observado diferencias significativas para el día 30/05/2019, diferenciándose el sector 3 con respecto al total de sectores de la parcela. Esta misma tendencia se observa en la campaña 2020, en la que el sector 3 también tiene un comportamiento distinto en dos de los días de medida (27/05/2020 y 29/06/2020) (Anexo IV Tabla IV.47 – IV.49).

En los gráficos de los ACP, puede observarse como en el sector 3 se focalizan todos los puntos en conjunto, a diferencia del resto de sectores, fundamentalmente en la campaña 2020 (Anexo IV Ilustraciones IV.22 – IV.23).

Parcela Ribadulla

En la parcela Ribadulla, se han observado diferencias significativas en el sector 3 en la campaña 2019 (30/05/2019 y 27/06/2 019), fundamentalmente entre los sectores 1 y 4. Por otro lado, las medidas tomadas en la campaña 2020, muestran un comportamiento diferente en los sectores 4 y 5 con respecto al total del viñedo, en los cuatro días de medidas y con la misma diferenciación entre ellos (Anexo IV Tablas IV.54 – IV.56).

Los gráficos Biplot analizados en este caso, explican los comportamientos por sectores con dos factores, con un porcentaje superior al 75 % en ambos casos. Puede observarse la diferenciación de los sectores por fecha de medida, así como un agrupamiento de los sectores 4 y 5 en la campaña 2020 en las cuatro fechas de medida (Anexo IV Ilustraciones IV.24 – IV.25).

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

4.2.3 Análisis de composición foliar - Limbos

Parcela Lobeira

Los análisis de limbos en la parcela de Lobeira, han presentado diferencias significativas en los diferentes sectores de las parcelas. En la **campaña 2018**, han sido los macronutrientes N y C los que han diferenciado el sector 2 del resto de la parcela, así como el contenido en K y Mg en los que los sectores se comportan de forma distinta entre ellos. En cuanto a los micronutrientes analizados, puede diferenciarse el sector 3 en cuanto a contenido de B, y una diferenciación igual en el contenido de Cu y Fe entre los sectores 1 y 4. En la **campaña 2019**, todos los macronutrientes analizados han presentado diferencias significativas en limbos entre sectores. El C ha diferenciado entre los sectores 1 con el 3 y 4, así como el sector 2 y 4. El N, presenta una tendencia similar al C, diferenciando cada uno de los sectores, destacando el sector 3 frente al 1. El contenido en Ca, diferencia el sector 3 y el contenido en Mg, el sector 4, del resto de sectores. Con respecto a los micronutrientes analizados, el B diferencia los sectores 1 y 2 frente a los sectores 3 y 4. El Fe diferencia el sector 1 y los elementos Zn y Na, presentan un comportamiento igual de los sectores, diferenciando los sectores 3 y 4 del sector 1 y también distinto el sector 2. La **campaña 2020**, muestra diferencias significativas en el contenido en C, comportándose de forma similar los sectores 3 y 4, y los sectores 1, 2. Para el contenido en N, se diferencia al sector 4, ligado a un comportamiento similar con el sector 1. En este año, sólo los micronutrientes B y Cu, han presentado diferencias significativas, diferenciando en el caso de B el sector 4 con los sectores 2 y 3, así como el Cu, donde se diferencia el sector 1 del 3 (Anexo IV Tablas IV.64 – IV.69).

Con los gráficos de los APC analizados, ha podido observarse una gran heterogeneidad en la composición de macro y micro elementos presentes en los limbos a lo largo de las tres campañas a estudio. Si bien, el contenido de Mg en las tres campañas se encuentra definiendo los sectores como un componente positivo. Por otro lado, los microelementos analizados definen principalmente a los sectores 2 y 1 del viñedo (Anexo IV Ilustraciones IV.26 – IV.31).

Parcela Monteveiga

El contenido de macro y micronutrientes en la parcela de Monteveiga, muestra en la **campaña 2018**, diferencias significativas en los macronutrientes N y Ca, diferenciando el sector 4 frentes a los sectores 1 y 3. Los micronutrientes que han diferenciado los distintos sectores de manejo del viñedo, en este caso han sido, el contenido en Cu, diferenciando el sector 4 del 2, el Mn agrupando y diferenciando los sectores 3-4 del 1-2 y el Na que diferencia al sector 4, del resto de sectores. En la **campaña 2019**, únicamente el macronutriente N diferencia a los sectores 4-2 de los sectores 1-3. Para los micronutrientes, el B presenta un comportamiento diferencial entre los cuatro sectores analizados y el Mn, de igual modo que en la anterior campaña, diferencia los sectores 1 y 2 del 3 y 4. En el **2020**, se observa una tendencia similar a las anteriores campañas, diferenciando el macronutriente N, los sectores 4-2 del 1-3; si bien además el contenido en K diferencia al sector 4, y para el Mg se observa un comportamiento heterogéneo en los cuatro sectores a estudio (Anexo IV Tablas IV.78 – IV.83).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En relación a los gráficos Biplot, obtenidos a partir de los APC de las variables de macro y micronutrientes en las tres campañas a estudio, ha podido observarse como para la parcela Monteveiga, la definición de los elementos estudiados ha sido muy heterogénea en las tres campañas a estudio y en los cuatro sectores de manejo del viñedo. Únicamente destacando el macronutriente P, que define al sector 4, en la campaña 2018, de manera positiva como el primer factor, y en la campaña 2019 de igual forma, pero en posición negativa del primer factor de componentes principales (Anexo IV Ilustraciones IV.32 – IV.37).

Parcela Ribadulla

Los elementos analizados en limbos en la parcela de Ribadulla, muestra una gran diferenciación y heterogeneidad de los sectores en relación a los elementos analizados en los limbos en la primera campaña a estudio (2018), con 7 variables que presentan diferencias significativas, que van disminuyendo y homogeneizándose hasta el 2020, en el que únicamente uno de los macronutrientes presenta diferencias significativas entre sectores (Anexo IV Tablas IV.97 – IV.102).

En la **campaña 2018**, el contenido en C diferencia el sector 3, el contenido en N, los sectores 3-4, K los sectores 1-2, Ca el sector 5 y Mg muestra un comportamiento diferente en los cinco sectores. Los micronutrientes Cu y Mn diferencian los sectores 1-2 y 1 respectivamente. En el **2019**, el contenido en N diferencia el sector 4 y P el sector 3. Los micronutrientes Zn y Al, presentan diferencias significativas entre sectores. En la **campaña 2020**, únicamente el contenido en N de los limbos, presenta diferencias significativas entre sectores, diferenciando los sectores 4-5 del total del viñedo a estudio.

Con los ACP realizados en cada una de las campañas a estudio, tanto en macro y micronutrientes, se observa la misma tendencia comentada, sin una definición clara de los elementos analizados por sectores en las campañas 2018 y 2019, que se va uniformizando y definiendo en la última campaña a estudio (2020), con los macronutrientes N, K y P, caracterizando el sector 2, y los micronutrientes Al, Na y Zn los sectores 3 y 5 (Anexo IV Ilustraciones IV.38 – IV.43).

4.2.4 Análisis de composición foliar - Peciolos

Parcela Lobeira

Los elementos analizados en peciolos en la parcela de Lobeira, han presentado diferencias significativas, en la **campaña 2018**, en los macroelementos: C, diferenciando los sectores 3-4 de 1-2. El contenido en N, diferencia los sectores 1 del 2 y el contenido en Ca el sector 3 del 4. Los microelementos que han presentado diferencias significativas han sido el contenido en B diferenciando el sector 2 y los elementos Zn y Na el sector 1 (Anexo IV Tablas IV.110 – IV.115). En la **campaña 2019**, ha diferenciado el contenido de C a los sectores 3 del 1 y a su vez de los sectores 2-4, el contenido en N, el sector 1 del 3. El P diferencia al sector 4 y los elementos Ca y Mg al sector 1 del resto de sectores del viñedo. En este caso, es el microelemento Na, el único que presenta diferencias significativas, diferenciando los sectores 1-2 de 3-4. En el **2020**, son dos los elementos que presentan diferencias significativas entre sectores: el contenido en N, entre el sector 3, el sector 1 y los sectores 2-4; el contenido en P de los sectores 2-3 de 1-4.

En cuanto a los gráficos Biplot de los ACP, puede observarse la distribución de los sectores más afines a los elementos analizados. Destacando el contenido del macroelemento N, en las tres campañas como factor positivo en los componentes principales, que define principalmente a las muestras que recogen los sectores 2 y 3 (Anexo IV Ilustraciones IV.44 – IV.49).

Parcela Monteveiga

Los elementos analizados en peciolos en la parcela de Monteveiga, muestran diferencias significativas en la **campaña 2018** para el contenido de micronutrientes: Cu y Mn diferenciando entre sectores, y el contenido en Na que diferencia al sector 4. En la **campaña 2019**, el C y Mg diferencian el sector 2, el contenido en K y Cu al sector 3 y el micronutriente Na al sector 4. Finalmente, en la **campaña 2020**, los elementos en peciolos que presentan diferencias significativas son: C, diferenciando el sector 3, N diferencia el sector 2 del 1 y el 3, así como el contenido en K que diferencia el sector 3 del 2-4 (Anexo IV Tablas IV.123 – IV.128).

Los ACP, muestran en este caso cómo los sectores 3 y 4, coincidentes con los de mayores diferencias significativas presentadas en los elementos analizados, son los que mejor se definen y agrupan en cada una de las campañas en relación a los macro y micronutrientes, destacando el contenido en C, que, aun mostrándose como un factor positivo en 2018, y negativo en las siguientes campañas, define separadamente las muestras pertenecientes a los sectores 3 y 4 (Anexo IV Ilustraciones IV.50 – IV.55).

Parcela Ribadulla

Los elementos analizados presentes en los peciolos de las muestras recogidas en la parcela de Ribadulla, muestran como en la **campaña 2018**, los elementos que presentan diferencias significativas son: el contenido en C, diferenciando el sector 4, N diferencia el sector 2 del 3, los micronutrientes: Cu y Na al sector 5; y el contenido en Zn a los sectores 1-3 del 4-5. En la **campaña 2019**, son los microelementos B y Al los que presentan diferencias significativas entre sectores, diferenciando los sectores 5 del 1 y sectores 1-2 del 3-4-5, respectivamente. En el **2020**, los elementos C y Ca, diferencian el sector 2 del 5 (Anexo IV Tablas IV.139 – IV.144).

En los ACP de los elementos en peciolos en las tres campañas a estudio, se muestra la heterogeneidad de contenidos en macro y microelementos analizados y su variación en cada uno de los años analizados, variando según muestra y sector, sin ningún patrón claro (Anexo IV Ilustraciones IV.56 – IV.61).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.5 Análisis de elementos en mostos

Parcela Lobeira

Los elementos en mosto estudiados en la parcela Lobeira, únicamente se han analizado en las muestras de los sectores 3 y 4 para la **campaña 2018**, en los que no se han observado diferencias significativas en los análisis de varianza realizados para ambos sectores (Anexo IV Tabla IV.151). Si bien, en la distribución del ACP realizado para dichos datos, ha podido observarse una definición de las muestras que componen el sector 3 por los elementos Mg y Cu (Anexo IV Ilustración IV.62. En la **campaña 2019**, son los elementos Cu y Mg de los mostos los que presentan diferencias significativas entre sectores, diferenciando los sectores 3 y 4 respectivamente (Anexo IV Tablas IV.152 – IV.153). En el ACP realizado, no se observa una distribución que defina los sectores por los elementos anteriormente comentados (Anexo IV Ilustración IV.63). En la **campaña 2020**, los elementos presentes en los mostos que han presentado diferencias significativas son: el contenido en Mg y Zn, diferenciando al sector 3, el Na y Al, que diferencia el sector 1 y el contenido en Al, que diferencia el sector 1 del 3 (Anexo IV Tabla IV.154 – IV.155). Esta tendencia de agrupación por los elementos que han presentado diferencias significativas entre sectores también puede observarse en los gráficos Biplot obtenidos por los ACP realizados (Anexo IV Ilustración IV.64).

Parcela Monteveiga

En la **campaña 2018**, los elementos en mosto analizados en la parcela Monteveiga, han presentado diferencias significativas los elementos Cu y Na, diferenciando los sectores 3 y 4 del sector 1, y los sectores 1 y 2 entre sí (Anexo IV Tabla IV.162, Ilustración IV.65. En el **2019**, es el contenido de Ca en el mosto el que diferencia los sectores 1-2 de 3-4 y el Fe, el que marca diferencias significativas en el sector 2, frente al resto de sectores (Anexo IV Tabla IV.163 – IV.164, Ilustración IV.66. En la **campaña 2020**, son los elementos K y P los que diferencian el sector 3, Mg el sector 2 y el Fe el sector 4 (Anexo IV Tabla IV.165 – IV.166, Ilustración IV.67).

Parcela Ribadulla

Los análisis de elementos en mosto realizados en las tres campañas a estudio en la parcela de Ribadulla, únicamente han presentado diferencias significativas en las muestras analizadas en el 2018. Los elementos que diferencian los sectores de la parcela según su presencia en mosto son: el Cu y Mg, que diferencian el sector 4, el contenido en Ca diferencia el sector 3 y 4, y el Mn el sector 1 del 5 (Anexo IV Tabla IV.177 – IV.182, Ilustraciones IV.68 – IV.70).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.6 Parámetros básicos de calidad en mostos

Parcela Lobeira

Los parámetros básicos de calidad de mosto, analizados en la parcela de Lobeira, muestran en la **campaña 2018** (estudiados en este caso los sectores 3 y 4), diferencias significativas entre sectores en los parámetros pH y A. Málico (Anexo IV Tabla IV.189 – IV.190, Ilustración IV.71). En el **2019**, es el contenido en N. Alpha A y N. Amoniacal el que diferencia el sector 3 del resto de sectores del viñedo (Anexo IV Tabla IV.191 – IV.192). En cuanto al ACP realizado, puede observarse como los parámetros clásicos pH, Grado probable y Densidad, agrupan la mayor parte de muestras comprendidas en los sectores 2, 3 y 4 (Anexo IV Ilustración IV.72). En la **campaña 2020**, se diferencia fundamentalmente el sector 1 del resto de sectores que componen el viñedo, cuando analizamos los parámetros: A. Total, pH, A. Málico, N. Alpha A., N Amoniacal y Podredum A (Anexo IV Tabla IV.193 – IV.194). Este último parámetro también se observa en el ACP que define al sector 1 (Anexo IV Ilustración IV.73).

Parcela Monteveiga

En la parcela de Monteveiga se presentan, en la **campaña 2018**, diferencias significativas en los parámetros A. Total, pH, N Alpha A, que diferencian el sector 3 del viñedo a estudio (Anexo IV Tabla IV.202 – IV.203, Ilustración IV.74). En la **campaña 2019**, son las variables: N. Alpha A, N Amoniacal los que diferencian el sector 3, y el Potasio, que diferencia el sector 1 (Anexo IV Tabla IV.204 – IV.205, Ilustración IV.75). En el **2020**, se diferencia claramente el sector 3 de nuevo, con las variables: Grado prob., Densidad, A. Total, N. Amoniacal, Podredum A. y GAP (Anexo IV Tabla IV.206 – IV.207, Ilustración IV.76).

Parcela Ribadulla

En la parcela de Ribadulla, los parámetros básicos analizados en los mostos, no han presentado diferencias significativas en las campañas 2018 y 2019. Si bien, en la campaña 2020, se ha diferenciado el sector 4, así como los sectores 1 del 4, y 1 del 5 con los parámetros: A. Total, A. Tartárico y A. Podredum. Para el Ethanol también se han presentado diferencias significativas entre los sectores 1-3 y 2-4-5 (Tablas IV.218 – IV.123 Ilustraciones IV.77 – IV.79).

4.2.7 Datos de producción y poda

Parcela Lobeira

Los parámetros medidos en vendimia y en época de poda, reflejan para la parcela de Lobeira que no se muestran diferencias significativas en las campañas 2018 y 2019, entre sectores. Sin embargo, en la **campaña 2020**, pueden observarse diferencias significativas en el sector 4 con respecto al resto de sectores que forman el viñedo en las variables: Nº de racimos, Producción e Índice de Ravaz (Anexo IV Tablas 4.31 – 4.33). Este comportamiento diferencial del sector 4 puede observarse también en el agrupamiento de cada una de las muestras que componen el sector en el gráfico del ACP (Anexo IV Ilustración IV.80 – IV.82).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.31 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018							
Sector	**Nº Racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso 100 bayas1**	**Peso baya**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
3	89,778	12,353	133,68	147,95	1,482	3,864	3,155
4	63,714	10,269	161,952	150,82	1,52	3,889	2,77
Análisis	t-Student	t-Student	t-Student	K.W.	K.W.	t-Student	t-Student
Sig. (p-valor)	NO (0,098)	NO (0,477)	NO (0,181)	NO (0,874)	NO (0,427)	NO (0,969)	NO (0,545)

t-Student: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla 4.32 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019.

2019					
Sector	**Nº Racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	27,200	3,074	113,468	3,002	1,339
2	56,727	5,585	97,892	3,822	1,594
3	56,111	5,299	93,342	4,421	1,182
4	58,143	5,816	98,009	4,068	1,415
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,194)	NO (0,402)	NO (0,344)	NO (0,354)	NO (0,560)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,208	0,415	0,473	0,830	0,937
1 vs 3	0,249	0,415	0,283	0,498	0,986
1 vs 4	0,234	0,547	0,548	0,741	0,999
2 vs 3	1,000	0,996	0,955	0,879	0,677
2 vs 4	1,000	0,999	1,000	0,992	0,968
3 vs 4	0,999	0,986	0,965	0,979	0,941

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.33 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020.

2020					
Sector	**Nº Racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	21,200b	2,758b	124,718	3,775	2,324b
2	50,454b	5,159ab	109,332	4,525	1,725b
3	71,777ab	7,251ab	97,778	3,722	1,387ab
4	101,428a	10,047a	98,678	2,714	1,944a
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,006)	SI (0,026)	NO (0,690)	NO (0,690)	SI (0,002)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,437	0,686	0,778	0,778	0,368
1 vs 3	0,074	0,208	0,390	0,390	0,056
1 vs 4	**0,003**	**0,021**	0,461	0,461	**0,001**
2 vs 3	0,550	0,655	0,827	0,827	0,543
2 vs 4	**0,030**	0,078	0,882	0,882	**0,012**
3 vs 4	0,367	0,519	1,000	1,000	0,208

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Parcela Monteveiga

En la parcela de Monteveiga, no se han observado diferencias significativas en las campañas 2018 y 2019 en ningunas de las variables de producción estudiadas. En la **campaña 2020**, ha sido el Nº de racimos el que ha generado diferencias entre los sectores 3 y 4, mientras que la producción ha sido diferente para el sector 4 respecto al resto de sectores (Anexo IV Tablas IV.133 – IV.135 Ilustraciones IV.83 – IV.85).

Parcela Ribadulla

En la parcela de Ribadulla, se han observado diferencias significativas en las campañas 2018 y 2020. En el **2018**, se ha diferenciado el sector 4, del resto de sectores de la parcela con las variables: Peso del racimo, Peso de 100 bayasy Peso baya (Tabla 151, Ilustración 124). En la **campaña 2020**, únicamente el Índice de Ravaz ha presentado diferencias entre sectores, concretamente diferenciando los sectores 2-3 de los sectores 4-5 (Anexo IV Tabla IV.141 – IV.143 Ilustraciones IV.86 – IV.88).

4.2.8 Discusión zonificación estadística

Con los resultados obtenidos de los análisis estadísticos del viñedo en función de todos los parámetros estudiados, por parcelas y unidades de manejo dentro de las mismas, ha podido observarse cómo los parámetros analizados en suelo muestran diferencias significativas entre sectores y elementos influyentes, con menor variación con respecto al resto de parámetros estudiados, así como una diferenciación de sectores que se mantienen en las tres campañas a estudio. Diversos trabajos de investigación, muestran los parámetros del suelo como variables discriminantes a la hora de la zonificación de un área vitícola (Hernández *et al*., 2011).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En cuanto al potencial hídrico estudiado en las tres parcelas en cada una de las añadas, puede observarse como este factor está directamente influenciado por el factor "añada", según las condiciones climatológicas presentadas, por lo que dificulta su inclusión en los parámetros de la zonificación. Si bien, cabe destacar la diferenciación de sectores en los que su tendencia ha sido similar y ha presentado diferencias significativas independientemente de la campaña a estudio (en Lobeira sectores 1 y 2, y en Ribadulla los sectores 1 y 2 vs 3 y 5). Otros autores también comentan la heterogeneidad de la zonificación según las necesidades hídricas del viñedo, así como el efecto de las condiciones climáticas, fundamentalmente cuando nos encontramos con tratamientos de riego estandarizados (Pulpón, 2010), como es el caso de las parcelas en estudio.

En cuanto a los elementos analizados en mosto, cabe destacar la heterogeneidad de su diferenciación. Si bien, los elementos Mg y Cu, han sido los que han presentado diferencias significativas entre sectores comúnmente entre las campañas a estudio. Los parámetros básicos de los mostos también se han manifestado influenciados bajo el efecto añada, destacando los mostos del 2019 por presentar diferencias significativas en las tres parcelas a estudio en relación a su contenido en N. Alpha A y N. Amoniac. Finalmente, los datos de producción han presentado gran heterogeneidad con respecto a la diferenciación de sectores. Si bien, han sido las variables Nº de racimos y producción por planta, las variables que han diferenciado unidades de manejo en las parcelas, al igual que autores como Cano *et al*. (2016).

4.3 Estimación de la composición del suelo del viñedo mediante técnicas de espectroscopía

La estimación nutricional de los suelos de los viñedos mediante técnicas de espectroscopía, ha permitido capturar las firmas espectrales de las 96 muestras de suelo (Ilustración IV.8). Las firmas espectrales obtenidas, han mostrado un mismo patrón, y se han dividido en longitudes VIS, NIR y SWIR, en las que, según la literatura, se ubican las concentraciones de elementos en el suelo (Northup *et al*., 2012).

Del conjunto de variables estudiadas, han sido los elementos: N, MO y arcilla, los que presentaron las mejores relaciones con la reflectancia de longitud de onda completa. Se han seguido los criterios de selección anteriormente descritos en el apartado de metodología (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

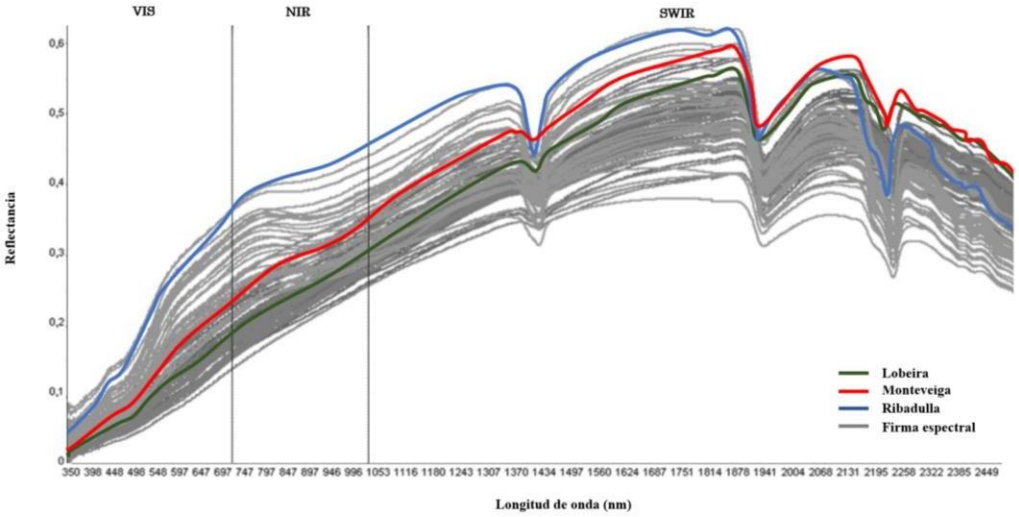


Ilustración 4.8 Firmas espectrales de las 96 muestras de suelo en las tres parcelas a estudio (gris), y valor promedio de las firmas espectrales en Lobeira (verde), Monteveiga (rojo) y Ribadulla (azul), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

4.3.1 Regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) vs Random Forest (RF)

Los resultados obtenidos de las variables: N, MO y arcilla, muestran cómo en las metodologías utilizadas, las correlaciones dependen de la técnica de procesado de los datos. Los resultados obtenidos con el rango completo de la firma espectral, presenta mejores coeficientes de determinación (R^2) y menores errores de estimación (RMSE) en los modelos de Random Forest (RF) en los que no se han aplicado componentes principales (Tabla 4.34).

Tabla 4.34 Valores de correlación en regresión Random Forest (RF) y componentes principales (RF-PC), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

	RF		RF-PC	
	R^2	RMSE	R^2	RMSE
N	0,57	0,04	0,49	0,04
MO	0,68	1,18	0,59	1,34
Arcilla	0,50	2,91	0,51	0,76

R^2(Coeficiente de determinación); RMSE (Error cuadrático medio).

En la tabla 4.35, se muestran los datos obtenidos de las regresiones PLSR y RF, aplicados a los cuatro rangos de reflectancia estudiados. Las mejores correlaciones, se han obtenido en los rangos del SWIR y NIR, y la mayor correlación observada ha sido en el contenido de MO (R^2 = 0,84).

Sin embargo, si analizamos los factores que definen los modelos estudiados, modelos más simples pueden observarse con errores de estimación más pequeños entre los valores predichos y observados (RMSE), error de validación (SEP) y un número razonable de factores. Los errores de calibración obtenidos, se encuentran dentro de los rangos que definen modelos de predicción robustos, como valores de RPD entre 1,4 y 2,0 (Chang *et al*.,2001; Gras *et al*., 2014).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Otros autores, han estudiado los resultados obtenidos en los diferentes rangos de longitudes de onda, mostrando los mejores resultados cuando estos se capturan en el visible y el infrarrojo cercano (VIS y NIR) (Zeng *et al*., 2019), o bien otros trabajos, presentan una buena correlación en las bandas de longitud de onda SWIR al estimar variables de caracterización del suelo (Perret *et al*., 2020).

En cuanto a la metodología empleada para la predicción de las variables del suelo, el PLSR ha presentado valores de R^2 superiores a la regresión RF. Otros estudios, han comparado las metodologías utilizadas con más variables de calibración para parámetros de suelo, con cationes intercambiables en agricultura de precisión, obteniendo los mejores resultados con el ajuste de PLSR, en comparación de otras metodologías estudiadas (Zhao *et al*., 2021).

Tabla 4.35 Regresiones PLSR y RF en los cuatro rangos de longitud de onda estudiados (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

	PLSR					**RF**			
	N					**N**			
	R^2	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**FACT.**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
Complet.	0,53	0,04	0,04	1,64	3	0,57	0,04	0,04	1,49
VIS	0,53	0,04	0,04	1,64	1	0,61	0,04	0,04	1,58
NIR	0,50	0,04	0,04	1,67	1	0,53	0,04	0,04	1,41
SWIR	0,53	0,04	0,04	1,64	4	0,43	0,05	0,05	1,27
	MO					**MO**			
	R^2	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**FACT.**	**R^2**	**RMS**	**SEP**	**RPD**
Complet.	0,61	1,29	1,28	1,62	4	0,68	1,18	1,20	1,74
VIS	0,57	1,35	1,36	1,66	1	0,68	1,16	1,18	1,77
NIR	0,84	0,79	0,80	1,39	6	0,57	1,36	1,38	1,51
SWIR	0,65	1,22	1,22	1,59	7	0,53	1,44	1,46	1,43
	Arcilla					**Arcilla**			
	R^2	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**FACT.**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
Complet.	0,68	2,34	2,31	1,55	7	0,50	2,91	2,95	1,41
VIS	0,37	3,34	3,31	1,79	3	0,51	3,01	3,06	1,36
NIR	0,67	2,34	2,33	1,55	5	0,56	2,70	2,74	1,51
SWIR	0,68	2,33	2,35	1,56	7	0,47	3,00	3,05	1,36

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); SD (error estándar de referencia); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores). VIS (350-700 nm); NIR (701-1000 nm); SWIR (1000-2500 nm) y Complet. (350-2500 nm).

4.3.2 Transformaciones y pre-tratamiento de datos

Con los pretratamientos espectrales definidos, se observó: un aumento del número de factores utilizados en el modelo y mismos valores de R^2 en *Signal smoothing Savitzky-Golay*, mientras que en *Baseline normalization*, se mantiene el rango de valores de R^2 con una ligera reducción del valor, mejorando el número de factores. *First derivative*, baja ligeramente el valor de R^2, pero reduce significativamente el número de factores. *Standard normal variate and detrending*, mantiene los valores de R^2 ligeramente más bajos y reduce el número de factores utilizados.

Finalmente, la transformación de *Spectroscopy*, aumenta ligeramente el valor de R^2 y reduce el número de factores siendo, por lo tanto, la transformación y corrección de datos que proporciona los mejores resultados, mejorando el modelo de predicción utilizado, a excepción de la arcilla (Tabla 4.36).

Tabla 4.36 Regresiones PLSR y RF aplicando seis transformaciones a los datos espectrales (empleando el rango espectral completo de los datos), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

	PLSR					RF			
Sin Transformación (NT)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,53	0,04	0,04	1,64	3	0,67	0,68	0,04	1,49
MO	0,66	1,29	1,28	1,62	4	0,68	1,18	1,20	1,74
Arcilla	0,68	2,34	2,31	1,55	7	0,61	2,91	2,95	1,41
Signal smoothing by Savitzky-Golay (SG)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,67	0,03	0,03	1,79	3	0,60	0,04	0,04	1,52
MO	0,70	1,12	1,13	1,82	3	0,68	1,18	1,19	1,75
Arcilla	0,49	2,99	3,01	1,39	3	0,50	2,92	2,96	1,40
Baseline normalization (BN)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,64	0,04	0,04	1,75	2	0,59	0,04	0,04	1,54
MO	0,69	1,15	1,15	1,79	2	0,62	1,29	1,31	1,59
Arcilla	0,47	3,04	3,05	1,37	6	0,39	3,38	3,43	1,21
First Derivative (FD)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,62	0,04	0,04	1,70	1	0,53	0,04	0,04	1,44
MO	0,67	1,18	1,18	1,74	2	0,66	1,22	1,23	1,69
Arcilla	0,37	3,33	3,35	1,25	4	0,64	2,54	2,58	1,61
Standard normal variate (SNV)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,62	0,04	0,04	1,707	2	0,54	0,04	0,04	1,47
MO	0,68	1,15	1,16	1,784	3	0,61	1,30	1,32	1,58
Arcilla	0,44	3,14	3,16	1,333	4	0,43	3,11	3,16	1,31
Spectroscopy (SP)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,69	0,03	0,03	1,892	1	0,61	0,04	0,04	1,54
MO	0,73	1,06	1,06	1,938	3	0,69	1,16	1,18	1,77
Arcilla	0,52	2,90	2,91	1,444	3	0,52	2,85	2,90	1,43
Standard normal variate and detrending (SNV-D)									
Variable	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**	**R^2**	**RMSE**	**SEP**	**RPD**
N	0,64	0,04	0,04	1,750	1	0,56	0,04	0,04	1,49
MO	0,70	1,13	1,13	1,821	2	0,62	1,28	1,30	1,61
Arcilla	0,39	3,26	3,28	1,283	7	0,54	2,93	2,98	1,39

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); SD (error estándar de referencia); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores).

Varios autores (Viscarra *et al*., 2010; Udelhoven *et al*., 2003), han publicado la mejora de la aplicación de transformaciones en análisis de datos en regresiones de PLSR para la mejora de modelos predictivos que emplean en el análisis el rango espectral completo de los datos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

También se han estudiado estes pre-tratamientos sobre los distintos rangos espectrales, en los que generalmente tienen poco impacto en el VIS y el comienzo de la región NIR porque las características de absorción en esta región son muy amplias, pero mejoran los modelos en la región del SWIR y cuando analizamos el total del espectro (Bsrtholomeus *et al*., 2008). Du y Zhou (2009), han estudiado la fertilidad del suelo con buenos valores con transformaciones de *First derivative* y *signal smoothing*, y Mukrimin *et al*. (2019), en un análisis de composición de suelo, han obtenido sus mejores resultados con transformaciones de *standard normal variate*.

4.3.3 Correlaciones de las variables y metodologías con los mejores resultados

La relación de las variables de suelo medidas y las variables obtenidas por el modelo de predicción, en una regresión de PLSR al que se le aplicó la transformación de *spectroscopy* para el ajuste de los datos obtenidos en laboratorio y los datos capturados por espectroscopía, han presentado buenos coeficientes de determinación, siendo R^2_N = 0,69, R^2_{MO} = 0,73 y $R^2_{arcilla}$ = 0,52) (Ilustración 4.9).

Las relaciones entre valores predichos y observados también han mostrado buenos resultados con metodologías similares en trabajos que estudiaron la caracterización de suelos en diferentes áreas sobre la nutrición en plantas de algodón (Rosero-Vlasova *et al*., 2016).

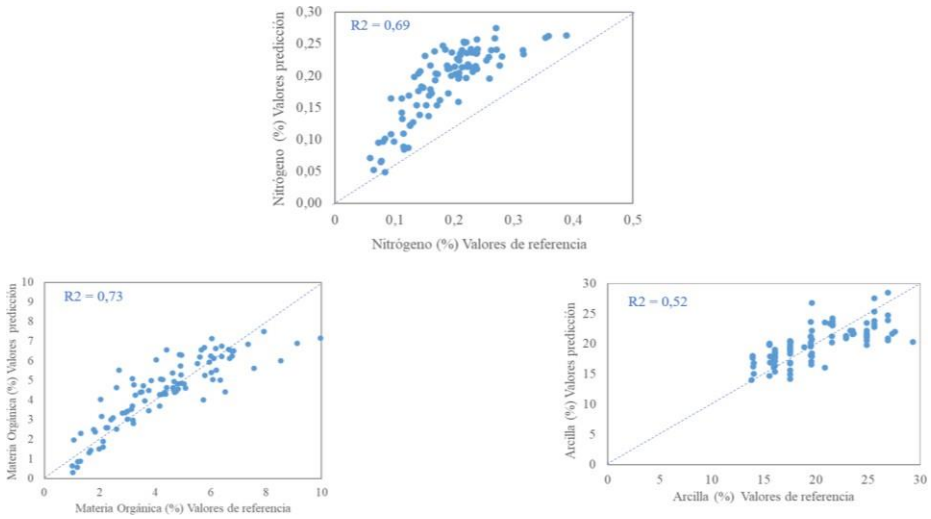


Ilustración 4.9 Correlación entre datos de predicción y referencia con el mejor pre-procesado y transformación de datos (spectroscopy y regresión PLSR), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

4.3.4 Mapeado de las variables de suelo del viñedo

El mapeo de los suelos de los viñedos objeto a estudio, nos ha permitido observar la distribución heterogénea de las propiedades del suelo en la parcela, más irregular en el viñedo de Lobeira (Ilustración 4.10), y con un patrón similar en las parcelas Monteveiga y Ribadulla con respecto al contenido en N (Ilustración 4.10). La parcela de Lobeira ha presentado valores standard de N y MO en toda su extensión, pero con un contenido bajo en arcilla. Las parcelas Monteveiga y Ribadulla, muestran un contenido bajo de las variables de suelo estudiadas en las zonas límite de las parcelas. La comparación de la caracterización de los suelos de los viñedos, con los valores predichos y de referencia, no superan el 7 % de error entre ambas metodologías (Ilustración 4.11).

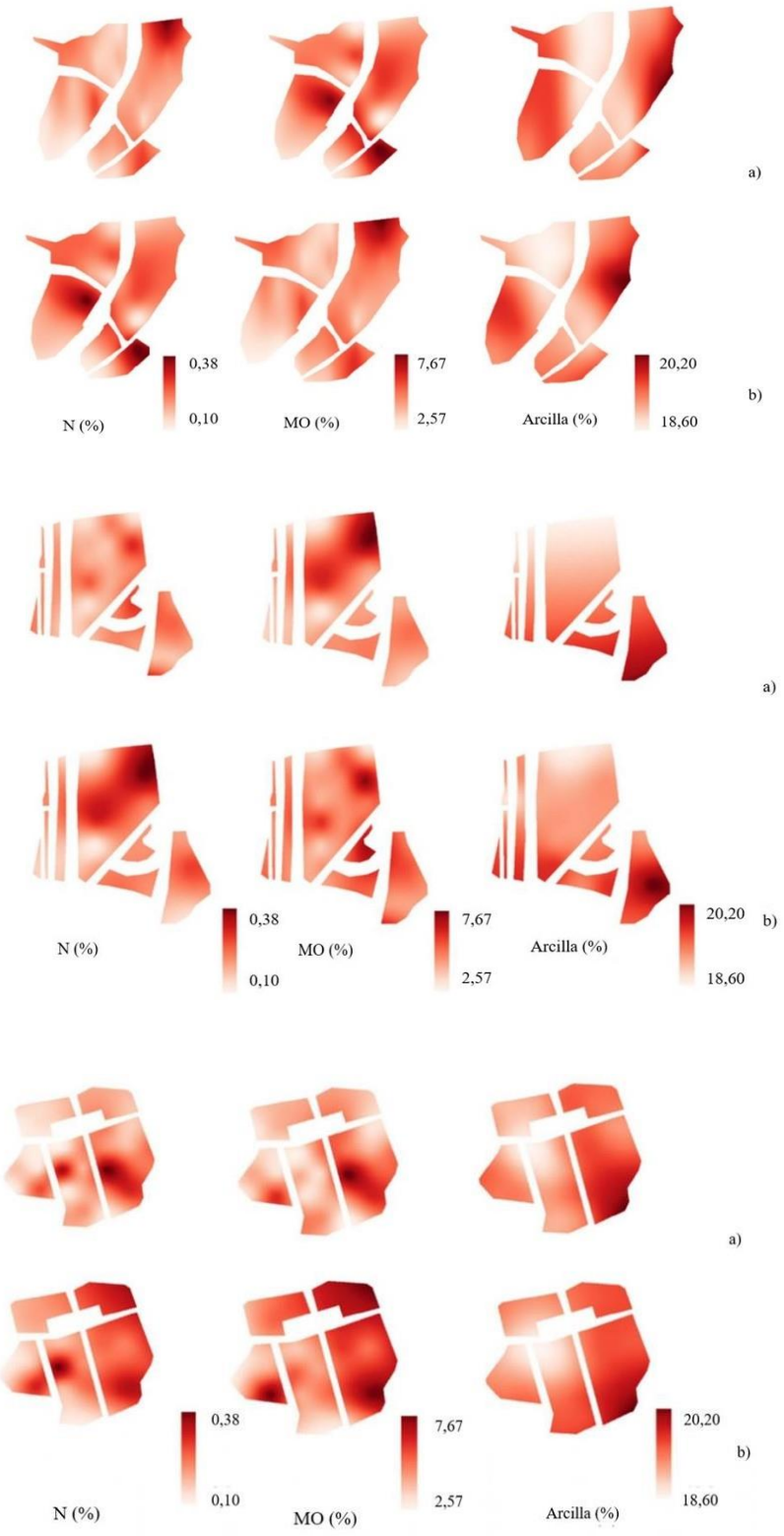


Ilustración 4.10 Mapeo de las variables de suelo a estudio (N, MO y arcilla) en la parcela Lobeira, Monteveiga y Ribadulla con los datos de referencia medidos en análisis de laboratorio (a) y los datos predichos (con regresión PLSR y transformación de datos *Spectroscopy*) (b), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Autores como (Odlare et al., 2005; He et al., 2005), han obtenido resultados de mapeo de elementos para la caracterización del suelo en las variables C, arcilla y pH mediante técnicas espectroscópicas analizadas con regresión PLSR, que les han permitido zonificar los suelos con valores de R^2 elevados (0,92 y 0,93). Los autores (Vadillo *et al*., 2006), también han estudiado viñedos con subzonas diferenciadas con respecto a la caracterización de los suelos de los viñedos, en este caso en relación a los parámetros topográficos.

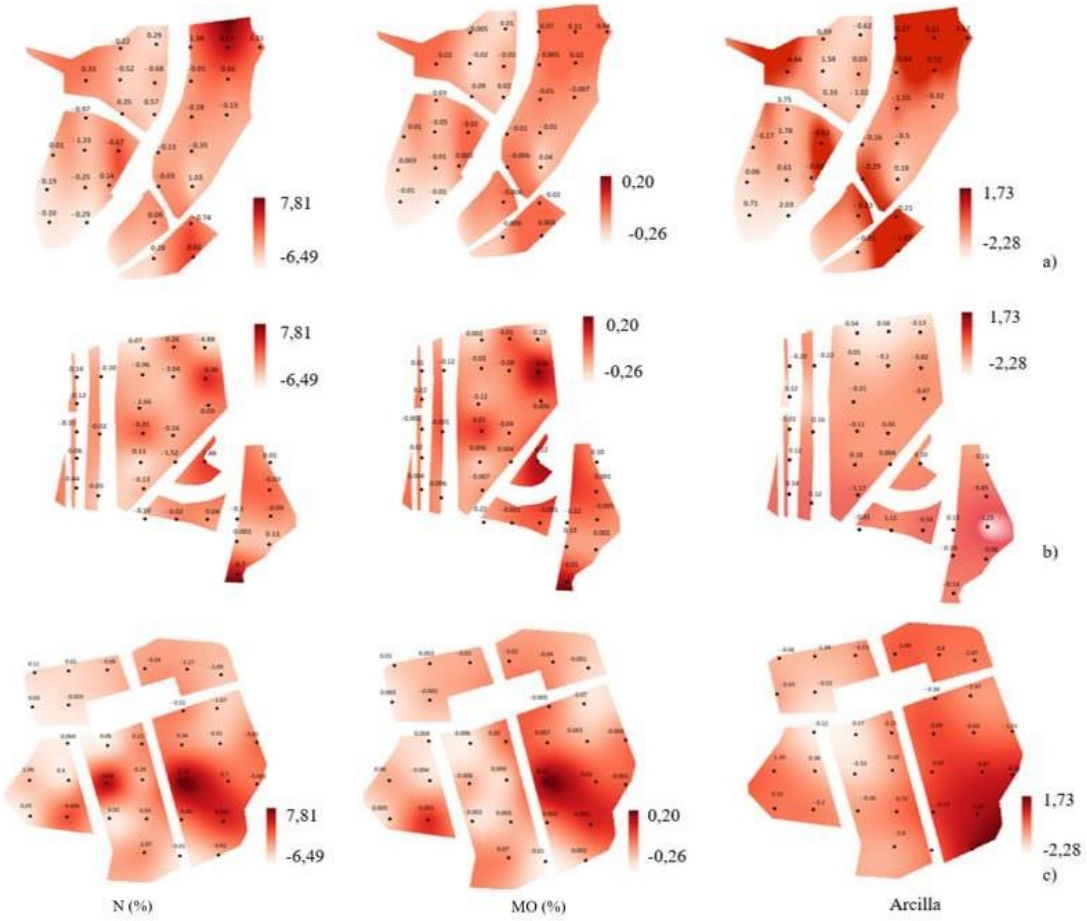


Ilustración 4.11 Diferencia (%) de contenido en N, MO y arcilla en la comparación de los datos de referencia medidos en análisis de laboratorio y datos predichos obtenidos mediante espectroscopía: Lobeira (a), Monteveiga (b) y Ribadulla (c), (Rodríguez-Febereiro *et al*., 2022a).

Los resultados obtenidos con el espectrorradiómetro permiten definir mapas de propiedades de suelo (N, MO y arcilla) de forma confiable, e introducir modificaciones en las capas de información empleadas en la zonificación. En especial, como se expone a continuación, el mapa del contenido en arcilla es de utilidad en la zonificación de las tres parcelas estudiadas, mientras que la MO tiene relevancia para la zonificación en términos de parámetros de suelo en Ribadulla (Tabla 4.37).

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.4 Zonificación espacial del viñedo en subzonas de manejo agronómico

Los mapas de zonificación de las parcelas según los parámetros agronómicos medidos en campo o analizados en laboratorio, se han obtenido con las variables seleccionadas que permiten la diferenciación de las subparcelas dentro de los tres viñedos en las tres campañas a estudio. En la Tabla 4.37, se muestra la relación de variables empleadas para la zonificación de cada uno de los viñedos, basadas en el estudio estadístico detallado en los Anexos IV y V.

Tabla 4.37 Variables de suelo, agronómicas y enológicas seleccionadas para la zonificación de los viñedos (Lobeira, Monteveiga y Ribadulla).

Parcela	**Lobeira**
Fisiografía	X, Y, Z, Pte
Suelo	pH H_2O, Cea, C, FF, P, Arcilla
LWP	19/06/18, 20/07/18, 22/08/18, 26/09/18, 25/06/19, 30/07/19, 09/09/19, 27/05/20 ,29/06/2020, 07/07/20, 30/07/20
Foliares	C (l), P (l), Ca (l), Mg (l), B (l), Cu (l), Mn (l), Zn (l), Na (l), N (p), Mg (p), Zn (p)
E. Mosto	Cu, Mg, Na, Zn, Al, Fe
P. Mosto	N. Alpha A., N.A moniac, A. Total, pH, A. Malico, A Pod. Ac.
Producción	Produc.
Parcela	**Monteveiga**
Fisiografía	X, Y, Z, Pte
Suelo	Mg, Na, K, Arcilla
LWP	02/08/18, 30/05/19, 27/06/19, 26/07/19, 30/06/20, 08/07/20, 23/08/20
Foliares	N (l), B (l), Cu (l), Fe (l), Mn (l), Zn (l), Na (l), N (p), C (p), Na (p)
E. Mosto	Cu, Na, Ca, Al, Fe, K, Mg, P
P. Mosto	G. Prob., A. Total, A. Malico, N. Alpha A., GreyRot
Producción	Produc.
Parcela	**Ribadulla**
Fisiografía	X, Y, Z, Pte
Suelo	pH H_2O, CE, C, MO, FF, Arcilla
LWP	20/08/18, 30/05/19, 27/06/19, 26/07/19, 28/05/20, 08/07/20, 30/07/20, 23/08/20
Foliares	C (l), N (l), P (l), Ca (l), Cu (l), Zn (l), C (p), N (p), Ca (p), Cu (p), Zn (p)
E. Mosto	Ca, Cu, Mn, Al
P. Mosto	A. Total
Producción	IR

A partir de los resultados de zonificación obtenidos para cada parcela, se muestra el resultado de la zonificación optimizada para cada una de las parcelas, permitiendo al viticultor decidir qué criterio maximizar para manejar la misma, acorde con la información disponible para cada grupo de variables estudiadas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.4.1 Zonificación de la parcela Lobeira

Los resultados obtenidos para la zonificación de la parcela de Lobeira según el grupo de variables agronómicas estudiadas, muestran cómo la zonificación media obtenida para las variables de suelo y potencial hídrico foliar, presentan una diferenciación de subparcelasmuy similares para ambas variables. Si bien, para la composición foliar se obtiene una zonificación con sectores transversales a la parcela en su conjunto, diferenciándose de las zonificaciones anteriormente comentadas. En cuanto al análisis de mostos, tanto en elementos, como en parámetros de calidad, y para la producción obtenida, han presentado subparcelas de manejo similares para estos tres bloques de variables analizados (Ilustraciones 4.12 – 4.18).

La zonificación basada en variables fisiográficas ha presentado un resultado similar a la zonificación a partir de los datos de composición foliar.

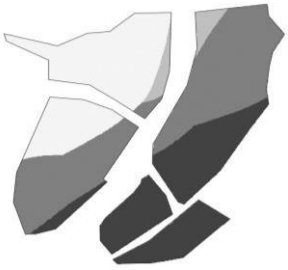


Ilustración 4.12 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente).

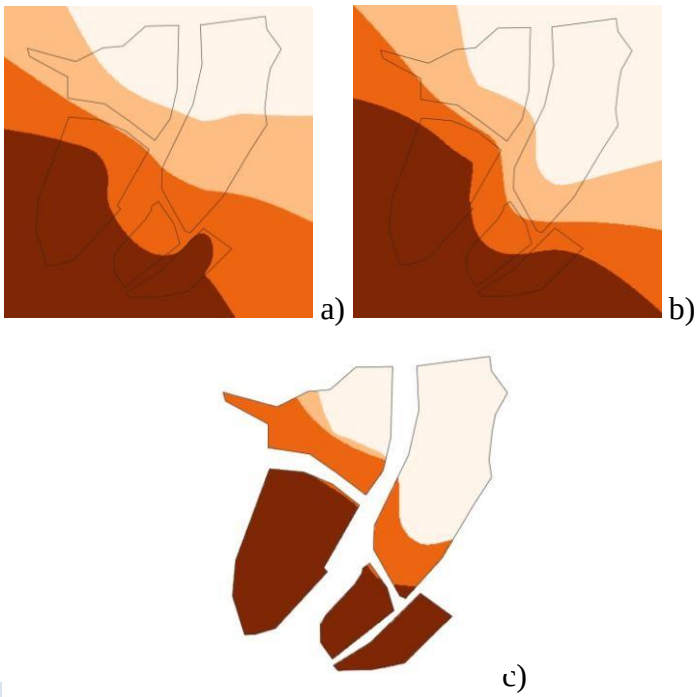


Ilustración 4.13 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio.

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

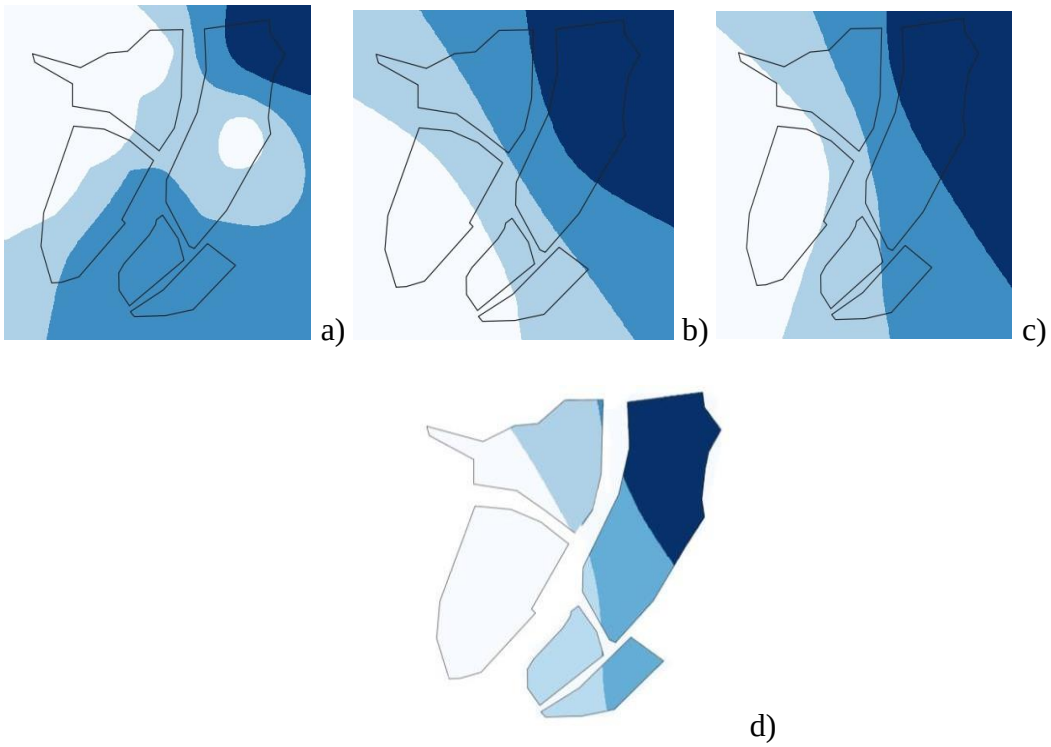


Ilustración 4.14 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

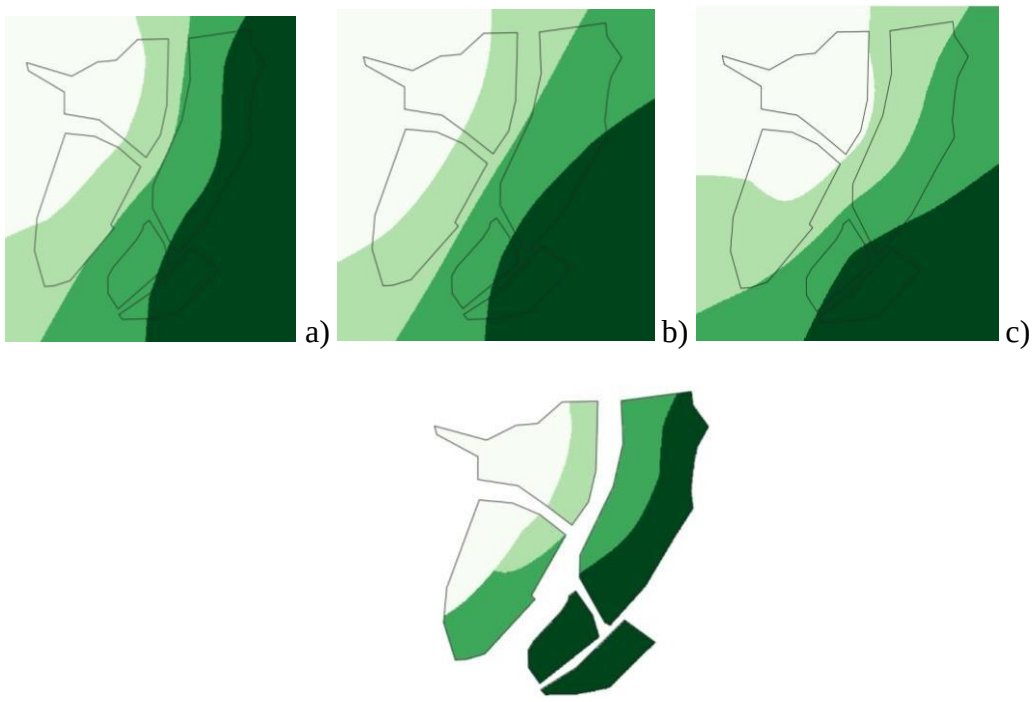


Ilustración 4.15 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

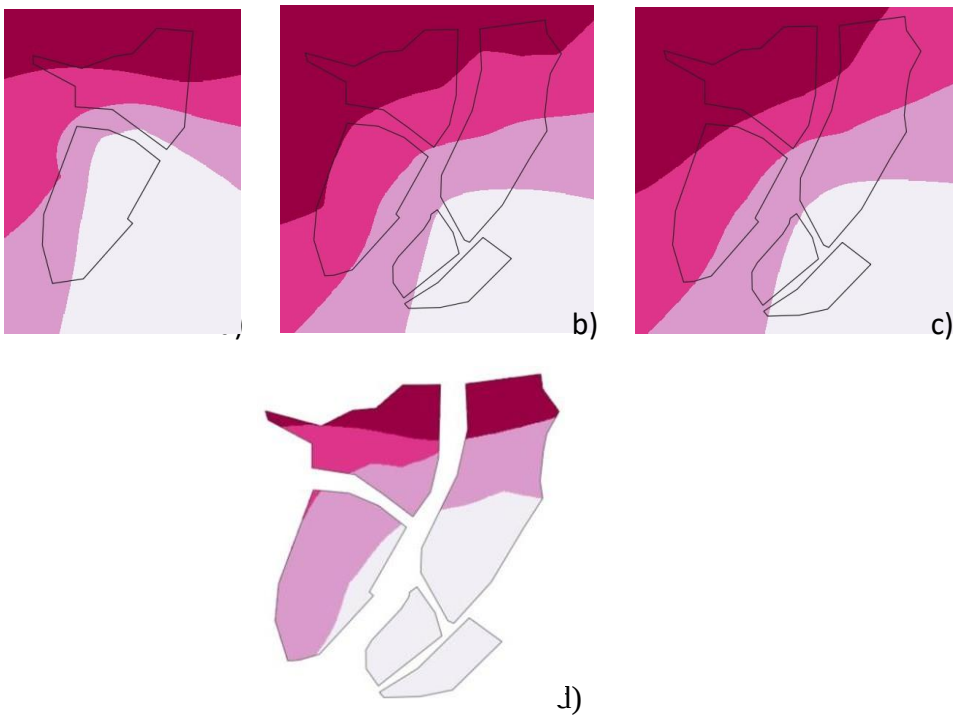


Ilustración 4.16 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

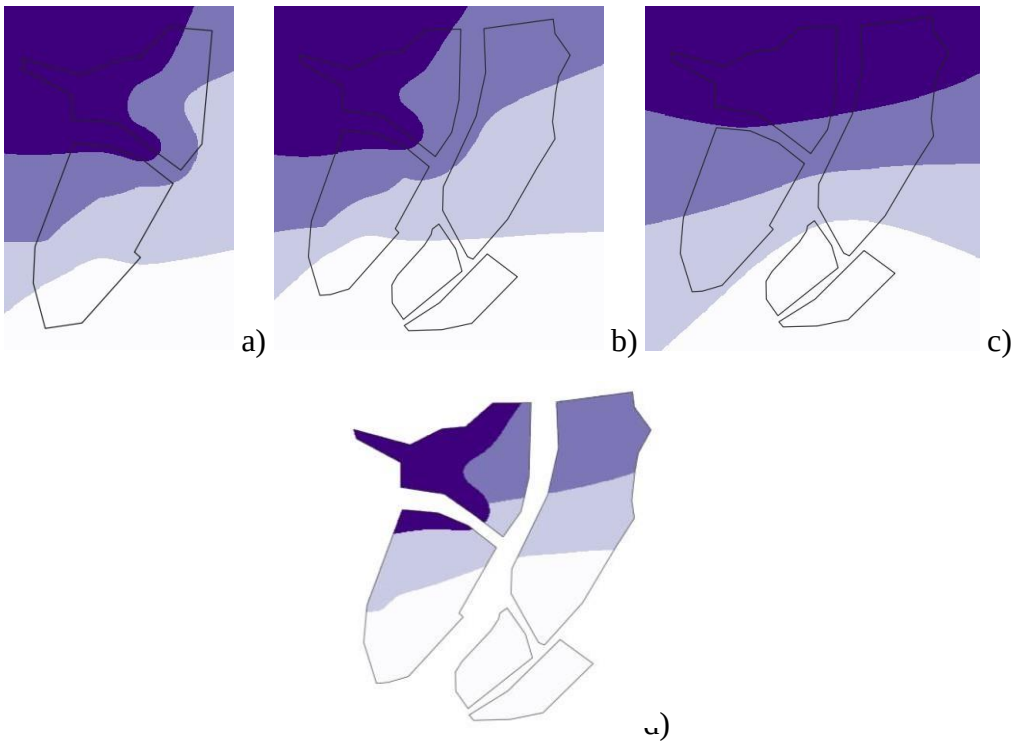


Ilustración 4.17 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

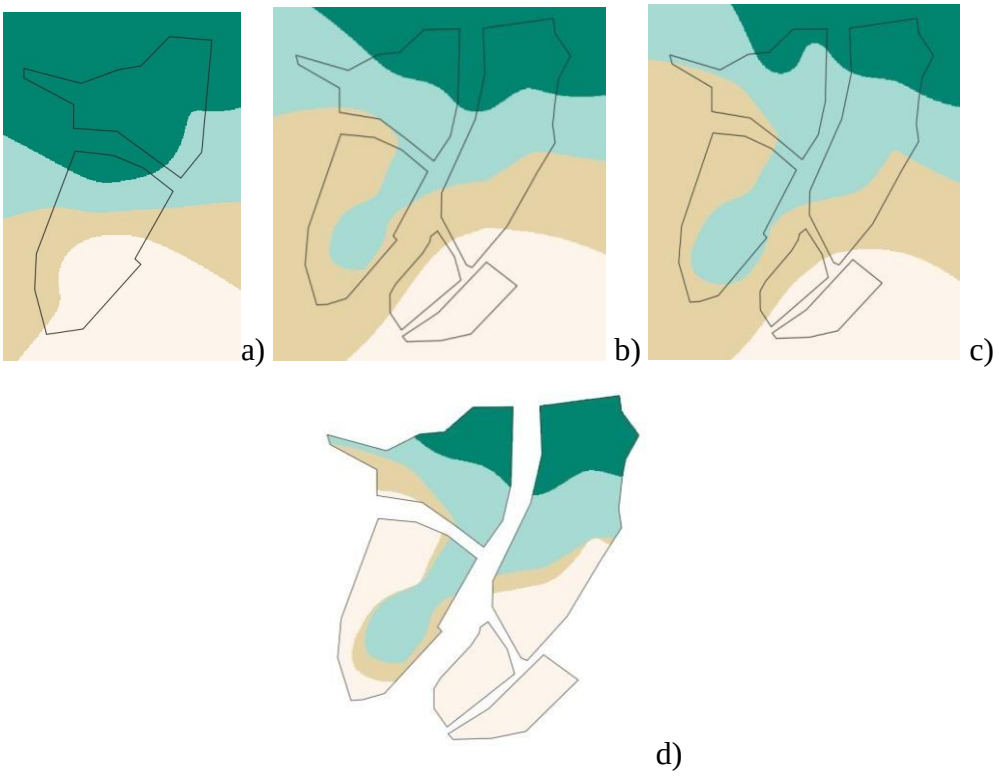


Ilustración 4.18 Zonificación de la parcela Lobeira en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

4.4.2 Zonificación de la parcela Monteveiga

En la parcela de Monteveiga, se observa un mapeo por familias de variables analizadas más heterogéneos entre sí, que el obtenido en el caso de Lobeira. Del análisis de suelo se presentan zonas similares, ligeramente influenciadas por la zonificación representada con las variables fisiográficas de la parcela (Ilustraciones 4.19 – 4.20). De forma similar, se obtiene la zonificación del potencial hídrico del viñedo, delimitando una gran zona central con un mismo comportamiento en las tres campañas estudiadas. Por otro lado, los elementos foliares y en mosto, sí presentan subzonas en las que la parcela se podría delimitar con los mismos sectores de manejo para ambos fines (Ilustraciones 4.21 – 4.22). En cuanto a los parámetros de calidad del mosto y la producción obtenida, también se dividen en subzonas con comportamientos similares, independientemente de la campaña analizada, así como en la zonificación media obtenida (Ilustraciones 4.23, 4.24, 4.25).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

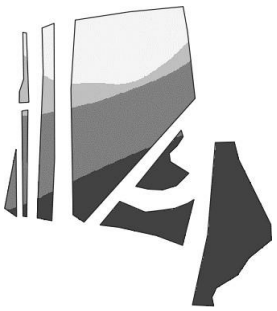
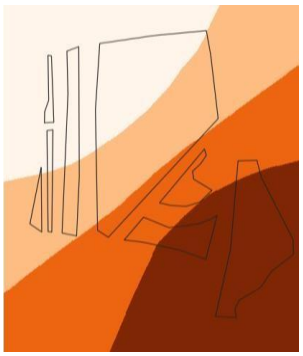


Ilustración 4.19 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente).

a)


b)

c)

Ilustración 4.20 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

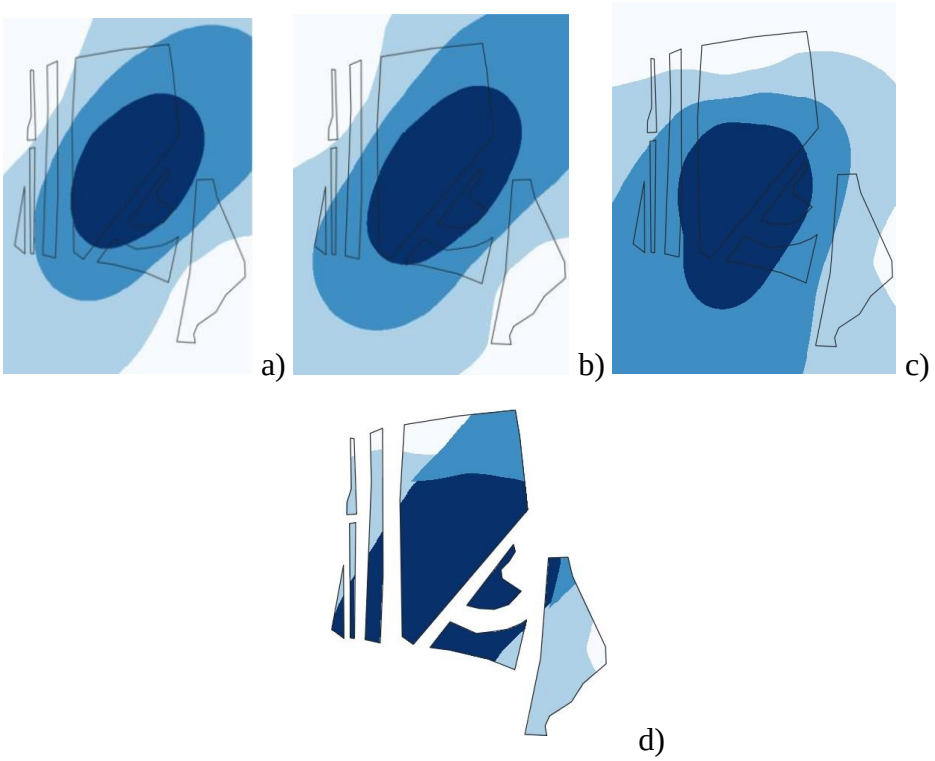


Ilustración 4.21 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

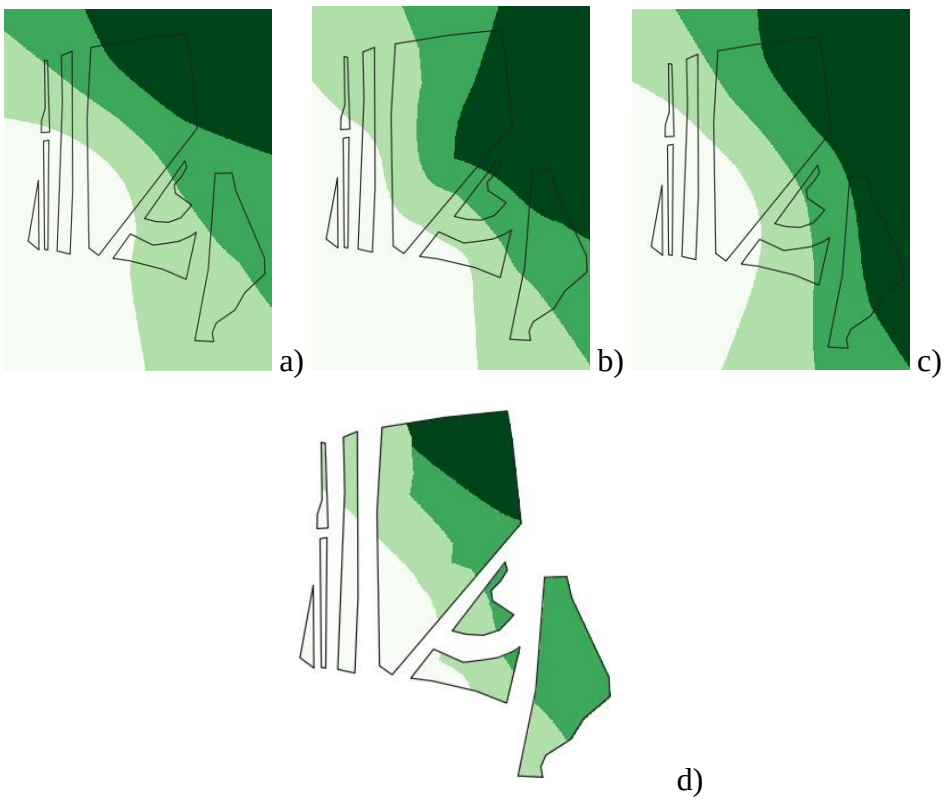
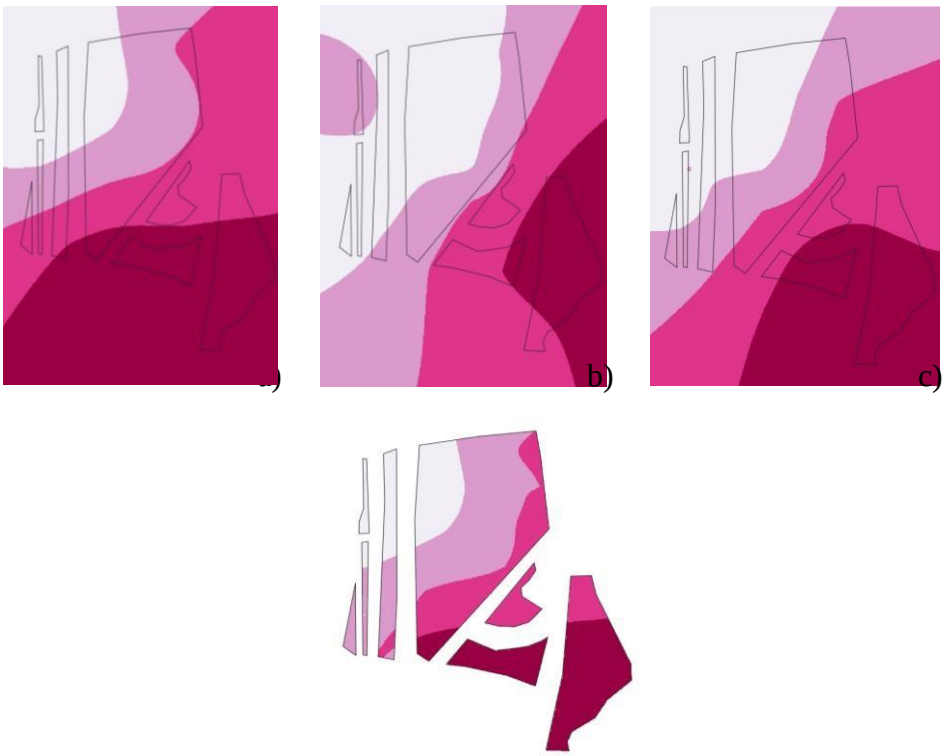


Ilustración 4.22 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

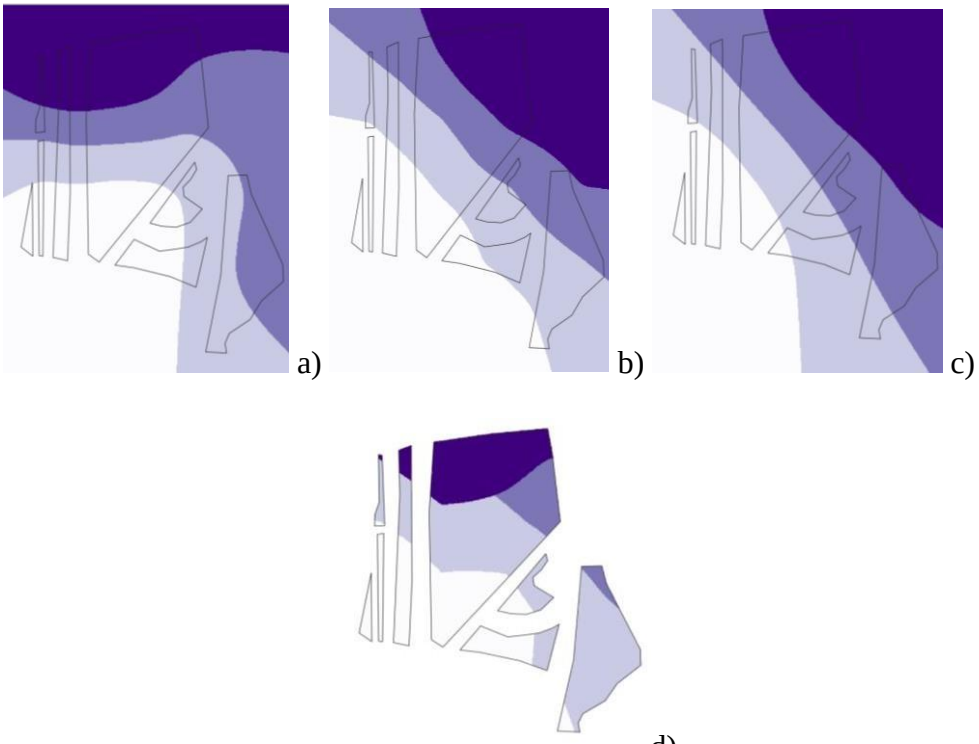
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



a) b) c)

d)

Ilustración 4.23 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.



a) b) c)

d)

Ilustración 4.24 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

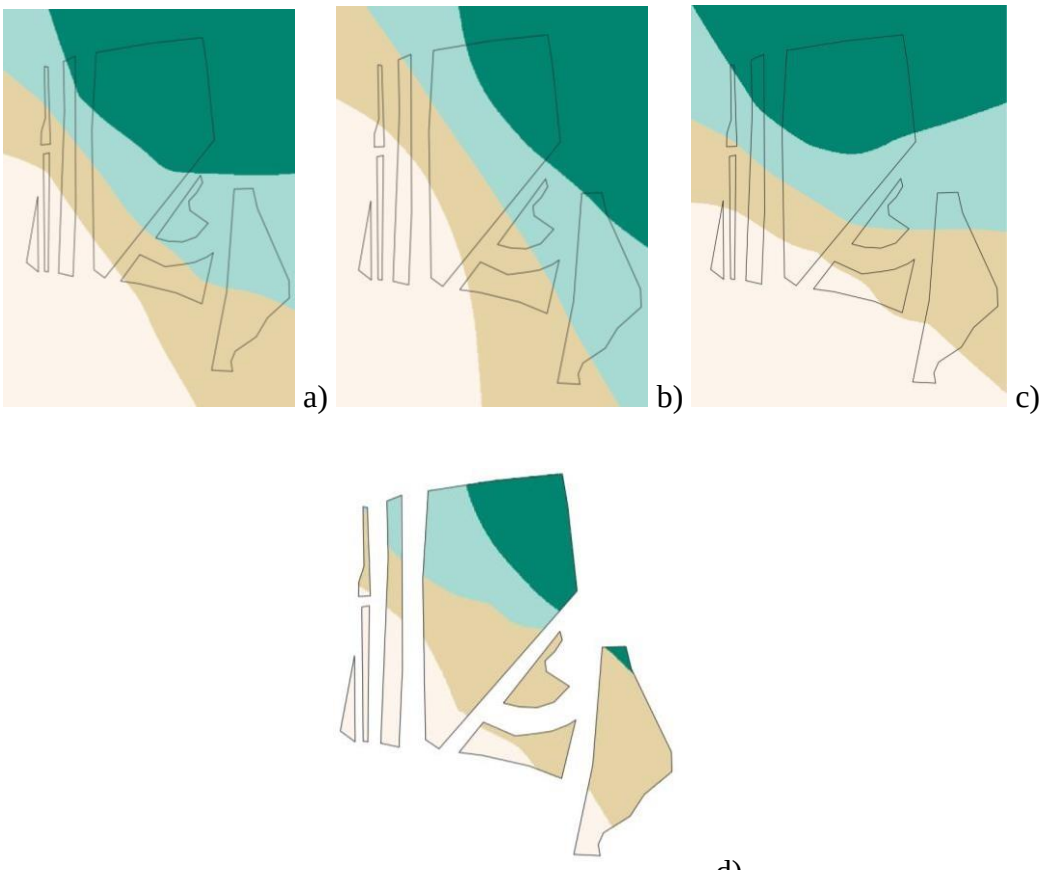


Ilustración 4.25 Zonificación de la parcela Monteveiga en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

4.4.3 Zonificación de la parcela Ribadulla

En Ribadulla, también puede observarse la influencia de las variables fisiográficas en el análisis del suelo del viñedo (Ilustraciones 4.26, 4.27), al igual que para la parcela Monteveiga. En cuanto al resto de variables analizadas, ha podido observarse una gran heterogeneidad entre las familias de parámetros agronómicos esudiados, potencial hídrico foliar, producción y parámetros determinados en el mosto. Estos resultados pueden ser debido a la vendimia precoz de esta parcela, en la que el fin de su producción es la elaboración de vinos espumosos (Ilustraciones 4.28 a 4.32).

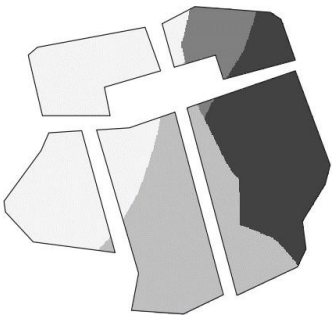
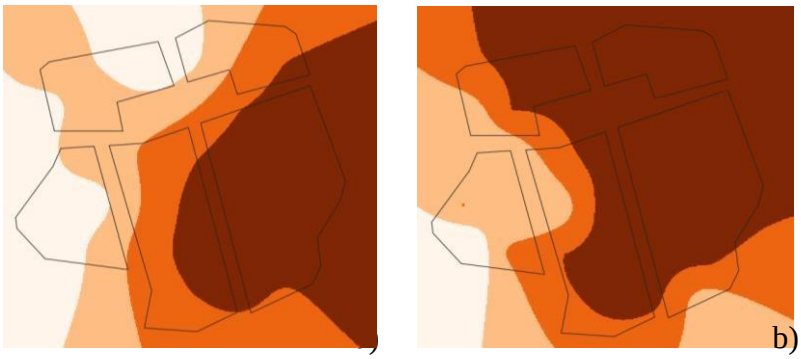
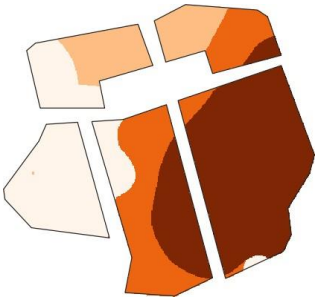


Ilustración 4.26 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables fisiográficas (coordenadas X, Y, Z y pendiente).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

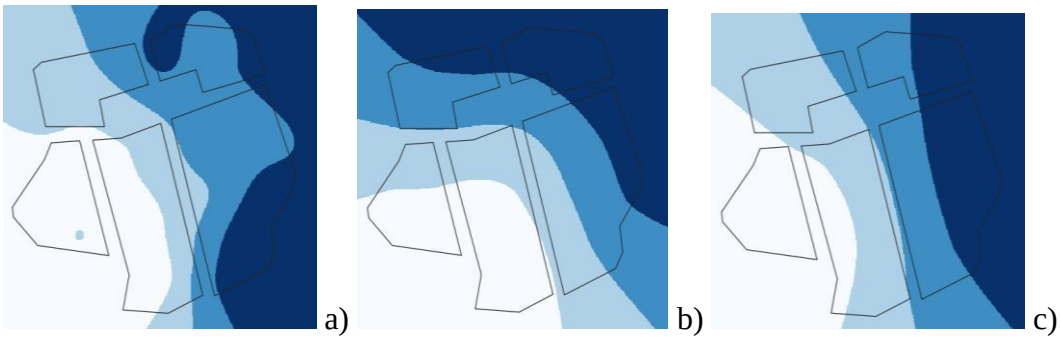


a) b)

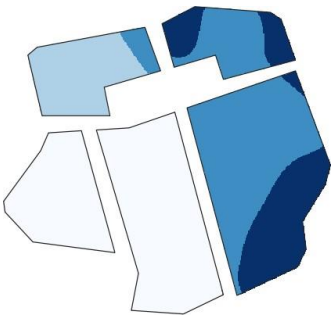


c)

Ilustración 4.27 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de suelo: a) 2018, b) 2019 y c) zonificación promedio.



a) b) c)



d)

Ilustración 4.28 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a potencial hídrico foliar: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

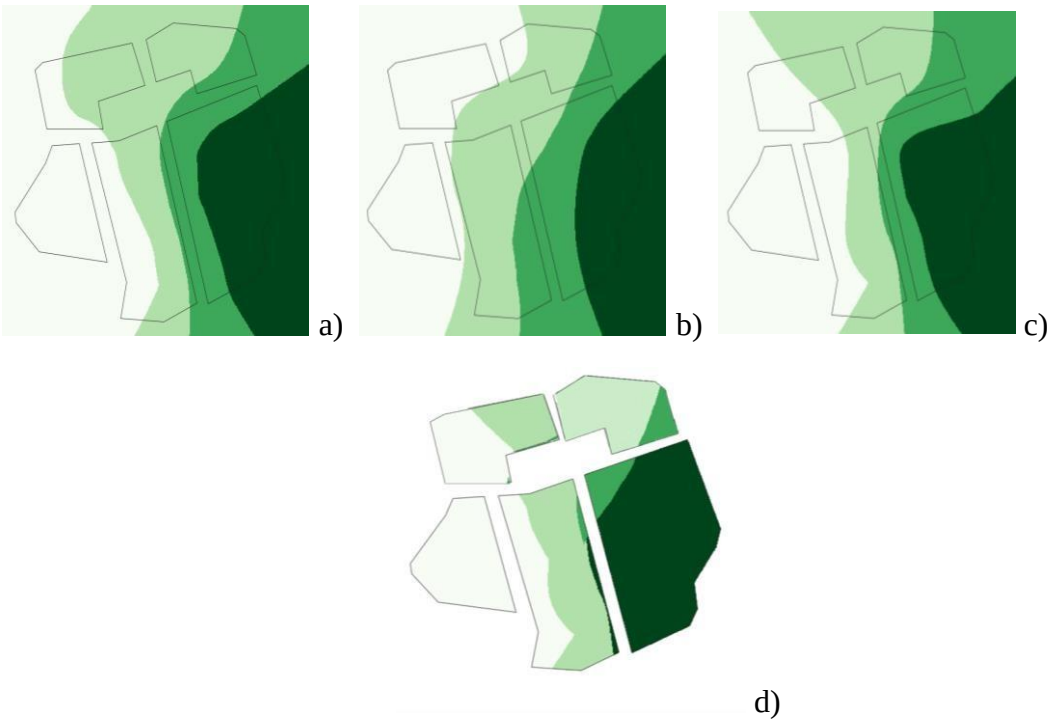


Ilustración 4.29 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis foliares: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

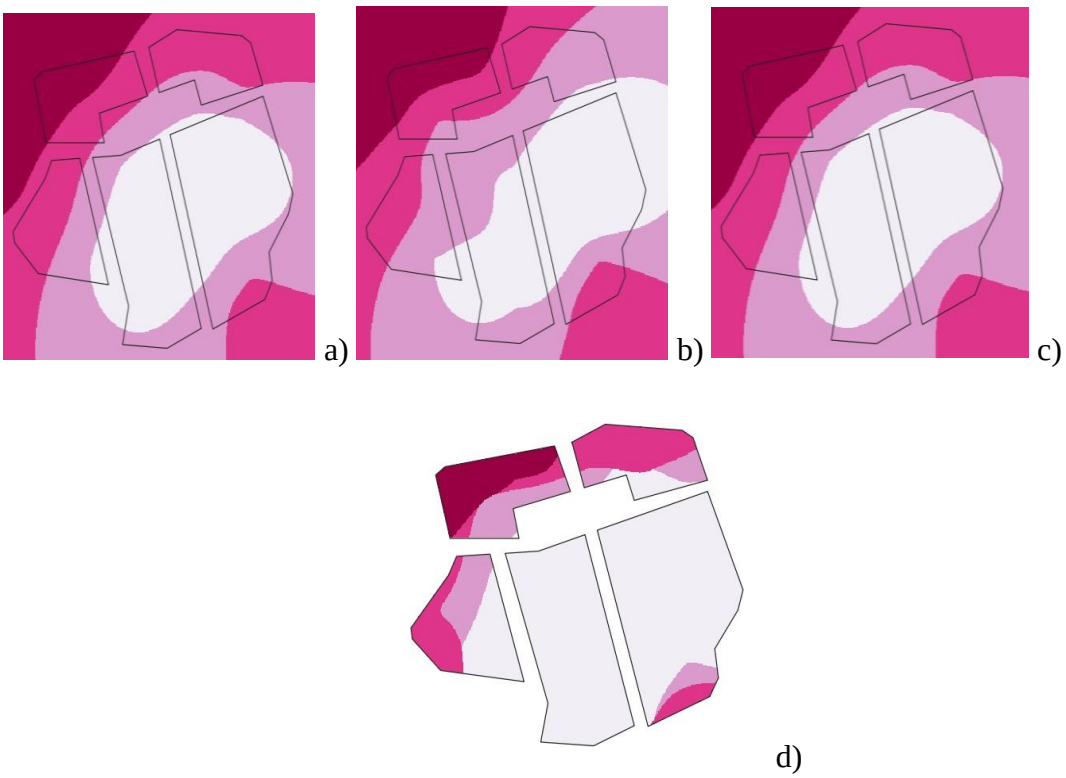
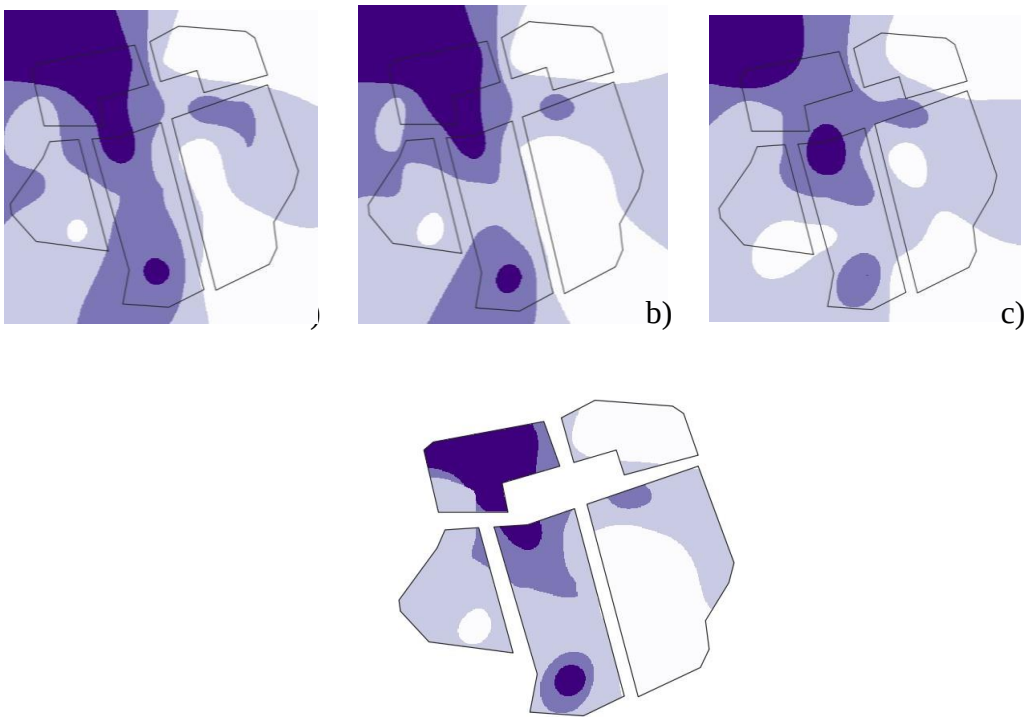


Ilustración 4.30 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis de elementos en mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

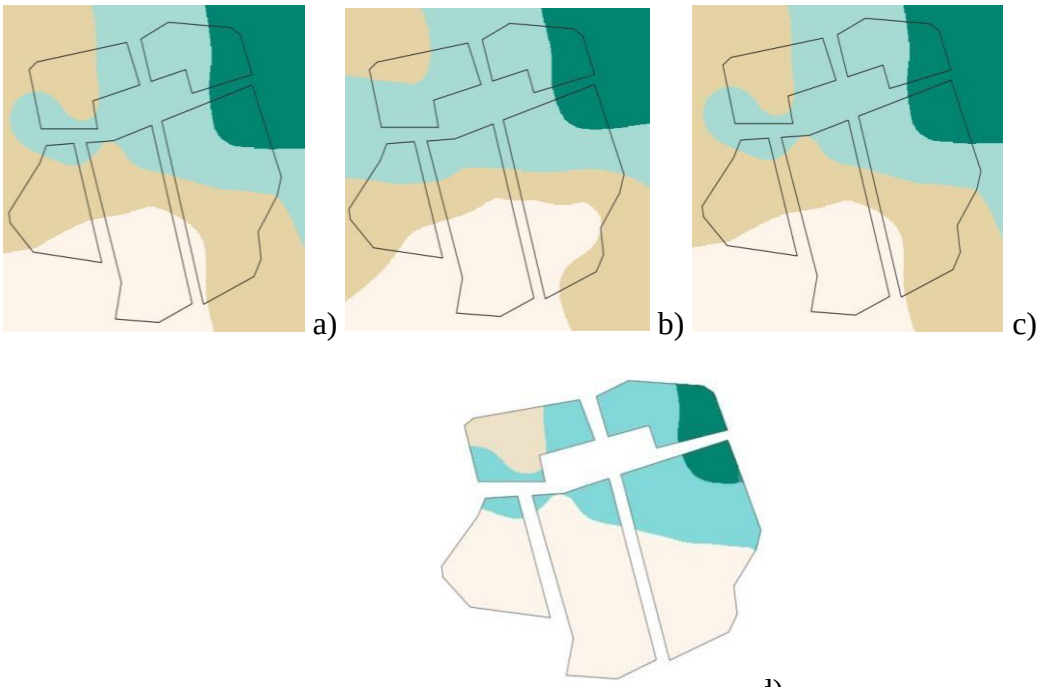
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



a) b) c)

d)

Ilustración 4.31 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de análisis de parámetros clásicos mosto: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.



a) b) c)

d)

Ilustración 4.32 Zonificación de la parcela Ribadulla en relación a variables de producción: a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) zonificación promedio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.4.4 Propuesta de zonificación optimizada

Con los resultados obtenidos con la zonificación realizada, se pretende simplificar el manejo del viñedo en relación a los mapas de zonificación de los viñedos determinados y con una optimización de la sectorización empleada hasta el momento por la bodega, de modo que se pueda aplicar una viticultura más precisa dependiendo de los parámetros agronómicos en los que queramos incidir, es por ello, que se ha realizado una propuesta de manejo del viñedo en la que se simplifica el número de subzonas determinadas o se realiza una sectorización más compleja pero que recaerá en una viticultura más precisa de cada una de las parcelas (Ilustraciones 4.33, 4.34, 4.35).

En Lobeira, puede observarse como para el manejo de los elementos y nutrición en el suelo, puede sectorizarse la parcela de igual forma que para la evaluación del estrés hídrico del viñedo en el período de desarrollo vegetativo. De igual modo para el manejo de los parámetros en mosto y producción es posible una única zonificación (Ilustración 4.33, con el símbolo * pueden apreciarse sectores diferenciales a tener en cuenta en relación al potencial hídrico del viñedo).

En la parcela de Monteveiga, habrá que tener en cuenta una sectorización del viñedo para las variables suelo, estado hídrico, composición foliar y elementos en mosto; siendo posible emplear las mismas unidades de manejo para la producción y parámetros de los mostos, simplificando su sectorización a tres unidades de manejo (Ilustración 4.34).

En Ribadulla, la heterogeneidad recae en la zonificación con subzonas de manejo ligeramente diferentes dependiendo de los parámetros agronómicos analizados, a excepción de los parámetros del suelo, estado hídrico y composición foliar, en los que se puede sectorizar el viñedo conjuntamente. De igual modo, los parámetros básicos de mosto, pueden gestionarse con tres unidades de manejo diferenciales (Ilustración 4.35).

La zonificación de los viñedos en unidades de manejo según variables agronómicas de interés vitícola, permite realizar una gestión más precisa de los recursos, como el agua, nutrientes… traduciéndose en una mejor calidad y rendimiento de la viña, que permite conocer más en profundidad las características de cada zona del viñedo, adaptando su manejo a las necesidades de cada área, de forma eficiente. Actualmente, se están centrandomuchos trabajos de investigación en la realización de zonificación de viñedos en losparámetros agronómicos considerados clave para la realización de una buena gestión del viñedo y con gran interés para los viticultores. Galarza (2010), ha realizado una zonificaciónde viñedos a partir de variables de propiedades del suelo, analizando su influencia sobre la producción y calidad, aplicando distintas técnicas geoestadísticas a partir de una malla de muestreo del viñedo. Técnicas como el uso de imágenes de satélite, también han sido empleadas para la zonificación de viñedos en pequeñas subparcelas que facilitan las unidades de manejo para una viticultura más eficiente (Albornoz *et al*., 2019; Montesinos *etal*., 2007), en la línea del presente trabajo.

En lo que respecta a los parámetros del suelo, la zonificación del viñedo se estudia en relación a los diferentes tipos de suelo que pueden tener un impacto significativo en el crecimiento de las vides, la calidad de la uva y características del vino resultante. Los parámetros estudiados incluyen la textura del suelo, la capacidad de retención del agua, el drenaje, contenido en nutrientes y pH (Hernández *et al*., 2011; Galarza, 2010).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

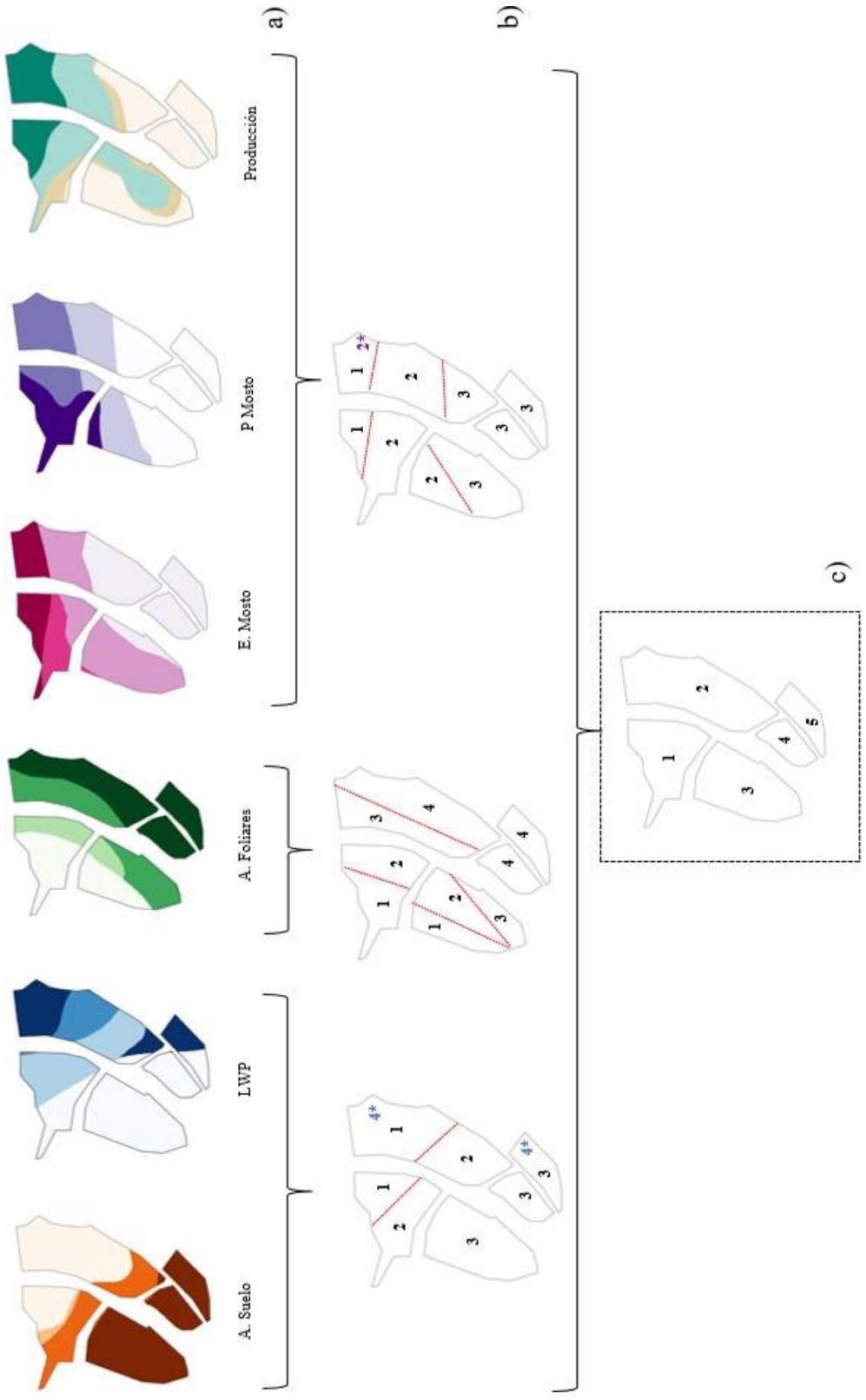


Ilustración 4.33 Zonificación de la parcela Lobeira, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (b) (*punto diferencial para un solo parámetro agronómico).

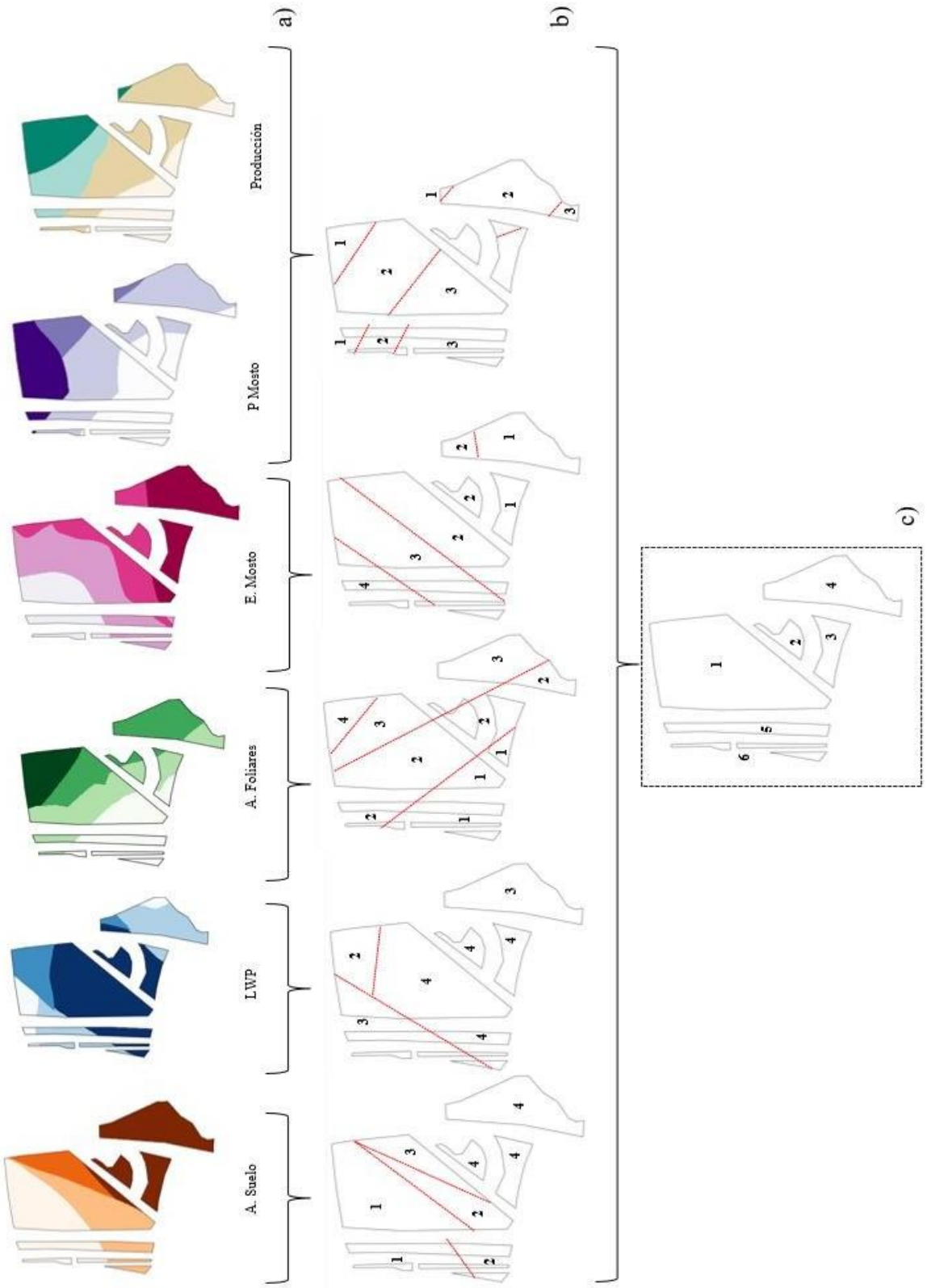


Ilustración 4.34 Zonificación de la parcela Monteveiga, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (c).

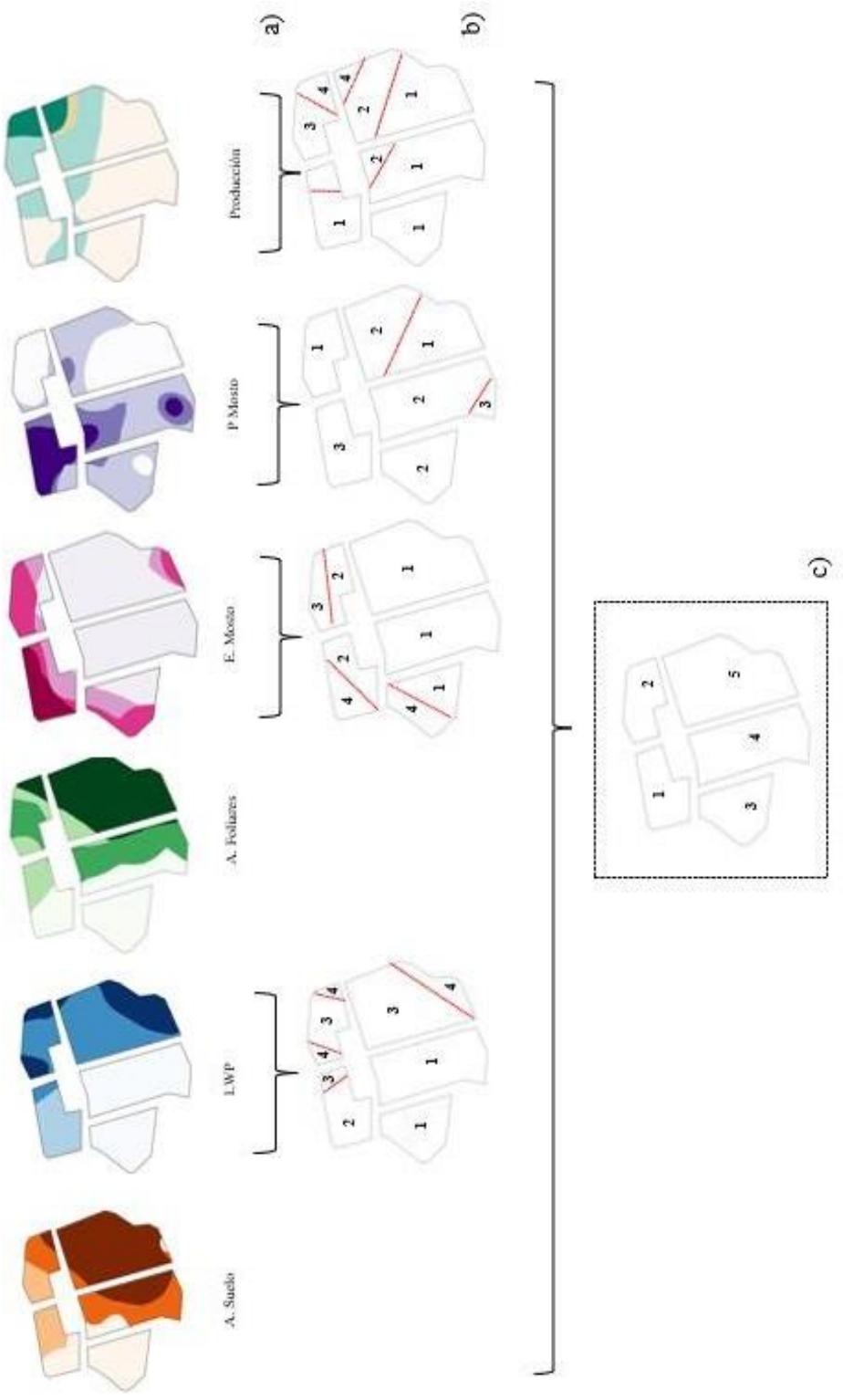


Ilustración 4.35 Zonificación de la parcela Ribadulla, obtenida mediante técnicas de interpolación espacial de las variables agronómicas estudiadas (a), zonificación simplificada propuesta (b) y zonificación empleada en la bodega (c).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En relación al agua, la zonificación del viñedo, busca tener en cuenta la disponibilidad y capacidad de almacenamiento de agua en cada una de las subzonas. Los estudios científicos en este tema, se enfocan en analizar la cantidad de agua necesaria para el riego, capacidad de retención de agua del suelo y posibles variaciones de humedad en diferentes zonas (Deloire *et al*., 2006).

La zonificación del viñedo con respecto a la composición foliar de las vides, está relacionada directamente con la nutrición de la planta y tiene un impacto en el crecimiento de la vid y la calidad de la uva. Los parámetros típicos que se estudian en este sentido son los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, presentes en las hojas de las vides y más sensibles al equilibrio de un buen estado nutricional foliar del viñedo (Arnó *et al*., 2012), por lo que su zonificación permitirá una corrección *ad hoc* según la subzona.

En cuanto a los parámetros de calidad del mosto, la zonificación del viñedo busca identificar las características específicas de cada subzona que pueden influir en la calidad de la uva y el mosto resultante. Autores como Martínez, 2020, han estudiado parámetros clásicos de la calidad del mosto, como el contenido en azúcar, acidez total, pH e índice de polifenoles, obteniendo distintas calidades según los parámetros analizados a lo largo de la parcela en estudio. Este aspecto permite elaborar productos diferentes según las características del mosto, o bien plantear vendimias selectivas, según el destino final de la uva.

Por último, la producción es otro factor clave en la zonificación del viñedo. Esta se refiere a la cantidad y calidad de uva que se puede obtener en cada subzona. Los estudios científicos en este tema se enfocan en la productividad de las vides, la carga de racimos y factores que puedan influir en la producción de la uva (Pereyra *et al*., 2023).

La zonificación del viñedo permite una mejor comprensión de las características únicas de cada subzona y contribuyen a un manejo más preciso y eficiente de los viñedos, mejorando así la calidad y consistencia de la producción de uva y vino (Bramley, 2005), avanzando hacia la implementación de la viticultura de precisión.

4.5 Predicción de parámetros agronómicos en el viñedo

Los resultados de las predicciones de los parámetros agronómicos estudiados se describen a continuación según las técnicas de análisis empleadas.

4.5.1 Técnicas de regresión. Análisis multivariante (PLSR)

Los análisis multivariantes aplicados a los parámetros de producción y calidad de los mostos, representados en la Tabla 4.38, muestran cómo cuando se analizan los datos de las tres parcelas y campañas en su conjunto, los resultados obtenidos son favorables, con correlaciones superiores a 0,5, con errores considerados aceptables para la predicción de estos parámetros.

Las mejores estimaciones de los datos en conjunto, sin transformaciones espectrales, se han presentado en parámetros de producción, para las variables: número de racimos e Índice de Ravaz, con correlaciones de 0,74 y 0,78 respectivamente. En parámetros de calidad, para la acidez total, pH y acidez volátil, se obtuvieron coeficientes de determinación de 0,78, 0, 78 y 0,85, respectivamente.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Si bien, los buenos resultados de las predicciones de estos parámetros no sólo dependen del coeficiente de correlación entre ellos, pues es de interés tener en cuenta los errores, así como el número de factores que interaccionan en la técnica de predicción. Es por ello que, para mejorar los resultados, se han aplicado transformaciones espectrales, con las que podemos observar cómo con la transformación SG, mejoramos las correlaciones de las variables estudiadas y errores de predicción, si bien, también han aumentado el número de factores que intervienen en el proceso.

La transformación de FD, mantiene y mejora las correlaciones dependiendo de variables analizadas, mejorando el número de factores en el modelo. No obstante, aumenta considerablemente el valor de los errores de predicción. Es por ello, que, entre las transformaciones espectrales analizadas, presenta mejoras en el modelo la transformación SG, que será empleada en los resultados de los modelos que analizaremos a continuación (Tabla 4.38), incluyendo la información de las imágenes de satélite. En general, los mejores resultados para cada variable analizada, dependen del tipo de transformación, por ejemplo, el peso del racimo presenta los mejores valores para la transformación SNV, mientras que la producción por planta y número de racimos mejoran con la transformación SG (Tabla 4.38, valores en negrita).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.38 Análisis multivariante (PLSR) de variables de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudios (2018, 2019 y 2020) y transformaciones realizadas sobre los datos (SG, SP, FD y SNV).

	Sin Transformación				
	R2	**RMSE**	**SEP**	**RPD**	**F**
Producción	0,632	0,263	0,258	0,265	4
N Racimos	0,741	0,345	0,265	0,247	3
P Racimo	0,543	1,425	2,471	0,263	2
I R	**0,785**	**0,852**	**0,265**	**0,124**	**1**
G. prob	0,541	0,365	0,284	0,195	3
A Tot	**0,785**	**0,247**	**0,632**	**0,247**	**4**
pH	0,785	0,125	0,241	0,163	2
A Volat	**0,854**	**0,147**	**0,147**	**0,087**	**4**
	SG				
Producción	**0,712**	**0,259**	**0,147**	**0,418**	**5**
N Racimos	**0,796**	**0,369**	**0,265**	**0,265**	**4**
P Racimo	0,412	0,589	0,961	0,174	4
I R	0,698	0,268	0,274	0,268	4
G. prob	**0,748**	**0,147**	**0,326**	**0,147**	**3**
A Tot	0,752	0,263	0,147	0,199	3
pH	0,632	0,196	0,195	0,247	2
A Volat	0,725	0,214	0,184	0,184	3
	SP				
Producción	0,693	1,964	1,475	0,478	4
N Racimos	0,512	1,475	1,156	0,652	3
P Racimo	0,487	2,562	2,587	0,478	3
I R	0,698	1,695	2,475	0,475	2
G. prob	0,512	2,875	2,965	1,258	1
A Tot	0,569	1,698	1,845	0,654	5
pH	0,687	1,325	0,963	0,458	4
A Volat	0,854	2,471	0,856	1,625	3
	FD				
Producción	0,745	2,451	0,854	1,146	3
N Racimos	0,625	0,625	0,562	0,899	2
P Racimo	0,542	0,954	0,147	0,271	2
I R	0,425	1,785	0,524	1,233	4
G. prob	0,485	0,985	2,485	5,124	2
A Tot	0,589	0,875	0,635	1,078	1
pH	0,457	0,963	0,856	1,873	3
A Volat	0,685	1,478	0,745	1,088	4
	SNV				
Producción	0,652	0,456	0,562	1,055	4
N Racimos	0,658	0,365	0,632	0,062	2
P Racimo	**0,754**	**0,256**	**1,125**	**2,641**	**2**
I R	0,547	0,369	0,852	7,697	4
G. prob	0,652	0,215	0,963	5,140	3
A Tot	0,741	0,145	0,965	4,522	3
pH	0,785	0,256	0,845	100,520	2
A Volat	0,642	0,856	0,472	14,509	2

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores); SG: Signal smoothing Savitzky-Golay; FD: First derivative; SNV: Standard normal variate; SP: Spectroscopy.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los resultados obtenidos de los modelos de predicción, se exponen para la campaña 2018 por ser la que mejores resultados ha dado con respecto a las variables estudiadas, incluyendo información procedente de las imágenes de satélites en los meses de mayor desarrollo vegetativo y más próximos a fecha de vendimia, muestran cómo el análisis de los datos mejora especialmente empleando imágenes del mes de septiembre, tanto a nivel de la predicción de la producción como de la calidad de los mostos (Tabla 4.39, 4.40 y 4.41).

La variable de producción predicha pasa de un coeficiente de determinación de 0,48 a 0,74, si empleamos imágenes del mes de julio o del mes de septiembre, así como se presentan unos valores de error medio cuadrático de 0,25 a 0,18 respectivamente.

Tabla 4.39 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de julio).

	R2	RMSE	SECV	RPD	F
Producción	0,485	0,254	0,154	0,254	2
N Racimos	0,499	0,147	0,256	0,312	5
P Racimo	0,578	0,265	0,457	0,875	4
I R	0,458	0,354	0,125	0,875	1
G. prob	0,528	0,124	0,263	0,965	2
A Tot	0,632	0,365	0,247	0,147	4
pH	0,584	0,245	0,268	0,652	4
A Volat	0,526	0,368	0,147	0,154	4

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores)

Tabla 4.40 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de agosto).

	R2	RMSE	SECV	RPD	F
Producción	0,642	0,259	0,152	0,147	2
N Racimos	0,647	0,369	0,147	0,152	1
P Racimo	0,542	0,589	0,478	0,247	4
I R	0,714	0,268	0,258	0,147	3
G. prob	0,714	0,147	0,175	0,125	2
A Tot	0,635	0,263	0,652	0,147	4
pH	0,627	0,196	0,274	0,265	3
A Volat	0,699	0,214	0,263	0,845	1

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.41 Análisis multivariante (PLSR) de datos de producción y calidad de los mostos en las tres parcelas a estudio, campaña 2018 (imagen satelital de septiembre).

	R2	RMSE	SECV	RPD	F
Producción	0,745	0,184	0,254	0,635	4
N Racimos	0,612	0,162	0,478	0,452	4
P Racimo	0,587	0,254	0,568	0,145	3
I R	0,785	0,188	0,669	0,158	2
G. prob	0,638	0,254	0,457	0,278	1
A Tot	0,698	0,155	0,785	0,263	2
pH	0,741	0,196	0,152	0,214	2
A Volat	0,748	0,254	0,263	0,256	2

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores).

Estas técnicas de predicción de variables agronómicas a partir de análisis multivariantes también han sido estudiadas por Marín *et al*., 2000 para predecir el contenido de metales pesados en el viñedo, o para la zonificación climática de la viticultura española, con resultados similares a los obtenidos en nuestro caso.

Actualmente, diversos trabajos científicos, se centran en determinar los mejores métodos para la estimación de la producción. De la Fuente *et al.*, 2015, también concluye con modelos predictivos de producción menos precisos en fase temprana, a diferencia de fechas de envero, en la que obtiene errores de 0,6 – 0,9 kg $pl^{-1,}$ muy similar a nuestro caso (0,63 Kg pl^{-1}). A nivel de calidad, mediante técnicas de espectroscopía, Desseigné, 2003, llegan a obtener coeficientes de determinación de 0,95 para el contenido de azúcar de la cosecha mediante técnicas estadísticas basadas en espectroscopía, si bien, concluyen en la influencia del '*terroir'* en cualquiera de los parámetros estimados. En nuestro estudio, para el grado probable, equiparable al contenido en azúcar, se obtiene un valor inferior (R^2= 0,748).

Este tipo de análisis puede ayudar a desarrollar modelos de predicción de la producción de uva, basados en la combinación de múltiples factores. Estos modelos, muestran gran importancia para los viticultores, ya que pueden proporcionar información precisa sobre cómo ajustar las prácticas de manejo en función de las condiciones específicas del viñedo, con el objetivo de optimizar la producción, así como planificar de forma óptima la vendimia (Barriguinha *et al*., 2021).

4.5.2 Modelos inteligentes. Inteligencia artificial

a. Análisis comparativo de diferentes algoritmos

A continuación, se muestran las métricas estadísticas alcanzadas en los cinco modelos inteligentes aplicados:

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.42 Métricas estadísticas de los modelos inteligentes para la predicción de la producción en las parcelas a estudio.

	R^2	MAE	MSE	RMSE	MSD	R^2 ajust.
Regresion Tree	0,582	1,664	9,155	3,026	1,448	0,582
Random Forest	0,466	2,514	11,693	3,419	-0,849	0,466
Gradient Boosted Trees	0,523	1,874	10,315	3,328	0,582	0,523
Probabilistic Neural Network	-0,357	3,522	29,687	5,448	-1,21	-0,357
Multilayer Perceptron	0,648	0,084	0,015	0,123	-0,014	0,648

Las métricas MAE, MSE, RMSE y MSD del modelo Multilayer Perceptron desarrollado se obtuvieron a partir de valores de entrada normalizados (0,1) en cada neurona, por lo que el rango no es comparable al de los otros cuatro modelos, cuyos valores de entrada estaban en unidades reales, y por lo tanto las métricas de producción se expresan directamente en kg.

Como se puede comprobar en la tabla anterior, el algoritmo que presenta un mejor desempeño con los datos analizados es la red neuronal de tipo multicapa perceptrón. También cabe señalar que el valor de R^2 arrojado por ese algoritmo no es definitivo, puesto que en esta fase de la investigación no se realiza un desarrollo profundo del algoritmo. En epígrafes posteriores se comprobará como la bondad de ajuste del modelo mejora a medida que se realiza un diseño de la red neuronal más específico (El diseño de esta red neuronal comprende el estudio del número de capas intermedias, número de neuronas en cada capa intermedia, número de ciclos de entrenamiento, funciones de activación, etc.) en función de los datos que alimentan al sistema inteligente y del propósito predictivo del modelo (Tabla 4.42).

Es importante destacar que la elección y ajuste de la arquitectura de la red neuronal, así como la selección y preparación de los datos de entrada, son aspectos cruciales para obtener resultados precisos y confiables en estos tipos de predicciones, en las que muchos factores agronómicos, ambientales, operaciones de manejo… tienen verdadera influencia en los resultados de salida (Laurent *et al*., 2021). Diversos autores, han optado de igual forma, por el diseño de una red neuronal de tipo multicapa perceptrón, para obtener los mejores resultados para la estimación de radiación neta sobre el viñedo (Aguilar *et al*., 2010), la determinación del estado hídrico mediante imágenes aéreas de la cubierta vegetal del viñedo (López-García *et al*., 2021) o la identificación de frutos, en este caso en olivar, con una metodología perfectamente extrapolable al cultivo de la vid (Aquino *et al*., 2019).

b. Selección de variables a considerar y entrenamiento del sistema inteligente

Como paso previo a la hora de construir el sistema inteligente es imprescindible realizar una selección pormenorizada de cuáles serán los datos que alimentarán al modelo.

Recordemos que, tal y como se describe en el epígrafe "8.2, a) – Datos utilizados" del apartado de "Materiales y métodos", la colección de datos que finalmente se utilizará se compone de:

Datos fisiográficos

En el caso de los datos fisiográficos se consideran las tres variables características: cota topográfica, pendiente y orientación, cada una de ellas asignada a una neurona de entrada.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Datos climatológicos

En lo que respecta a los datos climatológicos se opta por considerar la precipitación acumulada y el índice de Huglin, pues son parámetros cuya adquisición resulta sencilla y permiten representar de una forma bastante precisa la incidencia del clima sobre el cultivo, utilizando únicamente dos neuronas de entrada; sin necesidad de sobrecargar el sistema con neuronas que añadirían ruido al sistema (temperaturas máximas, mínimas, horas de sol, etc.)

Datos multiespectrales

Sobre los datos multiespectrales, éstos son la base de alimentación del sistema, por lo que se opta por considerar una neurona de entrada para cada una de las 12 bandas que representan la reflectancia espectral captada por el sensor MSI de los satélites Sentinel-2, que abarcan desde el ultravioleta cercano hasta el infrarrojo de onda corta (desde aproximadamente 443 nanómetros, hasta 2190 nanómetros).

Indicadores de vegetación

A partir de las imágenes multiespectrales se han calculado 13 indicadores de vegetación (MSI, NDRE, NDVI, NDWI, PCDI, SAVI, SIPI, TACARI, MCARI, GNDVI, EVI, AVI, NDMI) estudiados por diversos autores y que representan diferentes aspectos del cultivo relacionados con el estado nutritivo, estado hídrico y estado sanitario (Rodríguez-Pérez *et al*. 2007).

Sin embargo, hemos analizado los resultados en nuestro modelo considerando las 13 neuronas de entrada correspondientes a cada indicador y el resultado no es positivo. A continuación, se muestran las métricas alcanzadas en nuestro modelo inteligente incluyendo los indicadores, junto con los datos multiespectrales o solamente con datos multiespectrales.

Tabla 4.43 Métricas estadísticas del modelo inteligente, alimentado únicamente con los datos multiespectrales.

	R^2	MAE	MSE	RMSE	MSD	R^2 ajustado
Con datos MS	0,275	0,121	0,031	0,176	-0,036	0,275
Con datos MS e indicadores	0,093	0,139	0,039	0,197	-0,025	0,093

Como se puede comprobar, se produce una sobrealimentación del sistema debido a que los indicadores (índices de vegetación) están calculados a partir de los mismos datos multiespectrales utilizados; por lo que el modelo resulta más exacto cuando únicamente se consideran los valores multiespectrales (Tabla 4.43).

Datos tomados en campo

Tras la realización de diversas combinaciones del conjunto de datos, los datos tomados en campo potencialmente utilizables en el modelo son dos: producción (kg pl^{-1}) y número de racimos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En cuanto a la producción, esta será la variable a predecir. Es decir, se pretende construir un modelo que, a partir de datos climatológicos, fisiográficos y multiespectrales, permita estimar la producción final de una parcela de viñedo. Por lo tanto, es obvio que esta variable no puede entrar a alimentar el sistema.

La otra posible variable a considerar es el número de racimos. A continuación, se muestran las métricas del modelo considerando una neurona adicional de entrada para incorporar el número de racimos o sin considerar dicha neurona.

Ambas pruebas se realizan una vez que se ha descartado previamente la inclusión de los índices de vegetación.

Tabla 4.44 Métricas estadísticas del modelo inteligente, alimentado con la variable: número de racimos y en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

		R^2	**MAE**	**MSE**	**RMSE**	**MSD**	**R^2 ajustado**
Sin considerar el número de racimos	Junio, julio, agosto y Septiembre	0,275	0,121	0,031	0,176	-0,036	0,275
Considerando el número de racimos	Junio, Julio, Agosto y Septiembre	0,776	0,077	0,01	0,098	-0,036	0,776
	Junio	0,794	0,077	0,009	0,094	-0,018	0,794
	Julio	0,837	0,067	0,007	0,084	-0,034	0,837
	Agosto	0,837	0,066	0,007	0,084	-0,034	0,837
	Septiembre	0,862	0,063	0,006	0,077	-0,028	0,862

Tal y como se muestra en la Tabla 4.44, el modelo ofrece una buena predicción de la producción cuando además de las variables climatológicas, fisiográficas y multiespectrales, se incluye el número de racimos.

Si bien es cierto que es una limitación el hecho de tener que contar el número de racimos en una planta, también es importante destacar la mejora que se produce en el modelo inteligente. Por ese motivo se construye el modelo final con 19 neuronas en la capa de entrada:

- 3 neuronas fisiográficas
- 3 neuronas climatológicas
- 12 neuronas multiespectrales
- 1 neurona de campo (nº de racimos)

De ese modo, realizamos el entrenamiento del sistema inteligente considerando cuatro hipótesis de aplicación, es decir, cuatro posibles momentos en la campaña durante los cuales el viticultor puede realizar la estimación de cuál va a ser la producción final de la parcela.

Las métricas que consigue el modelo inteligente en cada una de las hipótesis de aplicación se muestran en la tabla siguiente:

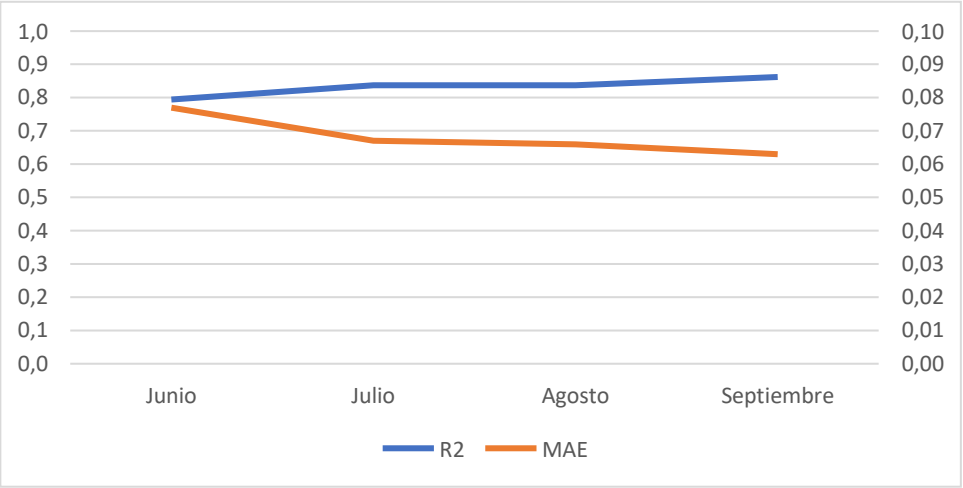


Ilustración 4.36 Evolución de los valores de ajuste y errores en la estimación de la producción en los meses de junio a septiembre.

Como cabe esperar, la precisión en la estimación aumenta a medida que nos acercamos al momento de la vendimia. Para el sistema es más sencillo realizar estimaciones en el mes previo a la vendimia que en floración. Sin embargo, son destacables los altos valores de ajuste (R^2) obtenidos incluso en los primeros estados vegetativos del cultivo, con 0,794 en junio. En lo que respecta al MAE y al resto de métricas (MSE, RMSE y MSD) hay que tener en cuenta para su interpretación que la información introducida en cada neurona fue normalizada a valores entre 0 y 1, por lo que el MAE (error medio absoluto) corresponde a valores de producción normalizados, por lo que en junio el viticultor tendrá un error en la estimación de producción en torno al 7 %, que bajará al 6 % según avance la campaña (Tabla 4.44).

En relación a la estimación de la predicción de producción en campañas futuras, sería necesario la realización de un conteo de los racimos en el estado de floración, así como la alimentación de las variables climatológicas de la campaña, para poder obtener unas buenas métricas que permitan una buena estimación de las futuras producciones de cosecha (Ilustración 4.36).

La estimación de la producción en el viñedo, empleando técnicas similares a las estudiadas, abordan el análisis, desde el empleo de imágenes multiespectrales capturadas con vehículos aéreos (Carrillo *et al*., 2016), imágenes de satélite como en nuestro caso (Chanussot *et al*., 2005), imágenes realizadas en los propios racimos del viñedo a lo largo de la campaña (Victorino *et al*., 2020), o combinación de técnicas de teledetección y visiónpor ordenador (Ballesteros *et al*., 2020), con estimaciones superiores al 70% de acierto. Si bien, cabe la pena destacar, que autores como Oger *et al*., 2023, también han obtenido los mejores resultados de la estimación de la producción del viñedo, empleando el parámetro denúmeros de racimos, a diferencia de otros datos relacionados con parámetros de climatología, operaciones en campo... con probabilidades de acierto del 90% y márgenes de error no superiores al 10%

La estimación de la producción en la viña mediante técnicas de inteligencia artificial, ha demostrado ser una técnica prometedora para el sector. Con ventajas como la capacidad de adaptación y aprendizaje de datos de entrada, permitiendo modelar la complejidad de los sistemas vitícolas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Reconocimiento de patrones complejos y no lineales, permitiendo descubrir relaciones sutiles entre variables, mejorando la comprensión de procesos vitícolas (Clingeleffer *et al*., 2001). Si bien, por otro lado, es necesaria la aportación de datos de alta calidad a los modelos de las redes neuronales que requieren de un conjunto de datos representativo para entrenar y ajustar el modelo. Esto puede ser un desafío en el caso de la estimación de la producción en viñedos, ya que la disponibilidad y calidad de los datos puede variar. Para obtener resultados precisos y confiables, las redes neuronales, generalmente requieren de un tamaño de muestra adecuado, lo que viene siendo un desafío en el caso de los viñedos, ya que la disponibilidad de datos puede ser limitada, o con variaciones temporales (Chlingaryan *et al*., 2018).

En resumen, estimar la producción en viñedos mediante técnicas de inteligencia artificial, presenta muchas ventajas, flexibilidad y capacidad de manejo de datos para su gestión. Sin embargo, nos presentamos frente a varios retos, como la necesidad de datos de alta calidad, interpretabilidad del modelo y el tamaño de la muestra. A pesar de estos desafíos, las redes neuronales se presentan como una opción prometedora para la gestión y producción en los viñedos (Frausto-Solis *et al*., 2009), así como en base a los resultados obtenidos en las parcelas de Mar de Frades.

4.6 Evaluación de la influencia del cambio climático en el viñedo

Se ha observado que, en los últimos años, tras surgir numerosos estudios acerca del cambio climático, hay una considerable incertidumbre debido a la inestabilidad climática, generando un desequilibrio en mayor o menor medida del clima, suelo y prácticas de manejo en el viñedo.

El objetivo fundamental de este apartado, es definir el impacto que puede tener el cambio climático sobre el conjunto de riesgos por adversidades climáticas de una explotación vitícola. Para ello, se evalúa cómo pueden variar la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos más sensibles al cambio climático y a los que es vulnerable el viñedo: olas de calor y heladas (temperaturas), y sequías (precipitaciones).

4.6.1 Temperaturas

En las Ilustraciones 4.37-4.38 puede observarse la evolución de las temperaturas medias, mínimas y máximas de ambas zonas a estudio en los últimos diecinueve años (2004-2022). La fluctuación cada vez más incierta de las temperaturas a lo largo de la campaña, así como la tendencia al alza de las temperaturas máximas y mínimas en ambas zonas a estudio. En las temperaturas medias, también se observa la tendencia de incremento de temperaturas en las distintas añadas analizadas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

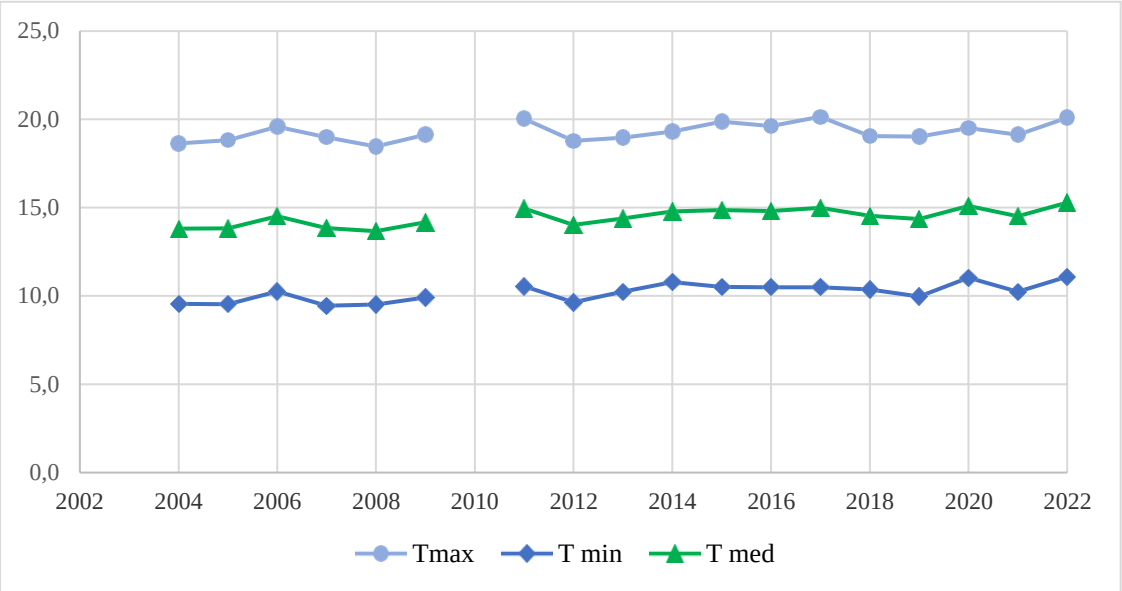


Ilustración 4.37 Evolución de temperaturas máximas, mínimas y medias anuales (°C), en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo.

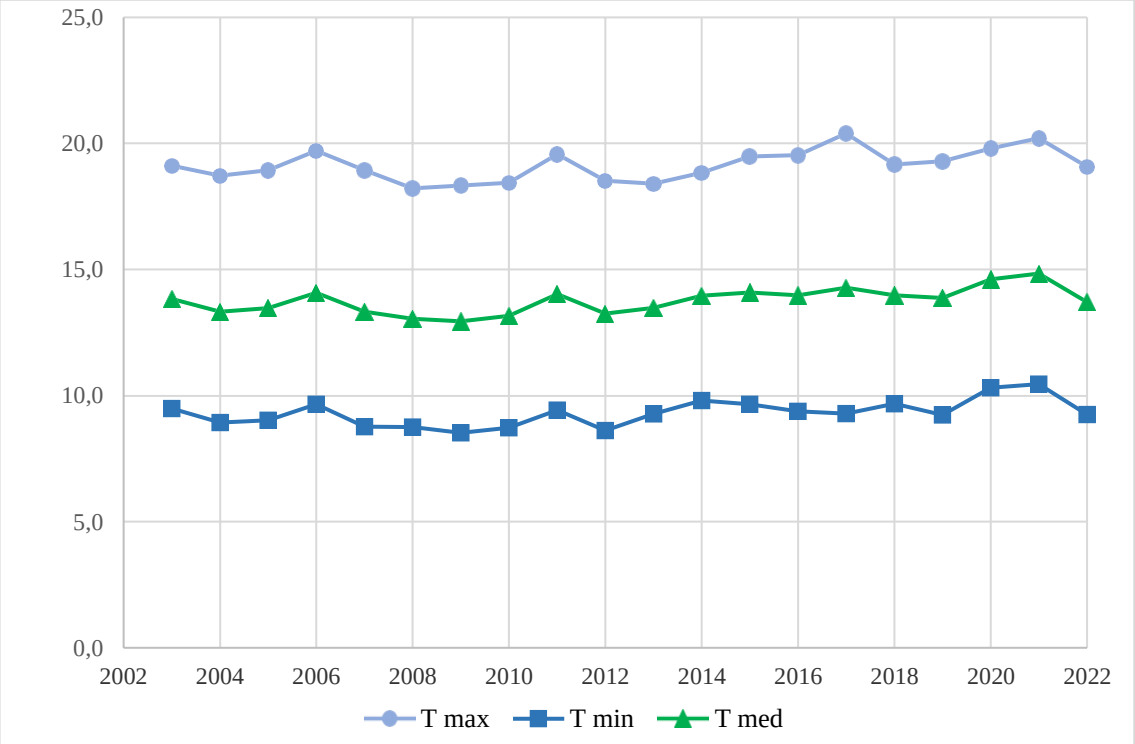
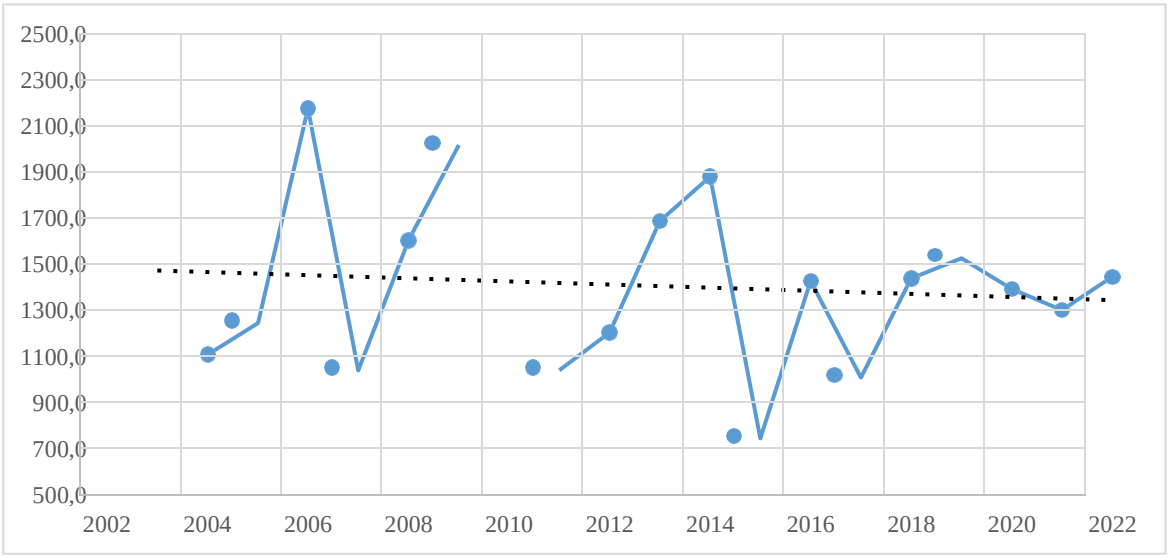


Ilustración 4.38 Evolución de temperaturas máximas, mínimas y medias anuales (°C), en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.6.2 Precipitaciones

Con el estudio de las precipitaciones en las últimas campañas para los tres viñedos, puede observarse una estabilización en cuanto a las precipitaciones, en particular en las últimas cuatro añadas. Si bien, cabe destacar que estas precipitaciones conllevan una disminución del número de días de precipitaciones, por lo que estas serán de mayor intensidad, en un menor número de días a lo largo de la campaña (Ilustraciones 4.39 – 4.42).



lustración 4.39 Evolución de precipitaciones (mm) anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo.

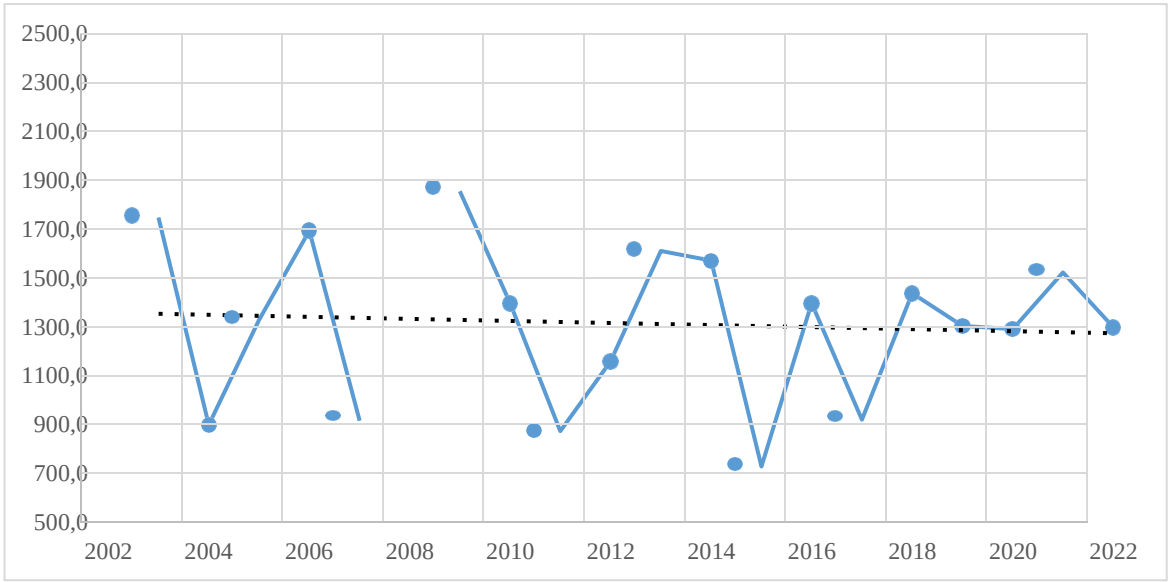


Ilustración 4.40 Evolución de precipitaciones (mm) anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

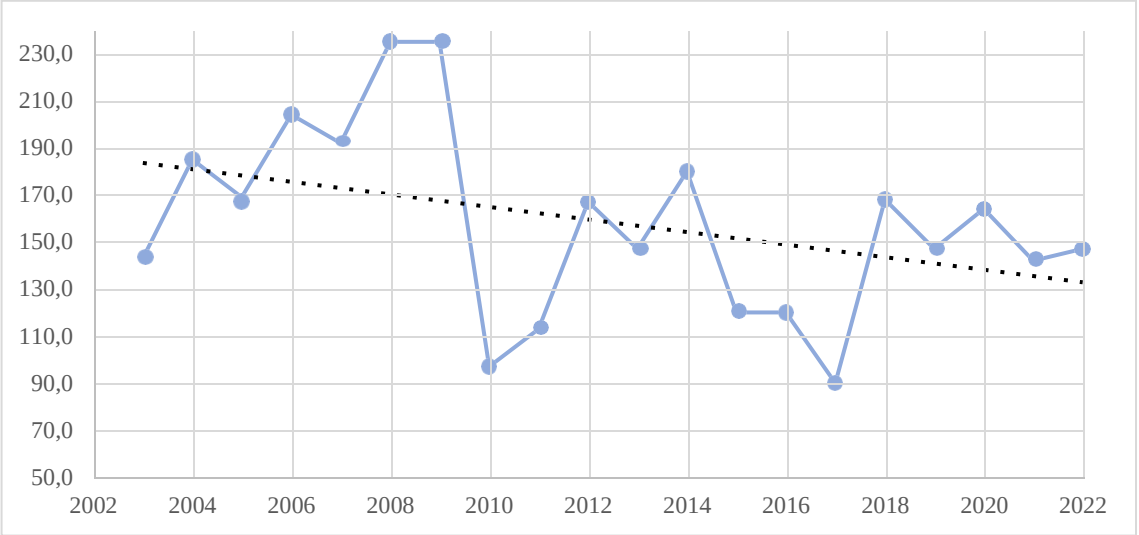


Ilustración 4.41 Evolución del número de días de precipitaciones anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica deTremoedo.

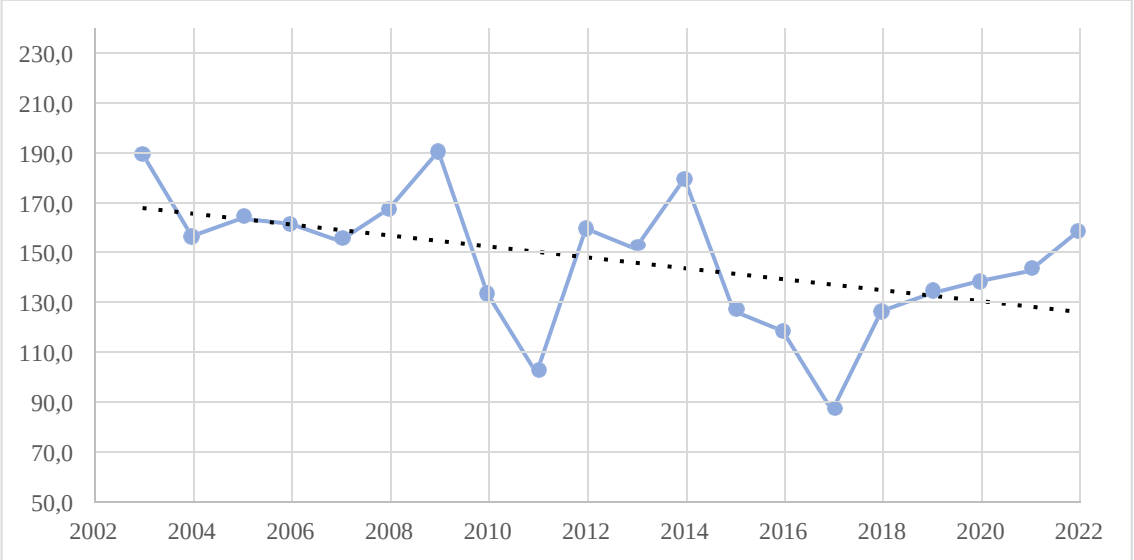


Ilustración 4.42 Evolución del número de días de precipitaciones anuales, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos.

4.6.3 Heladas

En cuanto al período libre de heladas en el viñedo, debe de destacarse la influencia del clima Atlántico predominante en la parcela de Lobeira, en la que la que el riesgo de heladas es bajo y cada vez puede observarse que el registro de heladas dentro de la campaña es menor. Esta misma tendencia puede observarse en la estación meteorológica de Pazo de Galegos, en la que en las últimas campañas ha sido mayor el período libre de heladas con respecto al resto de campañas (Ilustraciones 4.43 y 4.44).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

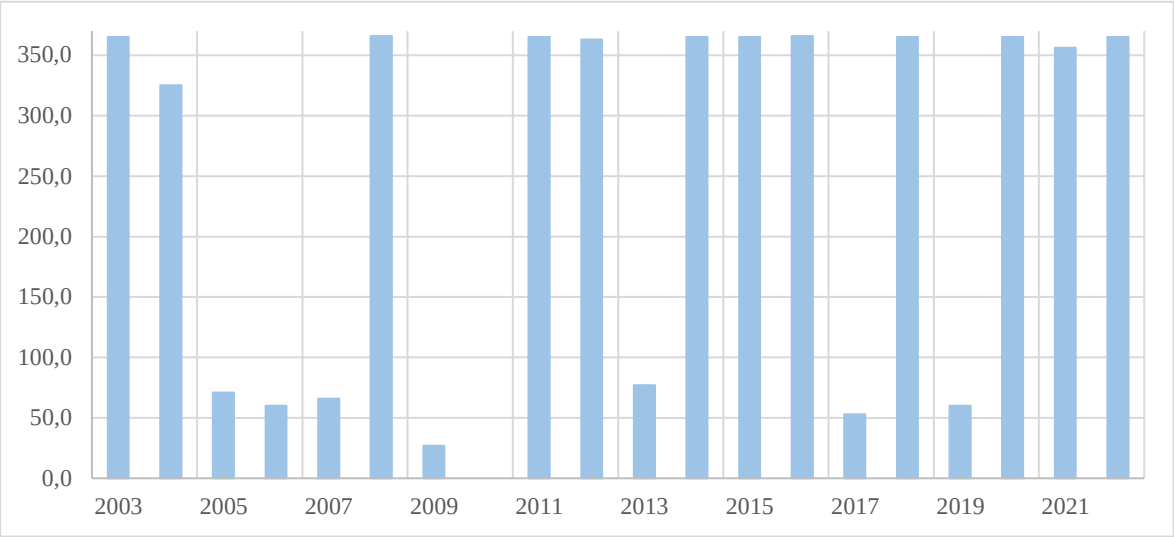


Ilustración 4.43 Evolución del período libre de heladas anual, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Tremoedo.

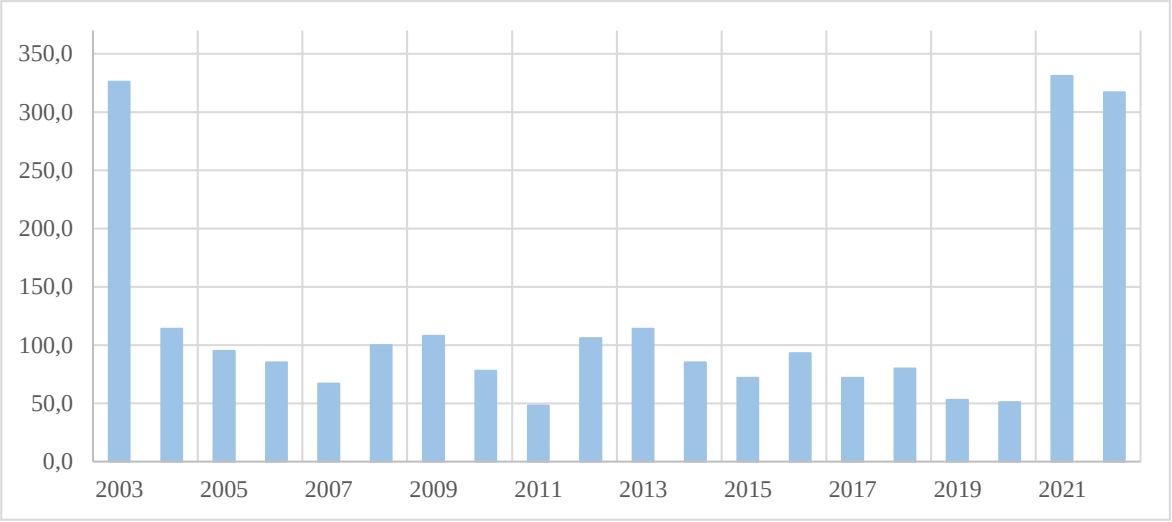


Ilustración 4.44 Evolución del período libre de heladas anual, en el período 2003 – 2022 en la estación meteorológica de Pazo de Galegos.

4.6.4 Índices bioclimáticos

Con el análisis de los índices bioclimáticos, han podido clasificarse las zonas vitivinícolas en las que se encuentran enmarcadas las parcelas a estudio, realizando también de este modo, una diferenciación de la clasificación del clima entre añadas.

En la zona vitícola de la estación de Tremoedo, ha podido calcularse el índice de Huglín, que ha categorizado las añadas 2018 y 2019 con un clima muy frío (1497,72 y 1374,43 respectivamente), a diferencia de la campaña 2020, que se encuentra clasificada en un clima frío. El índice de Winkler-Amerine, ha clasificado la región como templada en las tres campañas a estudio, y la integral térmica, se encuentra en todos los casos entre los valores de 2726 – 3837, a excepción de la campaña 2020, que presenta valores ligeramentesuperiores (4034,10).

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El índice de frescura de las noches, ha determinado noches templadas en las campañas 2018 y 2019, a diferencia del 2020, que se encuentra clasificado como noches frías (13,94). El índice de sequía, determina el clima de la zona vitícola como sub-húmedo, con valores comprendidos entre 50 y 150. Por último, el índice heliotérmico de Branas, presenta un promedio de 5435,32, que nos indica que la zona se encuentra dentro de las zonas sin peligro del ataque de mildiu (Tabla 4.45).

Tabla 4.45 Índices bioclimáticos para el período 2003 - 2002 (Estación agroclimática Tremoedo).

Año	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I. Térmica	CI	DI	I. H. Branas
2003	1898,63	1428,61	3719,20	13,70	176,93	7645,08
2004	1828,04	1441,80	3603,60	13,34	139,10	6111,89
2005	1863,39	1501,00	3784,40	12,48	135,20	5814,20
2006	2044,28	1676,50	4041,50	13,88	108,39	3001,91
2007	1774,85	1395,10	3652,30	12,70	158,79	6416,47
2008	1678,41	1308,20	3540,50	11,93	326,32	9045,83
2009	1784,54	1465,40	3742,80	13,56	267,85	9915,05
2010	-	-	-	-	-	-
2011	2031,02	1639,60	3970,30	14,21	-12,00	2330,88
2012	1708,35	1389,70	3704,20	13,97	180,82	5866,46
2013	1874,40	1554,90	3768,50	14,73	89,87	3984,26
2014	1875,53	1609,00	3961,30	15,57	212,55	5821,49
2015	1980,94	1605,50	3955,70	12,39	142,91	3747,41
2016	1959,73	1611,70	3854,70	13,70	149,16	5527,04
2017	2021,33	1708,50	4082,40	13,02	105,27	3370,05
2018	1497,72	1619,10	3783,40	15,01	94,62	5164,93
2019	1374,43	1485,20	3785,70	14,66	173,53	5923,32
2020	1549,94	1634,80	4034,10	13,94	119,25	5218,67
2021	1343,65	1486,10	3864,10	14,27	112,25	4521,85
2022	1506,74	1699,10	3997,80	14,45	130,55	5214,03

El cálculo de los índices bioclimáticos de la zona de Pazo de Galegos, ha determinado con el índice de Huglín, que las campañas 2018 y 2019, han presentado climas muy fríos (1456,63 y 1337,66, respectivamente), a diferencia del 2020 que se ha clasificado como clima frío (1500,81). El índice de Winkler-Amerine, ha determinado la región vitícola como templada (valores entre 1371 – 1649 ºC). La integral térmica, ha registrado valores entre los considerados como necesarios para un correcto desarrollo del viñedo (2726 - 3837), a excepción del 2020, que ha superado ligeramente este parámetro (3908,50). El índice de frescura de las noches, ha clasificado a la campaña 2018, como zona de noches templadas (14,69), y los años 2019 y 2020 con noches frías (13,82 y 13,56, respectivamente). El índice de sequía clasifica la zona con clima sub-húmedo (valores entre 50 y 150), y el índice heliotérmico de Branas presenta un promedio de 4649,03, superior al valor umbral que determina que la zona en estudio se encuentra fuera de peligro de afección contra el hongo de mildiu (Tabla 4.46).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.46 Índices bioclimáticos para el período 2003 - 2022 (Estación agroclimática Pazo de Galegos).

Año	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I. Térmica	CI	DI	I. H. Branas
2003	1966,92	1455,90	3778,90	13,15	129,88	1205,00
2004	1837,48	1372,60	3444,40	13,27	86,44	1023,00
2005	1897,71	1462,30	3730,60	11,70	117,38	3588,62
2006	2069,43	1604,80	3930,50	13,63	58,02	7516,41
2007	1754,07	1306,60	3510,80	12,51	132,63	5752,37
2008	1670,81	1226,60	3334,50	11,65	128,19	5210,53
2009	1636,44	1246,10	3296,40	12,49	273,07	7690,92
2010	1941,59	1361,40	3287,90	12,29	42,94	8385,21
2011	1942,13	1511,00	3802,50	13,50	-40,49	7260,52
2012	1665,05	1284,20	3480,20	13,17	181,02	3503,32
2013	1788,57	1411,40	3542,70	14,02	88,43	4002,22
2014	1811,84	1376,90	3509,10	14,83	110,47	3173,96
2015	1948,15	1459,70	3712,20	11,70	23,71	3644,05
2016	1918,31	1470,60	3506,60	12,50	125,62	8743,03
2017	2074,53	1634,20	3821,00	11,91	-28,01	6229,90
2018	1456,63	1567,60	3614,50	14,69	55,14	4870,78
2019	1337,66	1437,30	3648,40	13,82	81,27	4111,89
2020	1500,81	1571,00	3908,50	13,56	70,55	4964,44
2021	1676,90	1501,34	3674,60	18,07	80,50	3256,40
2022	1852,80	1478,24	3877,40	13,69	77,20	4256,50

4.6.5 Fecha de vendimia

Trabajos recientes del cambio climático en viticultura, estudian el efecto del adelanto de la fecha de vendimia en muchas regiones vitivinícolas debido al aumento de la temperatura media en campaña (García *et al*., 2012).

La fecha de vendimia es un factor clave en la calidad y producción del viñedo, ya que la fecha de cosecha influye directamente en los parámetros clásicos de calidad del mosto y del vino, afectando a parámetros de azúcares, acidez y aroma del vino.

En las parcelas a estudio, se muestra en la tabla 4.47, la evolución del inicio de vendimia en las tres parcelas a estudio. Cabe destacar que en las parcelas de Lobeira y Monteveiga, se muestran los inicios de vendimia para vino blanco monovarietal de ‘Albariño’ y en la parcela de Ribadulla, el inicio de vendimia para la elaboración de vino de espumoso. Si bien, puede observarse que, aunque no es muy notorio el anticipo de la fecha de vendimia, en los tres viñedos a estudio puede observarse la tendencia al anticipo del inicio de vendimia con el transcurso de las añadas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.47 Evolución de la fecha de vendimia en las tres parcelas a estudio (2017-2022).

	Lobeira	Monteveiga	Ribadulla
2022	07-sep	10-sep	
2021	13-sep	16-sep	
2020	11-sep	11-sep	24-ago
2019	05-sep	12-sep	28-ago
2018	22-sep	17-sep	07-sep
2017	06-sep	30-ago	06-sep

4.6.6 Correlaciones de factores entre parámetros agronómicos de calidad – producción y variables climáticas

A continuación, se exponen las mejores correlaciones de parámetros de producción y calidad, obtenidas en las campañas a estudio en cada una de las parcelas, fruto del análisis multivariante de correlaciones expuestas en la Tablas 4.49 a 4.52, mediante correlaciones de Pearson entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes toma valores entre -1 y 1, según la relación lineal entre ellas.

En la parcela de Lobeira (Tabla 4.48), puede observarse que la precipitación media de la campaña está positivamente relacionada con el número de racimos obtenidos (0,522), así como la temperatura media de la campaña con la acidez de los mostos obtenidos en vendimia (0,547), inversamente relacionado, destaca la producción con las temperaturas máximas de la campaña (-0,563) y las temperaturas mínimas con el número de racimos (-0,521). La integral térmica, calculada con las condiciones climatológicas de las campañas se encuentran positivamente correlacionada con el grado probable obtenido en el mosto (0,625).

En Monteveiga y Ribadulla (Tablas 4.49 y 4.50), se encuentran correlacionadas la precipitación y el número de racimos obtenidos (0,456 y 0,564 respectivamente), la temperatura media y máximas se ven correlacionadas positivamente en ambos casos con el pH obtenido en mosto (0,452 y 0,502 en temperaturas medias y 0,632 y 0,523 en temperaturas máximas), las temperaturas mínimas, destacan en la parcela de Ribadulla con correlación negativa en la producción obtenida (-0,562). En relación a los índices bioclimáticos, es la integral térmica de nuevo, la que presenta mayores correlaciones, de forma inversa con respecto a la producción obtenida en las campañas (-0,512 y -0,632) y positivamente en cuanto a la acidez obtenida en los mostos de vendimia (0,635 y 0,452).

Tabla 4.48 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Lobeira.

	Precipitación	T.med	T.máx	T.mín	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I.Térmica
N° Rac	0,522	0,235	-0,256	-0,521	-0,235	-0,339	-0,321
Producción	0,475	0,452	-0,563	-0,125	-0,452	-0,412	-0,412
G. Prob	0,652	0,369	0,365	0,425	0,325	0,025	0,625
pH	0,426	0,485	0,258	0,321	0,145	0,152	0,125
Acidez	0,225	0,547	0,125	0,256	0,265	0,274	0,325

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 4.49 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-validad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Monteveiga.

	Precipitación	T.med	T.máx	T.mín	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I.Térmica
N° Rac	0,456	-0,325	-0,362	-0,452	-0,325	-0,025	-0,236
Producción	0,367	-0,254	-0,521	-0,235	-0,521	-0,365	-0,512
G. Prob	0,466	0,325	0,452	0,415	-0,254	0,223	0,365
pH	0,356	0,452	0,632	0,325	0,236	0,123	0,425
Acidez	0,523	0,012	0,125	0,412	0,065	0,345	0,635

Tabla 4.50 Matriz del coeficiente de correlación de Pearson de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en la parcela Ribadulla.

	Precipitación	T.med	T.máx	T.mín	I. Huglin	I. Winkler-Amerine	I.Térmica
N° Rac	0,564	-0,123	-0,251	-0,365	-0,523	-0,123	-0,125
Producción	0,201	-0,236	-0,452	-0,562	-0,201	-0,012	-0,632
G. Prob	0,352	0,362	0,452	0,365	0,125	0,012	0,263
pH	0,210	0,502	0,523	0,415	0,163	0,236	0,154
Acidez	0,224	0,526	0,362	0,362	0,025	0,241	0,452

En relación al análisis multivariante (PLSR) realizado en las variables de producción y calidad que mejores correlaciones han presentado con las variables climáticas (precipitaciones, temperaturas máximas, mínimas, medias, índice de Huglin, índice de Winkler-Amerine e integral térmica) de cada una de las campañas a estudio en cada uno de los viñedos, se han obtenido correlaciones próximas a 0,5 en cuanto al coeficiente de correlación, siendo el número de racimos la variable de mayor correlación (0,441), con el error medio cuadrático más bajo de las variables estudiadas (0,245), empleando en su interacción 2 factores, seguidas de las variables acidez y grado probable (Tabla 4.51).

Tabla 4.51 Análisis multivariante (PLSR) de factores de producción-calidad y variables agronómicas en las campañas (2018-2020) en las parcelas a estudio.

	R2	RMSE	SEP	RPD	F
Nº Rac	0,441	0,245	0,155	0,352	2
Producción	0,243	0,425	1,230	0,236	3
G. prob	0,341	0,525	0,143	0,254	2
pH	0,285	0,225	0,329	0,124	3
Acidez	0,424	0,347	0,269	0,125	1

R^2(coeficiente de determinación); RMSE (error medio cuadrático); SEP (error estándar); RPD (desviación de predicción residual); F (número de factores).

El impacto climático en la viticultura es un tema de investigación de gran importancia y evolución constante. Autores como Candiago *et al*., 2023, estudian los efectos del cambio climático y su afección en las distintas regiones vitícolas del mundo, examinando los cambios en las variables climáticas y de calidades de la uva.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los estudios concluyen que el cambio climático está impactando significativamente en la viticultura y sugiere la importancia de tomar medidas de adaptación para minimizar sus efectos negativos. Georgopoulou *et al*. (2017) han realizado un análisis global de cambios en áreas vitícolas, empleando modelos climáticos y ecológicos para predecir los cambios en las regiones vitícolas a largo plazo (2050). Los resultados muestran que en muchas áreas actuales podrían volverse inadecuadas para la viticultura, mientras que algunas áreas no tradicionales, podrían volverse más favorables. Trabajos realizados propiamente enel área vitícola de las Rías Baixas, muestran correlaciones positivas entre parámetros climáticos como la temperatura y correlaciones negativas con la lluvia, afectando directamente con parámetros de producción y destacando este cambio climático inminente en las próximas décadas para la viticultura de esta zona (Bode *et al*., 2009).

Quénol *et al*., 2017, ha examinado los cambios en las condiciones climáticas y la fenología de la vid en Europa y su impacto en la madurez de la uva y calidad del vino. Los investigadores analizaron datos climáticos y de viticultura de varias regiones europeas y se han encontrado avances en la madurez de la uva debido a los cambios en el clima. Este estudio hace inminente la adaptación de las prácticas de manejo de la viticultura frente al cambio climático.

Las recientes investigaciones sobre el cambio climático hacen hincapié en la afección del clima en las regiones vitivinícolas de todo el mundo, mostrando necesidades de medidas de adaptación e importancia de comprender los cambios climáticos para predecir y mitigar los impactos negativos en la producción y calidad del vino. Además, se enfatiza en la importancia de la investigación continua en este campo para proporcionar información y soluciones científicas a los viticultores y la industria vitivinícola (Intrigliolo *et al*., 2019).

Una de las herramientas que presenta un gran futuro y apoyo para los viticultores frente al cambio que se está viviendo, es el enfoque tratado en la presente tesis, la zonificación y comprensión de los viñedos mediante una viticultura de precisión (sensores, imágenes de satélite, espectrorradiametro), en las que se emplean herramientas de inteligencia artificial, que nos permiten adelantarnos y adaptarnos a los cambios que se enfrenta actualmente el mundo de la viticultura (Sotés, 2015).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Este capítulo, bajo el consentimiento de todos los coautores, presenta contenido de la siguiente publicación científica: Rodríguez-Febereiro, M., Dafonte, J., Fandiño, M., Cancela J.J., Rodríguez-Pérez, J.R. (2022). Evaluation of Spectroscopy and Methodological Pre-Treatments to Estimate Soil Nutrients in the Vineyard. Remote Sensing, 14(6), 1326. https://doi.org/10.3390/rs14061326, más información puede ser consultada en el prefacio de la presente tesis doctoral.

5. CONCLUSIONS

The general conclusions obtained in this doctoral thesis are defined below:

- The study of agronomic parameters such as: soil elements, apparent electrical conductivity of the soil, water potential, foliar nutrition of the vineyard, classic must parameters of and production throughout the plot, allows us to understand the behaviour of the vineyard through their deficiencies, imbalances and differential zones, which allow the zoning and application of technologies in the vineyard to be managed in an optimized way.

- The use of spectral index from remote satellite sensors is a useful tool to study the evolution of the vineyard's behaviour throughout the season, as well as to make comparisons and zoning of the same between seasons.

- Spectroscopy is a fast, non-destructive, reproducible and precise technique for estimating the physicochemical composition of vineyard soils that allows: minimizing costs and time in soil analysis, applying an alternative methodology to standard laboratory methods, improving future sampling plans and a practical application to fertilization problems, notable and differentiable in the vineyards under study in relation to the O.M., N and C content.

- Statistical zoning according to vineyard management units has made it possible to differentiate the same sectors in the three vintages under study, based on soil parameters and foliar elements. Aspect that for stem water potential, must and production parameters, has been influenced by the "season" effect.

- Zoning of the vineyards, maps of the plots with small delimited subzones are obtained, allowing the management units used for their management to be optimized and improved. The zoning of the vineyard according to families of agronomic parameters of relevance for viticultural management (soil composition, foliar analysis, water management, characteristics of the musts and production), allows precise zoning of the vineyards, according to the agronomic parameters in which we want to influence, ease the application of precision viticulture.

- Multifactor analysis techniques for predicting production and quality variables have presented good results in production parameters (number of bunches and Ravaz Index) and quality (total acidity, pH and volatile acidity), being less precise in the early phase (July) than in phases close to the harvest date (September).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- The intelligent model with the best results for predicting production has turned out to be the multilayer perceptron neural network. Therefore, it concludes that the use of multispectral indicators produces an overfeeding of the system, obtaining a more accurate model using only multispectral values.

- The intelligent model has been designed with 19 input layer neurons: 3 neurons with physiographic data, 3 neurons with climatological data, 12 neurons with multispectral data and 1 neuron with field data (number of clusters). With this model, good predictions of production have been obtained at different times of the season, seeing that the precision in the estimate increases as we approach the time of harvest. It is easier for the system to make estimates in the month prior to harvest than during flowering.

- The impact of climate change on vineyards has manifested changes in the face of climatic adversities to which the vine is more sensitive (temperatures, precipitation, frost…), with which the harvest date is affected with greater uncertainty and in parameters such as acidity and the probable degree of the must are closely related.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 6
BIBLIOGRAFÍA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

6. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo-Opazo, C., Tisseyre, B., Guillaume, S., Ojeda, H. (2008). The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status. Precision Agriculture, 9, 285-302.

Aguilar Saavedra, R. A., Valdés Gómez, H. A., Reyes Suárez, J. A. (2010). Uso de redes neuronales artificiales para estimacion de radiacion neta sobre una viña cv. Cabernet Sauvignon (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingenieria en Bioinformatica).

Alake, R. (2020). Understanding and Implementing LeNet-5 CNN Architecture (Deep Learning). Obtenido de Towards DataScience: https://towardsdatascience.com/understanding-and-implementing-lenet-5-cnn-architecture-deep-learning-a2d531ebc342

Albornoz, L., Rodríguez Plaza, L., Navarro, A., López, M., Bageta, C., Mercado, L. (2019). Zonificación de un viñedo de cv Bonarda argentina (Vitis vinífera L.) a partir de imágenes del satélite Sentinel y tres índices de vegetación. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 51(2), 167-176.

Aleixandre Benavent, J. L., Giner Gonzálbez, J. F., & Aleixandre Tudo, J. (2013). Evaluación del efecto terroir sobre la calidad de la uva y el vino (I). Enoviticultura, 20, 6-16.

Alonso, P. (1 de Mayo de 2022). UM: Temario de Teledetección. Obtenido de UM: Catedra de Geografía: https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node74.html

Amerine M.A. y Winkler, A.J. (1944). Composition and quality of musts and wines of California grapes. Hilgard, 15, pp. 493–673.

Anul Had, M., Rahaman, G., Baral, P., Ghosh, A. (2021). Deep learning based supervised image classification using UAV images for forest areas classification. Indian Society of Remote Sensing, 49 (3), 601-606. doi:https://doi.org/10.1007/s12524-020-01231-3

Arnó Satorra, J., Martínez Casasnovas, J. A., Ribes Dasi, M., Rosell Polo, J. R. (2009). Precision viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. Spanish Journal of Agricultural Research, 2009, vol. 7, núm. 4, p. 779-790.

Aquino Martín, A., Ponce Real, J.M., Millán Prior, B., Tejada Guzmán, D., Andújar Márquez, J.M. (2019). "Identificación y conteo de aceitunas en imágenes digitales tomadas en el olivar mediante morfología matemática y redes neuronales convolucionales". En: XL Jornadas de Automática: libro de actas, Ferrol, 4-6 de septiembre de 2019 (pp. 818-827). DOI capítulo: https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497169.818.

Arnó, J., Rosell, J. R., Blanco, R., Ramos, M. C., Martínez-Casasnovas, J. A. (2012). Spatial variability in grape yield and quality influenced by soil and crop nutrition characteristics. Precision Agriculture, 13, 393-410.

Avalos, J. M., Córdoba, E. T., Cid, Y. B., Losada, E. D., Fernández, I. O. (2013). Relación entre humedad del suelo y estado hídrico de Albariño bajo condiciones de riego y secano.

Ballesteros, R., Intrigliolo, D. S., Ortega, J. F., Ramírez-Cuesta, J. M., Buesa, I., Moreno, M. A. (2020). Vineyard yield estimation by combining remote sensing, computer vision and artificial neural network techniques. Precision Agriculture, 21, 1242-1262.

Barnsley, M., Moller-Jensen, L., Barr, S. (2001). Inferring urban land use by spatial and structural pattern recognition. Remote Sensing and Urban Analysis. Londres: Taylor and Francis.

Barriguinha, A., de Castro Neto, M., Gil, A. (2021). Vineyard yield estimation, prediction, and forecasting: A systematic literature review. Agronomy, 11(9), 1789.

Bartholomeus, H. M., Schaepman, M. E., Kooistra, L., Stevens, A., Hoogmoed, W. B., Spaargaren, O. S. P. (2008). Spectral reflectance based indices for soil organic carbon quantification. Geoderma, 145(1-2), 28-36.

Bellvert, J., Zarco-Tejada, P. J., Girona, J., Fereres, E. J. P. A. (2014). Mapping crop water stress index in a 'Pinot-noir'vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle. Precision agriculture, 15(4), 361-376.

Beltrán, P., Montesinos, S. (2008). Las técnicas de teledetección por satelite en viticultura de precisión.

Ben Ghozlen, N., Cerovic, Z.G., Germain, C., Toutain, S., Latouche, G. (2010). Non-invasive ptical monitoring of grape maturation by proximal sensing. Sensors 10 (11), 10040-10068.

Blanco, P., Díaz, E., Mirás-Avalos, J. M., Lamas, A., Soto, E., de Viticultura, E., San Clodio, P. (2014). Evaluación de la producción y características del mosto en variedades gallegas bajo cultivo ecológico y convencional en DO Rías Baixas. Actas de Horticultura: I Jornada del GTVE. Comunicaciones. ISBN, 978-84.

Bode, A., Álvarez-Salgado, X. A., Ruiz-Villarreal, M., Bañón, R., Castro, C. G., Molares-Vila, J., Varela-Rodríguez, M. (2009). Impacto do cambio climático nas condicións oceanográficas e nos recursos mariños.

Bonilla, I. (2015). Análisis y manejo de la variabilidad intraparcelaria del viñedo en relación con la calidad de la uva y del vino (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).

Boso, S., Martínez, M.C., Unger, S., Kassemeyer, H-H. (2006). Evaluation of foliar resistance to downy mildew in different cv. Albariño clones. Vitis 45 (1), 23-27.

Bramley R.G.V; B. Pearse and P. Chamberlain (2003). Being Profitable Precisely – A case study of Precision Viticulture from Margaret River. Australian Grapegrower and Winemaker 473a, 84–87.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Bramley, R.G.V. (2005). Understanding variability in winegrape production systems – 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. Australian Journal of Grape and Wine Research, 11(1), 33-42.

Bramley, R.G.V. (2010). Precision viticulture: Managing vineyard variability for improved quality outcomes. In A.G. (.G. Reynolds (Ed.), Managing wine quality (pág. 445-479). Oxford: Boca Raton: (uk): Wood-head; CRC Press.

Breiman, L. (2001). Random forests. *Mach. Learn*, *45*, 5–32.

Bromberg, F. y Pérez, D. S. (2012). Interpolación espacial mediante aprendizaje de máquinas en viñedos de la Provincia de Mendoza, Argentina. In *XIII Argentine Symposium on Artificial Intelligence (ASAI 2012)(XLI JAIIO, La Plata, 27 y 28 de agosto de 2012)*.

Cancela, J. J., Fandiño, M., Rey, B. J., Rosa, R., Pereira, L. S. (2010). Estimating transpiration and soil evaporation of vineyards from the fraction of ground cover and crop height-application to'Albariño'vineyards of Galicia. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the 931 (pp. 227-234).

Cancela, J.J., Trigo-Córdoba, E., Martínez, E.M., Rey, B.J., Bouzas-Cid, Y., Fandiño, M., Mirás-Avalos, J.M. (2016). Effects of climate variability on irrigation scheduling in White varieties of Vitis vinífera (L.) of NW Spain. Agricultural Water Management, 170, 99-109.

Cancela, J. J., Fandiño, M., Rey, B. J., Dafonte, J., González, X. P. (2017). Discrimination of irrigation water management effects in pergola trellis system vineyards using a vegetation and soil index. Agricultural Water Management, 183, 70-77.

Candiago, S., Winkler, K. J., Giombini, V., Giupponi, C., Egarter Vigl, L. (2023). An ecosystem service approach to the study of vineyard landscapes in the context of climate change: A review. Sustainability Science, 18(2), 997-1013.

Cano, J. A. R., Magariño, S. P., Herrera, M. B., de Blanco, V., García, R., Vásquez, G. E. B. (2016). Caracterización intraparcelaria agronómica, de maduración y del vino de unidades diferenciadas de manejo en la DO Ribera del Duero. In II Jornadas del Grupo de Viticultura: comunicaciones técnicas: Madrid, 3-4 de noviembre de 2016 (pp. 395-401). Universidad Politécnica de Madrid.

Cardell, M.F., Amengual, A., Romero, R. (2019). Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. Regional Environmental Change, 19 (8), 2299-2310.

Carey, V.A., Saayman, D., Archer, E., Barbeau, G., Wallace, M. (2008). Viticultural terrorirs in stellenbosch, south africa. I the identificación of natural terroir units. Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin, 42 (4), pág: 169-183.

Carrillo, E., Matese, A., Rousseau, J., Tisseyre, B. (2016). Use of multi-spectral airborne imagery to improve yield sampling in viticulture. Precision Agriculture, 17(1), 74–92. https://doi. org/10.1007/s11119-015-9407-8.

Carter, M. R. y Gregorich, E. G. (2010). Carbon and nitrogen storage by deep-rooted tall fescue (Lolium arundinaceum) in the surface and subsurface soil of a fine sandy loam in eastern Canada. *Agriculture, ecosystems & environment*, *136*(1-2), 125-132.

Caseras Sáez de Asteasu, I. (2017). Seguimiento de viñas mediante imágenes multiespectrales aéreas y de satélite. Trabajo fin de Máster. Universidad Pública de Navarra.

Chang, C.-W.; Laird, D.; Mausbach, M.J.; Hurburgh, C.R. (2001). Near-infrared reflectance spectroscopy–principal components regression analyses of soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, *65*, 480.

Chanussot, J., Bas, P., Bombrun, L. (2005). Airborne remote sensing of vineyards for the detection of dead vine trees. Proceedings. 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS '05., 5, 3090–3093. https://doi. org/10.1109/IGARSS.2005.1526490.

Champagnol, F. (1990). Rajeunir le diagnostic foliare. Progrès Agric. Vit. (107), 343-35.

Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. Computers and electronics in agriculture, 151, 61-69.

Choné X., C. van Leeuwen, D. Dubordieu J.P. Gaudillère (2001). Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. Ann. Bot. 87, 447-483.

Chuvieco, E. (1990). Fundamentos de la Teledetección Espacial (Primera ed.). Madrid: Ediciones Rialp, S.A.

Clingeleffer, P. R., Martin, S. R., Dunn, G. M., Krstic, M. P. (2001). Crop Development, Crop Estimation and Crop Control to Secure Quality and Production of Major Wine Grape Varieties: A National Approach. Grape and Wine Resarch & Development Corporation.

Colomina, I. y Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 79-97. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013

Costa, J.M., Grant, O.M., Chaves, M.M., (2010). Use of thermal imaging in viticulture: current application and future prospects. In 'Methodologies and results in grapevine research'. (Eds S Delrot, H Medrano, E Or, L Bavaresco, S Grando) pp. 135-50. (Springer: Dordrecht, The Netherlands).

Cozzolino, D.; Cynkar, W.U.; Dambergs, R.G.; Shah, N.; Smith, P. (2013). In situ measurement of soil chemical composition by near-infrared spectroscopy: A tool toward sustainable vineyard management. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, *44*, 1610–1619.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

de Castro, A., Peña, J., Torres-Sánchez, J., Jiménez-Brenes, F., Valencia-Gredilla, F., Recasens, J., López-Granados, F. (2020). Mapping Cynodon Dactylon Infesting Cover Crops with an Automatic Decision Tree-OBIA Procedure and UAV Imagery for Precision Viticulture. Remote Sensing(12 (1) 56). doi:https://doi.org/10.3390/rs12010056.

de la Fuente, M., Linares, R., Baeza, P., Miranda, C., Lissarrague, J.R. (2015). *Comparison of different methods of grapevine yield prediction in the time window between fruitset and veraison*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, Vol. 49, 27-35.

DeFries, R. S., y Chan, J. C.-W. (2000). Multiple Criteria for Evaluating Machine Learning Algorithms for Land Cover Classification from Satellite Data. University of Maryland. New York: Remote Sens. Environ.

Deloire, A., Ojeda, H., Zebic, O., Bernard, N., Hunter, J. J., Carbonneau, A. (2006). Influencia del estado hídrico del viñedo en el tipo de vino. Revista internet de viticultura y enología, 11(1), 1-8.

Desseigné, J.M. (2003). Determinación de la calidad de la vendimia mediante espectroscopía en el infrarojo cercano. Infowine.

Diago, M.P., Krasnow, M., Bubola, M., Millan, B., Tardaguila, J. (2016) Assessment of vineyard canopy porosity using machine vision. American Journal of Enology and Viticulture. doi: 10.5344/ajev.2015.15037.

Díaz-Losada, E., Orriols Fernández, I., Rego Martínez, F., Tato Salgado, A., Ramos Cabrer, A., Pereira Lorenzo, S. (2011). A colección de vides da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia. Ed. Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural. 388 págs.

DDOG (Diario Oficial de Galicia). (2012). Núm 152. Resolución de 24 de julio de 2012, de la Secretaría General de Medio Rural y Montes, por la que se le da publicidad al pliego de condiciones de la denominación de origen Rías Baixas.

Du, C., y Zhou, J. (2009). "Evaluation of soil fertility using infrared spectroscopy: a review". Environmental Chemistry Letters, 7(2), 97-113.

Estes, J. E., Sailer, C., & Tinney, L. R. (1986). Applications of artificial intelligence techniques to remote sensing. The Professional Geographer, 38(2), 133-141.

Fabbri, L. (2003). Dynamiques qualitatives des territoires viticoles. Tesis de doctorado de Geografía. Universdidad Paul Valery Montpelier III.

Fandiño, M., Martínez, E. M., Rey, B. J., Cancela, J. J. (2013). Efecto de los sistemas de riego en la variedad Albariño: coeficientes de cultivo simples y estrés hídrico. Spanish Journal of Rural Development, 4.

Fandiño, M. Mirás-Avalos, J.M., Rey, J.B., Cancela, J.J., Dafonte, J. (2020a). Soil physical properties: keys for vineyard zoning. Agricultura 4.0. II Simposio Iberico de Engenharia Hortícola 2020. SiBeh, Viana do Castelo (Portugal).

USC DE COMPOSTELA

Fandiño, M., Vilanova, M., Caldeira, I., Silvestre, J. M., Rey, B. J., Mirás-Avalos, J. M., Cancela, J. J. (2020b). Chemical composition and sensory properties of Albariño wine: Fertigation effects. Food Research International, 137, 109533.

Fandiño Beiro, M. (2021). Necesidades de agua e influencia de los sistemas de riego en Vitis vinifera cv. Albariño.(Doctoral dissertation, Universidad de Santiago de Compostela).

FAO 2020. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).

Farias, C. C. (2017). Extracción de características en viñedos mediante algoritmos de clasificación difusa y técnicas de inteligencia artificial (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).

Ferreyra, R., G. Selles, P. Maldonado, J. Celedón, P. Gil. (2007). Efecto del clima, de las características de la hoja y de la metodología de medición en el potencial hídrico xilemático en palto (Persea americana Mill.). Agric. Téc. (Chile) 67: 182-188.

Forja Miranda, S. (2019). Dinámica del crecimiento urbano del eje Maracay Valencia usando técnicas de teledetección y SIG. Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Frausto-Solis, J., Gonzalez-Sanchez, A., Larre, M. (2009). A New Method for Optimal Cropping Pattern, In: Aguirre, A.H., Borja, R.M., Garciá, C.A.R. (Eds.), MICAI 2009: Advances in Artificial Intelligence: 8th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, Guanajuato, México, November 9-13, 2009. Proceedings. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 566–577.

Fregoni, M. (1998). 'Malvasia Rosa'a new aromatic grapevine variety. In VII International Symposium on Grapevine Genetics and Breeding 528 (pp. 685-688).

Gade, D.W. (2004). Tradition, territory and terroir in French viniculture: Cassis, France and appellation controlee. Annals of the association of American geographers. Vol. 94 (4), pág: 848-867.

Galarza, O. U. (2010). Zonificación de un viñedo de Rioja Alavesa según las propiedades del suelo y su influencia sobre producción y calidad (Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza).

Galeano-Arias, L. F., Aguirre, S. G., Castrillón-Gómez, O. D. (2021). Análisis de calidad del vino por medio de técnicas de inteligencia artificial. Información tecnológica, 32(1), 17-26.

Galarza, O. U. (2010). *Zonificación de un viñedo de Rioja Alavesa según las propiedades del suelo y su influencia sobre producción y calidad* (Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza). GALARZA, Olatz Unamunzaga. *Zonificación de un viñedo de Rioja Alavesa según las propiedades del suelo y su influencia sobre producción y calidad*. 2010. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

García, J., Martínez-Cutillas, A., Romero, P. (2012). Financial analysis of wine grape production using regulated déficit irrigation and partial-root zone drying strategies. Irrig Sci 30 (3); pág. 179-188.

García-Tomillo, A. (2014). Aplicación de métodos geofísicos al estudio del suelo. Tesis doctoral. Universidad de Coruña.

Gladstones, J. (2011). Wine, terroir and climate change. Adelaide: at Wakefield Press.

Gómez-Miguel, V. (2011). Terroir. In J.Böhm (Ed.), Atlas das castas da península ibérica: História, terroir, ampelografía (pág. 104-153). Lisboa, Portugal: Dinalivro.

Gómez-Miguel, V. D., Sotés, V., González-SanJosé, M. L. (2017). Teledetección no es Tele-adivinación: La importancia de las causas en Viticultura de Precisión. In BIO web of conferences (Vol. 9, p. 01022). EDP Sciences.

González Fernández, A. B., Rodríguez Pérez, J. R., Sanz Ablanedo, E., Álvarez Taboada, M. F., Catanzarite Torres, T. (2010). Determinación de la variabilidad espacial de parámetros de calidad y rendimiento en viñedos a partir de índices de vegetación obtenidos con un espectro-radiómetro de campo. In Congreso Nacional de Tecnologías de la información Geográfica (14º. 2010 Sevilla)(2010), p 148-161. Universidad de Sevilla.

Gras, J.-P.; Barthès, B.G.; Mahaut, B.; Trupin, S. (2014). Best practices for obtaining and processing field visible and near infrared (VNIR) spectra of topsoils. *Geoderma*, *214*, 126–134.

Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., Vitaliotou, M., Lalas, D. P., Theloudis, I., Zavras, V. (2017). Climate change impacts and adaptation options for the Greek agriculture in 2021–2050: A monetary assessment. Climate Risk Management, 16, 164-182.

Guitián, M. A. y Ramil Rego, P. (2007). Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica.

Hall, A., Jones, G.V. (2010). Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16(3), pág: 389-404.

Hamylton, S., Morris, R., Carvalho, R., Roder, N., Barlow, P., Milld, K., & Wang, L. (2019). Evaluating techniques for mapping island vegetation from unmanned aerial vehicle (UAV) images: Pixel classification, visual interpretation and machine learning approaches. New South Wales, Australia. doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102085

He, Y.; Song, H.; Pereira, A.G.; Gómez, A.H. (2005). A new approach to predict N, P, K and OM content in a loamy mixed soil by using near infrared reflectance spectroscopy. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing, Hefei, China, 23–26 August 2005; pp. 859–867.

Hekayati, J. y Rahimpour, M. (2017). Estimation of the saturaion pressure of pure ionic liquids using MLP artificial neural networks and the revides isofugacity criterion. Journal of Molecular Liquids , 85-95.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Hernández, Z., Pérez Trujillo, J. P., Carral, P., Álvarez, A. M. T., Figueiredo, T. D., Almendros, G. (2011). El suelo como factor discriminante en la zonificación vitícola en archipiélagos volcánicos: Azores, Canarias y Cabo Verde como áreas de estúdio. Nuevas Perspectivas en Investigación Vitivinícola, 239-242.

Houborg, R.; McCabe, M.F. A. (2018). hybrid training approach for leaf area index estimation via Cubist and random forests machine-learning. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens*, *135*, 173–188.

Huglin P. (1986). Biologie et écologie de la vigne. Payot Lausanne. París.

Huetz de Lemps. (2021). Viñedos y vinos del noroeste de España. Cultura líquida editorial. ISBN:978-84818272-00-4.

Intrigliolo, D.S., Castel, J.R. (2010). Response of grapevine cv. 'Tempranillo' to timing and amount of irrigation: wáter relations, vine growth, yield and Berry and wine composition. Irrigation Science, 28 (2), 113.

Intrigliolo, D. S., Sanz, F., Yeves, A., Martínez, A., Buesa, I. (2019). Manejo integral del viñedo para hacer frente al cambio climático. Uso eficiente del riego y otras prácticas agronómicas. El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el Mediterráneo, 193-220.

Jiménez-Ballesta, R., Bravo, S., Amorós, J. A., Pérez-de los Reyes, C., García-Pradas, J., García-Navarro, F. J. (2020). Understanding the quality of local vineyard soils in distinct viticultural areas: a case study in Alcubillas (La Mancha, Central Spain). Agriculture, 10(3), 66.

Jones, G.V., Davis, R.E. (2000). Using a synoptic climatological approach to understand climate-viticulture relationships. International Journal of Climatology, vol. 20.

car, G., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality; Clim. Change 73. Pág. 319-313.

Jung, J., Maeda, M., Chang, A., Bhandari, M., Ashapure, A., & Landivar-Bowles, J. (2021). The potential of remote sensing and artificial intelligence as tools to improve the resilience of agriculture production systems. Current Opinion in Biotechnology, 70, 15-22.

Júnior, V. V., Carvalho, M. P., Dafonte, J., Freddi, O. S., Vázquez, E. V., Ingaramo, O. E. (2006). Spatial variability of soil water content and mechanical resistance of Brazilian ferralsol. Soil and Tillage Research, 85(1-2), 166-177.

Junquera, P. (2011). Influencia de la distancia entre filas y de la densidad de pámpanos en el aprovechamiento de los recursos ambientales y en la respuesta del cv. Tempranillo (vitis vinífera L.) conducido en espaldera con riego deficitacio.

Kaplan, A. y Haenlein, M. (2018). On the interpretationes, illustrations and implications of artificial intelligence. Business Horizons, 15-25.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Kwak, G.-H. y Park, N.-W. (2019). Impact of Texture Information on Crop Classification with Machine Learning and UAV Images. Inha University, Department of Geoinformation Engineering, Incheon, Korea. doi:https://doi.org/10.3390/app9040643

Kleinberg, E. (1996). An Overtraining-Resistant Stochastic Modeling Method for Pattern Recognition. Annals of Statistics, 24(6), 2319-2349.

Laliberte, A. S. y Rango, A. (2009). Texture and Scale in Object-Based Analysis of Subdecimeter Resolution Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 47(03), 761-770.

Laurent, C., Oger, B., Taylor, J. A., Scholasch, T., Metay, A., Tisseyre, B. (2021). A review of the issues, methods and perspectives for yield estimation, prediction and forecasting in viticulture. European Journal of Agronomy, 130, 126339. https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126339.

Lee, W.S., Alchanatis, V., Yang, C., Hirafuji, M., Moshou, D., Li, C. (2010). Sensing technologies for precision specialty crop production. Computers and Electronics in Agriculture, 74, 2-33.

Li, S. y Tang, H. (2020). Classification of Building Damage Triggered by Earthquakes Using Decision Tree. (Hindawi, Ed.) Mathematical Problems in Engineering, 2020. doi:https://doi.org/10.1155/2020/2930515

Liaw, A.; Wiener, M. (2002). Classification and regression by randomForest. *R News*, *2*, 18–22.

Lobell, D., Field, C., Cahill, K., Bonfils, C. (2006). Impacts of future climate change on California pernnial crip yields: Model projections with climate and crop uncertainties. Agric For Meteorol. 141 (2-4); pág. 208-218.

López Saca, F. (2019). Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Lorenzo, M. D. L. N., Taboada Hidalgo, J. J., Lorenzo, J. F., Ramos, A. M., Santos González, F. (2012). Impactos esperados del cambio climático sobre la viticultura en el área de la DO Rías Baixas. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A; 8.

Lu, P., Wang, L., Niu, Z., Li, L., Zhang, W. (2013). Prediction of soil properties using laboratory VIS–NIR spectroscopy and Hyperion imagery. J. Geochem. Explor, 132, 26–33.

Marabel, M. y Alvarez-Taboada, F. (2013). Spectroscopic determination of aboveground biomass in grasslands using spectral transformations, support vector machine and partial least squares regression. *Sensors*, *13*(8), 10027-10051.

McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T., Bouma, J. (2005). Future directions of precision agriculture. Precision agriculture, 6(1), 7-23.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

McBratney, A.B., Minasny, B., Rossel, R.V. (2006). Spectral soil analysis and inference systems: A powerful combination for solving the soil data crisis. *Geoderma*, *136*, 272–278.

McLoud, P.R, R. Gronwald y H. Kuykendall (2007). Precision Agriculture: NRCS Support for Emerging Technologies. Agronomy Technical Note, No. 1, 1-9.

McNeill JD. (1992). Rapid, accurate mapping of soil salinity by electromagnetic ground conductivity meters. En: Topp GC, Reynolds WD, Green RE. [Eds.]. Advances in measurement of soil physical properties: Bringing theory into practice. Madison : Soil Science Society of America. pp. 209 – 229.

Malavolta, E., Malavolta, M. L., Cabral, C. P., Antoniolli, F. (1989). Sobre a composição mineral do aguapé (Eichornia crassipes). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, *46*, 155-162.

Mallheiro, A., Santos, J., Fraga, H., Pinto, J. (2010). Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. Clim Res 43(3), pág. 163-177.

Manzanares, J. L. (2020). Retos para la producción vitivinícola en la región norte de Baja California: Una Caracterización hidrológica del valle de Guadalupe. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research, 323164.

Martínez Casasnovas, J. A., Agelet Fernández, J., Arnó Satorra, J., Bordes Aymerich, X., Ramos Martín, M. C. (2010). Protocolo para la zonificación intraparcelaria de la viña para vendimia selectiva a partir de imágenes multiespectratrales. Revista de teledetección, 2010, vol. 33, p. 47-52.

Martínez, Á. (2020). Caracterización e influencia del terroir sobre la composición de la uva y los componentes vegeto-productivos de la vid (Vitis vinifera L.) en la DOCa Rioja (Doctoral dissertation, Agronomica).

Martínez-Rodríguez, A. J., Boso Alonso, S., Santiago Blanco, J. L., Cebollero, E., Alonso-Villaverde Iglesias, V., Juega, M., Gago Montaña, P., León, A., Zubiaurre Múrua, M.E., Núñez, Y.P., González, I., Oliveira, A., Fonseca, J.M., Rodríguez, E., Carrascosa, A.V., Martínez Rodríguez, M. D. C. (2009). Estudio para la mejora de la calidad del vino albariño. Real Academia Galega de Ciencias.

Marín, A., Alonso-Martirena, J. I., Andrades, M., Pizarro, C. (2000). Contenido de metales pesados en suelos de viñedo de la DO Ca. Rioja. *Edafología*, *7*(3), 351-357.

Melgarejo, L, Romero, M, Hernández, S, Barrera, J, Solarte, M, Suárez, D, Pérez, L, Rojas, A, Cruz, M, Moreno, L, Crespo, S y Pérez, W. (2010). *Experimentos en fisiología vegetal.* Universidad Nacional de Colombia.

Mehlich, A. (1984). "Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant". Communications in soil science and plant analysis, 15(12), 1409-1416.

Mirás-Avalos, J. M., Fandiño, M., Rey, B. J., Dafonte, J., & Cancela, J. J. (2020). Zoning of a newly-planted vineyard: spatial variability of physico-chemical soil properties. Soil Systems, 4(4), 62.

Mirás-Avalos, J.M. y Araujo, E.S. (2021). Optimization of Vineyard Water Management: Challenges, Strategies, and Perspectives. Water, 13 (6), 746.

Montesinos, S., Bea, M., Fernández, L., Álvarez, R. (2007). Las imágenes de satélite en la gestión de la viña. In *Congreso internacional sobre Clima y viticultura* (pp. 286-290). MONTESINOS, Salomón, et al. Las imágenes de satélite en la gestión de la viña. En *Congreso internacional sobre Clima y viticultura*. 2007. p. 286-290.

Morán, M. Á. O., Martínez, M. J. Q., García, M. S., Cuesta, M., González, D., Jimeno, J. E. G. (2020). Nuevas estrategias en la mejora de las condiciones de fertilidad para suelos vitícolas de naturaleza calcárea. Enoviticultura, (67), 2.

Moskolaï, W. R., Abdou, W., Dipanda, A. (2021). Application of Deep Learning Architectures for Satellite Image Time Series Prediction: A Review. Remote Sensing, 13(23), 4822.

Mukrimin, M., Conrad, A.O., Kovalchuk, A., Julkunen-Tiitto, R., Bonello, P., Asiegbu, F.O. (2019). Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy analysis discriminates asymptomatic and symptomatic Norway spruce trees. *Plant Sci*, *289*, 110247.

Northup, B.K y Daniel, J.A. (2012). Near Infrared Reflectance-Based Tools for Predicting Soil Chemical Properties of Oklahoma Grazinglands. *Agron. J*, *104*, 1122–1129.

Nychka, D., Bandyopadhyay, S., Hammerling, D., Lindgren, F., Sain, S. (2015). A multiresolution Gaussian process model for the analysis of large spatial datasets. Journal of Computational and Graphical Statistics, 24(2), 579-599.

Nuske, S., Supreeth, A., Bates, T., Narasimhan, S., Sanjiv, S. (2011). Yield estimation in vineyards by visual grape detection. IROSIEEE. P 2352-2358.

Odlare, M., Svensson, K., Pell, M. (2005). Near infrared reflectance spectroscopy for assessment of spatial soil variation in an agricultural field. *Geoderma* **2005**, *126*, 193–202.

Oger, B., Laurent, C., Vismara, P., Tisseyre, B. (2023). How to better estimate bunch number at vineyard level?. OENO One, 57(3), 27-39.

OIV. DO-VITI 423-(2012). Resolución. Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima.

OIV MAGRAMA. (2021). Anuario de Estadística Agraria 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

OIV. (2021). Base de datos del sector vitivinícola mundial. Aspectos de la coyuntura Mundial. Organización Internacional de la Viña y el Viño. https://www.oiv.int/es/organizacion-internacional-de-la-vina-y-el-vinoFA.

Oller, P. R. O., Higueras, E. F., Marquez, L. E. (2018). Diagnóstico de fertilidad de suelos y técnicas de fertilización en viñedos comerciales del valle central de Tarija. Agrociencias, 3(5), 7-17.

Olsen S., Cole C., Watanabe F. y Dean L. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USA. United States Department of Agriculture. Circular Nº 939, Washington D.C. 19 pp.

Otero, I., Diago, P., Genisheva, Z. A., Oliveira, J. M., Tubio, M., Alvarez, K., Vilanova, M. (2010). Efectos del deshojado precoz sobre la composición aromática del vino Albariño en el valle del Salnés (DO Rías Baixas).

Parmo, R. P., Uribeetxebarria, A., Ríos, G., García, L. G. S., Galarza, O. U., Aizpurua, A. (2016). Combinación de sensores y estudios terrestres de suelo y planta para entender la variabilidad del viñedo (DO Txakoli de Bizkaia). In II Jornadas del Grupo de Viticultura: comunicaciones técnicas: Madrid, 3-4 de noviembre de 2016 (pp. 279-283). Universidad Politécnica de Madrid.

Pádua, L., Vanko, J., Hruška, J., Adão, T., Sousa, J. J., Peres, E., Morais, R. (2017). UAS, sensors, and data processing in agroforestry: A review towards practical applications. International journal of remote sensing, 38(8-10), 2349-2391.

Pereyra, G., Pellegrino, A., Ferrer, M., Gaudin, R. (2023). How soil and climate variability within a vineyard can affect the heterogeneity of grapevine vigour and production. OENO One, 57(3), 297-313.

Perret, J., Villalobos-Leandro, J.E., Abdalla-Bolaños, K., Fuentes-Fallas, C.L., Cuarezma-Espinoza, K.M., Macas-Amaya, E.N., López-Maietta, M.T., Drewry, D. (2020). Development of spectroscopic methods and machine learning algorithms for evaluation of some soil properties in Costa Rica. *Agron. Costarric*, *44*, 139–154.

Poole, D. (2018). Computational Intelligence: A Logical Approach. Oxford University Press.

Primicerio, J., Di Gennaro, S. F., Fiorillo, E., Genesio, L., Lugato, E., Matese, A., & Vaccari, F. P. (2012). A flexible unmanned aerial vehicle for precision agriculture. Precision Agriculture, 13(4), 517-523.

Proffitt, T., Bramley, R. (2010). Further developments in precision viticulture and the use of spatial information in Australian vineyards. Aust. Vitic, 14, 31-39.

Pulpón, Á. R. R. (2010). Evolución y consolidación del viñedo de regadío en La Mancha. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles.

QGIS Development Team, (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. https://qgis.org (Accedido: 5 de diciembre de 2020).

Quezada, J. P. (2006). Viticultura de precisión aplicada al viñedo. *Rev. Enol*, *2*, 1-3.

Quénol, H., de Cortazar Atauri, I. G., Bois, B., Sturman, A., Bonnardot, V., Le Roux, R. (2017). Which climatic modeling to assess climate change impacts on vineyards?. Oeno One, 51(2), 91-97.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Reyes-Ortiz, O. J., Mejia, M., Useche-Castelblanco, J. S. (2019). Técnicas de Inteligencia Artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimentos. Revista EIA, 16(31), 189-207. doi:https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1215

Reynier, A. (2002). Manual de viticultura: guía técnica de viticultura. 6ª edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid (España).

Rodríguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., Rigol-Sánchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 67, 93-104.

Rodríguez-Febereiro, M., Dafonte, J., Fandiño, M., Cancela, J. J., Rodríguez-Pérez, J. R. (2022a). Evaluation of Spectroscopy and Methodological Pre-Treatments to Estimate Soil Nutrients in the Vineyard. *Remote Sensing*, *14*(6), 1326.

Rodríguez-Febereiro, M., Fandiño, M., González, X. P., Cancela, J. J. (2022b). Evaluación de la nutrición foliar del viñedo mediante análisis foliares. In IV Jornadas del Grupo de Viticultura: Acta de Horticultura: Comunicaciones Técnicas Sociedad Española de Ciencias Hortícolas: 26-28 de octubre 2022, Pamplona/Iruña (pp. 379-384). SECH (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas).

Rodríguez Fernández, M., González Vázquez, X. P., Fandiño Beiro, M., Cancela Barrio, J. J. (2020). Determinación del estado hídrico del viñedo mediante el uso de imágenes térmicas y su influencia en la calidad y producción de la uva.

Rodríguez-Fernández, M., Fandiño, M., González, X. P., Cancela, J. J. (2021a). Estimation water status of the vineyard by calculating multispectral index from satellite images. In EGU General Assembly Conference Abstracts (pp. EGU21-2187).

Rodríguez-Fernández, M., Fandiño, M., González, X. P., Cancela, J. J. (2021b). Relationship between foliar composition and the vigour of vineyards in DO Rias Baixas, Spain. In Precision agriculture'21 (pp. 1-10). Wageningen Academic Publishers.

Rodríguez-Pérez, J. R., Riaño, D., Carlisle, E., Ustin, S., Smart, D. R. (2007). Evaluation of hyperspectral reflectance indexes to detect grapevine water status in vineyards. American Journal of Enology and Viticulture, 58(3), 302-317.

Rosero-Vlasova, O.A.; Pérez-Cabello, F.; Llovería, R.M.; Vlassova, L. (2016). Assessment of laboratory VIS-NIR-SWIR setups with different spectroscopy accessories for characterisation of soils from wildfire burns. *Biosyst. Eng. 152*, 51–67.

Rueda, I. M., Miguel, N. D., Bermejo, A. B., Domínguez, E. G. E. (2019). Aproximación al establecimiento de referencias nutricionales en la variedad de vid Macabeo. Se evalúa la variabilidad interanual en el contenido mineral de material foliar para la DOCa Rioja. Vida rural, (461), 40-46.

Rubin, J. (1967). Optimal classification into groups: an approach for solving the taxonomy problem. Journal of Theoretical Biology, 15(1), 103-144.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ruiz, V. S., Gómez-Miguel, V., Tonietto, J., Almorox, J. (2012). El clima vitícola de las principales regiones productoras de uvas para vino en españa. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas, 199.

Salcedo, S. G. (2019). Artificial Intelligence in Digital Agriculture. Towards In-Field Grapevine Monitoring using Non-invasive Sensors (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).

Scholander, P. F., Bradstreet, E. D., Hemmingsen, E. A., Hammel, H. T. (1965). Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, *148*(3668), 339-346.

Sánchez-Díaz, B. (2018). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad: una revisión. Revista científica, (33), 243-253.

Santesteban, L. G. (2019). Precision viticulture and advanced analytics. A short review. Food chemistry, 279, 58-62.

Santos, J.A., Gätsch, S.D., Karremann, M.K., Jones, G.V., Pinto, J.G. (2012). Ensemble projections for wine production in the Douro Valley of Portugal. Climatic Change.

Schultz, H. (2000). Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. Aus.t.J. Grape Wine Res. 6 pág. 2-12.

Sibaruddin, H. I., Shafri, H. Z., Pradhan, B., Haron, N. A. (2018). Comparison of pixel-based and object-based image classification techniques in extracting information from imagery data. En IGRSM (Ed.), IOP Conf. Series: Earth and Enviromental Science, (pág. 169 012098). doi:10.1088/1755-1315/169/1/012098

Siqueiras, G. M., Dafonte, J. D., González, A. P., Vázquez, E. V., Armesto, M. V., Guedes Filho, O. (2016). Spatial soil sampling design using apparent soil electrical conductivity measurements. Bragantia, 75, 459-473.

Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. Remote Sensing, 12(19), 3136.

Smith, L., Whigham, P. (1999). Spatial aspects of vineyard management and wine grape production. In SIRC 99–The 11th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre. University of Otago Dunedin, New Zealand.

Smith, L. (2002). Site selection for establishment and Management of vineyards. 14th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago, Dunedin.

Sotés, V. (2015). Vulnerabilidad del viñedo ante el cambio climático y estrategias de adaptación. Phytoma., 274, 36-45.

Sudduth KA, Kitchen NR, Wiebold WJ, Batchelor WD, Bollero GA, Bullock DG, Clay DE, Palm HL, Pierce FJ, Schuler RT, Thelen KD. (2005). Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46(1–3): 263 – 283.

Togores, J. H. (2006). La calidad del vino desde el viñedo. Mundi-Prensa Libros.

USC DE COMPOSTELA

Tonietto, J. y Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions wolrdwide. Agricultural and Forest meteorology, Vol 124, pag: 81-97.

Tonietto, J. (2005). El uso de la zonificacion vinicola para mejorar los factores agronomicos y ecologicos para obtener vinos de calidad. In Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, 2., 2005, Ensenada, México.

Triantafyllou, A., Sarigiannidis, P., & Bibi, S. (2019). Precision agriculture: A remote sensing monitoring system architecture. Information, 10(11), 348.

Ubalde, J.M., Sort, X., Zayas, A., Poch, R.M. (2010). Effects of Soil and Climatic Conditions on Grape Ripening and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. J. of Wine Research, 21 (1), 1-17.

Udelhoven, T., Emmerling, C., Jarmer, T. (2003). Quantitative analysis of soil chemical properties with diffuse reflectance spectrometry and partial least-square regression: A feasibility study. *Plant Soil*, *251*, 319–329.

Unamunzaga, O., Castellón, A., Besga, G., Gallejones, P., Usón, A., Aizpurua, A. (2010). Influence of soil type on juice quality in a vineyard from DOCa Rioja. In: Proceedings of VIII International Terroir Congress. Soave (Italy), 4, 126-132.

Unscrambler® X 11 (CAMO Software Inc., Woodbridge-Norway).

Vadillo, J.A.; Izquierdo, L.M.O.; Flaño, P.R.; Martínez, T.L. (2006). Spatial distribution of the vineyard in the autonomous community of La Rioja: Influence of topography and landforms. *Polígonos Rev. Geogr. 16,* 11–34.

Vaudour, E. (2010). Los terroirs vitícolas: Definiciones, caracterización y protección. Zaragoza: Acribio, D.L.

Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Kounduras, S., Dubordieu, D. (2004). Influence of Climate, Soil and Cultivar on Terroir. American Journal of Enology and Viticulture. Vol. 55, nº 3, pag. 207-217.

Vázquez Rodríguez, E.I., Rego Martínez F.J., Orriols Fernández, I., Losada Fernández, A. (2006). Particularidades agronómicas de la variedad Albariño sometida a dos sistemas de formación de planta. Viticultura y Enología Profesional. 104:15-25.

Veeranampalayam, A., Li, J., Scott, S., Psota, E., Jhala, A., Luck, J., Shi, Y. (2020). Comparison of Object Detection and Patch Based Classification Deep Learning Models on Mid-to Late-Season Weed Detection in UAV Imagery. Remote Sensing, 12(13) 2136. doi:https://doi.org/10.3390/rs12132136

Victorino, G., Braga, R., Santos-Victor, J., Lopes, C. M. (2020). Yield components detection and image-based indicators for non-invasive grapevine yield prediction at different phenological phases. Oeno One.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Vidaurre, J. M. M. (2017). Influencia del tipo de suelo en el estado nutricional de la vid, el desarrollo vegetativo, la producción, la composición de la uva y de los vinos de la variedad Tempranillo tinto (Vitis vinífera L.) en el ámbito de la DO Ca Rioja (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).

Vilanova, M., Vilariño, F. (2006). Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Albariño wines. Flavour and Fragance Journal. 21(2): 373-378.

Vilanova, M., S. Zamuz, F. Vilariño y C. Sieiro. (2007). Effect of terroir on the volatiles of Vitis vinifera cv. Albariño. Journal of the Sciences of Food and Agriculture. 87: 1252-1256.

Vilanova, M., Zamuz, S., Tardáguila, J., Masa, A. (2008). Descriptive análisis of wines from Vitis vinífera cv. Albariño. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(5), 819-823.

Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. Microchemical Journal, 95(2), 240-246.

Vilanova, M., Fandiño, M., Frutos-Puerto, S., Cancela, J. J. (2019). Assessment fertigation effects on chemical composition of Vitis vinifera L. cv. Albariño. *Food chemistry*, *278*, 636-643.

Viscarra Rossel, R.; McBratney, A. (2010). Minasny, B. *Proximal Soil Sensing*; Springer: Dordrecht, The Netherlands.

Whenlan, B.M., McBratney, A. (2002). Definition and interpretation of potential management zones in Australia. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, Geelong, Victoria.

XLSTAT herramienta estadística como complemento de Microsoft® Excel® (Adinsoft, París).

Yang, B., Hawthorne, T., Torres, H., Feinman, M. (2019). Using Object-Oriented Classification for Coastal Management in the Easth Central Coast of Florida: A Quantitative Comparison between UAV, Satellite and Aerial Data. Old Dominion University, Department of Political Science and Geography. Florida: University of Central Florida. doi:https://doi.org/10.3390/drones3030060.

Ye, J., Chow, J. H., Chen, J., Zheng, Z. (2009, November). Stochastic gradient boosted distributed decision trees. In Proceedings of the 18th ACM conference on Information and knowledge management (pp. 2061-2064).

Zaman-Allah, M., Vergara, O., Aarus, J.L., Tarekegne, A., Magorokosho, C., Zarco-Tejada, P.J., Hornero, A., Hernández-Álba, A., Das, B., Craufurd, P., Olsen, M., Prasanna, B.M., Cairns, J. (2015). Unmmanned aerial platfrom-based multi-spectral imaging for field phenotyping of maize. Plant Methods 11: 35.

Zhang, Z. y Jung, C. (2020). GBDT-MO: gradient-boosted decision trees for multiple outputs. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 32(7), 3156-3167.

USC UNIVERSIDADE

Zhao, D.; Arshad, M.; Wang, J.; Triantafilis, J. (2021). Soil exchangeable cations estimation using Vis-NIR spectroscopy in different depths: Effects of multiple calibration models and spiking. *Comput. Electron. Agric. 182*, 105990.

Zeng, R., Rossiter, D. G., Zhang, G. L. (2019). How compatible are numerical classifications based on whole-profile vis–NIR spectra and the Chinese Soil Taxonomy?. European Journal of Soil Science, 70(1), 54-65.

Zheng, L., Lin, R., Wang, X., Chen, W. (2021). The Development and Application of Machine Learning in Atmospheric Environment Studies. Remote Sensing, 13(23), 4839.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

https://www.ispag.org/about/definition

https://www.meteogalicia.gal/web/inicio.action

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO I
LOCALIZACIÓN

En el presente Anexo I, se expone de forma detallada la localización y emplazamiento de las tres parcelas a estudio, así como, la malla de muestreo de los puntos de caracterización de los viñedos y sectores de manejo vitícola.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

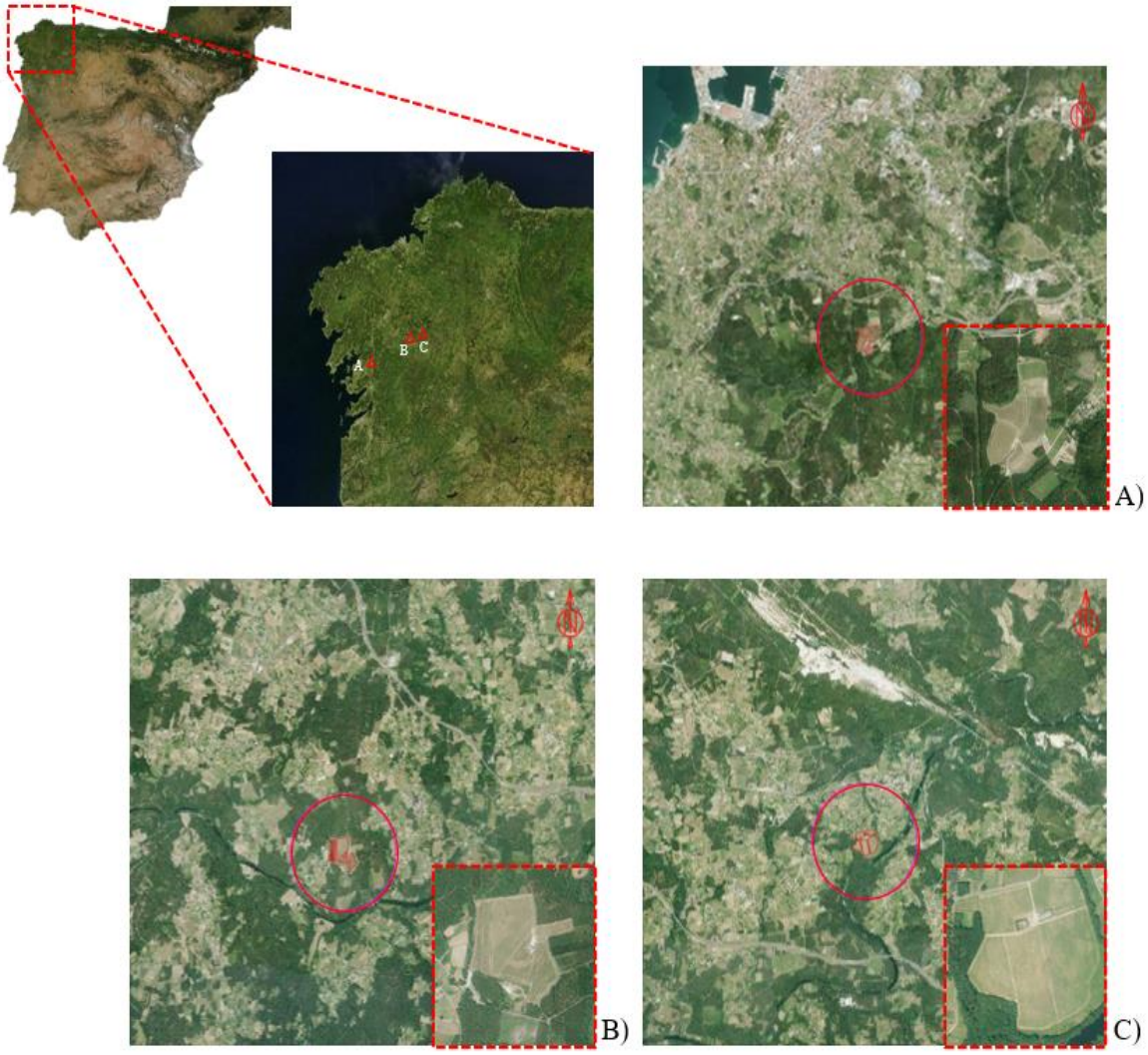


Figura I.1 Localización de las parcelas a estudio: A) Parcela Lobeira (42°34’06’’N - 8°45’17’’W), B) Parcela Monteveiga (42°45’06’’N - 8°28’09’’W) y C) Parcela Ribadulla. (42°46’12’’N - 8°24’39’’W).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Figura I.2 Puntos de muestreo y sectores de manejo vitícola de la parcela de Lobeira.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Figura I.3 Puntos de muestreo y sectores de manejo vitícola de la parcela de Lobeira.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Figura I.4 Puntos de muestreo y sectores de manejo vitícola de la parcela de Lobeira.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO II

CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA

En el presente Anexo II, se expone de forma detallada la caracterización climatológica de las tres parcelas a estudio, en la estación agroclimática de Tremoedo (para la parcela de Lobeira) y Pazo de Galegos (para las parcelas Monteveiga y Ribadulla). En ellas se detalla: Temperatura del aire °C (máxima, mínima y media), Humedad relativa % (máxima, mínima y media), Precipitaciones mm, Temperatura del suelo °C, Velocidad del viento m/s (máxima y media), Evapotraspiración potencial de Hargreaves, Primera helada, Última helada y Período libre de heladas.

Tabla II.1 Variables climáticas para el período 2003 – 2020. Estación Tremoedo (parcela Lobeira).

Estación: Tremoedo

Localización: Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Latitud 42º 32' 23.6" N WGS84 (EPSG:4326)

Longitud 8º 47' 04.0" W WGS84 (EPSG:4326)

Altitud (m) 72

	Temperatura del aire (ºC)			Humedad relativa (%)			P (mm)	T suelo (ºC)	Velocidad del viento (m/s)		ET Harg.	1ª helada	Últ. helada	P. libre de heladas
Año	Max.	Min.	Media	Max.	Min.	Media			Max.	Media				
2003														
2004	18,65	9,55	13,80	97,53	70,02	87,99	1109,80	15,78		0,88	930,88	22	62	325
2005	18,83	9,53	13,82	97,62	68,90	87,46	1247,00	15,05		0,90	946,24	357	64	292
2006	19,59	10,25	14,52	97,85	70,85	89,17	2176,60	15,37		0,84	976,00	359	55	305
2007	19,00	9,45	13,84	98,39	70,66	89,29	1042,40	14,43		0,96	941,83	322	24	299
2008	18,47	9,51	13,67	98,68	75,70	91,72	1605,20	14,17		0,84	906,89			
2009	19,14	9,90	14,18	98,38	74,20	90,98	2018,60	14,30		0,89	943,98	349	12	338
2010														
2011	20,04	10,55	14,95	88,64	53,93	74,17	1042,80	16,93	6,53	1,22	964,59			
2012	18,79	9,64	14,02	88,34	54,49	74,34	1205,40	15,30	6,52	1,10	926,90	36	34	363
2013	18,98	10,24	14,39	86,42	55,13	73,21	1688,40	14,95	6,68	1,17	930,19	343	56	288
2014	19,32	10,78	14,80	90,04	58,39	77,12	1880,70	14,65	6,93	1,07	930,65			
2015	19,87	10,52	14,86	88,60	55,37	74,57	746,90	14,10	6,52	1,03	977,23			
2016	19,62	10,48	14,80	86,71	54,13	73,20	1428,80	16,57	7,17	1,35	967,48			
2017	20,15	10,49	14,98	87,13	51,83	72,38	1010,00	16,45	7,11	1,28	989,63	336	25	312
2018	19,06	10,36	14,54	94,30	60,44	79,84	1439,80	17,05	7,33	1,27	933,73			
2019	19,03	9,96	14,35	93,17	59,63	78,35	1527,30	16,92	7,10	1,21	943,29	338	34	305
2020	19,52	11,04	15,09	92,80	60,15	79,18	1394,50	17,59	25,67	4,46	937,70			

Mín.: mínimo; Máx: máximo; P: precipitación; T suelo: temperatura del suelo; ET Harg.: evapotraspiración potencial de Hargreaves; Últ. Helada: última helada; P. libre de heladas: período libre de heladas

Tabla II.2 Variables climáticas para el período 2003 – 2020. Estación Pazo de Galegos (parcela Monteveiga y Ribadulla).

Estación: Pazo de Galegos
Localización: Vedra (A Coruña)
Latitud 42º 47' 05.3" N WGS84 (EPSG:4326)
Longitud 8º 26' 05.0" W WGS84 (EPSG:4326)
Altitud (m) 225

	Temperatura del aire (ºC)			Humedad relativa (%)					Velocidad del viento (m/s)					
Año	**Max.**	**Min.**	**Media**	**Max.**	**Min.**	**Media**	**P (mm)**	**T suelo (ºC)**	**Max.**	**Media**	**ET Harg.**	**1ª helada**	**Últ. helada**	**P. libre de heladas**
2003	19,12	9,49	13,84	98,08	65,91	86,90	1746,40	15,00		1,00	979,48	10	48	326
2004	18,72	8,94	13,32	97,86	66,80	87,66	898,20	14,67		1,13	958,76	323	73	301
2005	18,94	9,03	13,46	97,86	65,14	86,58	1328,00	14,71		1,18	974,26	333	64	269
2006	19,72	9,67	14,07	98,05	67,63	88,51	1693,20	15,15		1,20	1005,49	344	65	280
2007	18,94	8,78	13,33	98,61	69,45	89,77	914,80	14,21		1,17	952,23	321	24	298
2008	18,22	8,75	13,05					14,09		0,98	918,31	331	67	265
2009	18,33	8,53	12,94	95,92	55,08	80,36	1854,00	14,22		1,12	937,13	349	93	259
2010	18,45	8,73	13,17	91,44	54,52	76,20	1395,40	14,54		1,58	891,82	329	43	287
2011	19,57	9,43	14,03	89,62	52,56	74,25	871,20	15,29	6,29	1,44	997,78	353	37	317
2012	18,52	8,62	13,25	89,14	53,52	74,56	1156,70	14,33	6,72	1,32	951,64	337	79	259
2013	18,40	9,29	13,48	94,37	61,06	80,57	1609,20	14,61	7,32	1,41	933,63	324	74	258
2014	18,83	9,81	13,96	96,16	63,79	83,32	1570,30	14,86	6,49	1,20	892,78	365	86	280
2015	19,48	9,66	14,09	95,94	61,05	81,83	727,20	15,20	6,73	1,27	965,88	334	42	293
2016	19,54	9,38	13,97	96,75	61,54	82,62	1395,60	14,72	6,85	1,25	982,65	363	92	270
2017	20,40	9,29	14,28	97,02	58,78	81,72	918,90	15,07	6,33	1,16	1035,16	331	39	296
2018	19,17	9,69	13,97	98,13	65,89	85,71	1436,50	14,74	7,03	1,18	964,64	365	81	285
2019	19,30	9,24	13,87	98,17	65,09	85,38	1303,00	14,85	6,65	1,14	992,63	361	50	312
2020	19,80	10,32	14,62	98,18	66,13	86,13	1289,30	15,48	6,81	1,19	991,04	362	49	313

Mín.: mínimo; Máx: máximo; P: precipitación; T suelo: temperatura del suelo; ET Harg.: evapotraspiración potencial de Hargreaves; Últ. Helada: última helada; P. libre de heladas: período libre de heladas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXO III

TAREAS Y LABORES VITÍCOLAS

En el presente Anexo III, se expone de forma detallada las tareas y labores vitícolas realizados en las tres campañas a estudio en cada uno de los viñedos analizados. A continuación se describen cada una de las operaciones realizadas en los viñedos:

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

GESTIÓN DEL RIEGO: *Los viñedos han sido regados a criterio de la bodega (20 min por sector, mañana y tarde en el período estival).*

INTERVENCIONES EN PARTE AÉREA (VEGETACIÓN)

Despunte: *Corte de sarmientos de las ramas de la vid.*

Espergurado: *Operación en verde, consiste en eliminar parte de la vegetación de la cepa para concentrar todo el potencial de crecimiento y óptimo desarrollo en los brotes del racimo.*

Enrama: *Tarea de la viña que consiste en conducir o guiar las ramas por el interior de los alambres (viñedos en espaldera).*

Poda: *Tarea vitícola que consiste en reducir la parte vegetativa de la vid a fin de limitar su crecimiento natural y de mejorar su rendimiento y la calidad de las uvas*

INTERVENCIONES EN EL SUELO

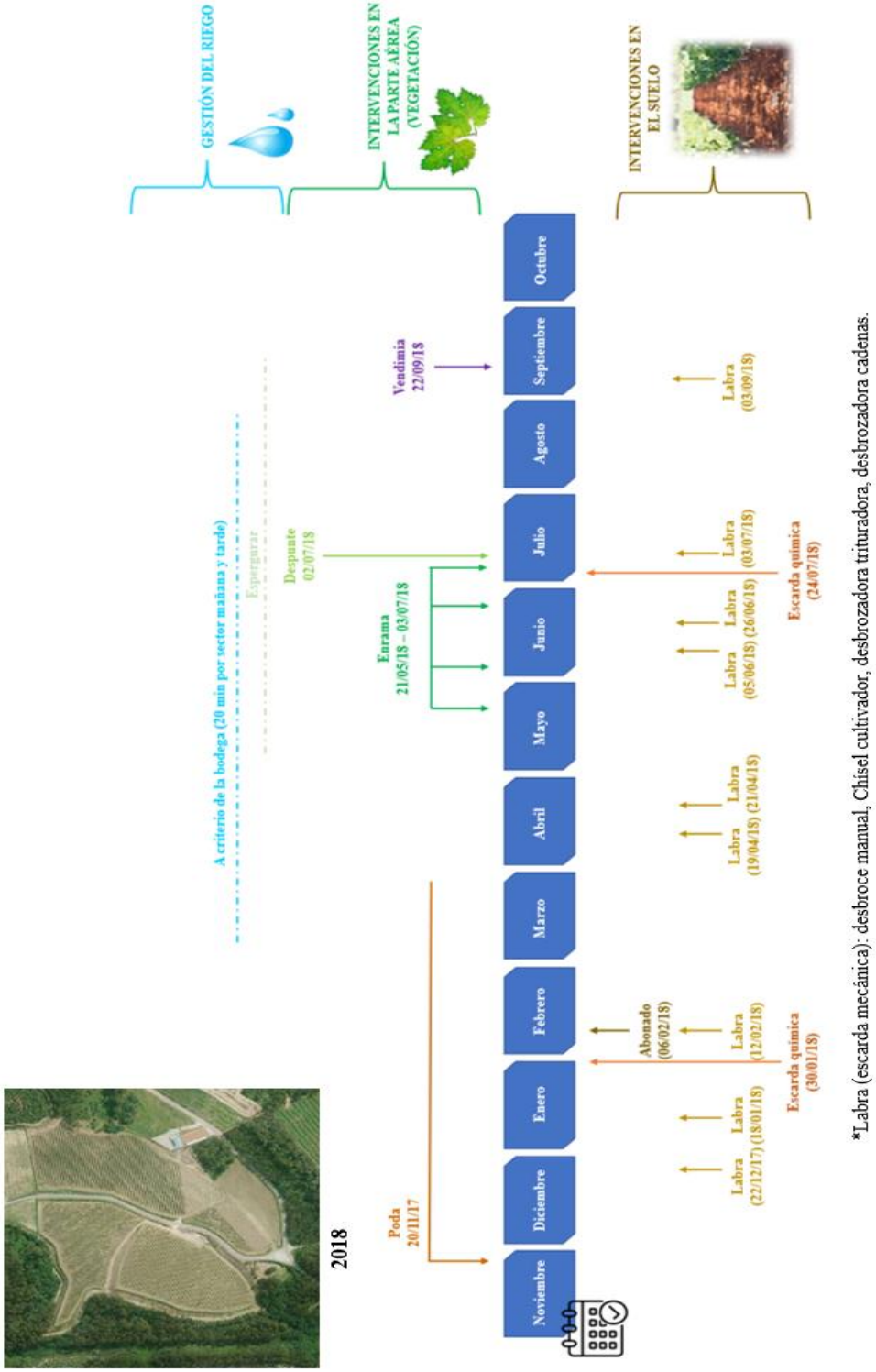
Labra: *manejo del suelo para eliminar la vegetación espontánea en las calles del viñedo, airear la tierra y conservar humedad. En este caso se ha empleado: desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.*

Abonado: *Tarea de aporte nutritivo que favorece el crecimiento y vigor del viñedo.*

Escarda química: *Labor por la cual se eliminan del terreno las hierbas que crecen junto a las plantas cultivadas.*

También se señala la fecha en la que se realizó la ***vendimia*** *(recolección de la uva).*

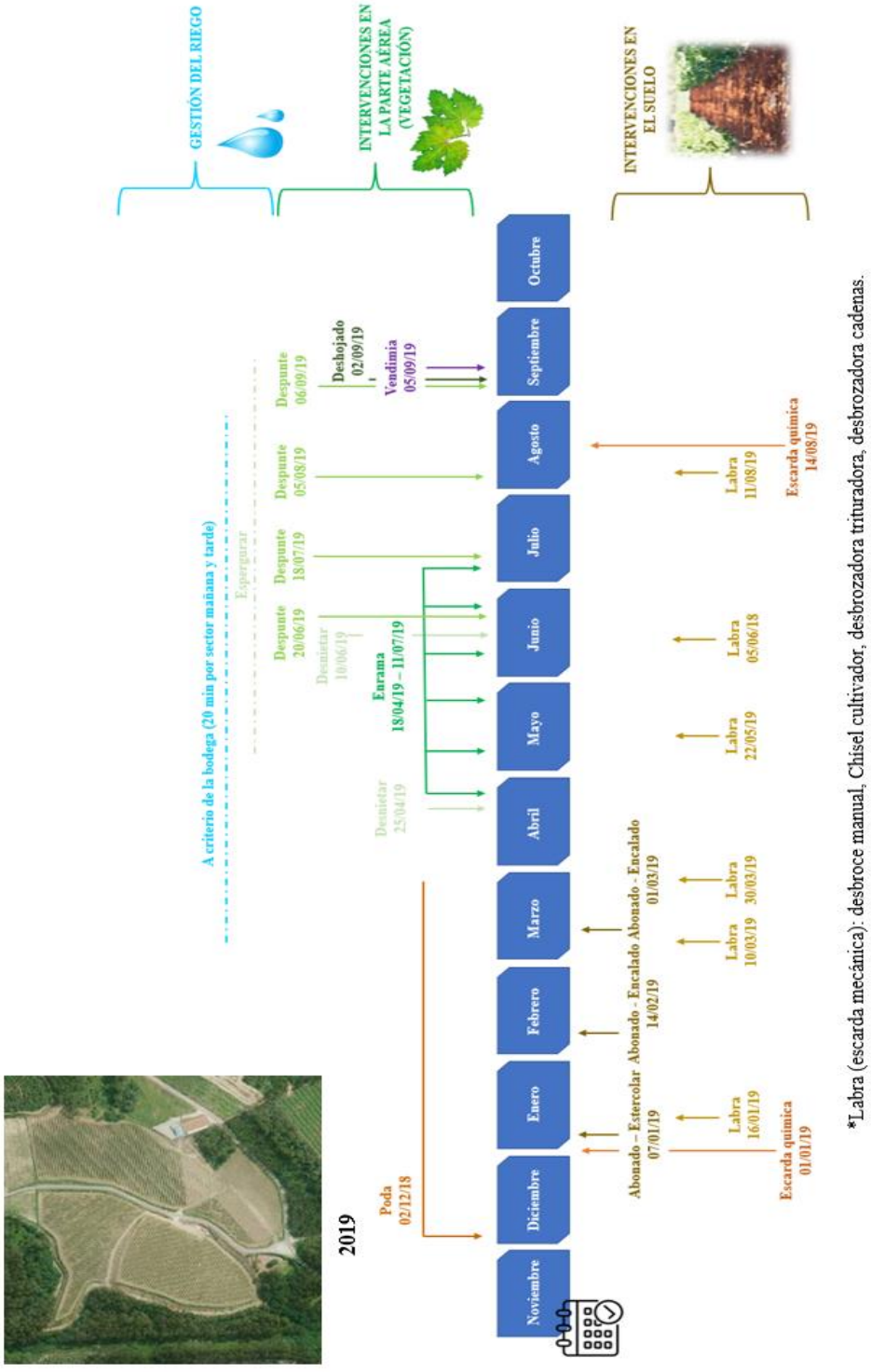
USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.1. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Lobeira, campaña 2018.

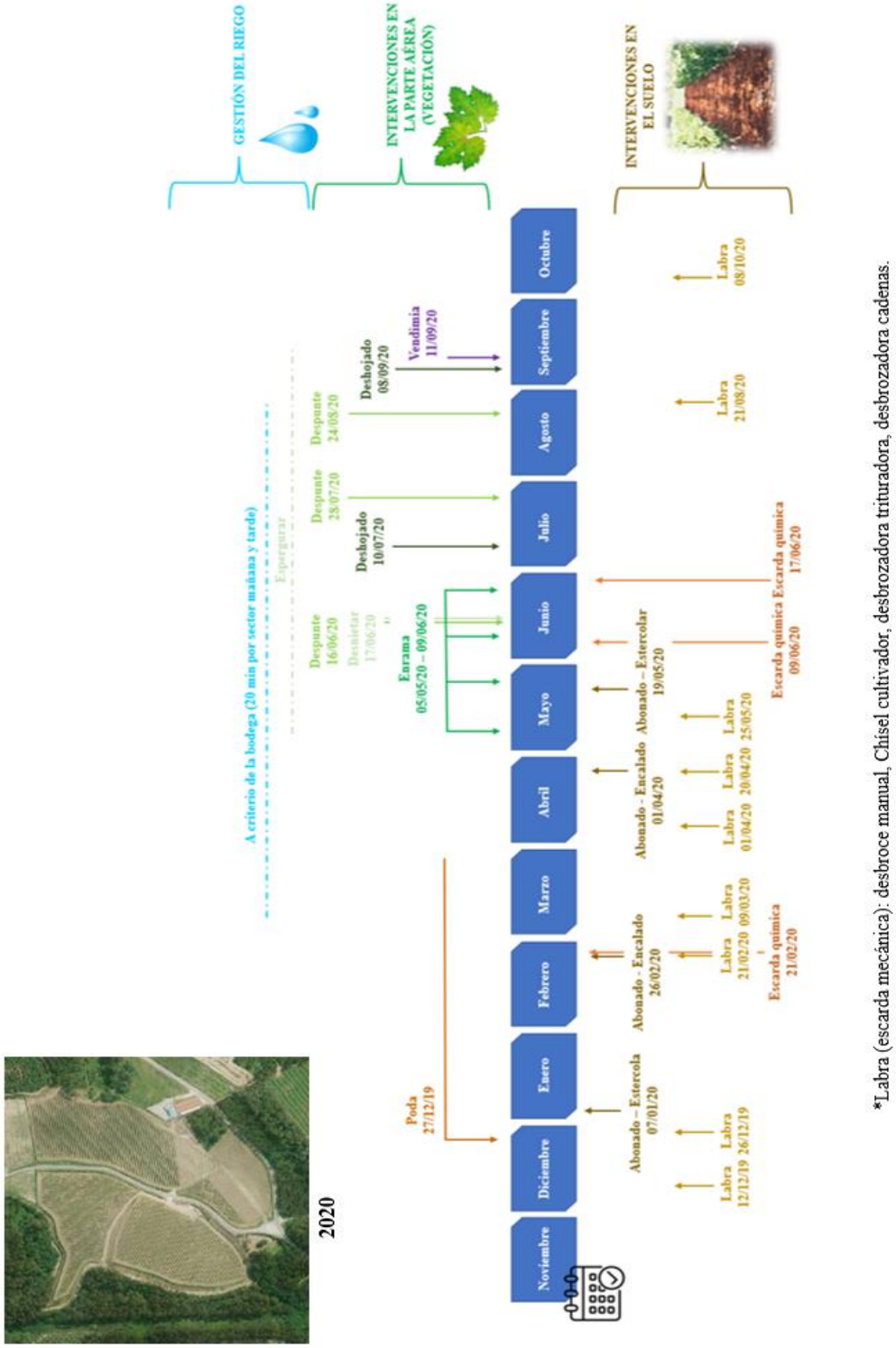
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

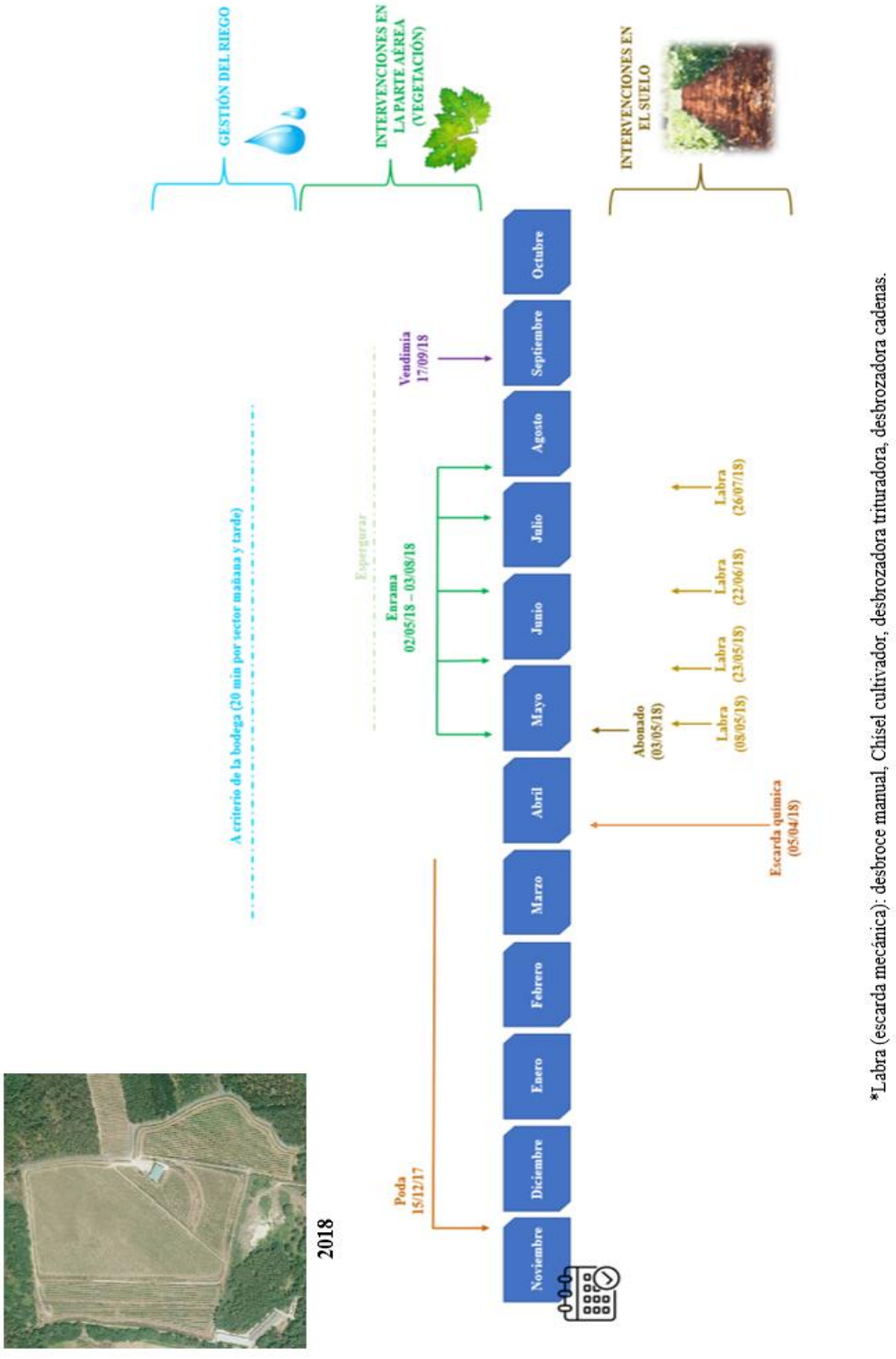
Ilustración III.2. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Lobeira, campaña 2019.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



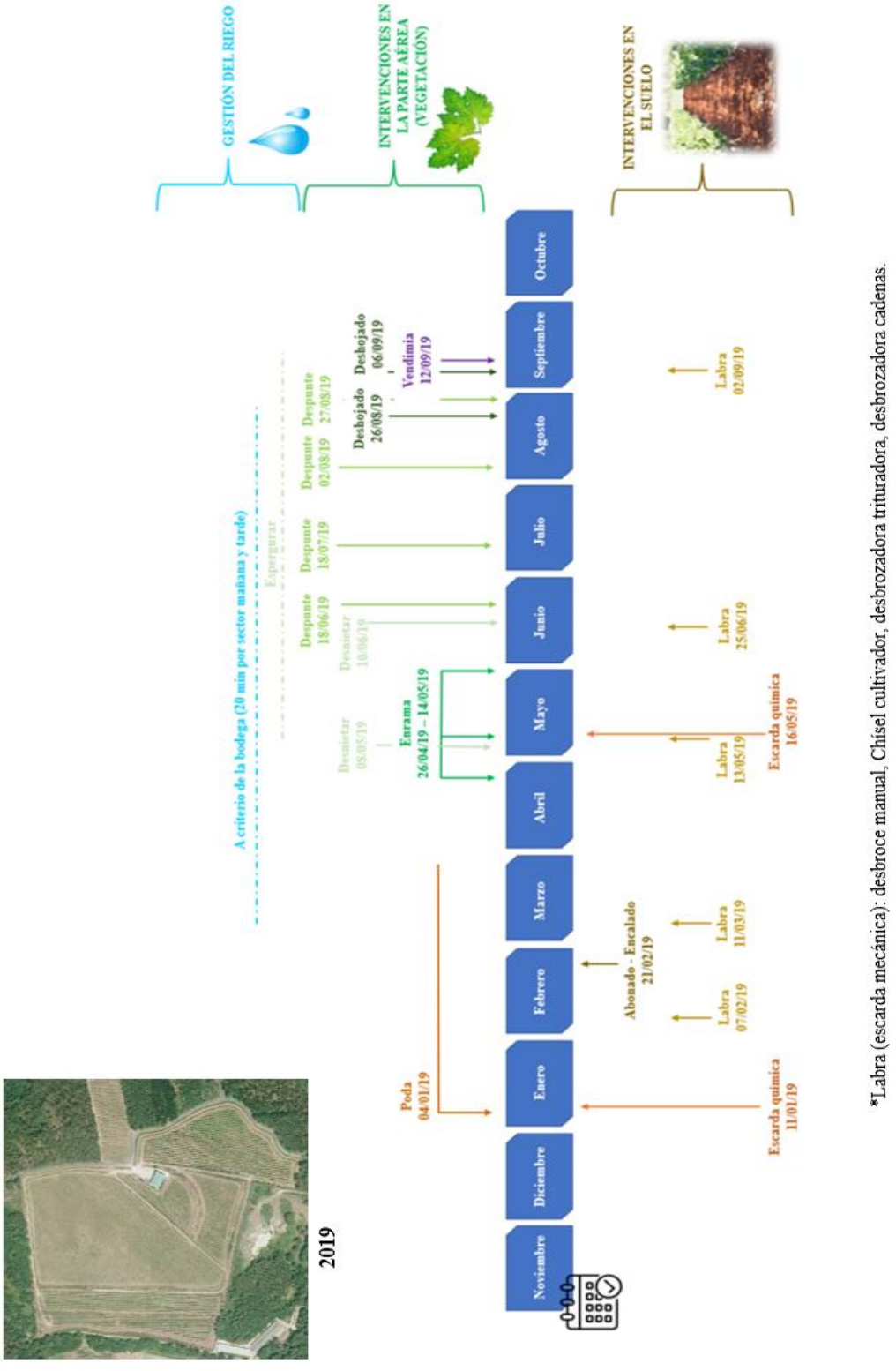
*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.3. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Lobeira, campaña 2020.



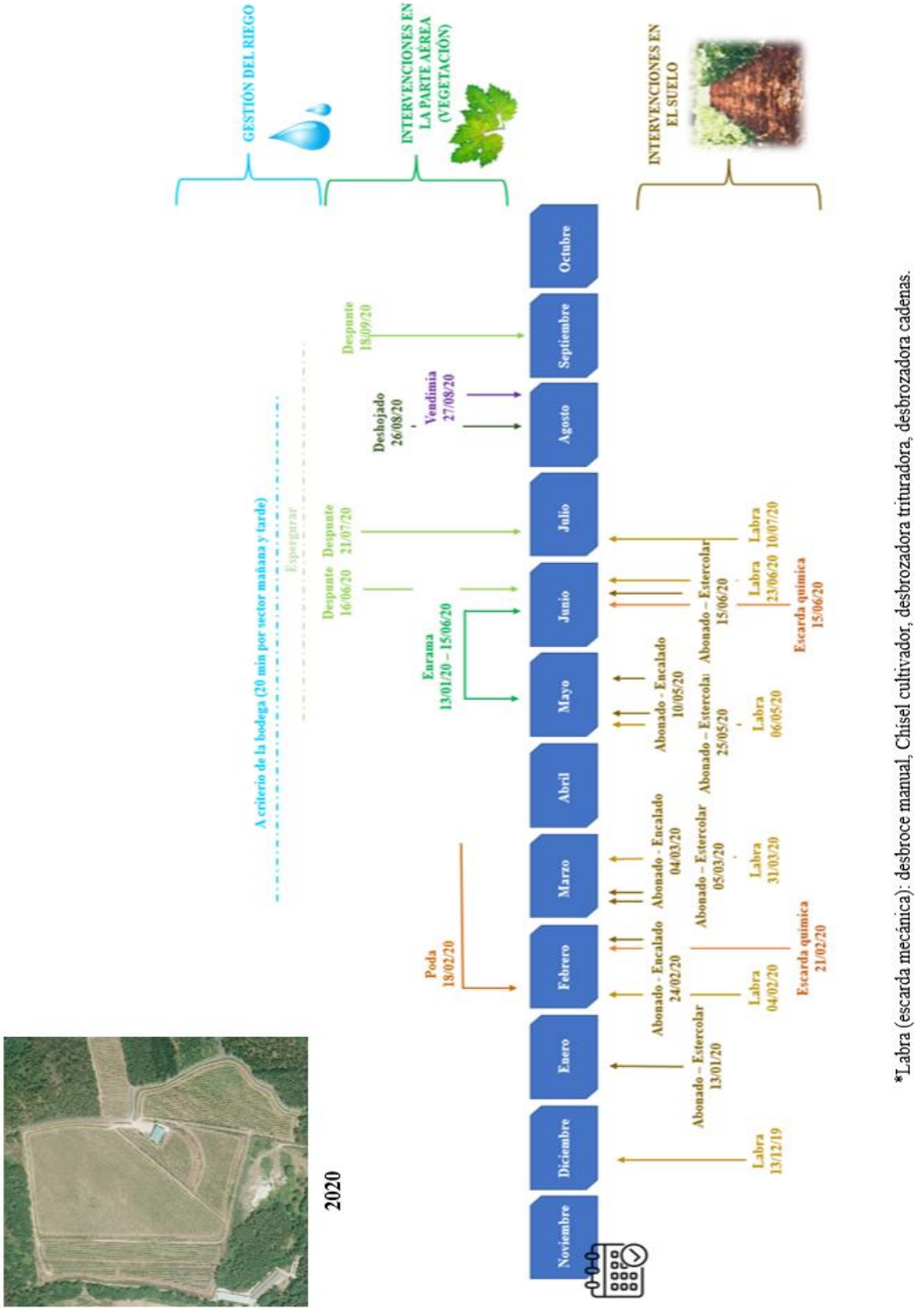
*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.4. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Monteveiga, campaña 2018.



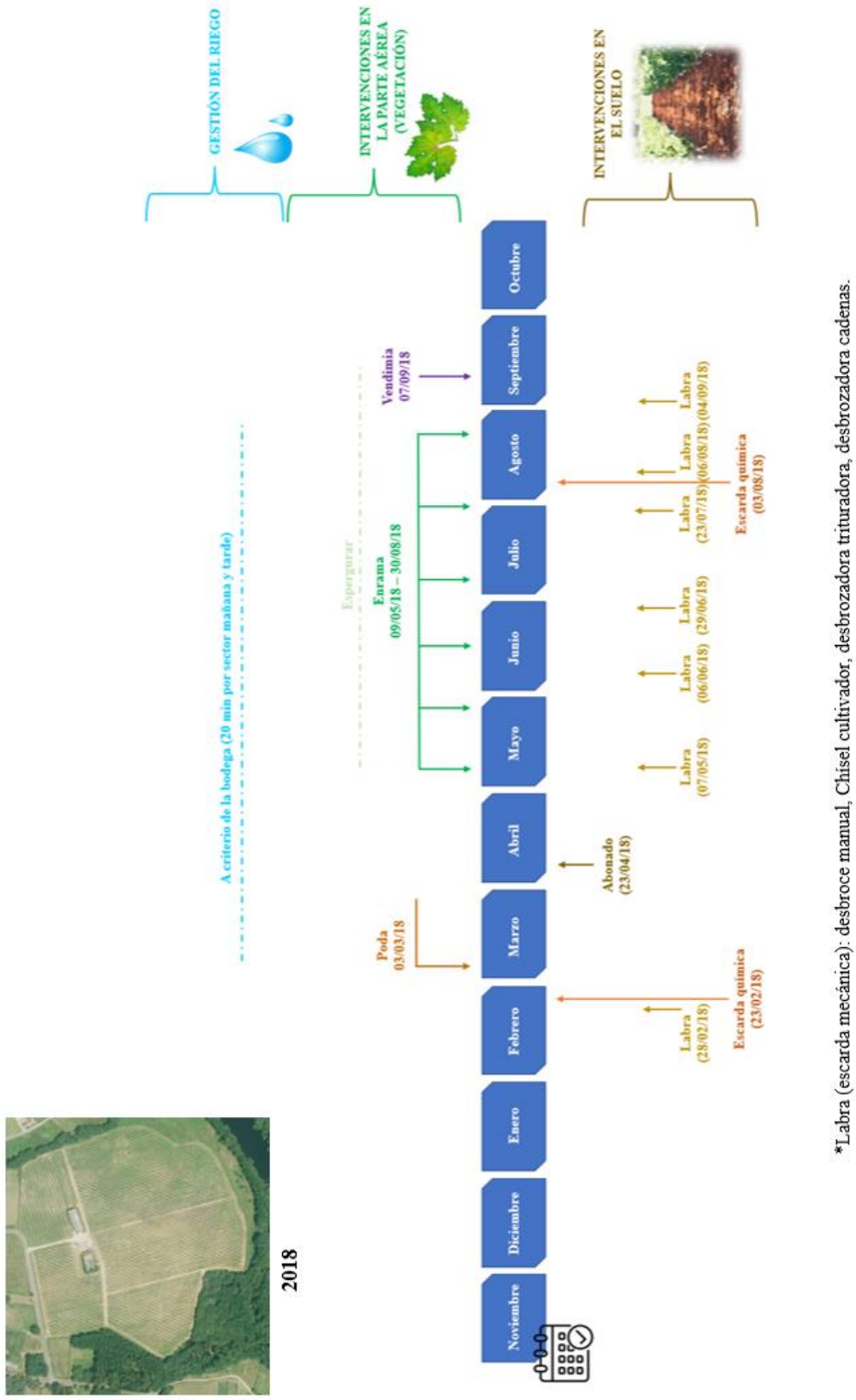
*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.5. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Monteveiga, campaña 2019.



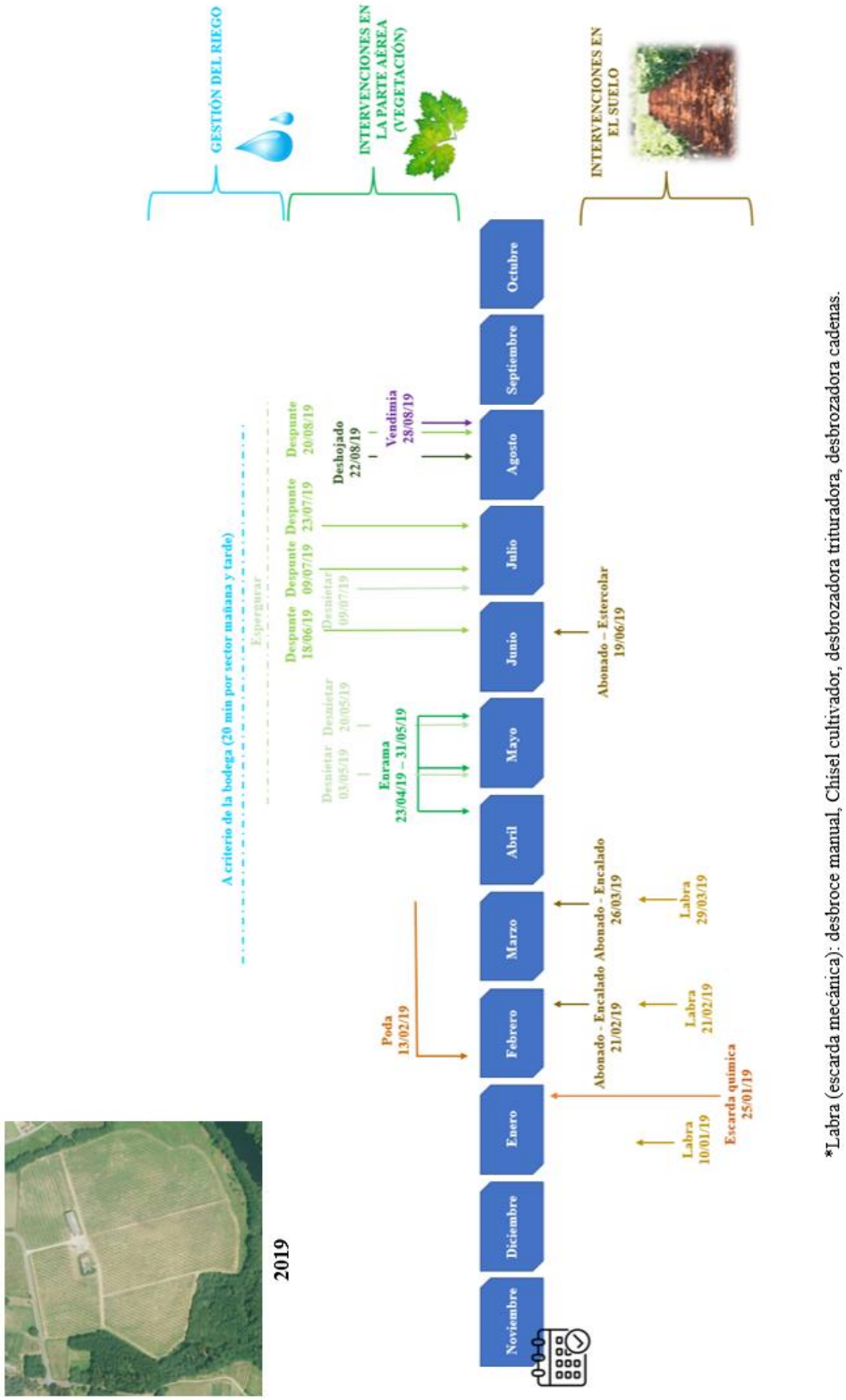
*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.6. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Monteveiga, campaña 2020.



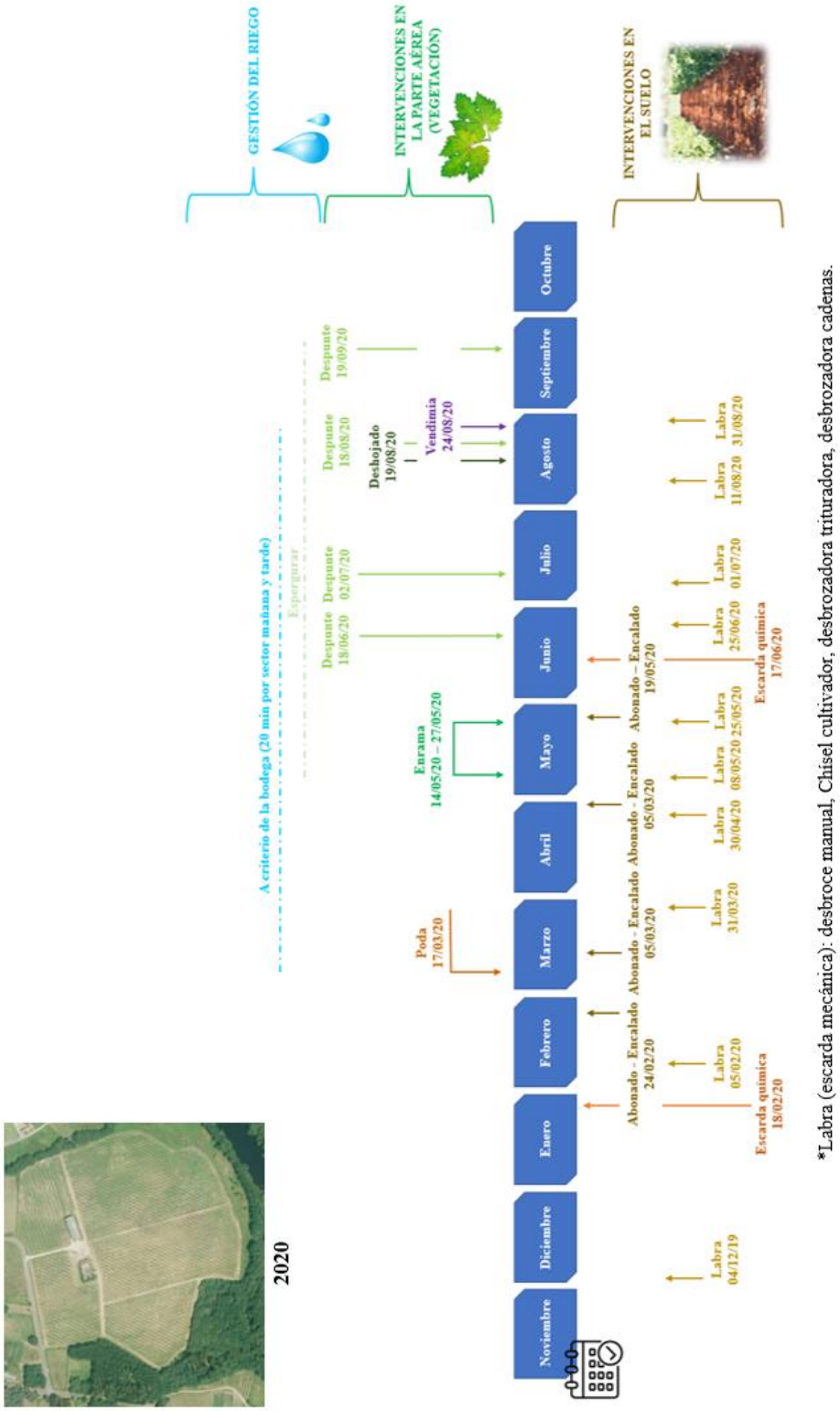
*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.7. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Ribadulla, campaña 2018.



*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.8. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Ribadulla, campaña 2019.



*Labra (escarda mecánica): desbroce manual, Chísel cultivador, desbrozadora trituradora, desbrozadora cadenas.

Ilustración III.9. Calendario de operaciones técnicas en el viñedo en la Parcela de Ribadulla, campaña 2020.

ANEXO IV
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En el presente Anexo IV, se expone de forma detallada el estudio estadístico que se realizó en cada una de las parcelas en las tres campañas a estudio, a partir de los sectores (unidades de manejo) que emplea la bodega para su gestión vitícola. A continuación, se detalla la estructura del presente Anexo:

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El presente Anexo, se hace el estudio estadístico de las variables de campo medidas en cada uno de los sectores, en las tres parcelas a estudio, presentando en orden la parcela: Lobeira, Monteveiga y finalmente Ribadulla. De los siguientes parámetros:

- ✓ *ELEMENTOS DEL SUELO: Lobeira (pág.XVI a pág.XXV), Monteveiga (pág.XXVI a pág.XXXVIII) y Ribadulla (pág.XXXIX a pág.LV)*

- ✓ *POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO (LWP)*
  Lobeira (pág.LVI a pág.LXII), Monteveiga (pág.LXIII a pág.LXVII) y Ribadulla (pág.LXVIII a pág.LXIII)

- ✓ *ELEMENTOS EN LIMBOS (macro y micronutrientes)*
  Lobeira (pág.LXXIV a pág.LXXXVI), Monteveiga (pág.LXXXVII a pág.C) y Ribadulla (pág.CI a pág.CXX)

- ✓ *ELEMENTOS EN PECIOLOS (macro y micronutrientes*
  Lobeira (pág.CXXI a pág.CXXXIII), Monteveiga (pág.CXXXIV a pág.CXLVI) y Ribadulla (pág.CXLVII a pág.CLXIII)

- ✓ *ELEMENTOS EN MOSTOS*
  Lobeira (pág.CLXIV a pág.CLXXIII), Monteveiga (pág.CLXXIV a pág.CLXXXIII) y Ribadulla (pág.CLXXXIV a pág.CXCVIII)

- ✓ *PARÁMETROS CLÁSICOS EN MOSTOS*
  Lobeira (pág.CXCIX a pág.CCVIII), Monteveiga (pág.CCIX a pág.CCXX) y Ribadulla (pág.CCXXI a pág.CCXXXV)

- ✓ *PRODUCCIÓN Y PODA*
  Lobeira (pág.CCXXXIV a pág.CCXLI), Monteveiga (pág.CCXLII a pág.CCXLIX) y Ribadulla (pág.CCL a pág.CCLVIII)

En cada uno de los parámetros anteriormente descritos, se detallan los siguientes análisis estadísticos, en este mismo orden:

- ✓ ***ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:*** *en ellos se determinan los parámetros: media, mediana, varianza, desviación estándar SD, mínimos, máximos, asimetrías, curtosis, Test de normalidad Shapiro-Wilk (estadísticos, grados de libertad y nivel de significancia), en estas tablas, se encuentran marcados en negrita los valores con significancia p<0,05 (varianzas no normales).*
- ✓ ***PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:*** *se han realizado pruebas de homocedasticidad de cada uno de los parámetros, representando datos con varianzas iguales (p>0,05) y marcados en negrita, valores con varianzas distintas (heterocedasticidad).*
- ✓ ***ANÁLISIS DE VARIANZA:*** *se exponen los análisis de varianza realizados para cada uno de los elementos, detallando si se realiza un test ANOVA o H-Kruskal-Wallis, así como el nivel de significancia alcanzado y el contraste entre sectores del propio viñedo para cada una de las variables analizadas.*
- ✓ ***ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:*** *finalmente, se exponen gráficos Biplot, en los que se puede ver la disposición de cada una de las variables analizadas y su agrupación en función de los sectores a estudio.*

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.1 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
pH H_2O	1	5,640	5,720	0,063	0,251	5,300	5,880	-0,601	-1,899	0,904	5,000	0,431
	2	6,033	5,970	0,131	0,361	5,580	6,790	0,955	0,679	0,929	11,000	0,396
	3	5,517	5,420	0,070	0,265	5,210	6,010	0,698	-0,190	0,929	9,000	0,473
	4	5,874	5,840	0,112	0,334	5,370	6,400	0,102	0,087	0,987	7,000	0,986
pH KCl	1	5,052	4,970	0,104	0,322	4,720	5,490	0,537	-1,646	0,935	5,000	0,630
	2	5,505	5,460	0,082	0,286	5,200	6,050	1,217	0,689	0,833	11,000	**0,026**
	3	4,881	4,830	0,097	0,311	4,400	5,420	0,218	-0,189	0,988	9,000	0,993
	4	5,281	5,340	0,113	0,337	4,700	5,740	-0,550	0,590	0,979	7,000	0,952
CE	1	94,300	96,300	233,035	15,265	74,700	116,200	0,305	0,763	0,973	5,000	0,894
	2	138,318	123,500	1566,184	39,575	93,300	210,000	0,800	-0,702	0,892	11,000	0,149
	3	101,344	98,200	726,373	26,951	65,200	161,900	1,343	3,277	0,882	9,000	0,166
	4	97,643	95,000	375,063	19,367	78,100	135,200	1,329	1,943	0,895	7,000	0,303
Ca	1	3,344	3,540	0,887	0,942	2,230	4,360	-0,253	-2,626	0,908	5,000	0,453
	2	7,485	7,190	4,220	2,054	4,880	11,040	0,547	-0,851	0,927	11,000	0,380
	3	3,500	3,400	2,342	1,530	1,270	6,460	0,712	0,762	0,960	9,000	0,798
	4	5,223	5,290	3,078	1,755	1,900	7,460	-1,018	1,958	0,928	7,000	0,533
Mg	1	0,428	0,480	0,011	0,104	0,250	0,500	-1,797	3,138	0,771	5,000	0,046
	2	0,625	0,570	0,061	0,246	0,400	1,240	1,697	3,377	0,828	11,000	**0,022**
	3	0,480	0,530	0,020	0,141	0,310	0,650	-0,205	-2,094	0,854	9,000	0,081
	4	0,641	0,610	0,023	0,151	0,410	0,830	0,016	-0,507	0,927	7,000	0,526
Na	1	0,080	0,070	0,001	0,025	0,060	0,120	1,207	0,580	0,854	5,000	0,207
	2	0,081	0,080	0,000	0,008	0,060	0,090	-1,467	3,961	0,725	11,000	**0,001**
	3	0,077	0,070	0,000	0,022	0,060	0,120	1,201	0,375	0,801	9,000	**0,021**
	4	0,087	0,090	0,000	0,018	0,060	0,110	-0,368	-1,130	0,955	7,000	0,772

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.2 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
K	1	0,770	0,760	0,030	0,174	0,580	1,000	0,309	-1,651	0,954	5,000	0,766
	2	1,036	0,980	0,069	0,263	0,740	1,600	0,935	0,614	0,922	11,000	0,334
	3	0,672	0,640	0,018	0,133	0,480	0,900	0,583	-0,059	0,943	9,000	0,617
	4	0,699	0,620	0,059	0,243	0,420	1,050	0,292	-1,643	0,923	7,000	0,492
Al	1	0,870	0,720	0,386	0,621	0,320	1,880	1,359	1,786	0,886	5,000	0,336
	2	0,172	0,140	0,009	0,094	0,080	0,380	1,147	1,017	0,881	11,000	0,106
	3	1,017	0,830	0,454	0,674	0,110	2,310	0,800	0,299	0,941	9,000	0,588
	4	0,317	0,200	0,145	0,380	0,090	1,160	2,414	6,006	0,634	7,000	**0,001**
CICe	1	5,494	5,300	0,414	0,644	4,990	6,550	1,455	1,941	0,846	5,000	0,183
	2	9,401	8,890	4,628	2,151	6,670	12,820	0,344	-1,245	0,929	11,000	0,405
	3	5,743	5,420	1,188	1,090	4,420	8,060	1,256	1,776	0,908	9,000	0,304
	4	6,970	6,780	2,727	1,651	4,190	9,420	-0,286	0,758	0,978	7,000	0,952
Sat. Al	1	16,466	11,040	166,695	12,911	5,750	37,530	1,439	1,700	0,857	5,000	0,219
	2	1,998	1,490	1,755	1,325	0,600	4,330	0,882	-0,690	0,864	11,000	0,064
	3	19,827	14,000	246,753	15,708	1,350	52,290	1,156	1,129	0,906	9,000	0,290
	4	6,171	3,010	92,954	9,641	1,230	27,800	2,530	6,518	0,580	7,000	0,000
P	1	19,712	19,670	1,674	1,294	17,970	21,380	-0,095	-0,263	0,998	5,000	0,999
	2	35,439	35,200	76,109	8,724	22,510	51,480	0,443	-0,211	0,974	11,000	0,923
	3	31,728	26,680	548,474	23,420	12,100	89,160	2,175	5,377	0,756	9,000	**0,006**
	4	37,363	31,980	940,571	30,669	17,210	104,500	2,276	5,532	0,679	7,000	**0,002**
C	1	2,392	1,860	2,055	1,434	0,870	4,410	0,654	-1,125	0,938	5,000	0,655
	2	2,541	2,320	0,735	0,857	1,080	4,470	0,839	2,253	0,922	11,000	0,332
	3	1,807	1,790	0,062	0,249	1,420	2,120	-0,294	-1,326	0,937	9,000	0,549
	4	1,863	1,790	0,058	0,240	1,540	2,240	0,359	-0,633	0,975	7,000	0,932

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.3 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N	1	0,140	0,120	0,010	0,102	0,010	0,270	0,083	-1,047	0,979	5,000	0,927
	2	0,155	0,150	0,004	0,062	0,050	0,280	0,436	0,871	0,981	11,000	0,971
	3	0,119	0,120	0,000	0,016	0,100	0,150	0,685	0,278	0,930	9,000	0,481
	4	0,114	0,120	0,001	0,027	0,070	0,150	-0,567	-0,174	0,960	7,000	0,822
MO	1	4,126	3,210	6,107	2,471	1,500	7,600	0,649	-1,141	0,939	5,000	0,656
	2	4,380	4,000	2,182	1,477	1,860	7,700	0,834	2,239	0,921	11,000	0,331
	3	3,114	3,080	0,184	0,429	2,440	3,650	-0,303	-1,301	0,936	9,000	0,537
	4	3,214	3,080	0,172	0,415	2,660	3,870	0,383	-0,598	0,973	7,000	0,918
FF	1	67,578	66,490	4,815	2,194	65,710	71,070	1,299	0,940	0,862	5,000	0,235
	2	61,207	61,600	18,463	4,297	51,130	68,000	-1,022	2,664	0,918	11,000	0,304
	3	60,123	61,520	22,589	4,753	53,480	67,880	-0,102	-0,741	0,915	9,000	0,349
	4	64,514	64,480	9,624	3,102	61,310	70,060	0,898	0,428	0,923	7,000	0,493
FG	1	32,422	33,510	4,815	2,194	28,930	34,290	-1,299	0,940	0,862	5,000	0,235
	2	38,793	38,400	18,463	4,297	32,000	48,870	1,022	2,664	0,918	11,000	0,304
	3	39,877	38,480	22,589	4,753	32,120	46,520	0,102	-0,741	0,915	9,000	0,349
	4	35,486	35,520	9,624	3,102	29,940	38,690	-0,898	0,428	0,923	7,000	0,493
Arena	1	58,000	58,000	14,000	3,742	54,000	64,000	1,145	2,000	0,908	5,000	0,453
	2	56,545	56,000	27,273	5,222	46,000	68,000	0,295	3,183	0,881	11,000	0,107
	3	55,111	54,000	6,111	2,472	52,000	60,000	1,114	0,757	0,839	9,000	0,056
	4	55,429	56,000	4,952	2,225	52,000	58,000	-0,249	-0,944	0,922	7,000	0,482
Limo	1	22,368	23,280	2,780	1,667	20,000	24,000	-0,782	-1,314	0,888	5,000	0,345
	2	21,789	23,280	26,646	5,162	8,000	27,280	-2,104	5,506	0,790	11,000	**0,007**
	3	22,933	23,280	7,104	2,665	20,000	27,280	0,268	-1,172	0,903	9,000	0,273
	4	24,240	25,280	4,531	2,129	21,280	27,280	-0,159	-1,043	0,925	7,000	0,509
Arcilla	1	19,632	20,720	6,940	2,634	16,000	22,720	-0,461	-0,866	0,945	5,000	0,705
	2	21,665	20,720	6,812	2,610	18,000	26,720	0,608	-0,076	0,951	11,000	0,658
	3	21,956	20,720	16,722	4,089	16,720	26,000	-0,141	-1,997	0,811	9,000	**0,027**
	4	20,331	20,720	6,284	2,507	16,720	24,000	0,113	-0,704	0,965	7,000	0,857

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.4 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
pH H_2O	1	6,190	6,030	0,237	0,487	5,690	6,810	0,456	-2,382	0,907	5,000	0,447
	2	6,295	6,190	0,098	0,313	5,880	6,800	0,547	-1,206	0,893	11,000	0,153
	3	5,726	5,540	0,187	0,433	5,260	6,510	0,804	-0,445	0,905	9,000	0,285
	4	6,377	6,320	0,077	0,277	6,030	6,790	0,437	-1,148	0,946	7,000	0,692
pH KCl	1	5,262	5,240	0,218	0,467	4,710	5,870	0,189	-1,465	0,975	5,000	0,906
	2	5,365	5,270	0,119	0,345	4,970	5,880	0,454	-1,377	0,895	11,000	0,159
	3	4,740	4,500	0,184	0,429	4,250	5,420	0,638	-1,172	0,882	9,000	0,165
	4	5,434	5,470	0,053	0,230	5,040	5,770	-0,488	0,968	0,951	7,000	0,741
CE	1	85,300	92,100	424,145	20,595	51,300	105,000	-1,448	2,416	0,883	5,000	0,324
	2	91,127	91,100	986,742	31,412	55,900	168,600	1,481	3,228	0,870	11,000	0,078
	3	95,356	98,100	335,280	18,311	68,000	126,500	0,029	-0,371	0,949	9,000	0,677
	4	85,386	85,200	806,395	28,397	57,200	143,600	1,662	3,457	0,836	7,000	0,091
Ca	1	5,394	5,462	7,590	2,755	2,060	9,189	0,275	-0,536	0,988	5,000	0,974
	2	6,781	5,815	4,574	2,139	4,063	10,874	0,928	-0,055	0,901	11,000	0,189
	3	4,825	4,713	2,104	1,451	2,933	7,857	1,123	1,618	0,921	9,000	0,403
	4	6,875	7,218	6,058	2,461	2,558	9,299	-1,011	0,096	0,894	7,000	0,298
Mg	1	0,743	0,735	0,087	0,295	0,326	1,104	-0,345	0,012	0,990	5,000	0,979
	2	0,767	0,715	0,087	0,295	0,381	1,414	0,818	1,144	0,946	11,000	0,596
	3	0,938	0,803	0,093	0,305	0,725	1,686	2,232	5,314	0,710	9,000	**0,002**
	4	0,974	0,942	0,063	0,251	0,565	1,309	-0,345	-0,318	0,972	7,000	0,912
Na	1	0,059	0,058	0,002	0,039	0,011	0,104	-0,047	-2,135	0,949	5,000	0,733
	2	0,046	0,049	0,000	0,017	0,013	0,074	-0,576	0,563	0,954	11,000	0,701
	3	0,072	0,054	0,004	0,065	0,006	0,230	2,127	5,280	0,758	9,000	**0,007**
	4	0,050	0,041	0,001	0,025	0,029	0,101	1,650	2,887	0,819	7,000	0,063

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.5 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
K	1	0,796	0,868	0,069	0,263	0,342	1,014	-1,844	3,751	0,797	5,000	0,077
	2	0,824	0,815	0,022	0,149	0,544	1,097	-0,038	0,612	0,983	11,000	0,981
	3	0,851	0,877	0,019	0,137	0,612	1,029	-0,341	-0,233	0,943	9,000	0,614
	4	0,871	0,921	0,039	0,197	0,481	1,065	-1,493	2,411	0,873	7,000	0,196
Al	1	0,645	0,339	0,654	0,809	0,063	2,007	1,671	2,718	0,805	5,000	0,088
	2	0,323	0,216	0,073	0,269	0,052	0,785	0,901	-0,898	0,829	11,000	**0,023**
	3	0,825	0,565	0,360	0,600	0,169	1,779	0,823	-0,838	0,870	9,000	0,122
	4	0,240	0,224	0,050	0,224	0,059	0,702	1,769	3,583	0,788	7,000	**0,031**
CICe	1	7,637	7,743	6,536	2,557	4,764	11,387	0,595	0,087	0,966	5,000	0,848
	2	8,742	7,874	5,461	2,337	5,792	12,650	0,769	-0,680	0,889	11,000	0,134
	3	7,511	7,236	2,001	1,415	6,290	10,783	1,719	3,522	0,816	9,000	**0,031**
	4	9,009	9,549	6,701	2,589	4,595	11,499	-0,952	-0,297	0,889	7,000	0,271
Sat. Al	1	12,117	4,376	304,688	17,455	0,550	42,118	1,849	3,407	0,760	5,000	**0,037**
	2	4,186	2,792	14,413	3,797	0,415	12,280	1,156	0,518	0,870	11,000	0,077
	3	11,743	8,011	83,109	9,116	2,068	28,281	0,936	-0,176	0,894	9,000	0,219
	4	3,728	2,581	27,242	5,219	0,525	15,276	2,385	5,947	0,647	7,000	**0,001**
P	1	30,195	23,678	240,004	15,492	18,175	56,986	1,884	3,737	0,780	5,000	0,055
	2	37,672	33,670	337,849	18,381	17,451	72,626	0,934	-0,200	0,890	11,000	0,140
	3	99,168	104,993	3287,051	57,333	29,470	182,615	0,137	-1,492	0,926	9,000	0,443
	4	68,778	57,855	3577,529	59,812	9,051	175,954	1,095	0,415	0,892	7,000	0,287
C	1	2,662	2,711	0,771	0,878	1,699	3,675	-0,012	-2,616	0,910	5,000	0,466
	2	2,687	2,694	0,538	0,733	1,201	4,390	0,510	4,269	0,817	11,000	**0,016**
	3	2,264	2,189	0,477	0,690	1,396	3,781	1,317	2,517	0,910	9,000	0,316
	4	2,303	2,429	0,258	0,508	1,513	2,921	-0,369	-0,979	0,958	7,000	0,800

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.6 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
N	1	0,215	0,221	0,004	0,059	0,140	0,280	-0,241	-2,132	0,940	5,000	0,669
	2	0,218	0,208	0,002	0,049	0,112	0,315	-0,235	3,010	0,890	11,000	0,141
	3	0,183	0,172	0,002	0,044	0,124	0,276	1,071	1,679	0,934	9,000	0,519
	4	0,185	0,188	0,002	0,040	0,133	0,236	0,045	-1,395	0,935	7,000	0,598
MO	1	12,238	12,261	0,740	0,860	10,876	13,120	-1,093	1,478	0,922	5,000	0,542
	2	12,237	12,226	0,863	0,929	10,695	13,919	0,145	-0,116	0,990	11,000	0,997
	3	12,262	12,505	0,714	0,845	10,849	13,679	-0,223	0,205	0,948	9,000	0,669
	4	12,454	12,388	0,432	0,657	11,393	13,312	-0,346	-0,506	0,958	7,000	0,805
FF	1	60,726	60,622	6,497	2,549	57,571	64,646	0,713	1,940	0,934	5,000	0,627
	2	60,826	60,994	20,339	4,510	54,587	66,367	-0,330	-1,504	0,893	11,000	0,153
	3	59,301	59,065	20,886	4,570	50,086	66,927	-0,545	2,008	0,942	9,000	0,599
	4	60,501	59,886	4,553	2,134	58,005	63,380	0,257	-2,071	0,899	7,000	0,326
FG	1	39,274	39,378	6,497	2,549	35,354	42,429	-0,713	1,940	0,934	5,000	0,627
	2	39,174	39,006	20,339	4,510	33,633	45,413	0,330	-1,504	0,893	11,000	0,153
	3	40,699	40,935	20,886	4,570	33,073	49,914	0,545	2,008	0,942	9,000	0,599
	4	39,499	40,114	4,553	2,134	36,620	41,995	-0,257	-2,071	0,899	7,000	0,326
Arena	1	57,720	54,920	23,200	4,817	52,920	62,920	0,473	-3,086	0,793	5,000	0,071
	2	55,829	54,920	13,891	3,727	48,920	60,920	-0,366	-0,811	0,904	11,000	0,205
	3	55,587	54,920	6,000	2,449	52,920	60,920	1,283	2,254	0,854	9,000	0,083
	4	57,777	58,920	9,143	3,024	52,920	60,920	-0,620	-0,809	0,915	7,000	0,432
Limo	1	22,368	23,568	7,200	2,683	19,568	25,568	-0,166	-2,407	0,852	5,000	0,201
	2	22,374	21,784	10,418	3,228	17,568	27,568	-0,038	-0,798	0,957	11,000	0,735
	3	21,405	21,568	4,218	2,054	18,216	25,568	0,672	1,618	0,917	9,000	0,369
	4	24,232	23,568	7,556	2,749	21,568	29,568	1,302	2,080	0,872	7,000	0,194
Arcilla	1	19,912	19,512	6,800	2,608	17,512	23,512	0,541	-1,488	0,902	5,000	0,421
	2	21,797	21,296	14,438	3,800	17,512	29,296	4,000	0,898	0,905	11,000	0,210
	3	23,008	24,864	8,462	2,909	17,512	24,864	-1,177	-0,254	0,694	9,000	**0,001**
	4	17,991	17,512	7,840	2,800	15,512	22,864	0,818	-0,176	0,859	7,000	0,149

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.7 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos del suelo en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
pH H_2O	0,234	0,872
Ph KCl	0,181	0,908
CE	2,325	0,096
Ca	0,884	0,461
Mg	1,162	0,342
Na	4,581	**0,010**
K	1,883	0,155
Al	5,055	**0,006**
CICe	3,395	**0,032**
Sat.Al	5,460	**0,004**
P	2,176	0,113
C	6,948	**0,001**
N	5,886	**0,003**
MO	6,973	**0,001**
FF	1,004	0,406
FG	1,004	0,406
Arena	0,555	0,649
Limo	1,098	0,366
Arcilla	2,632	0,070

Variable	Levene	Sig.
2020		
pH H_2O	1,632	0,204
Ph KCl	2,155	0,116
CE	0,322	0,809
Ca	1,018	0,399
Mg	0,034	0,992
Na	2,081	0,125
K	0,680	0,572
Al	4,282	**0,013**
CICe	1,257	0,308
Sat.Al	3,958	**0,018**
P	6,020	**0,003**
C	0,506	0,682
N	0,416	0,743
MO	0,157	0,924
FF	1,648	0,201
FG	1,648	0,201
Arena	2,938	0,050
Limo	0,836	0,486
Arcilla	0,413	0,745

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

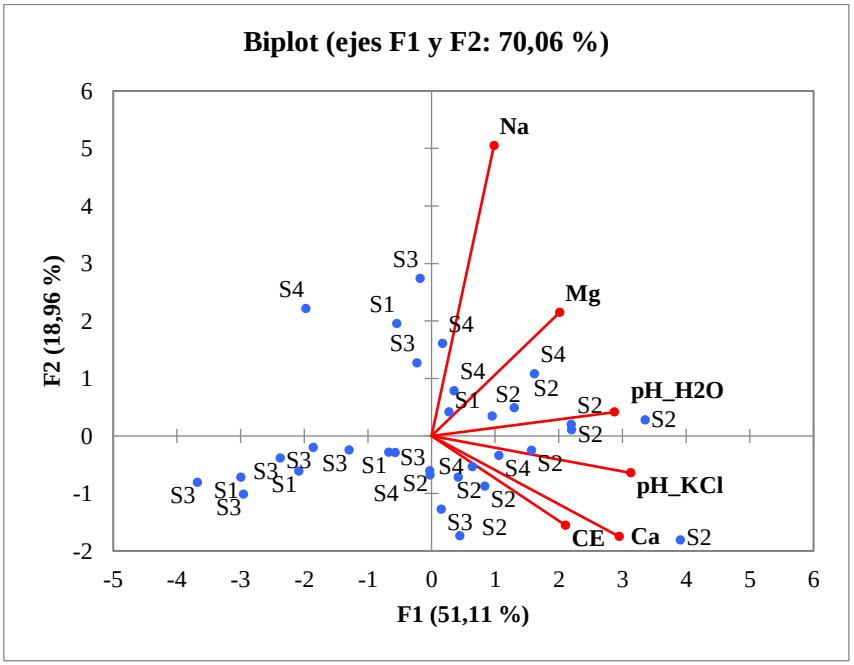


Ilustración IV.1 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, a).

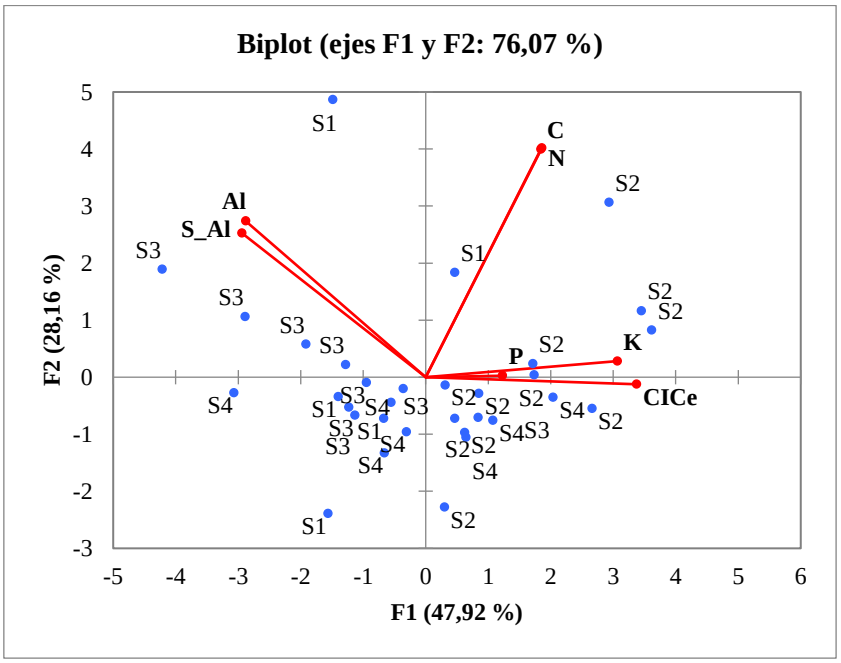


Ilustración IV.2 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, b).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

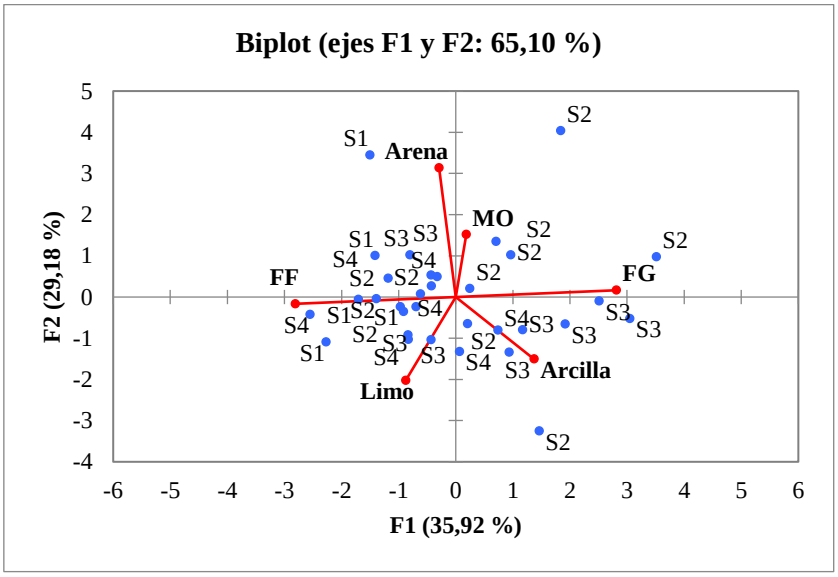


Ilustración IV.3 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018, c).

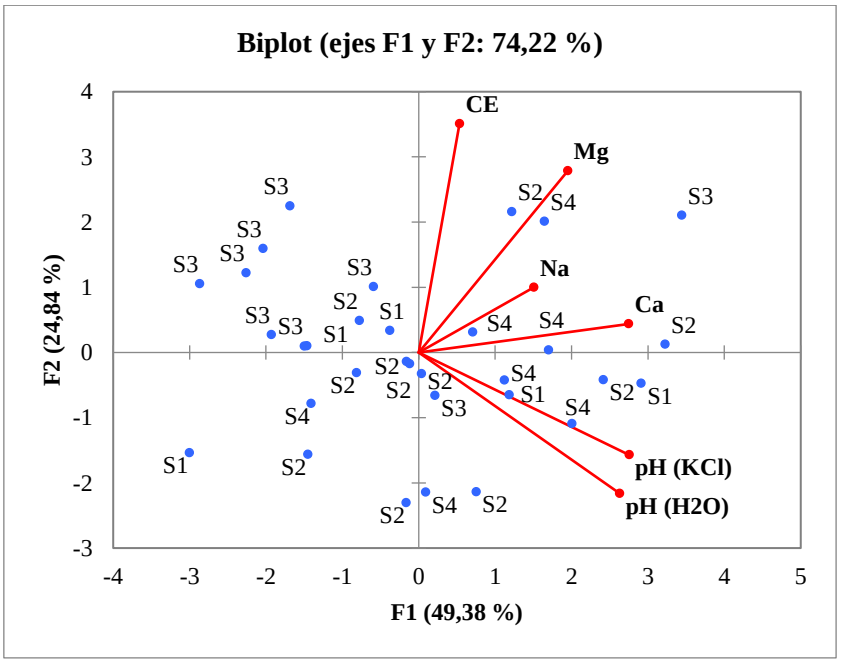


Ilustración IV.4 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, a).

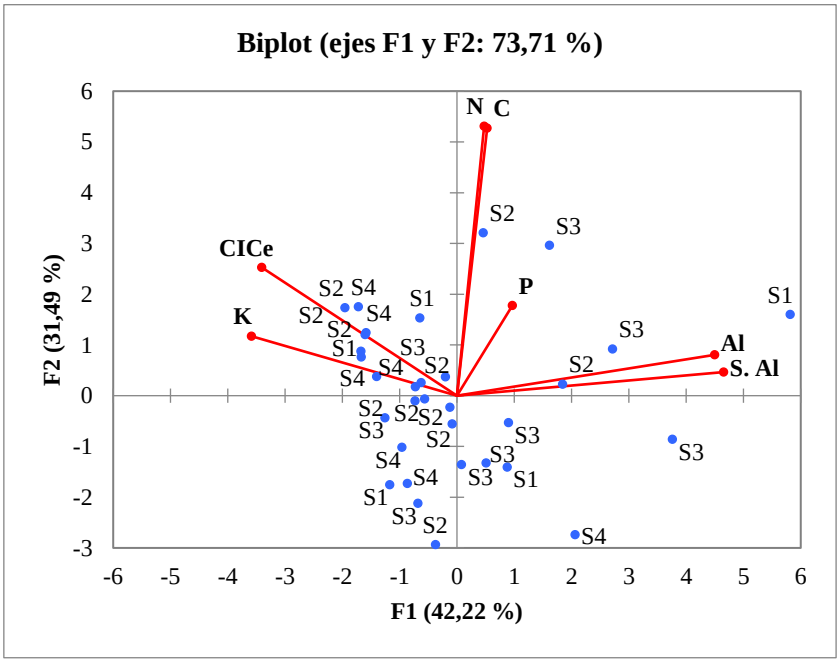


Ilustración IV.5 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, b).

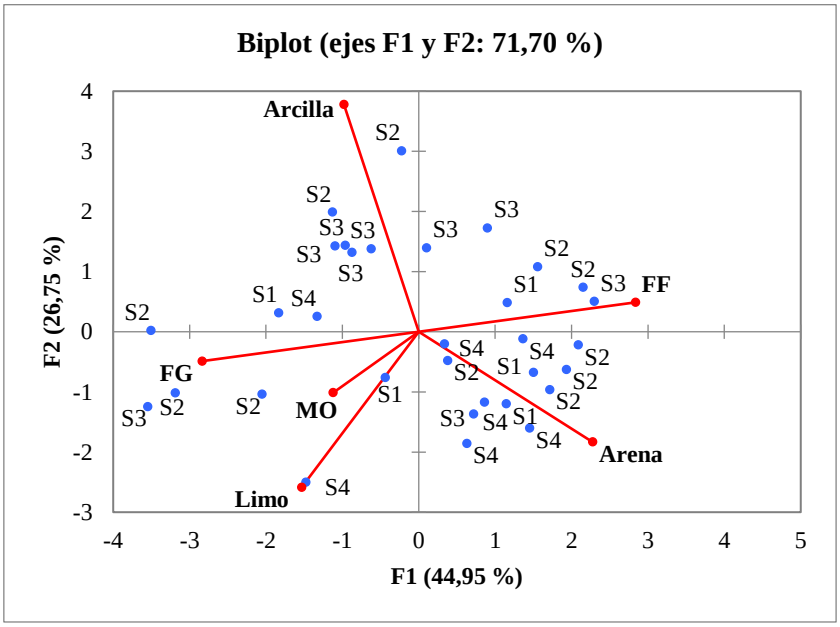


Ilustración IV.6 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020, c).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.8 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
pH H_2O	1	6,356	6,470	0,150	0,388	5,820	6,750	-0,658	-1,493	0,856	7,000	0,138
	2	6,208	6,095	0,077	0,278	6,020	6,620	1,872	3,577	0,763	4,000	0,051
	3	6,210	6,135	0,178	0,421	5,530	6,950	-0,077	-0,631	0,957	14,000	0,677
	4	5,829	5,735	0,109	0,331	5,400	6,500	1,139	2,017	0,919	8,000	0,418
pH KCl	1	5,784	5,820	0,065	0,255	5,410	6,090	-0,628	-0,971	0,905	7,000	0,361
	2	5,675	5,695	0,068	0,261	5,340	5,970	-0,438	1,037	0,983	4,000	0,920
	3	5,664	5,645	0,101	0,317	5,130	6,360	0,506	0,611	0,972	14,000	0,905
	4	5,395	5,395	0,054	0,231	4,990	5,760	-0,209	0,682	0,978	8,000	0,953
CE	1	114,614	115,700	358,368	18,931	74,700	132,000	-1,907	4,276	0,789	7,000	**0,032**
	2	174,475	167,500	9788,596	98,937	60,900	302,000	0,417	1,491	0,963	4,000	0,795
	3	147,329	134,800	3634,951	60,291	72,000	272,000	0,682	-0,452	0,929	14,000	0,292
	4	166,975	167,750	2879,276	53,659	88,800	235,000	-0,328	-1,050	0,936	8,000	0,573
Ca	1	8,057	7,170	6,537	2,557	6,310	13,650	2,281	5,480	0,695	7,000	**0,003**
	2	9,023	9,420	17,153	4,142	3,920	13,330	-0,422	-1,606	0,971	4,000	0,849
	3	9,487	8,890	12,492	3,534	5,360	17,520	0,893	0,384	0,923	14,000	0,239
	4	7,158	6,495	9,857	3,140	2,870	13,420	1,008	1,844	0,937	8,000	0,584
Mg	1	0,971	0,830	0,059	0,243	0,750	1,360	0,770	-1,192	0,857	7,000	0,141
	2	1,320	1,370	0,022	0,149	1,110	1,430	-1,409	1,500	0,845	4,000	0,211
	3	0,914	0,840	0,046	0,214	0,670	1,330	0,896	-0,337	0,874	14,000	**0,047**
	4	0,633	0,525	0,067	0,260	0,420	1,190	1,650	2,759	0,805	8,000	**0,032**
Na	1	0,084	0,080	0,000	0,015	0,060	0,110	0,190	1,641	0,924	7,000	0,501
	2	0,080	0,075	0,000	0,014	0,070	0,100	1,414	1,500	0,827	4,000	0,161
	3	0,091	0,095	0,001	0,023	0,060	0,140	0,449	-0,105	0,949	14,000	0,544
	4	0,093	0,085	0,001	0,035	0,060	0,160	1,199	0,640	0,859	8,000	0,118

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.9 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
K	1	0,901	0,940	0,058	0,240	0,570	1,320	0,543	0,757	0,963	7,000	0,847
	2	0,780	0,820	0,064	0,252	0,450	1,030	-0,758	-0,268	0,963	4,000	0,795
	3	0,718	0,680	0,042	0,204	0,460	1,040	0,295	-1,544	0,906	14,000	0,139
	4	0,586	0,600	0,033	0,182	0,300	0,840	-0,331	-0,673	0,974	8,000	0,928
Al	1	0,140	0,090	0,013	0,113	0,030	0,310	0,990	-0,944	0,817	7,000	0,060
	2	0,180	0,120	0,031	0,177	0,050	0,430	1,411	1,500	0,843	4,000	0,203
	3	0,186	0,130	0,028	0,166	0,030	0,560	1,178	0,408	0,845	14,000	**0,019**
	4	0,286	0,210	0,073	0,270	0,040	0,900	2,024	4,606	0,778	8,000	**0,016**
CICe	1	10,153	9,200	5,581	2,362	8,690	15,330	2,310	5,523	0,669	7,000	**0,002**
	2	11,385	11,880	18,021	4,245	5,980	15,800	-0,561	-0,644	0,977	4,000	0,884
	3	11,397	11,105	12,514	3,538	7,010	19,340	0,780	0,230	0,935	14,000	0,358
	4	8,751	8,155	9,370	3,061	4,830	15,280	1,413	3,180	0,882	8,000	0,198
Sat. Al	1	1,514	0,900	1,733	1,317	0,210	3,480	0,996	-0,941	0,808	7,000	**0,049**
	2	2,418	1,090	10,426	3,229	0,320	7,170	1,790	3,185	0,772	4,000	0,061
	3	2,021	1,300	3,763	1,940	0,210	5,620	0,849	-0,853	0,834	14,000	**0,014**
	4	4,506	2,565	35,221	5,935	0,270	18,630	2,429	6,250	0,673	8,000	**0,001**
P	1	36,309	35,200	158,369	12,584	20,240	56,970	0,569	-0,316	0,964	7,000	0,855
	2	41,875	36,050	501,147	22,386	21,570	73,830	1,416	2,632	0,875	4,000	0,316
	3	62,044	46,750	1181,622	34,375	33,680	134,020	1,441	0,802	0,758	14,000	**0,002**
	4	50,466	51,105	253,173	15,911	32,170	79,130	0,610	0,002	0,939	8,000	0,600
C	1	3,420	3,520	0,576	0,759	2,480	4,400	-0,036	-2,065	0,908	7,000	0,385
	2	3,828	4,040	0,600	0,774	2,720	4,510	-1,452	2,539	0,883	4,000	0,351
	3	3,659	3,415	1,205	1,098	2,270	6,390	1,402	1,885	0,868	14,000	**0,039**
	4	3,213	3,220	0,182	0,426	2,670	3,790	0,080	-1,234	0,926	8,000	0,478

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.10 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
N	1	0,213	0,210	0,002	0,049	0,150	0,280	-0,006	-1,601	0,937	7,000	0,613
	2	0,235	0,250	0,003	0,052	0,160	0,280	-1,540	2,889	0,840	4,000	0,195
	3	0,245	0,225	0,004	0,062	0,170	0,410	1,555	2,946	0,870	14,000	**0,042**
	4	0,214	0,215	0,001	0,027	0,180	0,260	0,493	-0,538	0,946	8,000	0,667
MO	1	5,899	6,070	1,708	1,307	4,280	7,590	-0,034	-2,055	0,909	7,000	0,391
	2	6,593	6,960	1,788	1,337	4,680	7,770	-1,451	2,527	0,883	4,000	0,352
	3	6,309	5,890	3,571	1,890	3,920	11,010	1,402	1,882	0,868	14,000	**0,039**
	4	5,538	5,550	0,540	0,735	4,600	6,540	0,083	-1,229	0,928	8,000	0,496
FF	1	64,044	63,740	37,192	6,098	57,400	71,850	0,175	-2,174	0,875	7,000	0,205
	2	75,575	71,000	217,725	14,756	63,280	97,020	1,620	3,043	0,832	4,000	0,172
	3	69,884	70,335	50,194	7,085	52,420	81,450	-0,761	2,030	0,939	14,000	0,406
	4	70,238	70,770	8,381	2,895	65,890	75,130	-0,017	0,353	0,935	8,000	0,566
FG	1	35,956	36,260	37,192	6,098	28,150	42,600	-0,175	-2,174	0,875	7,000	0,205
	2	24,425	29,000	217,725	14,756	2,980	36,720	-1,620	3,043	0,832	4,000	0,172
	3	30,116	29,665	50,194	7,085	18,550	47,580	0,761	2,030	0,939	14,000	0,406
	4	29,763	29,230	8,381	2,895	24,870	34,110	0,017	0,353	0,935	8,000	0,566
Arena	1	62,137	64,400	32,910	5,737	52,400	68,560	-0,922	-0,162	0,907	7,000	0,375
	2	65,440	64,480	3,900	1,975	64,400	68,400	1,991	3,970	0,659	4,000	**0,003**
	3	66,714	66,280	11,076	3,328	62,560	74,560	1,357	1,552	0,858	14,000	**0,028**
	4	64,240	64,560	25,139	5,014	58,560	72,560	0,342	-0,791	0,929	8,000	0,503
Limo	1	18,183	18,000	13,674	3,698	13,280	24,000	0,525	-0,457	0,940	7,000	0,635
	2	15,820	15,640	2,796	1,672	14,000	18,000	0,596	0,842	0,981	4,000	0,908
	3	15,486	16,280	9,345	3,057	9,280	19,280	-1,178	0,790	0,850	14,000	**0,022**
	4	17,370	17,280	16,476	4,059	11,280	23,280	-0,054	-0,889	0,977	8,000	0,949
Arcilla	1	19,680	19,600	5,005	2,237	17,600	23,600	0,955	0,049	0,885	7,000	0,248
	2	18,740	18,600	1,785	1,336	17,600	20,160	0,150	-5,141	0,817	4,000	0,137
	3	17,800	18,000	2,401	1,550	16,000	20,160	0,388	-1,028	0,848	14,000	**0,021**
	4	18,390	18,160	2,709	1,646	16,160	20,160	-0,297	-1,358	0,847	8,000	0,089

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.11 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
pH H_2O	1	6,460	6,460	0,127	0,357	6,010	6,960	0,250	-1,469	0,944	7,000	0,673
	2	6,455	6,510	0,077	0,278	6,110	6,690	-0,600	-2,598	0,882	4,000	0,347
	3	6,153	6,200	0,178	0,422	5,290	6,890	-0,231	0,866	0,939	13,000	0,438
	4	6,288	6,290	0,075	0,274	5,900	6,620	-0,122	-1,542	0,933	8,000	0,548
pH KCl	1	5,357	5,320	0,155	0,393	4,840	5,990	0,505	-0,376	0,970	7,000	0,898
	2	5,293	5,310	0,067	0,259	4,960	5,590	-0,395	1,326	0,974	4,000	0,865
	3	5,044	5,140	0,207	0,455	4,250	5,920	0,041	-0,045	0,972	13,000	0,913
	4	5,181	5,175	0,111	0,334	4,690	5,600	-0,105	-1,230	0,945	8,000	0,660
CE	1	87,700	83,800	295,100	17,178	69,000	116,300	0,939	-0,361	0,890	7,000	0,273
	2	102,225	100,850	507,983	22,538	81,900	125,300	0,088	-5,416	0,825	4,000	0,156
	3	79,138	78,900	235,999	15,362	60,600	116,100	1,110	1,606	0,909	13,000	0,180
	4	91,038	84,000	580,403	24,092	64,300	130,200	1,039	-0,304	0,834	8,000	0,066
Ca	1	8,169	6,940	12,928	3,596	3,440	13,990	0,673	-0,182	0,915	7,000	0,433
	2	7,428	7,155	11,923	3,453	3,650	11,750	0,399	-0,429	0,990	4,000	0,958
	3	5,351	4,990	5,275	2,297	2,470	10,820	1,101	1,355	0,924	13,000	0,288
	4	6,488	6,085	6,114	2,473	3,620	11,460	1,081	1,708	0,921	8,000	0,436
Mg	1	1,046	1,090	0,091	0,302	0,670	1,580	0,692	0,532	0,941	7,000	0,644
	2	1,073	1,125	0,249	0,499	0,470	1,570	-0,402	-2,524	0,948	4,000	0,701
	3	0,570	0,510	0,070	0,264	0,350	1,330	2,237	5,837	0,753	13,000	**0,002**
	4	0,666	0,560	0,067	0,259	0,400	1,180	1,296	1,166	0,873	8,000	0,162
Na	1	0,130	0,130	0,000	0,021	0,100	0,150	-0,310	-1,772	0,868	7,000	0,179
	2	0,093	0,100	0,001	0,034	0,050	0,120	-0,628	-2,492	0,863	4,000	0,271
	3	0,053	0,050	0,002	0,039	0,000	0,120	0,331	-1,285	0,930	13,000	0,338
	4	0,055	0,050	0,001	0,027	0,020	0,100	0,423	-0,840	0,959	8,000	0,797

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.12 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
K	1	0,706	0,640	0,046	0,215	0,500	1,110	1,235	1,242	0,879	7,000	0,224
	2	0,715	0,685	0,040	0,199	0,540	0,950	0,402	-3,640	0,879	4,000	0,336
	3	0,400	0,370	0,013	0,116	0,260	0,600	0,641	-0,643	0,912	13,000	0,193
	4	0,425	0,395	0,017	0,132	0,270	0,650	0,777	-0,401	0,930	8,000	0,512
Al	1	0,401	0,280	0,191	0,437	0,050	1,300	1,812	3,311	0,793	7,000	**0,035**
	2	0,353	0,250	0,096	0,309	0,110	0,800	1,597	2,590	0,850	4,000	0,226
	3	0,744	0,510	0,419	0,647	0,040	2,110	1,060	0,260	0,879	13,000	0,069
	4	0,385	0,310	0,086	0,293	0,080	0,940	0,963	0,342	0,902	8,000	0,298
CICe	1	10,449	9,210	12,836	3,583	6,190	15,740	0,757	-0,888	0,874	7,000	0,202
	2	9,658	9,275	14,531	3,812	5,500	14,580	0,545	0,535	0,986	4,000	0,934
	3	7,122	6,600	4,875	2,208	4,940	13,080	1,725	3,833	0,842	13,000	**0,023**
	4	8,016	7,490	6,734	2,595	5,280	13,400	1,318	2,234	0,890	8,000	0,236
Sat. Al	1	5,220	1,830	52,999	7,280	0,300	21,020	2,224	5,144	0,696	7,000	**0,003**
	2	5,163	2,525	40,252	6,344	1,100	14,500	1,789	3,180	0,767	4,000	0,056
	3	12,473	8,580	139,946	11,830	0,490	36,120	0,973	-0,194	0,870	13,000	0,052
	4	6,063	4,130	34,146	5,843	0,580	17,810	1,293	1,317	0,871	8,000	0,156
P	1	66,603	50,230	2385,495	48,842	23,440	151,520	1,140	-0,035	0,841	7,000	0,101
	2	95,060	68,520	6865,026	82,855	33,400	209,800	1,245	0,689	0,850	4,000	0,226
	3	80,826	40,640	5114,956	71,519	19,820	210,530	0,938	-0,568	0,807	13,000	**0,008**
	4	76,335	57,925	2408,130	49,073	41,730	190,620	2,248	5,370	0,709	8,000	**0,003**
C	1	3,931	3,500	1,583	1,258	2,780	6,410	1,463	2,280	0,859	7,000	0,148
	2	3,930	3,780	1,028	1,014	2,870	5,290	0,825	1,320	0,963	4,000	0,798
	3	3,529	3,350	1,078	1,038	2,070	5,780	0,760	0,533	0,954	13,000	0,663
	4	3,503	3,565	0,113	0,336	2,850	3,930	-1,036	1,181	0,925	8,000	0,472

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.13 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N	1	0,246	0,240	0,003	0,057	0,190	0,360	1,530	2,731	0,863	7,000	0,161
	2	0,258	0,250	0,005	0,070	0,180	0,350	0,612	1,330	0,971	4,000	0,846
	3	0,229	0,220	0,005	0,070	0,140	0,390	1,016	1,113	0,916	13,000	0,221
	4	0,224	0,230	0,000	0,015	0,200	0,240	-0,518	-1,342	0,871	8,000	0,156
MO	1	15,894	15,920	1,767	1,329	14,380	17,890	0,309	-1,449	0,931	7,000	0,562
	2	15,250	15,240	1,196	1,094	13,950	16,570	0,050	0,249	0,999	4,000	0,998
	3	15,484	15,460	1,775	1,332	13,030	18,090	0,465	1,008	0,910	13,000	0,181
	4	15,608	15,585	0,790	0,889	13,890	16,990	-0,570	2,033	0,927	8,000	0,489
FF	1	63,540	64,340	19,686	4,437	54,920	67,600	-1,362	1,888	0,869	7,000	0,180
	2	62,193	62,825	36,897	6,074	55,070	68,050	-0,335	-3,414	0,920	4,000	0,539
	3	66,025	65,720	37,912	6,157	52,950	74,850	-0,492	0,224	0,966	13,000	0,848
	4	64,308	63,765	9,538	3,088	60,010	69,650	0,552	0,002	0,967	8,000	0,872
FG	1	36,460	35,660	19,686	4,437	32,400	45,080	1,362	1,888	0,869	7,000	0,180
	2	37,808	37,175	36,897	6,074	31,950	44,930	0,335	-3,414	0,920	4,000	0,539
	3	33,975	34,280	37,912	6,157	25,150	47,050	0,492	0,224	0,966	13,000	0,848
	4	35,693	36,235	9,538	3,088	30,350	39,990	-0,552	0,002	0,967	8,000	0,872
Arena	1	61,611	62,620	7,753	2,784	58,110	64,110	-0,448	-2,111	0,805	7,000	**0,046**
	2	65,238	64,365	13,712	3,703	62,110	70,110	0,890	-0,968	0,898	4,000	0,422
	3	65,102	66,470	11,406	3,377	56,620	68,470	-1,484	2,444	0,839	13,000	**0,021**
	4	64,265	63,580	16,778	4,096	56,690	68,540	-0,655	0,220	0,877	8,000	0,178
Limo	1	20,501	21,350	4,140	2,035	18,360	22,360	-0,266	-2,694	0,734	7,000	**0,009**
	2	18,608	18,360	16,218	4,027	14,360	23,350	0,246	-2,522	0,963	4,000	0,796
	3	19,272	18,360	9,531	3,087	15,500	27,420	1,796	3,625	0,798	13,000	**0,006**
	4	20,040	20,460	18,377	4,287	14,360	27,280	0,299	-0,403	0,970	8,000	0,898
Arcilla	1	17,887	17,530	1,560	1,249	16,030	19,530	0,273	-0,310	0,830	7,000	0,080
	2	16,155	16,530	2,896	1,702	14,030	17,530	-0,628	-2,492	0,863	4,000	0,271
	3	15,625	15,960	1,181	1,087	13,820	17,530	-0,684	0,230	0,740	13,000	**0,001**
	4	15,691	15,995	1,375	1,173	13,960	17,530	-0,402	0,191	0,820	8,000	**0,046**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.14 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos del suelo en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
pH H_2O	0,771	0,520
Ph KCl	0,219	0,882
CE	2,604	0,071
Ca	0,786	0,512
Mg	0,744	0,535
Na	1,857	0,159
K	0,270	0,847
Al	0,736	0,539
CICe	0,927	0,440
Sat.Al	2,188	0,111
P	2,215	0,108
C	1,086	0,371
N	0,994	0,409
MO	1,082	0,372
FF	3,455	**0,029**
FG	3,455	**0,029**
Arena	1,857	0,159
Limo	0,900	0,453
Arcilla	0,406	0,750

Variable	Levene	Sig.
2020		
pH H_2O	0,223	0,879
Ph KCl	0,796	0,506
CE	1,172	0,338
Ca	0,788	0,511
Mg	1,777	0,174
Na	1,998	0,137
K	1,470	0,244
Al	2,515	0,079
CICe	1,093	0,368
Sat.Al	2,411	0,088
P	1,263	0,306
C	1,788	0,172
N	1,854	0,160
MO	0,542	0,658
FF	1,659	0,198
FG	1,659	0,198
Arena	0,278	0,840
Limo	1,236	0,315
Arcilla	0,693	0,564

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.15 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018, a.

2018						
Sector	**pH H_2O**	**Ph KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	6,356	5,784	114,614	8,057	0,970b	0,084
2	6,208	5,675	174,475	9,022	1,320b	0,081
3	6,210	5,664	147,329	9,488	0,913b	0,092
4	5,829	5,395	166,975	7,156	0,631c	0,090
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,062)	NO (0,065)	NO (0,315)	NO (0,434)	SI (0,002)	NO (0,782)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,925	0,924	0,113	0,648	**0,020**	0,847
1 vs 3	0,842	0,789	0,236	0,361	0,586	0,454
1 vs 4	0,056	0,055	0,094	0,605	**0,007**	0,586
2 vs 3	1,000	1,000	0,419	0,807	**0,003**	0,411
2 vs 4	0,382	0,377	0,835	0,368	< **0,0001**	0,512
3 vs 4	0,132	0,158	0,454	0,125	**0,009**	0,882

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.16 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018, b.

2018							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	0,901	0,139	10,152	1,515	36,308	3,421	0,213
2	0,780	0,180	11,383	2,419	41,874	3,824	0,238
3	0,719	0,186	11,398	2,021	62,045	3,659	0,246
4	0,587	0,287	8,752	4,506	50,466	3,212	0,214
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,056)	NO (0,476)	NO (0,273)	NO (0,478)	NO (0,115)	NO (0,506)	NO (0,464)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,799	0,729	0,556	0,675	0,986	0,467	0,456
1 vs 3	0,268	0,591	0,421	0,751	0,165	0,560	0,184
1 vs 4	0,137	0,139	0,419	0,101	0,720	0,648	0,450
2 vs 3	0,956	0,955	0,994	0,838	0,528	0,741	0,785
2 vs 4	0,459	0,361	0,203	0,326	0,949	0,262	0,993
3 vs 4	0,510	0,237	0,081	0,111	0,748	0,258	0,169

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.17 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018, c.

2018						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	5,897	64,042	35,958	62,137	18,183	19,680
2	6,593	75,575	24,425	65,440	15,820	18,740
3	6,308	69,883	30,117	66,714	15,486	17,800
4	5,538	70,236	29,764	64,240	17,370	18,390
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,506)	NO (0,109)	NO (0,152)	NO (0,231)	NO (0,453)	NO (0,396)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,999	0,083	0,083	0,611	0,271	0,819
1 vs 3	0,141	0,339	0,339	0,118	0,093	0,107
1 vs 4	0,204	0,385	0,385	0,778	0,644	0,479
2 vs 3	0,092	0,536	0,536	0,952	0,862	0,770
2 vs 4	0,275	0,645	0,645	0,967	0,457	0,987
3 vs 4	0,939	1,000	1,000	0,566	0,216	0,865

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.18 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020, a.

2020						
Sector	**pH H_2O**	**Ph KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	6,460	5,357	87,700	8,168	1,044a	0,128a
2	6,455	5,293	102,225	7,424	1,074a	0,092ab
3	6,153	5,044	79,138	5,352	0,569b	0,054c
4	6,288	5,181	91,038	6,486	0,665b	0,054bc
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,259)	NO (0,371)	NO (0,188)	NO (0,189)	SI (0,011)	SI (0,000)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,983	0,796	0,623	0,974	0,878	0,084
1 vs 3	0,081	0,103	0,774	0,163	**0,003**	**< 0,0001**
1 vs 4	0,364	0,398	0,986	0,656	**0,023**	**0,000**
2 vs 3	0,155	0,281	0,173	0,574	**0,007**	**0,048**
2 vs 4	0,455	0,650	0,774	0,947	**0,037**	0,065
3 vs 4	0,415	0,446	0,517	0,804	0,492	0,989

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.19 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020, b.

2020							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	0,704a	0,403	10,449	5,218	66,603	3,932	0,244
2	0,715a	0,353	9,658	5,163	95,059	3,929	0,259
3	0,400b	0,746	7,122	12,473	80,826	3,530	0,229
4	0,426b	0,384	8,017	6,061	76,335	3,503	0,224
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	NO (0,507)	NO (0,074)	NO (0,279)	NO (0,803)	NO (0,729)	NO (0,803)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,914	0,875	0,970	0,992	0,481	0,996	0,680
1 vs 3	**0,000**	0,156	0,082	0,103	0,637	0,384	0,579
1 vs 4	**0,002**	0,942	0,366	0,860	0,770	0,399	0,512
2 vs 3	**0,001**	0,182	0,417	0,174	0,698	0,478	0,367
2 vs 4	**0,005**	0,921	0,782	0,874	0,634	0,479	0,332
3 vs 4	0,711	0,120	0,896	0,131	0,876	0,951	0,860

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.20 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020, c.

2020						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	6,778	63,540	36,460	61,613	20,502	17,885a
2	6,773	62,193	37,807	65,238	18,608	16,154b
3	6,085	66,024	33,976	65,104	19,271	15,624b
4	6,038	64,307	35,693	64,267	20,041	15,692b
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,731)	NO (0,547)	NO (0,547)	NO (0,144)	NO (0,650)	SI (0,009)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,996	0,681	0,681	0,109	0,377	**0,032**
1 vs 3	0,384	0,315	0,315	**0,042**	0,442	**0,000**
1 vs 4	0,399	0,777	0,777	0,153	0,793	**0,002**
2 vs 3	0,478	0,206	0,206	0,947	0,733	0,455
2 vs 4	0,479	0,510	0,510	0,654	0,492	0,542
3 vs 4	0,951	0,467	0,467	0,598	0,614	0,903

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

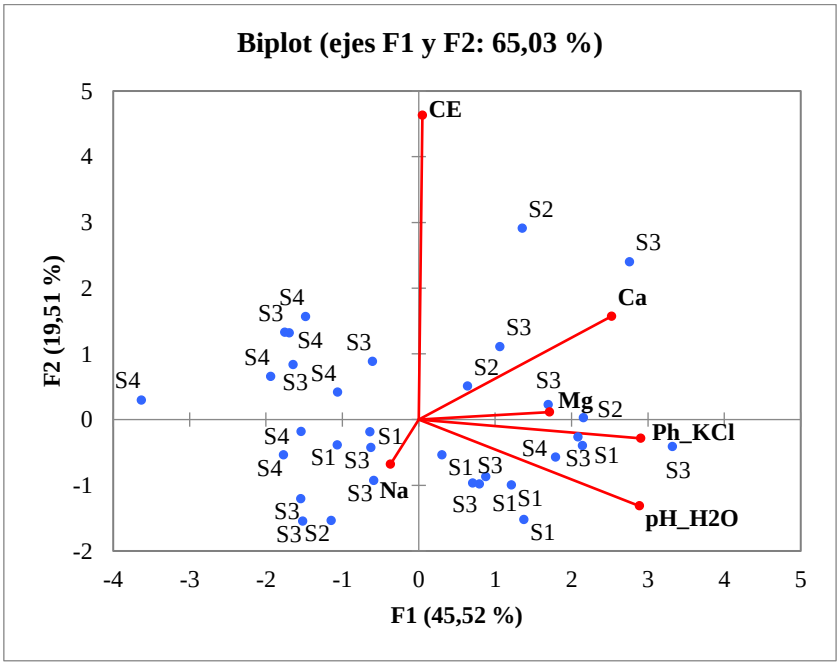


Ilustración IV.7 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, a).

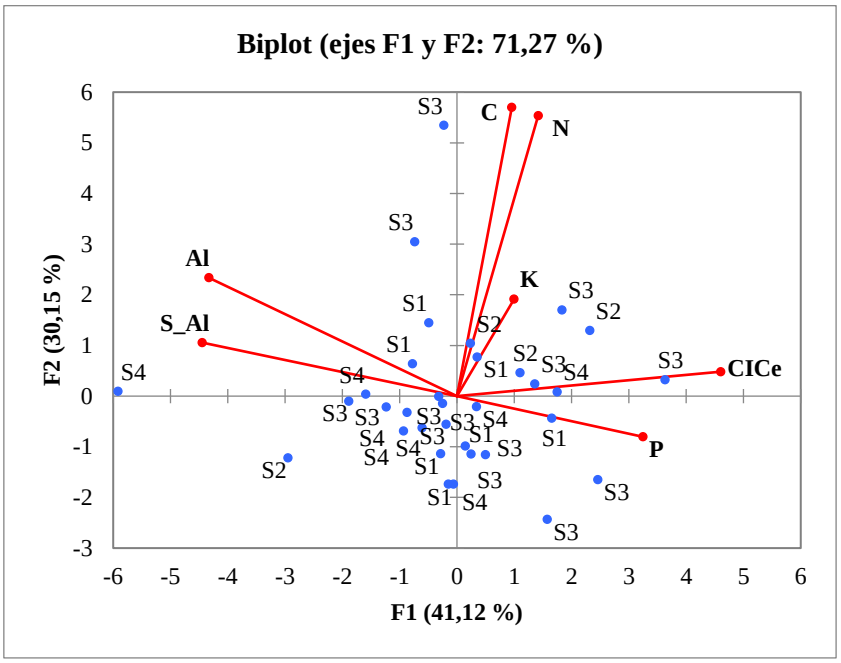


Ilustración IV.8 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, b).

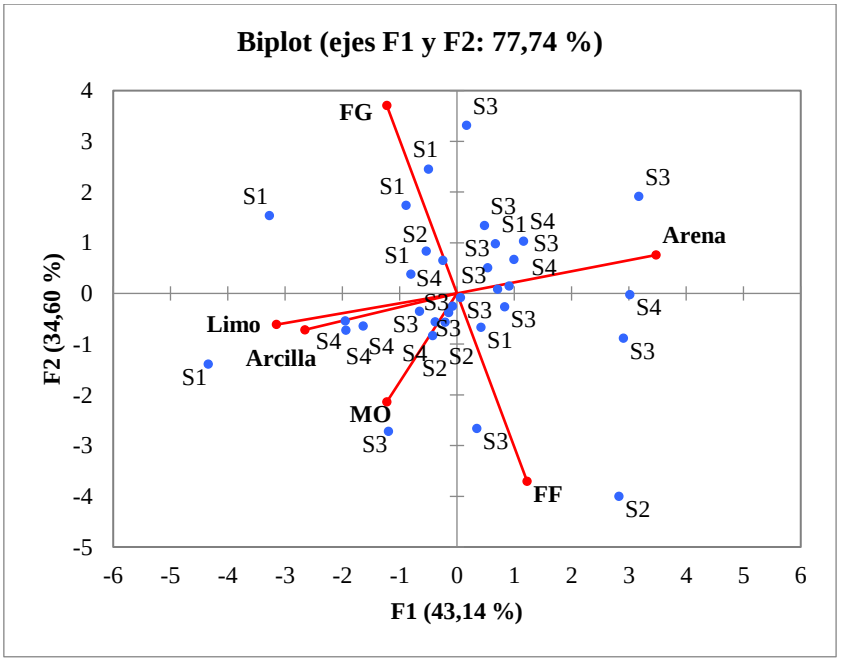


Ilustración IV.9 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, c).

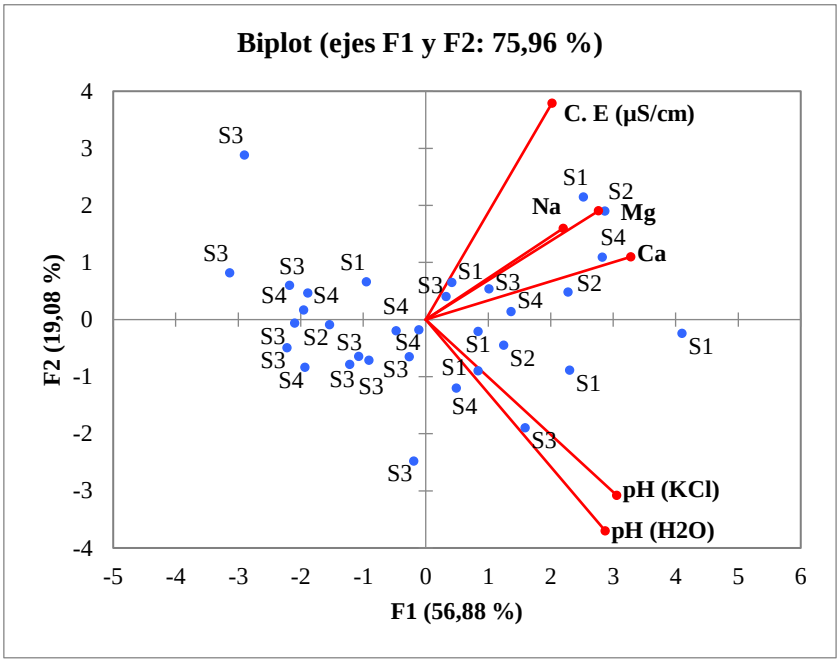


Ilustración IV.10 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, a).

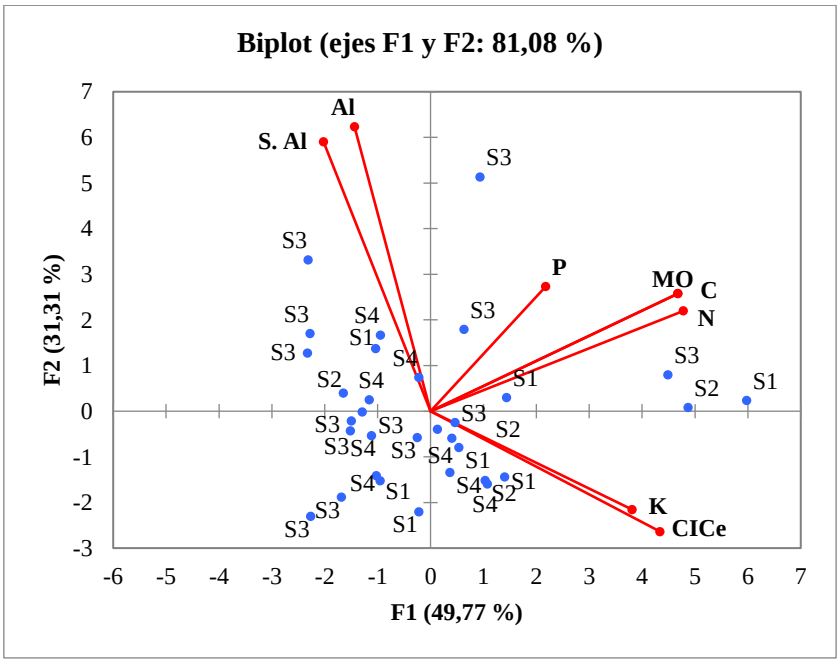


Ilustración IV.11 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, b).

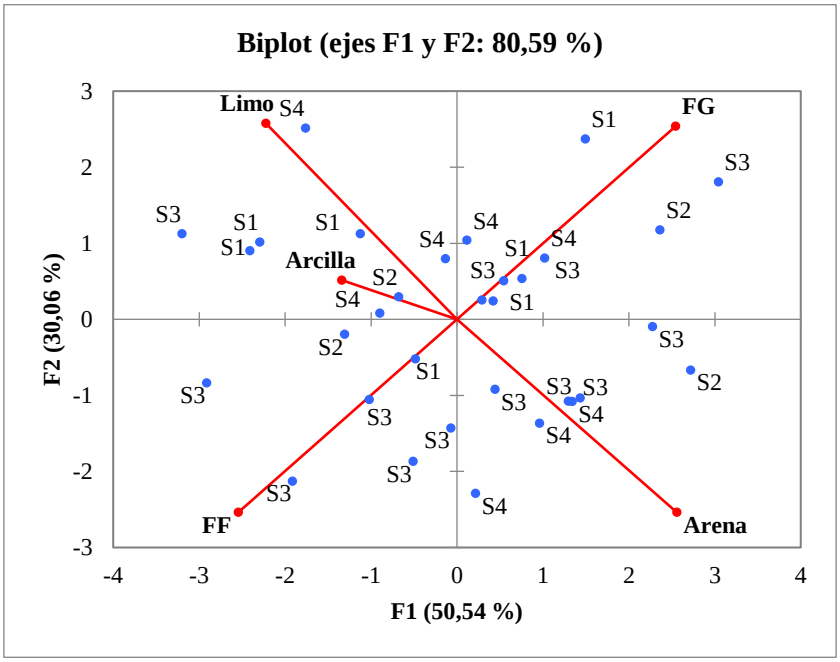


Ilustración IV.12 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, c).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.21 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
pH H_2O	1	5,506	5,290	0,347	0,589	4,870	6,170	0,331	-2,812	0,871	5,000	0,272
	2	5,494	5,400	0,180	0,424	5,070	6,040	0,416	-2,253	0,911	5,000	0,472
	3	5,996	6,180	0,284	0,533	5,250	6,530	-0,498	-1,848	0,849	8,000	0,094
	4	5,637	5,750	0,186	0,431	5,160	6,000	-1,101	1,456	0,948	3,000	0,562
	5	6,474	6,450	0,025	0,158	6,100	6,650	-1,296	2,190	0,867	11,000	0,072
pH KCl	1	4,654	4,320	0,532	0,729	4,020	5,750	1,016	-0,452	0,878	5,000	0,301
	2	4,532	4,590	0,211	0,459	4,010	5,050	-0,117	-2,599	0,914	5,000	0,489
	3	5,058	5,170	0,187	0,432	4,470	5,660	-0,295	-1,206	0,928	8,000	0,499
	4	4,780	4,790	0,297	0,545	4,230	5,320	-0,083	1,236	1,000	3,000	0,970
	5	5,555	5,620	0,110	0,332	4,720	5,870	-1,852	3,673	0,804	11,000	**0,011**
CE	1	90,340	81,000	1229,468	35,064	56,400	145,200	1,105	0,846	0,924	5,000	0,553
	2	79,840	68,600	600,573	24,507	58,000	116,900	1,035	-0,282	0,886	5,000	0,335
	3	91,238	79,700	1264,971	35,566	57,900	149,400	0,595	-1,346	0,856	8,000	0,111
	4	98,167	60,400	4509,563	67,153	58,400	175,700	1,730	1,584	0,763	3,000	**0,028**
	5	152,082	133,300	6766,214	82,257	73,700	358,000	1,760	3,536	0,825	11,000	**0,020**
Ca	1	4,310	3,010	5,414	2,327	2,420	7,330	0,676	-2,650	0,808	5,000	0,094
	2	4,228	3,560	1,391	1,180	3,140	5,870	0,775	-1,766	0,864	5,000	0,245
	3	5,633	5,505	4,383	2,094	3,370	10,210	1,631	3,572	0,850	8,000	0,095
	4	4,697	5,600	4,753	2,180	2,210	6,280	-1,544	1,963	0,871	3,000	0,299
	5	7,856	7,170	9,453	3,075	3,660	13,840	0,801	-0,018	0,923	11,000	0,343
Mg	1	1,038	0,900	0,417	0,646	0,440	2,140	1,705	3,538	0,815	5,000	0,106
	2	1,144	1,080	0,209	0,457	0,590	1,660	0,026	-2,233	0,933	5,000	0,619
	3	1,244	1,165	0,199	0,446	0,720	1,930	0,363	-1,303	0,937	8,000	0,585
	4	1,063	0,910	0,480	0,693	0,460	1,820	0,947	-0,547	0,963	3,000	0,632
	5	1,340	1,340	0,063	0,251	0,890	1,660	-0,296	-0,724	0,947	11,000	0,608

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.22 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Na	1	0,176	0,090	0,049	0,221	0,040	0,570	2,176	4,798	0,650	5,000	**0,003**
	2	0,118	0,110	0,001	0,034	0,080	0,170	0,845	0,699	0,961	5,000	0,814
	3	0,141	0,110	0,009	0,093	0,060	0,350	1,977	4,198	0,779	8,000	**0,017**
	4	0,087	0,090	0,001	0,035	0,050	0,120	-0,423	2,424	0,993	3,000	0,843
	5	0,142	0,140	0,007	0,082	0,050	0,330	1,308	1,788	0,893	11,000	0,153
K	1	0,740	0,530	0,124	0,353	0,450	1,200	0,695	-2,627	0,807	5,000	0,093
	2	0,644	0,500	0,095	0,308	0,470	1,190	2,155	4,690	0,655	5,000	**0,003**
	3	0,709	0,670	0,034	0,186	0,520	1,060	1,142	0,630	0,860	8,000	0,120
	4	1,033	0,990	0,083	0,287	0,770	1,340	0,663	0,874	0,983	3,000	0,750
	5	1,204	0,980	0,181	0,425	0,680	1,870	0,545	-1,276	0,891	11,000	0,145
Al	1	0,984	1,010	0,705	0,839	0,070	1,940	0,001	-2,690	0,903	5,000	0,427
	2	1,056	0,620	0,641	0,800	0,260	1,930	0,472	-3,087	0,804	5,000	0,088
	3	0,239	0,190	0,033	0,181	0,030	0,560	1,062	0,084	0,864	8,000	0,131
	4	0,600	0,430	0,388	0,623	0,080	1,290	1,137	1,214	0,944	3,000	0,544
	5	0,101	0,050	0,019	0,139	0,040	0,510	3,059	9,646	0,501	11,000	**0,000**
CICe	1	7,248	5,930	4,836	2,199	5,320	9,680	0,564	-3,260	0,763	5,000	**0,039**
	2	7,188	6,820	1,393	1,180	5,710	8,780	0,259	-0,580	0,968	5,000	0,866
	3	7,968	8,190	5,355	2,314	4,820	12,340	0,659	0,934	0,953	8,000	0,745
	4	7,477	8,350	5,725	2,393	4,770	9,310	-1,424	0,789	0,900	3,000	0,386
	5	10,642	9,760	11,666	3,416	5,760	17,280	0,704	0,059	0,950	11,000	0,648
Sat. Al	1	17,182	17,010	254,037	15,939	0,740	36,430	0,125	-2,512	0,904	5,000	0,430
	2	15,046	7,820	147,316	12,137	4,520	28,330	0,566	-3,270	0,756	5,000	**0,034**
	3	3,335	2,370	7,122	2,669	0,240	7,890	1,110	-0,006	0,793	8,000	**0,024**
	4	10,883	4,650	200,227	14,150	0,920	27,080	1,598	-1,425	0,854	3,000	0,252
	5	1,171	0,520	2,867	1,693	0,230	5,900	2,620	7,124	0,603	11,000	**0,000**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.23 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
P	1	48,946	36,450	898,983	29,983	22,010	86,460	0,542	-2,756	0,846	5,000	0,183
	2	66,890	69,310	1100,380	33,172	20,020	110,290	-0,236	0,696	0,991	5,000	0,984
	3	60,621	47,190	835,156	28,899	35,370	105,420	0,846	-1,194	0,817	8,000	**0,043**
	4	40,300	40,600	529,988	23,021	17,130	63,170	-0,059	0,458	1,000	3,000	0,978
	5	60,527	57,390	1211,533	34,807	18,580	132,840	0,933	0,406	0,920	11,000	0,320
C	1	0,770	0,640	0,063	0,251	0,560	1,120	0,801	-1,830	0,845	5,000	0,180
	2	0,990	0,890	0,200	0,447	0,500	1,460	0,202	-2,830	0,865	5,000	0,248
	3	1,218	0,995	0,488	0,699	0,510	2,540	0,988	0,316	0,901	8,000	0,296
	4	1,220	1,170	0,321	0,567	0,680	1,810	0,394	0,985	0,994	3,000	0,854
	5	1,725	1,570	0,535	0,731	0,760	2,880	0,239	-1,359	0,941	11,000	0,538
N	1	0,056	0,040	0,001	0,029	0,030	0,100	1,083	-0,062	0,871	5,000	0,269
	2	0,070	0,060	0,001	0,033	0,040	0,110	0,411	-2,835	0,846	5,000	0,182
	3	0,078	0,070	0,001	0,033	0,040	0,140	1,069	0,707	0,912	8,000	0,369
	4	0,103	0,100	0,003	0,055	0,050	0,160	0,271	0,896	0,997	3,000	0,900
	5	0,135	0,120	0,003	0,055	0,060	0,220	0,083	-1,305	0,934	11,000	0,449
MO	1	1,328	1,100	0,187	0,432	0,970	1,930	0,802	-1,860	0,840	5,000	0,166
	2	1,708	1,530	0,600	0,774	0,860	2,520	0,209	-2,836	0,863	5,000	0,239
	3	2,096	1,715	1,442	1,201	0,880	4,370	0,990	0,325	0,901	8,000	0,297
	4	2,103	2,020	0,956	0,978	1,170	3,120	0,381	0,845	0,995	3,000	0,859
	5	2,974	2,710	1,587	1,260	1,310	4,970	0,242	-1,352	0,942	11,000	0,546
FF	1	60,168	58,420	11,207	3,348	57,120	65,360	1,145	0,345	0,878	5,000	0,300
	2	61,766	61,330	135,426	11,637	44,940	76,820	-0,331	1,008	0,980	5,000	0,933
	3	61,973	61,880	125,999	11,225	45,740	81,350	0,365	0,002	0,988	8,000	0,991
	4	59,747	60,030	18,852	4,342	55,270	63,940	-0,292	0,126	0,997	3,000	0,892
	5	54,953	54,760	8,608	2,934	50,880	60,750	0,831	0,458	0,924	11,000	0,350

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.24 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, d).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
FG	1	39,832	41,580	11,207	3,348	34,640	42,880	-1,145	0,345	0,878	5,000	0,300
	2	38,234	38,670	135,426	11,637	23,180	55,060	0,331	1,008	0,980	5,000	0,933
	3	38,028	38,120	125,999	11,225	18,650	54,260	-0,365	0,002	0,988	8,000	0,991
	4	40,253	39,970	18,852	4,342	36,060	44,730	0,292	0,025	0,997	3,000	0,892
	5	45,047	45,240	8,608	2,934	39,250	49,120	-0,831	0,458	0,924	11,000	0,350
Arena	1	58,800	60,000	9,200	3,033	54,000	62,000	-1,118	1,456	0,914	5,000	0,492
	2	58,400	58,000	74,800	8,649	50,000	72,000	1,072	1,132	0,916	5,000	0,503
	3	61,500	62,000	35,143	5,928	53,000	69,000	-0,543	-0,826	0,905	8,000	0,322
	4	54,333	57,000	41,333	6,429	47,000	59,000	-1,545	1,526	0,871	3,000	0,298
	5	56,273	53,000	36,218	6,018	51,000	65,000	0,508	-1,687	0,788	11,000	**0,007**
Limo	1	17,600	16,000	6,800	2,608	16,000	22,000	1,714	2,664	0,735	5,000	**0,021**
	2	16,800	18,000	9,200	3,033	12,000	20,000	-1,118	1,456	0,914	5,000	0,492
	3	15,125	15,000	6,411	2,532	11,000	19,000	-0,116	-0,214	0,980	8,000	0,962
	4	18,000	17,000	7,000	2,646	16,000	21,000	1,458	0,526	0,893	3,000	0,363
	5	17,818	18,000	7,964	2,822	12,000	22,000	-0,590	0,613	0,968	11,000	0,865
Arcilla	1	23,600	24,000	0,800	0,894	22,000	24,000	-2,236	5,000	0,552	5,000	**0,000**
	2	24,800	24,000	33,200	5,762	16,000	30,000	-0,874	0,460	0,871	5,000	0,269
	3	23,375	23,000	16,268	4,033	18,000	30,000	0,524	-0,516	0,955	8,000	0,763
	4	27,667	26,000	14,333	3,786	25,000	32,000	1,597	-1,321	0,855	3,000	0,253
	5	25,909	27,000	16,291	4,036	19,000	31,000	-0,287	-1,355	0,908	11,000	0,232

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.25 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
pH H_2O	1	6,398	6,420	0,115	0,339	5,840	6,680	-1,424	2,203	0,845	5,000	0,179
	2	5,836	5,650	0,286	0,535	5,230	6,510	0,347	-2,076	0,930	5,000	0,598
	3	6,303	6,410	0,276	0,525	5,210	6,840	-1,393	2,168	0,885	8,000	0,212
	4	6,547	6,620	0,198	0,445	6,070	6,950	-0,722	1,652	0,980	3,000	0,726
	5	6,640	6,760	0,207	0,455	5,570	7,150	-1,572	2,389	0,834	11,000	**0,026**
pH KCl	1	5,422	5,430	0,239	0,489	4,650	5,900	-1,086	1,239	0,912	5,000	0,479
	2	4,836	4,440	0,358	0,599	4,330	5,500	0,585	-3,291	0,742	5,000	**0,025**
	3	5,361	5,435	0,288	0,537	4,330	6,070	-0,822	1,070	0,959	8,000	0,803
	4	5,577	5,710	0,173	0,416	5,110	5,910	-1,293	1,458	0,923	3,000	0,463
	5	5,807	5,900	0,273	0,523	4,540	6,290	-1,739	2,861	0,804	11,000	**0,011**
CE	1	102,020	105,400	218,602	14,785	85,600	117,800	-0,240	-2,855	0,878	5,000	0,298
	2	103,620	83,800	2146,472	46,330	57,800	162,800	0,537	-2,494	0,883	5,000	0,325
	3	115,038	114,900	862,477	29,368	64,300	168,400	0,123	1,978	0,932	8,000	0,533
	4	99,167	98,200	30,403	5,514	94,200	105,100	0,765	0,987	0,977	3,000	0,709
	5	142,627	127,100	1284,000	35,833	104,200	220,000	1,342	0,908	0,825	11,000	**0,020**
Ca	1	5,758	5,450	3,117	1,766	3,500	8,370	0,473	1,347	0,964	5,000	0,832
	2	5,430	5,630	3,482	1,866	3,760	8,300	0,920	0,600	0,872	5,000	0,276
	3	6,288	6,900	3,906	1,976	2,890	8,070	-1,172	-0,178	0,809	8,000	**0,035**
	4	6,403	7,340	2,632	1,622	4,530	7,340	-1,732	0,956	0,750	3,000	**0,000**
	5	8,820	8,880	7,683	2,772	4,560	14,260	0,252	0,533	0,961	11,000	0,784
Mg	1	1,152	1,130	0,051	0,225	0,820	1,390	-0,646	-0,042	0,940	5,000	0,668
	2	0,970	1,040	0,047	0,218	0,620	1,160	-1,313	1,376	0,885	5,000	0,332
	3	1,069	0,890	0,156	0,395	0,690	1,660	0,703	-1,464	0,844	8,000	0,082
	4	0,823	0,800	0,021	0,146	0,690	0,980	0,699	0,985	0,981	3,000	0,736
	5	1,224	1,190	0,145	0,381	0,570	1,970	0,408	0,838	0,951	11,000	0,663

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.26 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Na	1	0,050	0,020	0,004	0,060	0,000	0,150	1,586	2,405	0,830	5,000	0,140
	2	0,078	0,080	0,000	0,013	0,060	0,090	-0,541	-1,488	0,902	5,000	0,421
	3	0,044	0,015	0,003	0,055	0,000	0,150	1,268	0,527	0,811	8,000	**0,038**
	4	0,027	0,030	0,000	0,015	0,010	0,040	-0,935	0,852	0,964	3,000	0,637
	5	0,035	0,030	0,001	0,026	0,000	0,090	0,829	0,828	0,949	11,000	0,633
K	1	1,196	1,360	0,114	0,337	0,670	1,460	-1,212	0,353	0,844	5,000	0,177
	2	0,936	0,870	0,103	0,320	0,540	1,340	0,139	-1,435	0,970	5,000	0,874
	3	1,096	1,120	0,087	0,296	0,760	1,590	0,323	-0,792	0,925	8,000	0,470
	4	1,007	1,010	0,001	0,035	0,970	1,040	-0,423	0,963	0,993	3,000	0,843
	5	1,149	1,230	0,070	0,265	0,640	1,590	-0,359	0,347	0,971	11,000	0,892
Al	1	0,276	0,170	0,139	0,373	0,040	0,930	2,024	4,242	0,714	5,000	**0,013**
	2	0,866	0,980	0,623	0,789	0,100	2,000	0,532	-0,606	0,905	5,000	0,438
	3	0,200	0,075	0,104	0,323	0,020	0,980	2,579	6,855	0,599	8,000	**0,000**
	4	0,087	0,040	0,010	0,099	0,020	0,200	1,652	2,152	0,832	3,000	0,194
	5	0,135	0,030	0,075	0,275	0,020	0,950	3,137	10,058	0,469	11,000	**0,000**
CICe	1	8,434	8,340	3,204	1,790	5,920	10,880	-0,083	1,241	0,975	5,000	0,909
	2	8,282	8,200	2,807	1,675	6,770	10,970	1,224	1,556	0,884	5,000	0,330
	3	8,696	10,045	5,877	2,424	4,640	10,720	-1,219	-0,330	0,749	8,000	**0,008**
	4	8,347	9,230	2,587	1,609	6,490	9,320	-1,726	0,963	0,774	3,000	0,053
	5	11,363	11,460	8,764	2,960	6,710	17,030	0,217	0,122	0,986	11,000	0,989
Sat. Al	1	4,198	2,120	41,956	6,477	0,400	15,680	2,136	4,643	0,667	5,000	**0,004**
	2	11,830	11,510	131,999	11,489	0,910	28,640	0,682	-0,435	0,918	5,000	0,519
	3	2,478	0,740	11,090	3,330	0,220	9,630	1,782	2,756	0,735	8,000	**0,006**
	4	1,250	0,410	2,546	1,595	0,250	3,090	1,712	5,452	0,792	3,000	0,096
	5	1,670	0,350	13,630	3,692	0,120	12,560	3,085	9,746	0,471	11,000	**0,000**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.27 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
P	1	70,062	50,900	1192,342	34,530	35,840	114,550	0,580	-2,458	0,864	5,000	0,244
	2	39,434	38,160	94,258	9,709	25,560	49,600	-0,496	-0,604	0,935	5,000	0,631
	3	62,336	61,260	1086,985	32,969	20,200	133,960	1,470	3,766	0,830	8,000	0,060
	4	35,987	41,780	146,392	12,099	22,080	44,100	-1,661	2,125	0,828	3,000	0,183
	5	53,225	49,020	779,882	27,926	20,200	112,230	0,818	0,496	0,940	11,000	0,525
C	1	0,958	0,970	0,048	0,220	0,620	1,230	-0,708	1,871	0,941	5,000	0,674
	2	1,174	0,770	0,538	0,734	0,700	2,410	1,699	2,614	0,759	5,000	**0,036**
	3	1,428	1,295	0,835	0,914	0,580	3,330	1,363	2,168	0,866	8,000	0,137
	4	1,420	1,520	0,044	0,209	1,180	1,560	-1,661	2,852	0,828	3,000	0,183
	5	1,935	1,850	0,491	0,701	1,070	3,520	1,128	1,615	0,916	11,000	0,289
N	1	0,104	0,110	0,000	0,021	0,070	0,120	-1,447	1,931	0,842	5,000	0,171
	2	0,118	0,090	0,003	0,055	0,080	0,210	1,589	2,139	0,790	5,000	0,067
	3	0,103	0,095	0,001	0,038	0,060	0,160	0,303	-1,554	0,913	8,000	0,375
	4	0,120	0,130	0,001	0,026	0,090	0,140	-1,458	1,025	0,893	3,000	0,363
	5	0,156	0,160	0,002	0,049	0,080	0,260	0,590	1,074	0,962	11,000	0,792
MO	1	9,122	8,530	1,087	1,042	8,120	10,440	0,583	-2,677	0,847	5,000	0,185
	2	9,452	8,990	2,173	1,474	8,140	11,620	0,865	-0,715	0,898	5,000	0,397
	3	13,278	12,505	32,611	5,711	7,610	26,480	2,091	5,319	0,755	8,000	**0,009**
	4	11,753	11,540	0,567	0,753	11,130	12,590	1,173	1,321	0,940	3,000	0,527
	5	12,285	12,390	1,233	1,110	10,700	13,570	-0,294	-1,749	0,863	11,000	0,062
FF	1	65,068	63,620	6,050	2,460	63,100	67,910	0,586	-3,237	0,755	5,000	**0,033**
	2	61,384	57,740	69,510	8,337	54,170	75,060	1,464	1,926	0,861	5,000	0,233
	3	60,915	62,190	67,808	8,235	43,930	73,760	-0,941	3,345	0,857	8,000	0,112
	4	58,530	58,990	10,917	3,304	55,020	61,580	-0,614	1,025	0,985	3,000	0,769
	5	57,330	57,070	18,678	4,322	52,060	66,920	0,970	1,208	0,919	11,000	0,309

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.28 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, d).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
FG	1	34,932	36,380	6,050	2,460	32,090	36,900	-0,586	-3,237	0,755	5,000	**0,033**
	2	38,616	42,260	69,510	8,337	24,940	45,830	-1,464	1,926	0,861	5,000	0,233
	3	39,085	37,810	67,808	8,235	26,240	56,070	0,941	3,345	0,857	8,000	0,112
	4	41,470	41,010	10,917	3,304	38,420	44,980	0,614	1,852	0,985	3,000	0,769
	5	42,670	42,930	18,678	4,322	33,080	47,940	-0,970	1,208	0,919	11,000	0,309
Arena	1	58,300	58,700	2,800	1,673	56,700	60,700	0,512	-0,612	0,881	5,000	0,314
	2	56,700	54,700	34,000	5,831	52,700	66,700	1,816	3,384	0,776	5,000	0,050
	3	61,228	62,700	27,117	5,207	50,700	66,700	-1,356	1,581	0,873	8,000	0,161
	4	57,440	56,920	49,203	7,014	50,700	64,700	0,332	1,321	0,996	3,000	0,877
	5	53,991	52,700	25,143	5,014	48,920	62,920	1,065	0,004	0,842	11,000	**0,034**
Limo	1	20,910	21,710	5,200	2,280	17,710	23,710	-0,405	-0,178	0,961	5,000	0,814
	2	21,310	21,710	4,800	2,191	17,710	23,710	-1,293	2,917	0,828	5,000	0,135
	3	18,024	17,710	8,496	2,915	13,710	23,710	0,738	1,885	0,922	8,000	0,447
	4	17,880	18,220	16,087	4,011	13,710	21,710	-0,379	1,852	0,995	3,000	0,860
	5	20,537	20,220	9,311	3,051	14,220	26,220	-0,334	1,583	0,937	11,000	0,487
Arcilla	1	20,780	19,580	3,200	1,789	19,580	23,580	1,258	0,313	0,771	5,000	**0,046**
	2	21,980	21,580	16,800	4,099	15,580	25,580	-1,022	0,918	0,862	5,000	0,236
	3	20,740	20,220	12,411	3,523	15,580	25,580	0,241	-0,648	0,933	8,000	0,545
	4	24,673	24,860	9,026	3,004	21,580	27,580	-0,279	1,963	0,997	3,000	0,897
	5	25,471	26,860	9,641	3,105	18,860	30,860	-0,632	1,484	0,902	11,000	0,196

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.29 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos del suelo en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
pH H_2O	7,477	**0,000**
Ph KCl	2,047	0,116
CE	1,344	0,279
Ca	1,030	0,410
Mg	1,558	0,214
Na	2,904	**0,040**
K	2,834	**0,044**
Al	14,116	**0,000**
CICe	1,118	0,369
Sat.Al	15,877	**0,000**
P	0,261	0,900
C	2,125	0,105
N	1,896	0,140
MO	2,108	0,107
FF	3,396	**0,023**
FG	3,396	**0,023**
Arena	1,161	0,350
Limo	0,038	0,997
Arcilla	2,321	0,082

Variable	Levene	Sig.
2020		
pH H_2O	0,409	0,801
Ph KCl	0,345	0,845
CE	2,681	0,053
Ca	0,440	0,778
Mg	1,287	0,300
Na	3,516	**0,020**
K	1,485	0,235
Al	3,101	**0,032**
CICe	0,903	0,476
Sat.Al	3,587	**0,018**
P	1,379	0,267
C	1,455	0,243
N	0,960	0,445
MO	1,778	0,162
FF	1,005	0,422
FG	1,005	0,422
Arena	0,964	0,443
Limo	0,286	0,884
Arcilla	0,429	0,786

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.30 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018, a.

2018						
Sector	**pH H_2O**	**Ph KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	5,506c	4,654b	90,340	4,312b	1,037	0,176
2	5,494c	4,532b	79,840	4,227b	1,144	0,118
3	5,996b	5,057b	91,238	5,632ab	1,244	0,142
4	5,636bc	4,780b	98,167	4,695ab	1,063	0,086
5	6,473a	5,554a	152,082	7,856a	1,340	0,141
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	SI (0,006)	NO (0,084)	SI (0,033)	NO (0,716)	NO (0,695)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,964	0,685	0,779	0,957	0,712	0,415
1 vs 3	**0,049**	0,144	0,979	0,353	0,429	0,595
1 vs 4	0,672	0,717	0,856	0,832	0,937	0,275
1 vs 5	**0,000**	**0,001**	0,061	**0,012**	0,224	0,561
2 vs 3	**0,045**	0,060	0,736	0,323	0,700	0,707
2 vs 4	0,644	0,477	0,672	0,796	0,809	0,695
2 vs 5	**0,000**	**0,000**	**0,030**	**0,011**	0,426	0,705
3 vs 4	0,215	0,391	0,863	0,577	0,559	0,461
3 vs 5	**0,021**	**0,031**	**0,034**	0,061	0,649	0,982
4 vs 5	**0,005**	**0,018**	0,170	0,058	0,354	0,453

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.31 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018, b.

2018							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	0,739b	0,982a	7,249	17,182a	48,945	0,770	0,056b
2	0,645b	1,052a	7,187	15,047a	66,891	0,990	0,070ab
3	0,707b	0,239b	7,966	3,333b	60,621	1,216	0,075ab
4	1,032ab	0,600ab	7,478	10,880ab	40,303	1,219	0,100ab
5	1,204a	0,100b	10,642	1,170b	60,527	1,725	0,133a
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,016)	SI (0,003)	NO (0,087)	SI (0,006)	NO (0,715)	NO (0,063)	SI (0,011)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,660	0,825	1,000	0,704	0,378	0,980	0,609
1 vs 3	0,869	**0,014**	0,989	**0,010**	0,523	0,718	0,438
1 vs 4	0,246	0,298	1,000	0,335	0,711	0,857	0,175
1 vs 5	**0,017**	**0,003**	0,155	**0,002**	0,503	0,059	**0,003**
2 vs 3	0,747	**0,008**	0,985	**0,027**	0,731	0,967	0,833
2 vs 4	0,128	0,220	1,000	0,522	0,260	0,986	0,353
2 vs 5	**0,005**	**0,001**	0,143	**0,007**	0,712	0,214	**0,013**
3 vs 4	0,167	0,290	0,999	0,215	0,351	1,000	0,408
3 vs 5	**0,004**	0,551	0,222	0,601	0,995	0,416	**0,009**
4 vs 5	0,443	0,132	0,379	0,101	0,335	0,724	0,263

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.32 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018, c.

2018						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	1,327	60,168	39,832	59,200	17,600	23,200
2	1,706	61,765	38,235	58,800	16,800	24,400
3	2,096	61,972	38,028	61,620	15,370	23,010
4	2,102	59,744	40,256	54,453	18,187	27,360
5	2,973	54,954	45,046	56,393	17,920	25,687
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,062)	NO (0,309)	NO (0,355)	NO (0,218)	NO (0,226)	NO (0,362)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,980	0,745	0,745	0,919	0,650	0,640
1 vs 3	0,718	0,684	0,684	0,497	0,167	0,934
1 vs 4	0,857	0,940	0,940	0,301	0,773	0,167
1 vs 5	0,059	0,219	0,219	0,406	0,831	0,261
2 vs 3	0,967	0,963	0,963	0,429	0,371	0,549
2 vs 4	0,986	0,721	0,721	0,343	0,497	0,322
2 vs 5	0,214	0,112	0,112	0,475	0,458	0,557
3 vs 4	1,000	0,672	0,672	0,098	0,143	0,121
3 vs 5	0,416	0,060	0,060	0,079	0,057	0,163
4 vs 5	0,724	0,347	0,347	0,633	0,883	0,528

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.33 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, a.

2020						
Sector	**pH H_2O**	**pH KCl**	**CE**	**Ca**	**Mg**	**Na**
1	6,398ab	5,422ab	102,020b	5,755b	1,153	0,051
2	5,836b	4,836b	103,620b	5,430b	0,972	0,078
3	6,302ab	5,361ab	115,037ab	6,286b	1,069	0,044
4	6,546a	5,576ab	99,166b	6,403ab	0,827	0,024
5	6,640a	5,807a	142,627a	8,820a	1,224	0,035
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,046)	SI (0,037)	SI (0,032)	SI (0,049)	NO (0,358)	NO (0,208)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,070	0,090	0,938	0,820	0,396	0,078
1 vs 3	0,725	0,841	0,487	0,681	0,661	0,058
1 vs 4	0,669	0,691	0,905	0,696	0,189	0,158
1 vs 5	0,350	0,186	**0,028**	**0,017**	0,694	0,301
2 vs 3	0,094	0,092	0,542	0,509	0,613	0,366
2 vs 4	**0,049**	0,065	0,852	0,558	0,552	0,461
2 vs 5	**0,004**	**0,002**	**0,034**	**0,009**	0,171	0,779
3 vs 4	0,451	0,551	0,476	0,939	0,289	0,458
3 vs 5	0,135	0,079	0,078	**0,022**	0,323	0,607
4 vs 5	0,764	0,507	**0,049**	0,110	0,077	0,683

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.34 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, b.

2020							
Sector	**K**	**Al**	**CICe**	**Sat.Al**	**P**	**C**	**N**
1	1,195	0,277ab	8,432	4,198b	70,063	0,958b	0,105
2	0,936	0,865a	8,282	11,831a	39,434	1,172ab	0,118
3	1,097	0,200ab	8,697	2,477b	62,335	1,428ab	0,103
4	1,006	0,087b	8,348	1,251b	35,987	1,419ab	0,122
5	1,148	0,135ab	11,363	1,670b	53,227	1,934a	0,156
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,585)	SI (0,038)	NO (0,111)	SI (0,045)	NO (0,311)	SI (0,034)	NO (0,077)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,160	**0,032**	0,157	**0,048**	0,105	0,632	0,077
1 vs 3	0,371	0,742	0,335	0,608	0,093	0,249	0,185
1 vs 4	0,549	0,530	0,194	0,494	0,271	0,374	0,454
1 vs 5	0,764	0,526	0,154	0,428	0,630	**0,015**	0,717
2 vs 3	0,175	**0,008**	0,998	**0,009**	0,173	0,527	0,964
2 vs 4	0,449	**0,015**	1,000	**0,019**	0,160	0,632	0,980
2 vs 5	0,698	**0,003**	1,000	**0,003**	0,487	0,053	1,000
3 vs 4	0,328	0,687	1,000	0,758	0,349	0,986	0,971
3 vs 5	0,642	0,738	1,000	0,768	0,366	0,130	0,987
4 vs 5	0,735	0,857	1,000	0,913	0,866	0,268	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC DE SANTIAGO

Tabla IV.35 Datos de análisis de varianza de elementos en suelo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, c.

2020						
Sector	**MO**	**FF**	**FG**	**Arena**	**Limo**	**Arcilla**
1	1,652b	65,066a	34,933b	58,304	20,912	20,784ab
2	2,021ab	61,385ab	38,614ab	56,704	21,312	21,984ab
3	2,461ab	60,915ab	39,084ab	61,231	18,025	20,744b
4	2,447ab	58,530ab	41,469ab	57,443	17,880	24,677ab
5	3,335a	57,329b	42,670a	53,991	20,534	25,474a
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,034)	SI (0,037)	SI (0,037)	NO (0,136)	NO (0,159)	SI (0,026)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,632	0,344	0,344	0,134	0,115	0,976
1 vs 3	0,249	0,239	0,239	0,526	0,056	1,000
1 vs 4	0,374	0,150	0,150	0,800	0,621	0,479
1 vs 5	**0,015**	**0,025**	**0,025**	0,845	0,828	0,081
2 vs 3	0,527	0,893	0,893	0,519	0,162	0,960
2 vs 4	0,632	0,523	0,523	0,987	0,091	0,783
2 vs 5	0,053	0,224	0,224	0,999	0,810	0,291
3 vs 4	0,986	0,565	0,565	0,830	0,169	0,394
3 vs 5	0,130	0,212	0,212	1,000	0,072	**0,030**
4 vs 5	0,268	0,763	0,763	0,854	0,941	0,995

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

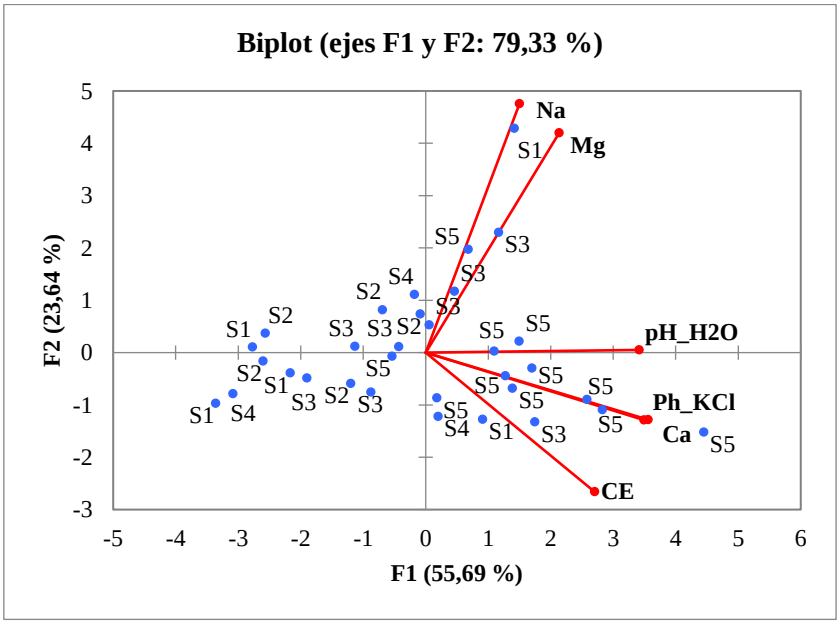


Ilustración IV.13 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

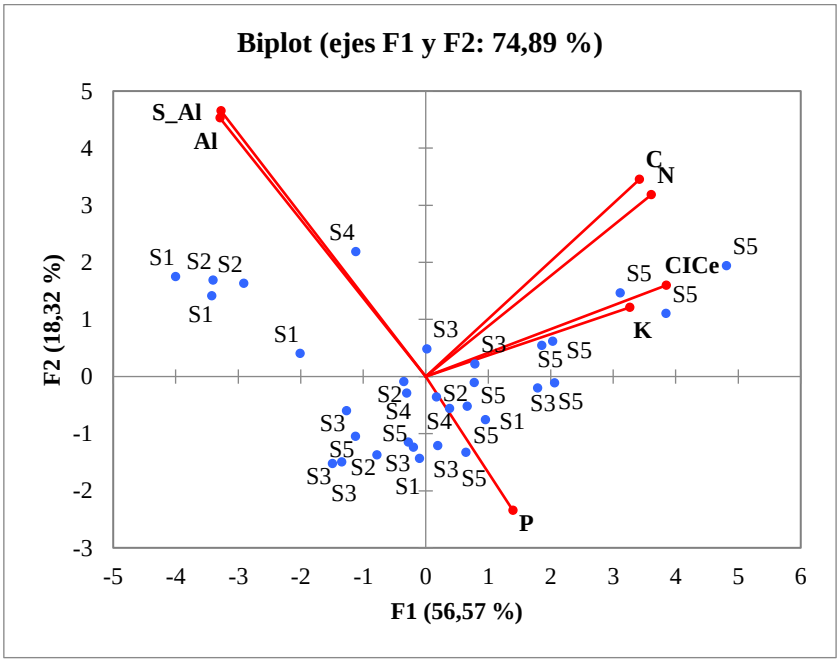


Ilustración IV.14 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

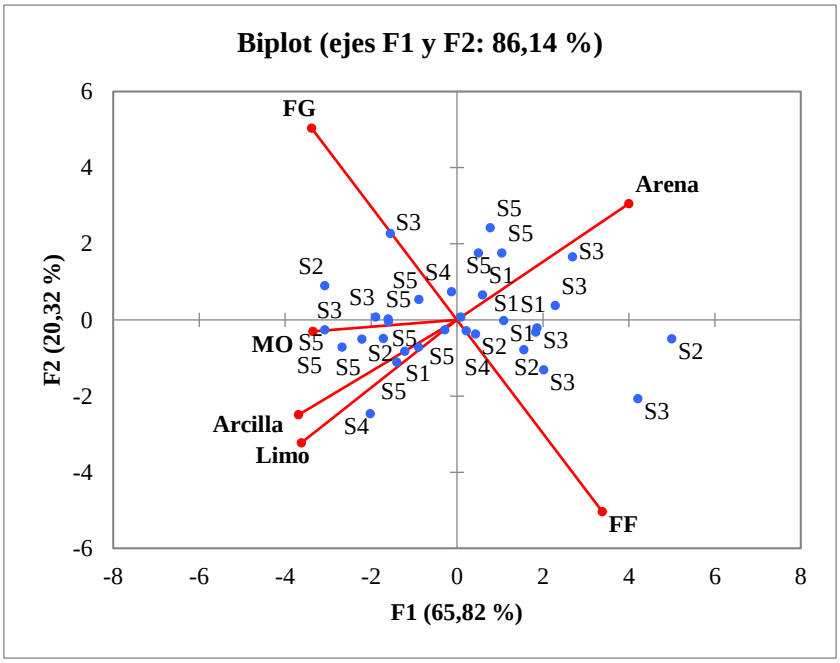


Ilustración IV.15 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, c).

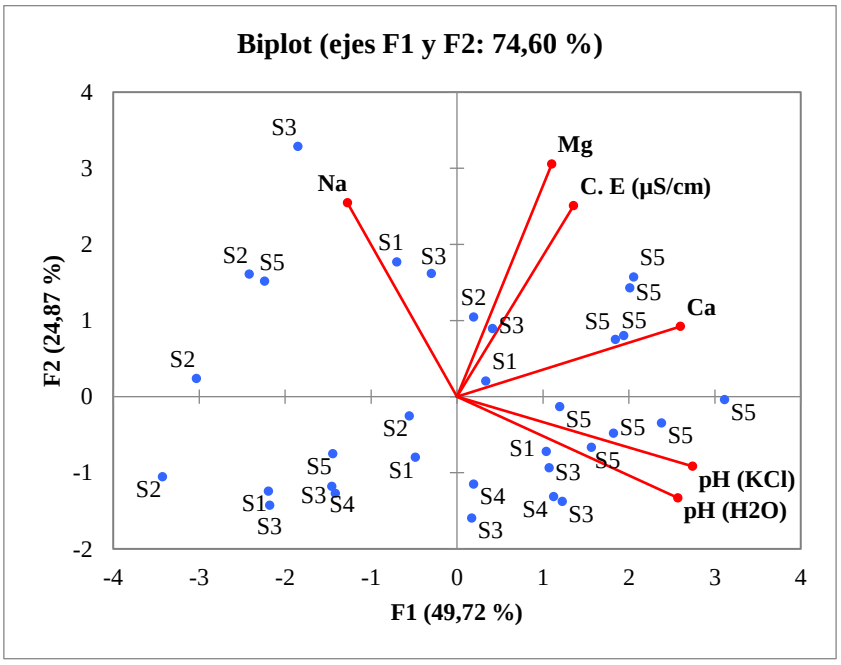


Ilustración IV.16 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

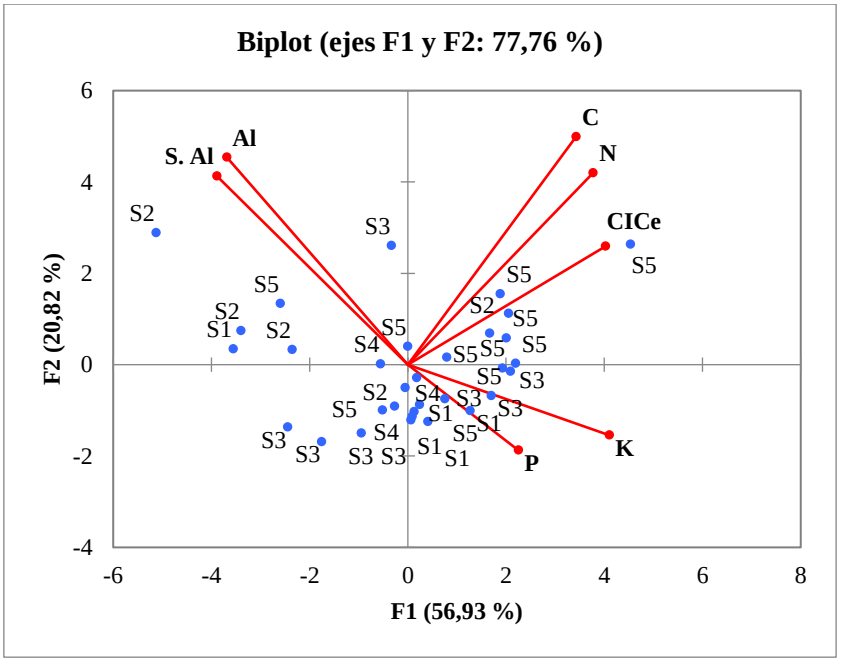


Ilustración IV.17 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

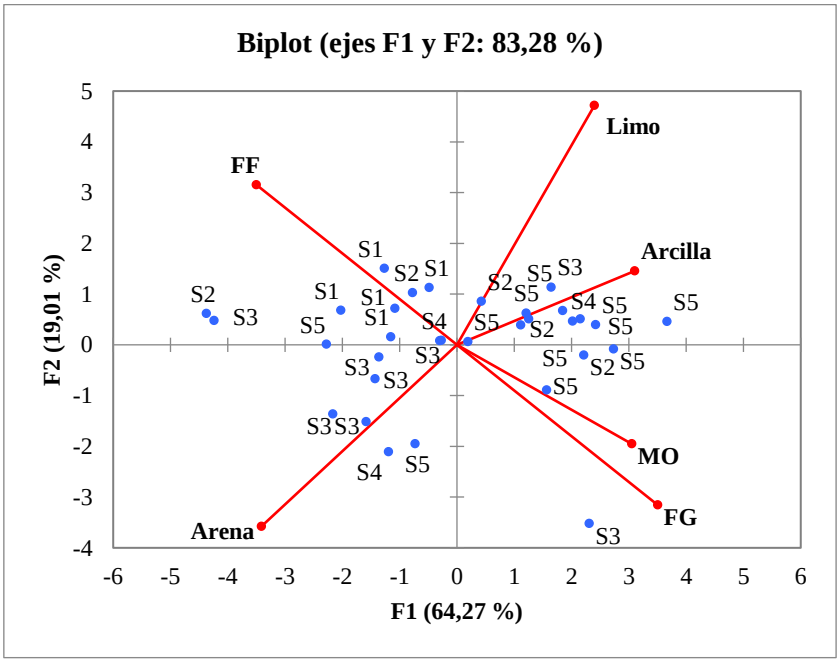


Ilustración IV.18 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, c).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.36 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
19/06/2018	1	-0,470	-0,500	0,027	0,164	-0,600	-0,200	1,434	2,094	0,845	5,000	0,179
	2	-0,486	-0,450	0,011	0,105	-0,700	-0,350	-0,913	0,162	0,896	11,000	0,167
	3	-0,511	-0,500	0,010	0,102	-0,650	-0,400	-0,291	-1,492	0,855	9,000	0,085
	4	-0,407	-0,400	0,009	0,093	-0,600	-0,300	-1,658	4,028	0,783	7,000	**0,028**
20/07/2018	1	-0,350	-0,350	0,003	0,050	-0,400	-0,300	0,000	-3,000	0,821	5,000	0,119
	2	-0,332	-0,300	0,003	0,056	-0,450	-0,300	-1,410	0,427	0,623	11,000	**0,000**
	3	-0,478	-0,400	0,039	0,197	-0,900	-0,250	-1,246	1,754	0,879	9,000	0,152
	4	-0,371	-0,350	0,011	0,104	-0,600	-0,300	-2,351	5,911	0,635	7,000	**0,001**
22/08/2018	1	-0,720	-0,700	0,013	0,115	-0,900	-0,600	-1,033	1,129	0,943	5,000	0,685
	2	-0,586	-0,550	0,012	0,107	-0,750	-0,450	-0,431	-0,930	0,905	11,000	0,215
	3	-0,672	-0,650	0,038	0,195	-1,100	-0,450	-1,346	2,288	0,900	9,000	0,250
	4	-0,700	-0,700	0,031	0,176	-0,900	-0,450	0,129	-1,565	0,930	7,000	0,547
26/09/2018	1	-0,740	-0,750	0,013	0,114	-0,850	-0,550	1,493	2,818	0,860	5,000	0,228
	2	-0,586	-0,550	0,010	0,098	-0,800	-0,500	-1,154	0,848	0,857	11,000	0,053
	3	-0,644	-0,700	0,010	0,098	-0,750	-0,500	0,565	-1,250	0,859	9,000	0,094
	4	-0,721	-0,750	0,037	0,193	-1,000	-0,450	0,213	-0,669	0,955	7,000	0,777

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.37 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
15/06/2019	1	-0,390	-0,400	0,002	0,042	-0,450	-0,350	-0,512	-0,612	0,881	5,000	0,314
	2	-0,386	-0,400	0,005	0,067	-0,500	-0,250	0,294	0,735	0,937	11,000	0,489
	3	-0,367	-0,350	0,013	0,115	-0,650	-0,250	-2,200	5,801	0,735	9,000	**0,004**
	4	-0,350	-0,350	0,002	0,041	-0,400	-0,300	0,000	-1,200	0,858	7,000	0,144
30/07/2019	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-0,361	-0,300	0,019	0,139	-0,700	-0,250	-2,145	5,231	0,743	9,000	**0,004**
	4	-0,643	-0,450	0,245	0,494	-1,750	-0,350	-2,509	6,436	0,602	7,000	**0,000**
09/09/2019	1	-0,570	-0,600	0,006	0,076	-0,650	-0,450	1,118	1,456	0,914	5,000	0,492
	2	-0,464	-0,450	0,005	0,067	-0,600	-0,400	-0,892	0,009	0,868	11,000	0,074
	3	-0,467	-0,450	0,028	0,168	-0,800	-0,250	-0,599	1,141	0,922	9,000	0,411
	4	-0,443	-0,400	0,017	0,130	-0,650	-0,300	-0,453	-0,854	0,928	7,000	0,538

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.38 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
27/05/2020	1	-0,438	-0,375	0,032	0,180	-0,700	-0,300	-1,696	3,014	0,828	4	0,163
	2	-1,018	-0,950	0,126	0,355	-1,500	-0,600	-0,403	-1,433	0,876	11	0,092
	3	-1,093	-1,200	0,112	0,335	-1,500	-0,550	0,541	-0,532	0,957	7	0,792
	4	-0,950	-0,850	0,036	0,190	-1,200	-0,750	-0,543	-2,090	0,891	5	0,362
29/06/2020	1	-0,563	-0,550	0,006	0,075	-0,650	-0,500	-0,370	-3,901	0,849	4	0,224
	2	-0,468	-0,450	0,013	0,112	-0,650	-0,300	-0,090	-1,070	0,964	11	0,824
	3	-0,571	-0,550	0,024	0,155	-0,900	-0,450	-1,973	4,378	0,768	7	**0,020**
	4	-0,970	-0,700	0,237	0,487	-1,500	-0,550	-0,554	-3,260	0,760	5	**0,036**
07/07/2020	1	-0,575	-0,600	0,003	0,050	-0,600	-0,500	2,000	4,000	0,630	4	**0,001**
	2	-0,468	-0,450	0,009	0,096	-0,600	-0,350	-0,203	-1,642	0,891	11	0,142
	3	-0,507	-0,500	0,021	0,146	-0,750	-0,300	-0,370	0,357	0,992	7	0,996
	4	-0,510	-0,450	0,017	0,129	-0,650	-0,400	-0,502	-3,215	0,766	5	**0,041**
30/07/2020	1	-0,350	-0,350	0,007	0,082	-0,450	-0,250	0,000	1,500	0,945	4	0,683
	2	-0,345	-0,350	0,008	0,091	-0,550	-0,200	-0,778	2,083	0,923	11	0,340
	3	-0,400	-0,350	0,010	0,100	-0,600	-0,300	-1,575	2,650	0,838	7	0,096
	4	-0,360	-0,350	0,004	0,065	-0,450	-0,300	-0,541	-1,488	0,902	5	0,421

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO (LWP)

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.39 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de LWP en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
19/06/2018	0,772	0,519
20/07/2018	4,547	**0,010**
22/08/2018	1,085	0,371
26/09/2018	1,690	0,192
2019		
15/06/2019	0,957	0,427
30/07/2019	3,272	**0,092**
09/09/2019	1,839	0,163
2020		
27/05/2020	2,335	0,097
29/06/2020	22,914	**0,000**
07/07/2020	2,213	0,109
30/07/2020	0,356	0,785

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.40 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Lobeira (MPa), campaña 2018.

2018				
Sector	**19/06/2018**	**20/07/2018**	**22/08/2018**	**26/09/2018**
1	-0,47	-0,350ab	-0,721	-0,740b
2	-0,486	-0,331a	-0,586	-0,586a
3	-0,511	-0,371b	-0,672	-0,644ab
4	-0,407	-0,477ab	-0,7	-0,721b
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,159)	SI (0,012)	NO (0,371)	SI (0,019)
Contraste	p-valor			
1 vs 2	0,789	0,784	0,118	**0,033**
1 vs 3	0,518	0,071	0,581	0,187
1 vs 4	0,348	0,766	0,825	0,804
2 vs 3	0,628	**0,013**	0,223	0,316
2 vs 4	0,156	0,507	450,137	**0,036**
3 vs 4	0,077	0,094	0,722	0,238

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC

Tabla IV.41 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Lobeira (MPa), campaña 2019.

2019			
Sector	**15/06/2019**	**30/07/2019**	**09/09/2019**
1	-0,39	-0,602	-0,57
2	-0,386	-0,251	-0,464
3	-0,367	-	-0,467
4	-0,35	-	-0,443
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,780)	NO (0,199)	NO (0,163)
Contraste	p-valor		
1 vs 2	0,931	-	0,364
1 vs 3	0,593	-	0,418
1 vs 4	0,385	-	0,282
2 vs 3	0,575	-	1
2 vs 4	0,339	-	0,983
3 vs 4	0,672	0,094	0,978

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.42 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Lobeira (MPa), campaña 2020.

2020				
Sector	**27/05/2020**	**29/06/2020**	**07/07/2020**	**30/07/2020**
1	-0,537a	-0,530a	-0,600b	-0,35
2	-1,018b	-0,468a	-0,468a	-0,345
3	-1,026b	-0,565a	-0,488ab	-0,378
4	-0,978b	-0,861b	-0,507ab	-0,357
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,029)	SI (0,027)	SI (0,042)	NO (0,785)
Contraste	p-valor			
1 vs 2	**0,007**	0,62	**0,043**	0,005
1 vs 3	**0,008**	0,782	0,095	0,028
1 vs 4	**0,02**	**0,02**	0,18	0,007
2 vs 3	0,953	0,351	0,693	0,032
2 vs 4	0,791	**0,001**	0,49	0,012
3 vs 4	0,759	**0,016**	0,756	0,021

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

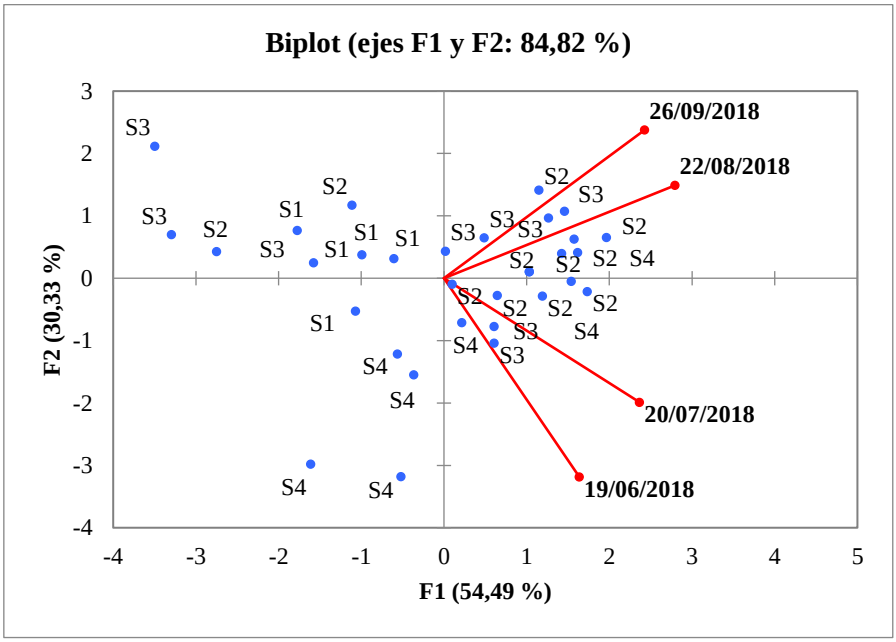


Ilustración IV.19 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

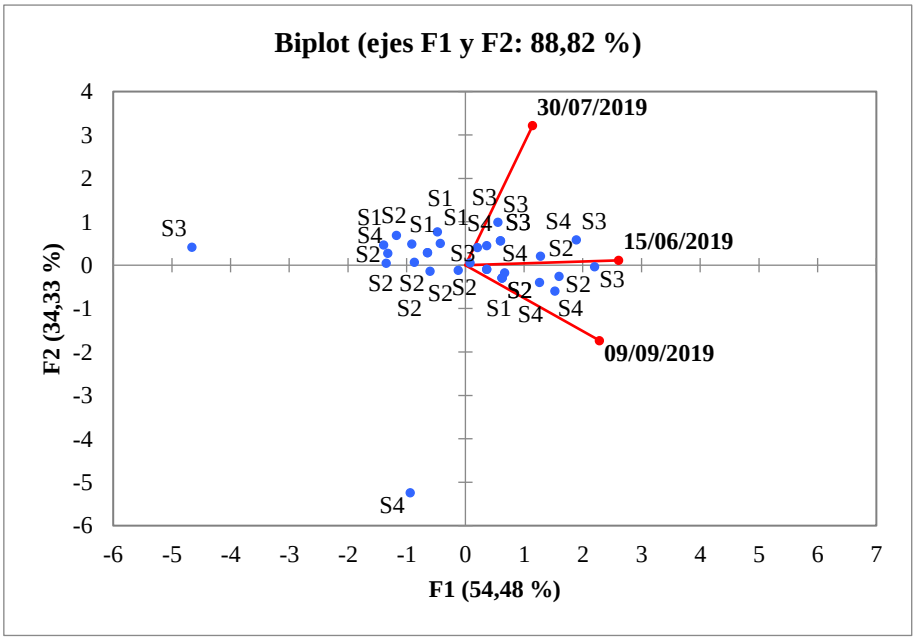


Ilustración IV.20 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

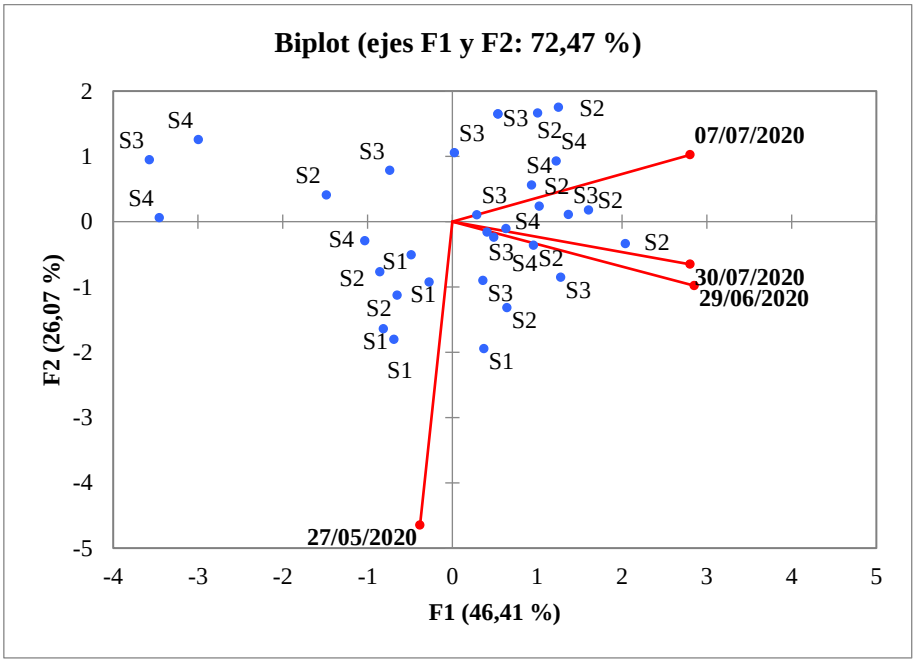


Ilustración IV.21 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.43 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
02/08/2018	1	-0,521	-0,500	0,005	0,070	-0,650	-0,450	-0,974	1,007	0,896	7,000	0,307
	2	-0,563	-0,600	0,006	0,075	-0,600	-0,450	2,000	4,000	0,630	4,000	**0,001**
	3	-0,521	-0,500	0,011	0,103	-0,750	-0,400	-1,036	0,940	0,842	14,000	0,017
	4	-0,594	-0,550	0,016	0,127	-0,800	-0,450	-0,468	-0,990	0,896	8,000	0,268

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.44 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
30/05/2019	1	-0,736	-0,750	0,007	0,085	-0,850	-0,600	0,514	-0,258	0,929	7,000	0,545
	2	-0,788	-0,725	0,051	0,225	-1,100	-0,600	-1,248	0,976	0,895	4,000	0,404
	3	-0,959	-0,950	0,015	0,122	-1,150	-0,800	-0,448	-1,026	0,914	11,000	0,271
	4	-0,690	-0,650	0,011	0,102	-0,800	-0,600	-0,441	-3,163	0,782	5,000	0,057
27/06/2019	1	-0,443	-0,450	0,003	0,053	-0,550	-0,400	-1,520	2,712	0,781	7,000	**0,026**
	2	-0,425	-0,400	0,009	0,096	-0,550	-0,350	-0,855	-1,289	0,863	4,000	0,272
	3	-0,427	-0,450	0,005	0,068	-0,550	-0,300	0,116	0,480	0,957	11,000	0,735
	4	-0,510	-0,500	0,002	0,042	-0,550	-0,450	0,512	-0,612	0,881	5,000	0,314
26/07/2019	1	-0,543	-0,550	0,008	0,089	-0,650	-0,400	0,708	-0,532	0,920	7,000	0,471
	2	-0,600	-0,550	0,030	0,173	-0,850	-0,450	-1,540	2,889	0,840	4,000	0,195
	3	-0,564	-0,600	0,018	0,132	-0,750	-0,400	0,123	-1,621	0,891	11,000	0,144
	4	-0,690	-0,650	0,024	0,156	-0,950	-0,550	-1,549	2,675	0,867	5,000	0,254

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.45 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
30/06/2020	1	-0,593	-0,600	0,005	0,067	-0,650	-0,450	1,948	4,584	0,720	7,000	0,006
	2	-0,588	-0,575	0,007	0,085	-0,700	-0,500	-0,753	0,343	0,971	4,000	0,850
	3	-0,792	-0,750	0,015	0,124	-1,000	-0,600	-0,557	-0,299	0,902	13,000	0,144
	4	-0,636	-0,600	0,013	0,114	-0,850	-0,500	-1,072	1,463	0,932	7,000	0,567
08/07/2020	1	-0,521	-0,500	0,020	0,141	-0,800	-0,400	-1,510	2,300	0,842	7,000	0,104
	2	-0,550	-0,500	0,018	0,135	-0,750	-0,450	-1,813	3,483	0,773	4,000	0,062
	3	-0,788	-0,750	0,016	0,126	-1,000	-0,600	-0,676	-0,538	0,885	13,000	0,084
	4	-0,514	-0,550	0,014	0,118	-0,650	-0,350	0,795	-0,938	0,826	7,000	0,073
30/08/2020	1	-0,471	-0,500	0,007	0,081	-0,600	-0,350	-0,013	0,249	0,949	7,000	0,725
	2	-0,438	-0,450	0,004	0,063	-0,500	-0,350	1,129	2,227	0,895	4,000	0,406
	3	-0,604	-0,600	0,021	0,145	-0,900	-0,400	-0,637	0,004	0,943	13,000	0,494
	4	-0,536	-0,550	0,010	0,099	-0,700	-0,400	-0,370	0,185	0,979	7,000	0,954

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO (LWP)

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.46 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de LWP en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
02/08/2018	1,131	0,353
2019		
30/05/2019	1,923	0,154
27/06/2019	0,663	0,582
26/07/2019	0,839	0,484
2020		
30/06/2020	0,89	0,458
08/07/2020	0,11	0,954
23/08/2020	0,827	0,490

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.47 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Monteveiga (MPa), campaña 2018.

2018	
Sector	**02/08/2018**
1	-0,521
2	-0,521
3	-0,563
4	-0,594
Análisis	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,399)
Contraste	p-valor
1 vs 2	0,522
1 vs 3	1
1 vs 4	0,178
2 vs 3	0,48
2 vs 4	0,618
3 vs 4	0,118

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.48 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Monteveiga (MPa), campaña 2019.

2019			
Sector	**30/05/2019**	**27/06/2019**	**26/07/2019**
1	-0,735a	-0,425	-0,543
2	-0,740a	-0,435	-0,592
3	-0,787b	-0,443	-0,6
4	-0,938a	-0,475	-0,663
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,015)	NO (0,122)	NO (0,484)
Contraste		p-valor	
1 vs 2	0,52	0,702	0,565
1 vs 3	**0,002**	0,813	0,506
1 vs 4	0,937	0,406	0,151
2 vs 3	**0,047**	0,821	0,932
2 vs 4	0,554	0,277	0,519
3 vs 4	**0,002**	0,232	0,327

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.49 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Monteveiga (MPa), campaña 2020.

2020			
Sector	**27/05/2020**	**29/06/2020**	**07/07/2020**
1	-0,587a	-0,512a	-0,471
2	-0,592a	-0,521a	-0,438
3	-0,631b	-0,55b	-0,6
4	-0,784a	-0,777a	-0,536
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,045)	SI (0,042)	NO (0,490)
Contraste		p-valor	
1 vs 2	0,936	0,723	0,962
1 vs 3	**0,001**	**0**	0,085
1 vs 4	0,488	0,893	0,686
2 vs 3	**0,003**	**0,004**	0,072
2 vs 4	0,504	0,635	0,49
3 vs 4	**0,003**	< **0,0001**	0,577

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

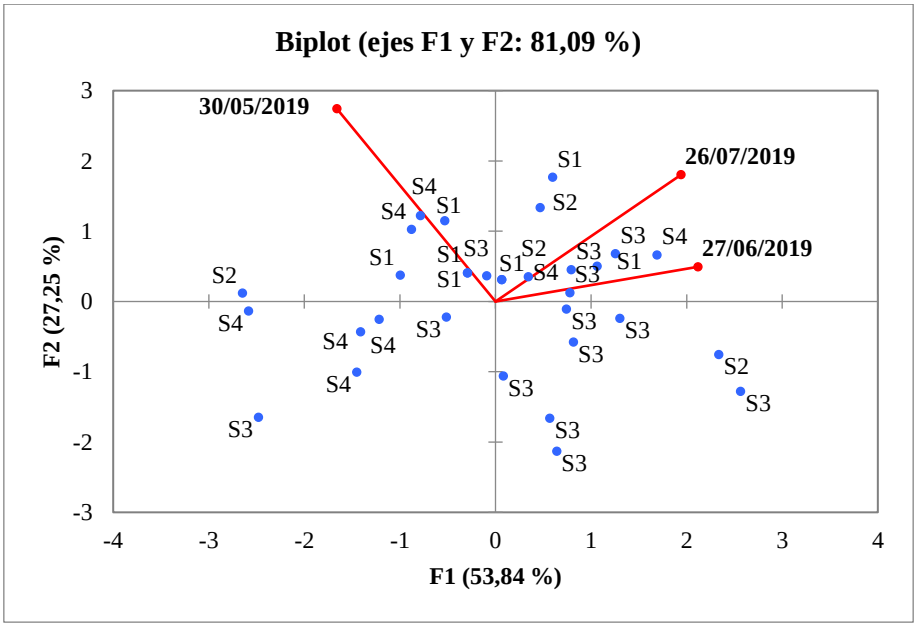


Ilustración IV.22 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

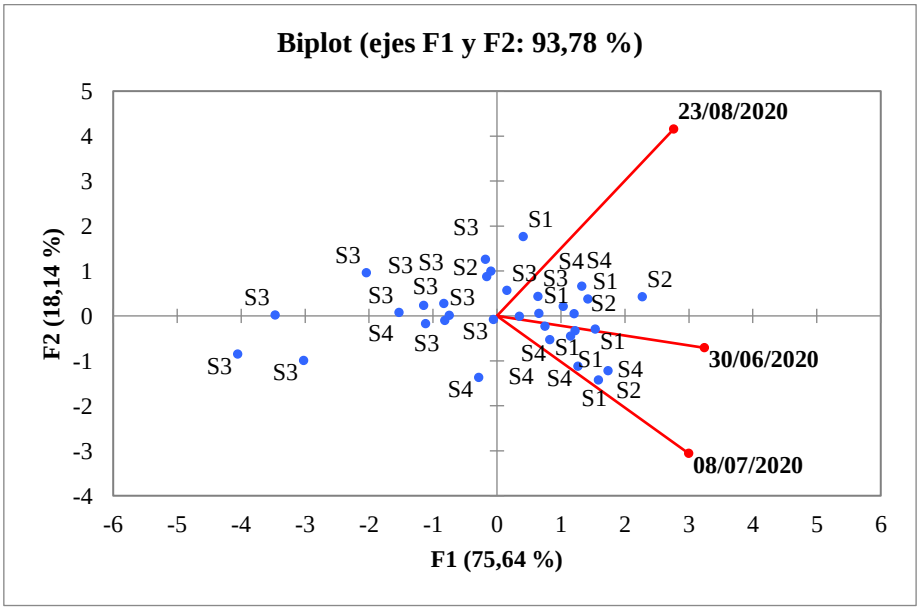


Ilustración IV.23 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.50 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
20/08/2018	1	-0,750	-0,750	0,025	0,158	-0,950	-0,550	0,000	-1,200	0,987	5,000	0,967
	2	-0,940	-1,000	0,047	0,216	-1,200	-0,650	0,330	-1,030	0,970	5,000	0,875
	3	-0,900	-0,850	0,044	0,209	-1,250	-0,550	-0,141	0,832	0,942	8,000	0,628
	4	-0,583	-0,500	0,056	0,236	-0,850	-0,400	-1,390	0,563	0,907	3,000	0,407
	5	-0,632	-0,650	0,018	0,135	-0,900	-0,450	-0,661	0,146	0,947	11,000	0,609

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.51 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
30/05/2019	1	-0,590	-0,600	0,003	0,055	-0,650	-0,500	1,293	2,917	0,828	5,000	0,135
	2	-0,770	-0,800	0,008	0,091	-0,850	-0,650	0,567	-2,231	0,867	5,000	0,254
	3	-0,900	-0,925	0,011	0,104	-1,000	-0,700	1,159	0,812	0,876	8,000	0,173
	4	-0,617	-0,650	0,011	0,104	-0,700	-0,500	1,293	0,958	0,923	3,000	0,463
	5	-0,650	-0,650	0,008	0,089	-0,750	-0,500	0,128	-1,230	0,879	11,000	0,101
27/06/2019	1	-0,350	-0,350	0,001	0,035	-0,400	-0,300	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	2	-0,310	-0,300	0,002	0,042	-0,350	-0,250	0,512	-0,612	0,881	5,000	0,314
	3	-0,275	-0,300	0,005	0,071	-0,350	-0,150	0,808	-0,229	0,897	8,000	0,273
	4	-0,350	-0,350	0,000	0,000	-0,350	-0,350	0,963	0,634	0,859	3,000	0,154
	5	-0,305	-0,300	0,001	0,027	-0,350	-0,250	-0,155	1,862	0,724	11,000	**0,001**
26/07/2019	1	-0,410	-0,400	0,003	0,055	-0,500	-0,350	-1,293	2,917	0,828	5,000	0,135
	2	-0,380	-0,350	0,005	0,067	-0,450	-0,300	-0,166	-2,407	0,852	5,000	0,201
	3	-0,350	-0,350	0,005	0,071	-0,450	-0,250	0,404	-0,614	0,897	8,000	0,273
	4	-0,400	-0,400	0,003	0,050	-0,450	-0,350	0,000	0,963	1,000	3,000	1,000
	5	-0,345	-0,350	0,003	0,057	-0,450	-0,250	-0,211	-0,065	0,948	11,000	0,620

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.52 Pruebas estadísticas descriptivas para los valores de LWP en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
27/05/2020	1	-0,690	-0,650	0,036	0,188	-1,000	-0,500	-1,379	2,520	0,895	5,000	0,382
	2	-0,663	-0,675	0,007	0,085	-0,750	-0,550	0,753	0,343	0,971	4,000	0,850
	3	-0,657	-0,650	0,009	0,093	-0,800	-0,500	0,287	1,049	0,965	7,000	0,859
	4	-0,550	-0,600	0,018	0,132	-0,650	-0,400	1,458	0,945	0,893	3,000	0,363
	5	-0,477	-0,500	0,006	0,079	-0,600	-0,350	-0,181	-0,379	0,928	11,000	0,394
30/06/2020	1	-0,690	-0,650	0,011	0,102	-0,800	-0,600	-0,441	-3,163	0,782	5,000	0,057
	2	-0,713	-0,725	0,002	0,048	-0,750	-0,650	0,855	-1,289	0,863	4,000	0,272
	3	-0,736	-0,750	0,012	0,111	-0,850	-0,550	0,658	-0,423	0,931	7,000	0,555
	4	-0,383	-0,400	0,006	0,076	-0,450	-0,300	0,935	0,859	0,964	3,000	0,637
	5	-0,532	-0,550	0,005	0,072	-0,650	-0,400	0,210	-0,078	0,968	11,000	0,866
08/07/2020	1	-0,500	-0,500	0,005	0,071	-0,600	-0,400	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	2	-0,500	-0,550	0,010	0,100	-0,550	-0,350	2,000	4,000	0,630	4,000	**0,001**
	3	-0,700	-0,650	0,038	0,194	-0,950	-0,350	0,747	1,084	0,923	7,000	0,491
	4	-0,433	-0,400	0,011	0,104	-0,550	-0,350	-1,293	1,025	0,923	3,000	0,463
	5	-0,373	-0,350	0,006	0,075	-0,500	-0,300	-0,962	-0,500	0,793	11,000	0,008
23/08/2020	1	-0,420	-0,400	0,003	0,057	-0,500	-0,350	-0,405	-0,178	0,961	5,000	0,814
	2	-0,450	-0,425	0,015	0,122	-0,600	-0,350	-0,544	-2,944	0,860	4,000	0,262
	3	-0,471	-0,450	0,009	0,095	-0,600	-0,350	-0,154	-1,870	0,911	7,000	0,404
	4	-0,350	-0,350	0,003	0,050	-0,400	-0,300	0,000	1,056	1,000	3,000	1,000
	5	-0,364	-0,350	0,004	0,060	-0,500	-0,300	-1,098	1,672	0,863	11,000	0,063

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO (LWP)

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.53 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de LWP en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
20/08/2018	0,671	0,618
2019		
30/05/2019	0,66	0,625
27/06/2019	3,793	**0,014**
26/07/2019	0,308	0,870
2020		
27/05/2020	1,127	0,365
30/06/2020	1,504	0,229
08/07/2020	1,590	0,206
23/08/2020	3,064	**0,030**

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.54 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Ribadulla (MPa), campaña 2018.

2018	
Sector	**20/08/2018**
1	-0,75
2	-0,94
3	-0,9
4	-0,583
5	-0,632
Análisis	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,618)
Contraste	p-valor
1 vs 2	0,109
1 vs 3	0,158
1 vs 4	0,218
1 vs 5	0,237
2 vs 3	0,701
2 vs 5	0,006
2 vs 4	0,072
3 vs 4	0,056
3 vs 5	0,054
4 vs 5	0,684

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.55 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Ribadulla (MPa), 2019.

2019			
Sector	**30/05/2019**	**27/06/2019**	**26/07/2019**
1	-0,590a	-0,350b	-0,41
2	-0,770b	-0,310ab	-0,38
3	-0,910c	-0,275a	-0,35
4	-0,616a	-0,350b	-0,4
5	-0,650a	-0,304ab	-0,345
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,001)	SI (0,038)	NO (0,270)
Contraste	p-valor		
1 vs 2	**0,004**	0,17	0,448
1 vs 3	**< 0,0001**	**0,007**	0,099
1 vs 4	0,69	1	0,826
1 vs 5	0,229	0,071	0,062
2 vs 3	**0,018**	0,182	0,4
2 vs 5	**0,021**	0,823	0,307
2 vs 4	**0,028**	0,232	0,66
3 vs 4	**< 0,0001**	**0,02**	0,241
3 vs 5	**< 0,0001**	0,168	0,875
4 vs 5	0,575	0,131	0,185

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.56 Datos de análisis de varianza de LWP por sectores en la parcela de Ribadulla (MPa), 2020.

2020				
Sector	**27/05/2020**	**30/06/2020**	**08/07/2020**	**23/08/2020**
1	-0,690b	-0,69c	-0,500ab	-0,420ab
2	-0,648b	-0,73c	-0,550bc	-0,470b
3	-0,662b	-0,725c	-0,681c	-0,464b
4	-0,550ab	-0,383a	-0,433ab	-0,350a
5	-0,477a	-0,531b	-0,372a	-0,363a
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,003)	SI (0,000)	SI (0,003)	SI (0,029)
Contraste	p-valor			
1 vs 2	0,547	0,467	0,533	0,319
1 vs 3	0,661	0,48	**0,017**	0,329
1 vs 4	0,089	**< 0,0001**	0,472	0,229
1 vs 5	**0,001**	**0,002**	0,07	0,191
2 vs 3	0,817	0,919	0,077	0,895
2 vs 5	**0,007**	**0**	**0,014**	**0,017**
2 vs 4	0,227	**< 0,0001**	0,213	**0,044**
3 vs 4	0,138	**< 0,0001**	**0,007**	**0,039**
3 vs 5	**0,001**	**< 0,0001**	**< 0,0001**	**0,01**
4 vs 5	0,313	**0,013**	0,464	0,79

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

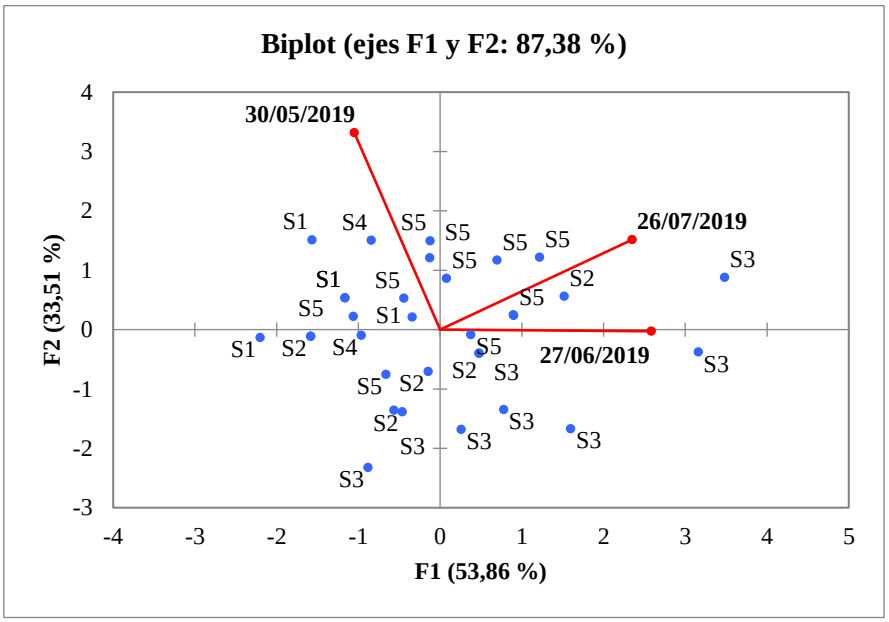


Ilustración IV.24 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

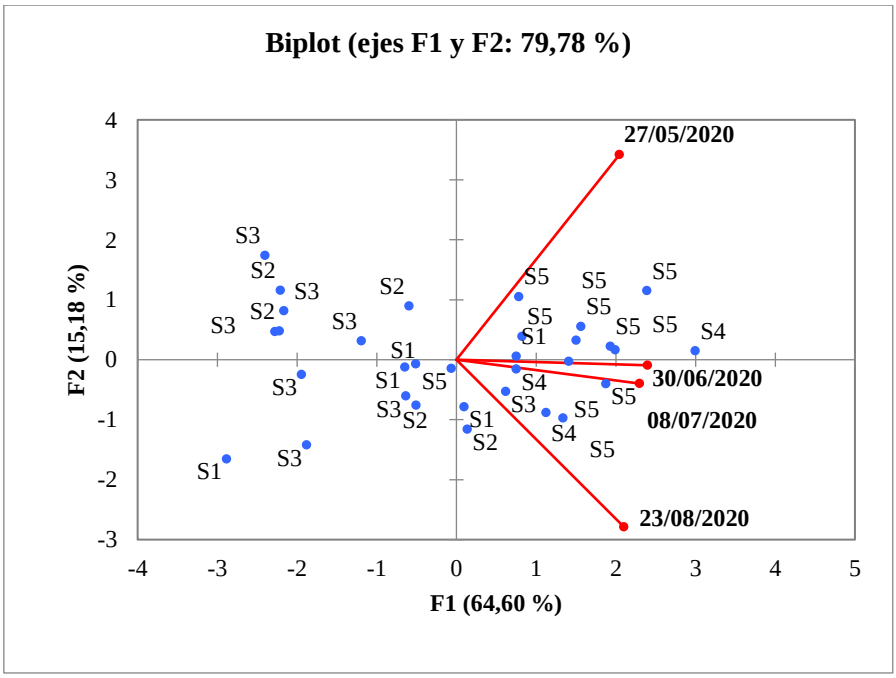


Ilustración IV.25 Análisis de Componentes Principales (ACP) de LWP en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.57 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	43,872	43,860	1,848	1,359	42,590	45,880	0,718	-0,250	0,914	5,000	0,492
	2	45,471	44,700	3,457	1,859	43,040	47,540	0,077	-2,201	0,803	11,000	**0,010**
	3	44,071	43,890	0,343	0,586	43,400	45,060	1,660	1,085	0,903	9,000	0,272
	4	43,804	43,890	0,413	0,643	42,970	44,730	0,142	-1,354	0,960	7,000	0,815
N	1	1,704	1,680	0,051	0,225	1,520	2,070	1,334	1,830	0,854	5,000	0,207
	2	2,083	2,070	0,065	0,256	1,630	2,510	0,021	-0,201	0,984	11,000	0,985
	3	1,942	1,900	0,093	0,306	1,600	2,370	0,298	-1,762	0,892	9,000	0,210
	4	1,836	1,770	0,048	0,220	1,540	2,220	0,718	0,704	0,954	7,000	0,763
P	1	0,106	0,100	0,000	0,015	0,090	0,130	1,118	1,456	0,914	5,000	0,492
	2	0,118	0,110	0,000	0,018	0,100	0,160	1,395	1,578	0,829	11,000	**0,023**
	3	0,119	0,110	0,001	0,029	0,090	0,180	1,378	1,675	0,828	9,000	0,042
	4	0,099	0,100	0,000	0,012	0,080	0,120	0,366	1,779	0,882	7,000	0,237
K	1	1,216	1,150	0,152	0,390	0,850	1,790	0,783	-0,480	0,920	5,000	0,530
	2	0,943	0,950	0,048	0,219	0,660	1,300	0,338	-0,928	0,940	11,000	0,521
	3	0,768	0,730	0,013	0,112	0,610	0,940	0,560	-0,706	0,905	9,000	0,282
	4	0,610	0,570	0,011	0,106	0,490	0,760	0,576	-1,475	0,895	7,000	0,302
Ca	1	1,198	1,120	0,065	0,254	0,920	1,530	0,430	-1,928	0,937	5,000	0,645
	2	1,241	1,200	0,050	0,223	0,950	1,640	0,615	-0,454	0,946	11,000	0,595
	3	1,129	1,130	0,112	0,334	0,650	1,760	0,329	0,763	0,945	9,000	0,631
	4	1,361	1,360	0,012	0,111	1,240	1,570	0,935	1,687	0,877	7,000	0,215
Mg	1	0,154	0,150	0,002	0,042	0,110	0,220	1,092	1,630	0,933	5,000	0,617
	2	0,205	0,210	0,004	0,067	0,090	0,350	0,453	1,924	0,936	11,000	0,477
	3	0,244	0,230	0,007	0,085	0,130	0,390	0,655	-0,295	0,938	9,000	0,561
	4	0,269	0,250	0,002	0,047	0,220	0,330	0,374	-2,229	0,854	7,000	0,133

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.58 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	22,738	21,120	64,521	8,032	14,550	35,410	1,104	1,269	0,934	5,000	0,625
	2	21,168	20,530	11,101	3,332	17,390	27,690	0,858	0,012	0,897	11,000	0,170
	3	20,149	20,340	15,698	3,962	14,380	25,920	0,001	-1,170	0,968	9,000	0,877
	4	15,579	15,670	4,004	2,001	13,200	18,940	0,612	-0,152	0,954	7,000	0,764
Cu	1	230,872	231,820	1565,883	39,571	167,410	269,010	-1,202	1,649	0,899	5,000	0,404
	2	194,845	194,660	632,628	25,152	153,330	239,050	0,073	-0,555	0,972	11,000	0,907
	3	167,596	150,560	2164,482	46,524	123,660	266,470	1,516	1,667	0,822	9,000	0,037
	4	156,751	168,750	954,415	30,894	119,210	194,530	-0,105	-2,044	0,891	7,000	0,281
Fe	1	120,436	116,450	148,846	12,200	110,290	141,400	1,809	3,585	0,809	5,000	0,095
	2	99,835	92,190	934,270	30,566	69,970	168,710	1,588	1,939	0,784	11,000	0,006
	3	89,277	87,740	270,896	16,459	68,540	117,070	0,575	-0,483	0,941	9,000	0,590
	4	77,941	75,680	197,916	14,068	61,600	101,440	0,546	-0,340	0,947	7,000	0,700
Mn	1	291,784	321,400	4176,345	64,625	217,820	356,050	-0,456	-3,016	0,839	5,000	0,162
	2	218,255	226,240	2096,244	45,785	157,010	290,510	-0,082	-1,020	0,925	11,000	0,360
	3	260,519	267,760	3336,698	57,764	148,390	347,520	-0,715	0,980	0,951	9,000	0,698
	4	203,847	179,900	2181,192	46,703	148,490	278,290	0,725	-0,740	0,904	7,000	0,356
Zn	1	62,178	64,070	67,971	8,244	52,840	70,560	-0,278	-2,915	0,868	5,000	0,259
	2	121,642	122,730	507,450	22,527	78,260	165,400	0,088	1,273	0,971	11,000	0,896
	3	126,971	113,500	3602,915	60,024	70,680	249,600	1,295	1,077	0,844	9,000	0,064
	4	89,950	85,560	688,413	26,238	60,330	135,880	0,949	0,210	0,924	7,000	0,498
Na	1	433,636	448,070	4492,448	67,026	331,200	512,850	-0,778	1,296	0,959	5,000	0,801
	2	470,171	467,820	5038,277	70,981	330,970	572,290	-0,439	-0,084	0,974	11,000	0,922
	3	481,958	466,630	6825,819	82,619	375,210	627,730	0,750	-0,368	0,925	9,000	0,433
	4	415,496	412,440	6734,393	82,063	319,540	527,900	0,142	-1,970	0,909	7,000	0,387

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.59 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	44,7400	44,7500	0,083	0,28749	44,36	45,05	-0,300	-1,695	0,948	5,000	0,726
	2	44,9045	44,9900	0,098	0,31229	44,38	45,28	-0,412	-1,220	0,928	11,000	0,395
	3	45,1811	45,1000	0,079	0,28020	44,94	45,77	1,443	1,487	0,821	9,000	**0,035**
	4	45,3314	45,4400	0,185	0,43048	44,79	45,82	-0,295	-1,931	0,892	7,000	0,284
N	1	1,7400	1,7600	0,017	0,12961	1,56	1,92	-0,009	1,311	0,958	5,000	0,795
	2	1,8573	1,8900	0,030	0,17384	1,50	2,08	-0,799	0,200	0,944	11,000	0,565
	3	2,0311	2,0500	0,020	0,14295	1,78	2,23	-0,569	-0,262	0,966	9,000	0,854
	4	1,9871	2,0000	0,013	0,11600	1,80	2,13	-0,642	-0,469	0,946	7,000	0,690
P	1	0,1660	0,1700	0,001	0,02966	0,12	0,20	-0,885	1,449	0,956	5,000	0,777
	2	0,1864	0,1900	0,001	0,02541	0,15	0,23	-0,038	-0,544	0,929	11,000	0,398
	3	0,1722	0,1600	0,001	0,02906	0,14	0,23	1,054	0,481	0,902	9,000	0,265
	4	0,1414	0,1400	0,000	0,01345	0,12	0,16	-0,352	-0,302	0,967	7,000	0,873
K	1	1,1920	1,2300	0,035	0,18633	0,95	1,41	-0,284	-1,584	0,965	5,000	0,842
	2	0,8245	0,8100	0,034	0,18549	0,60	1,24	1,225	1,751	0,845	11,000	**0,037**
	3	0,7467	0,7100	0,011	0,10271	0,63	0,93	0,944	-0,144	0,891	9,000	0,202
	4	0,6829	0,6800	0,001	0,03402	0,64	0,73	-0,164	-1,108	0,924	7,000	0,505
Ca	1	1,6240	1,5800	0,066	0,25755	1,37	2,00	0,736	-0,574	0,936	5,000	0,639
	2	1,5055	1,5300	0,025	0,15706	1,24	1,84	0,461	1,460	0,947	11,000	0,605
	3	1,2344	1,2800	0,016	0,12719	1,06	1,41	0,104	-1,445	0,915	9,000	0,353
	4	1,4971	1,5500	0,018	0,13413	1,27	1,67	-0,664	0,020	0,954	7,000	0,767
Mg	1	0,2320	0,2300	0,002	0,04266	0,19	0,28	0,093	-2,861	0,860	5,000	0,228
	2	0,2573	0,2400	0,003	0,05676	0,14	0,35	-0,283	1,074	0,932	11,000	0,436
	3	0,2822	0,2900	0,003	0,05472	0,20	0,36	-0,478	-0,524	0,917	9,000	0,370
	4	0,3271	0,3100	0,003	0,05736	0,27	0,43	1,015	0,329	0,910	7,000	0,395

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.60 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	27,4840	29,4600	16,877	4,10812	22,67	31,15	-0,528	-3,105	0,811	5,000	0,099
	2	24,3864	24,0300	5,128	2,26460	20,35	27,89	-0,003	-0,459	0,966	11,000	0,846
	3	19,8489	20,5200	10,042	3,16883	14,29	24,05	-0,441	-0,745	0,940	9,000	0,584
	4	16,8429	17,6300	6,496	2,54872	12,24	19,69	-0,951	0,552	0,923	7,000	0,496
Cu	1	4,0520	3,7100	2,051	1,43214	2,46	6,33	1,075	1,945	0,929	5,000	0,588
	2	4,5800	4,6000	0,353	0,59427	3,46	5,37	-0,649	0,025	0,938	11,000	0,501
	3	4,5567	4,1600	1,000	0,99990	3,50	6,50	0,993	0,201	0,907	9,000	0,297
	4	4,0300	4,2700	0,501	0,70760	2,56	4,69	-1,859	3,713	0,783	7,000	**0,028**
Fe	1	58,5040	60,4200	52,748	7,26277	50,53	66,09	-0,282	-2,932	0,862	5,000	0,237
	2	38,2336	38,3900	50,836	7,12993	27,93	51,06	0,267	-0,055	0,952	11,000	0,669
	3	33,4467	32,7400	7,995	2,82762	29,28	38,18	0,359	-0,505	0,957	9,000	0,771
	4	38,8543	34,6300	58,630	7,65701	32,57	52,31	1,244	0,021	0,798	7,000	**0,039**
Mn	1	126,7120	107,7200	1638,374	40,47684	91,64	182,65	0,753	-1,890	0,861	5,000	0,230
	2	98,5291	96,5500	255,472	15,98349	75,63	127,34	0,348	-0,722	0,971	11,000	0,898
	3	109,0856	109,0900	342,176	18,49800	85,80	134,62	0,170	-1,672	0,920	9,000	0,394
	4	79,8786	76,3200	264,103	16,25124	56,65	99,66	-0,018	-1,371	0,941	7,000	0,646
Zn	1	33,9780	35,8800	24,999	4,99987	26,76	38,79	-0,806	-1,015	0,914	5,000	0,491
	2	23,7045	22,7500	26,897	5,18619	17,22	34,69	0,975	0,496	0,917	11,000	0,298
	3	16,2467	14,5000	9,565	3,09272	12,18	21,14	0,472	-1,291	0,896	9,000	0,227
	4	17,1500	14,9700	11,737	3,42599	14,16	22,79	0,901	-0,892	0,833	7,000	0,085
Na	1	342,6400	337,3800	3401,296	58,32063	266,37	416,55	-0,029	-0,820	0,990	5,000	0,981
	2	277,2709	268,2100	1848,400	42,99302	222,28	343,78	0,382	-1,253	0,923	11,000	0,348
	3	238,4633	233,2600	651,130	25,51724	195,14	272,63	-0,046	-0,586	0,916	9,000	0,360
	4	223,4200	216,1300	957,012	30,93560	169,17	265,35	-0,535	0,855	0,945	7,000	0,688
Al	1	82,4360	77,7000	212,468	14,57627	67,94	100,86	0,463	-2,499	0,894	5,000	0,378
	2	69,2382	69,7100	266,867	16,33606	41,87	91,01	-0,329	-0,791	0,949	11,000	0,636
	3	64,0000	64,3500	142,642	11,94329	47,60	87,53	0,787	0,794	0,954	9,000	0,735
	4	63,4771	64,5600	109,963	10,48633	43,23	75,92	-1,207	2,181	0,913	7,000	0,417

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.61 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	46,030	46,060	0,409	0,640	45,270	46,990	0,644	0,942	0,965	5,000	0,840
	2	46,640	46,680	0,355	0,596	45,770	47,650	0,373	-0,686	0,958	11,000	0,740
	3	47,367	47,330	0,536	0,732	46,140	48,870	0,604	2,345	0,925	9,000	0,436
	4	47,396	47,380	0,064	0,253	47,100	47,900	1,410	2,948	0,883	7,000	0,241
N	1	1,980	1,980	0,018	0,134	1,790	2,130	-0,464	-0,624	0,970	5,000	0,873
	2	2,151	2,120	0,049	0,220	1,920	2,590	0,858	-0,106	0,904	11,000	0,209
	3	2,173	2,130	0,035	0,188	2,000	2,560	1,224	1,001	0,866	9,000	0,111
	4	1,929	1,870	0,022	0,147	1,720	2,130	0,069	-1,321	0,942	7,000	0,652
P	1	0,160	0,160	0,000	0,016	0,140	0,180	0,000	-1,200	0,987	5,000	0,967
	2	0,200	0,190	0,001	0,026	0,160	0,250	0,562	0,101	0,960	11,000	0,766
	3	0,196	0,190	0,002	0,045	0,140	0,270	0,396	-0,702	0,948	9,000	0,668
	4	0,167	0,170	0,001	0,024	0,140	0,190	-0,163	-2,407	0,807	7,000	**0,048**
K	1	1,228	1,290	0,079	0,281	0,950	1,620	0,387	-0,983	0,899	5,000	0,404
	2	1,033	1,020	0,032	0,178	0,780	1,380	0,431	-0,039	0,971	11,000	0,899
	3	0,982	0,990	0,011	0,106	0,830	1,180	0,247	0,848	0,906	9,000	0,291
	4	0,843	0,810	0,024	0,156	0,590	1,040	-0,221	-0,122	0,944	7,000	0,678
Ca	1	1,646	1,650	0,227	0,476	1,150	2,310	0,450	-1,062	0,945	5,000	0,700
	2	1,395	1,400	0,037	0,191	1,050	1,630	-0,292	-0,978	0,921	11,000	0,325
	3	1,222	1,230	0,058	0,241	0,910	1,520	-0,046	-1,655	0,892	9,000	0,209
	4	1,329	1,130	0,090	0,300	1,030	1,780	0,592	-1,761	0,846	7,000	0,113
Mg	1	0,182	0,170	0,001	0,037	0,140	0,230	0,379	-1,813	0,943	5,000	0,687
	2	0,232	0,230	0,008	0,090	0,100	0,430	0,906	1,378	0,946	11,000	0,591
	3	0,219	0,180	0,008	0,089	0,140	0,420	1,719	2,922	0,797	9,000	**0,019**
	4	0,206	0,200	0,004	0,062	0,140	0,330	1,523	3,092	0,871	7,000	0,188

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.62 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	16,152	15,040	5,812	2,411	13,950	19,560	0,795	-1,510	0,884	5,000	0,326
	2	20,016	19,160	20,682	4,548	12,220	26,910	0,101	-0,556	0,954	11,000	0,690
	3	19,267	19,420	15,168	3,895	11,990	25,490	-0,292	0,786	0,977	9,000	0,945
	4	15,223	14,880	9,444	3,073	12,050	21,590	1,725	3,859	0,829	7,000	0,078
Cu	1	135,728	132,890	177,257	13,314	125,580	158,740	1,870	3,747	0,779	5,000	0,054
	2	120,205	114,770	425,093	20,618	88,320	149,980	-0,219	-1,163	0,938	11,000	0,502
	3	95,917	87,570	691,578	26,298	70,730	153,590	1,473	2,180	0,857	9,000	0,088
	4	104,799	93,990	542,179	23,285	75,850	130,270	0,155	-2,380	0,826	7,000	0,073
Fe	1	65,992	61,790	368,063	19,185	44,030	96,720	1,074	2,383	0,903	5,000	0,424
	2	58,535	46,040	479,344	21,894	36,180	100,760	0,832	-0,433	0,881	11,000	0,108
	3	48,994	45,470	85,505	9,247	34,530	63,740	0,332	-0,438	0,934	9,000	0,519
	4	78,394	40,780	4912,655	70,090	38,120	228,410	2,131	4,582	0,673	7,000	**0,002**
Mn	1	98,690	99,460	1630,303	40,377	47,470	148,540	-0,058	-1,390	0,981	5,000	0,942
	2	81,665	73,640	643,348	25,364	48,970	146,220	1,691	4,141	0,852	11,000	**0,046**
	3	91,474	94,700	346,934	18,626	63,620	126,420	0,393	0,431	0,973	9,000	0,921
	4	80,593	75,710	983,859	31,367	47,170	140,580	1,160	1,833	0,906	7,000	0,371
Zn	1	37,920	39,350	17,472	4,180	31,480	41,970	-1,049	0,401	0,921	5,000	0,539
	2	33,805	37,980	147,370	12,140	8,520	48,920	-1,169	0,812	0,886	11,000	0,124
	3	37,310	35,510	29,883	5,467	31,220	43,570	0,170	-2,326	0,806	9,000	**0,024**
	4	36,387	35,820	56,963	7,547	27,000	49,090	0,665	-0,118	0,957	7,000	0,793
Na	1	249,216	251,210	2050,578	45,283	209,330	321,230	1,154	1,338	0,866	5,000	0,249
	2	274,244	284,840	4395,101	66,296	151,040	367,940	-0,499	-0,553	0,959	11,000	0,764
	3	276,440	263,160	1611,020	40,138	217,970	341,420	0,322	-0,757	0,960	9,000	0,795
	4	261,367	262,390	2210,653	47,018	189,830	335,880	0,126	0,342	0,983	7,000	0,975
Al	1	97,790	77,940	2276,969	47,718	65,950	181,700	2,054	4,325	0,720	5,000	**0,015**
	2	97,516	86,780	1692,097	41,135	25,450	149,420	-0,073	-0,971	0,913	11,000	0,264
	3	98,401	87,560	632,559	25,151	65,070	127,680	0,121	-2,056	0,856	9,000	0,087
	4	82,170	83,970	200,200	14,149	60,350	104,400	-0,107	0,453	0,939	7,000	0,629

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

o

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.63 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en limbo (macro y micronutrientes) en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	16,835	**0,000**
N	0,849	0,479
P	1,411	0,260
K	5,063	0,006
Ca	1,561	0,221
Mg	0,978	0,417
2019		
C	1,569	0,219
N	0,726	0,545
P	1,054	0,384
K	2,204	0,110
Ca	1,460	0,247
Mg	0,112	0,952
2020		
C	1,183	0,334
N	0,767	0,522
P	2,384	0,090
K	2,463	0,083
Ca	2,833	0,056
Mg	0,879	0,464

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	3,331	**0,034**
Cu	0,748	0,533
Fe	1,256	0,309
Mn	0,592	0,626
Zn	3,605	**0,026**
Na	0,360	0,782
2019		
B	2,430	0,086
Cu	1,602	0,211
Fe	2,224	0,107
Mn	6,902	**0,001**
Zn	0,956	0,427
Na	2,295	0,100
Al	0,985	0,414
2020		
B	0,898	0,454
Cu	1,257	0,308
Fe	5,164	**0,006**
Mn	1,142	0,349
Zn	2,032	0,132
Na	1,238	0,315
Al	3,032	**0,046**

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.64 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	43,872b	1,703b	0,105	1,216a	1,198	0,153b
2	45,470a	2,081a	0,117	0,941b	1,240	0,206ab
3	44,071b	1,943ab	0,119	0,766bc	1,130	0,243a
4	43,804b	1,835ab	0,099	0,611c	1,362	0,270a
Análisis	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,030)	SI (0,046)	NO (0,056)	SI (0,000)	NO (0,332)	SI (0,028)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	**0,030**	**0,012**	0,271	**0,023**	0,753	0,153
1 vs 3	0,785	0,110	0,247	**0,001**	0,628	**0,022**
1 vs 4	0,930	0,394	0,580	< **0,0001**	0,267	**0,005**
2 vs 3	**0,023**	0,247	0,905	0,076	0,331	0,219
2 vs 4	**0,013**	0,060	0,064	**0,003**	0,318	0,054
3 vs 4	0,686	0,418	0,060	0,155	0,074	0,427

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.65 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018						
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
1	22,738a	230,873a	120,439a	291,785a	62,178b	433,635
2	21,168a	194,843ab	99,833ab	218,255bc	121,642a	470,171
3	20,148a	167,595bc	89,275bc	260,519ab	126,970a	481,957
4	15,579b	156,751c	77,942c	203,848c	89,950ab	415,494
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,031)	SI (0,006)	SI (0,016)	SI (0,021)	SI (0,012)	NO (0,303)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,504	0,072	0,090	**0,015**	**0,006**	0,383
1 vs 3	0,290	**0,004**	**0,016**	0,296	**0,004**	0,266
1 vs 4	**0,008**	**0,001**	**0,002**	**0,008**	0,210	0,688
2 vs 3	0,602	0,100	0,290	0,085	0,751	0,734
2 vs 4	**0,012**	**0,036**	**0,047**	0,575	0,087	0,150
3 vs 4	**0,044**	0,551	0,311	**0,041**	0,057	0,095

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.66 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019.

2019						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	44,74c	1,740c	0,167ab	1,190a	1,625a	0,230b
2	44,904bc	1,857bc	0,186a	0,826b	1,505a	0,255b
3	45,181ab	2,030a	0,171a	0,745bc	1,234b	0,283ab
4	45,331a	1,988ab	0,140b	0,683c	1,496a	0,326a
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,035)	SI (0,005)	SI (0,010)	SI (0,002)	SI (0,001)	SI (0,025)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,363	0,155	0,161	< **0,0001**	0,185	0,396
1 vs 3	**0,023**	**0,001**	0,795	< **0,0001**	**0,000**	0,096
1 vs 4	**0,005**	**0,008**	0,074	< **0,0001**	0,189	**0,006**
2 vs 3	0,073	**0,014**	0,172	0,218	**0,001**	0,278
2 vs 4	**0,012**	0,078	**0,001**	**0,049**	0,910	**0,013**
3 vs 4	0,374	0,569	**0,021**	0,401	**0,004**	0,130

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.67 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019.

2019							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	27,482a	4,052	58,501a	126,712a	33,976a	342,638a	82,436
2	24,385a	4,580	38,232b	98,528bc	23,703b	277,272b	69,238
3	19,849b	4,558	33,446b	109,085ab	16,246c	238,463c	63,999
4	16,844b	4,032	38,855b	79,878c	17,152c	223,420c	63,476
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	NO (0,316)	SI (0,002)	SI (0,007)	SI (0,000)	SI (0,000)	NO (0,094)
Contraste	**p-valor**						
1 vs 2	0,059	0,287	< **0,0001**	**0,024**	**0,000**	**0,004**	0,306
1 vs 3	< **0,0001**	0,323	< **0,0001**	0,160	< **0,0001**	< **0,0001**	0,101
1 vs 4	< **0,0001**	0,970	< **0,0001**	**0,001**	< **0,0001**	< **0,0001**	0,111
2 vs 3	**0,002**	0,957	0,106	0,293	**0,001**	**0,036**	0,832
2 vs 4	< **0,0001**	0,219	0,841	0,089	**0,004**	**0,008**	0,823
3 vs 4	0,050	0,257	0,103	**0,013**	0,678	0,453	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.68 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020.

2020						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	46,03b	1,979ab	0,160b	1,226a	1,645	0,181
2	46,64b	2,149a	0,199a	1,032ab	1,394	0,231
3	47,366a	2,171a	0,195ab	0,982bc	1,222	0,219
4	47,395a	1,928b	0,166b	0,842c	1,330	0,206
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,001)	SI (0,034)	SI (0,046)	SI (0,008)	NO (0,085)	NO (0,622)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,067	0,099	**0,026**	0,051	0,379	0,252
1 vs 3	**0,000**	0,073	0,051	**0,019**	0,059	0,401
1 vs 4	**0,001**	0,643	0,757	**0,001**	0,256	0,606
2 vs 3	**0,011**	0,796	0,778	0,529	0,545	0,732
2 vs 4	**0,014**	**0,020**	**0,033**	**0,033**	0,965	0,506
3 vs 4	0,923	**0,015**	0,069	0,126	0,877	0,738

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.69 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020.

2020							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	16,151ab	135,727a	65,992	98,691	37,920	249,219	97,789
2	20,016a	120,205ab	58,535	81,664	33,803	274,243	97,517
3	19,267a	95,916c	48,995	91,474	37,309	276,440	98,401
4	15,223b	104,799bc	78,393	80,593	36,387	261,366	82,171
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,049)	SI (0,014)	NO (0,563)	NO (0,424)	NO (0,873)	NO (0,772)	NO (0,871)
Contraste	**p-valor**						
1 vs 2	0,071	0,205	0,704	0,266	0,388	0,388	0,988
1 vs 3	0,154	**0,003**	0,405	0,645	0,901	0,364	0,974
1 vs 4	0,681	**0,024**	0,562	0,276	0,766	0,698	0,439
2 vs 3	0,666	**0,021**	0,561	0,439	0,378	0,927	0,954
2 vs 4	**0,015**	0,161	0,264	0,937	0,544	0,618	0,358
3 vs 4	**0,045**	0,433	0,117	0,444	0,835	0,576	0,351

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

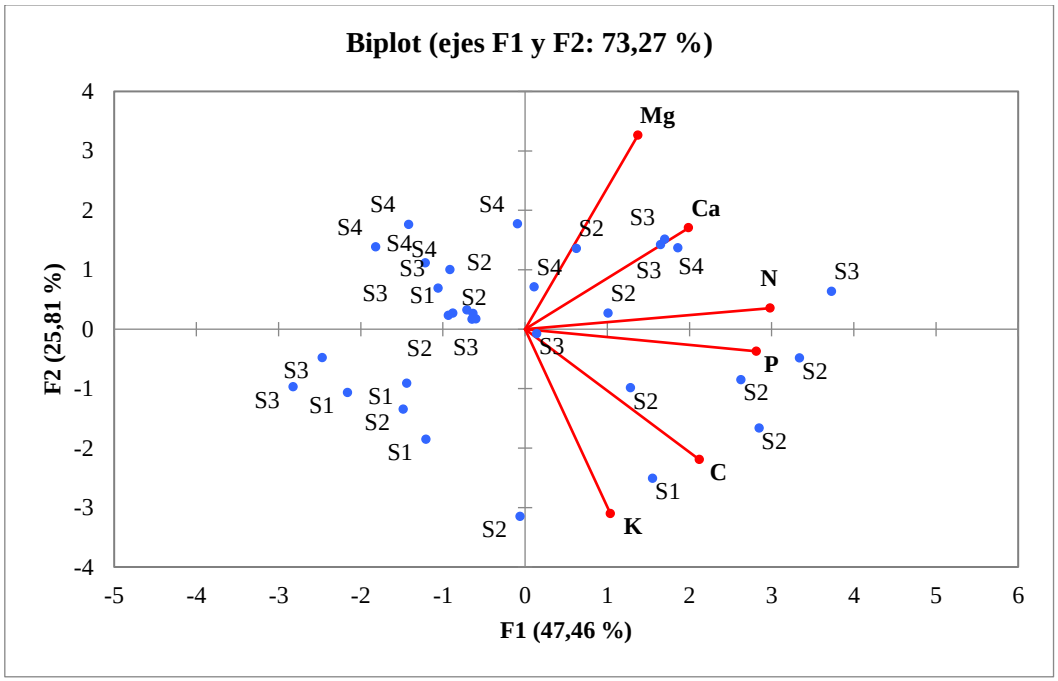
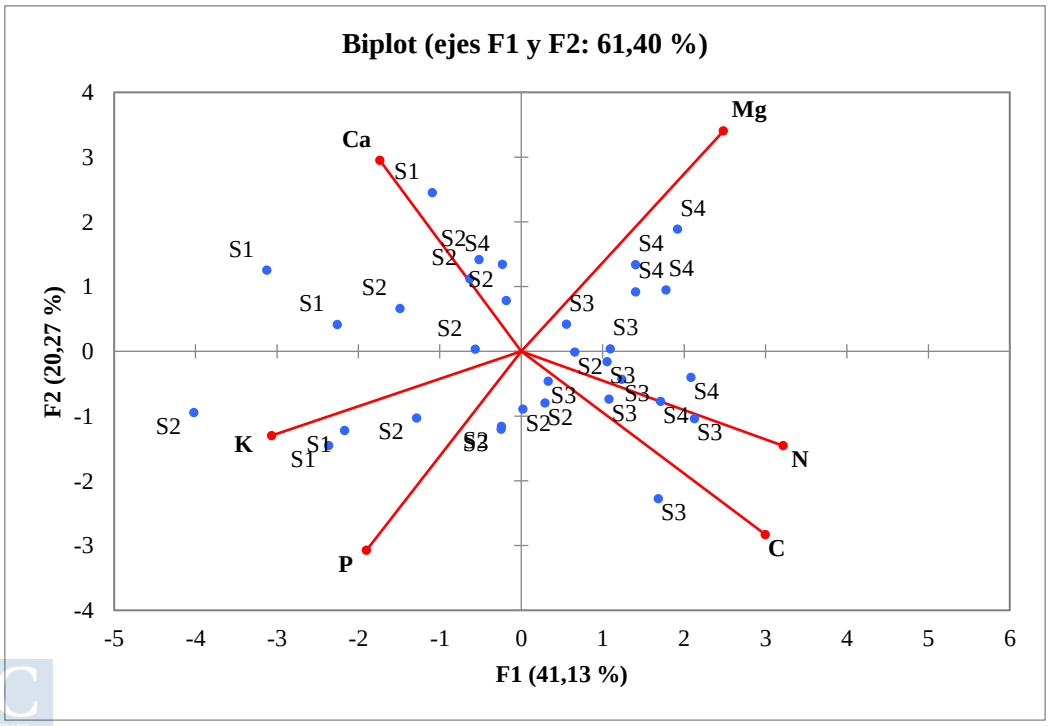


Ilustración IV.26 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).



USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración IV.27 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

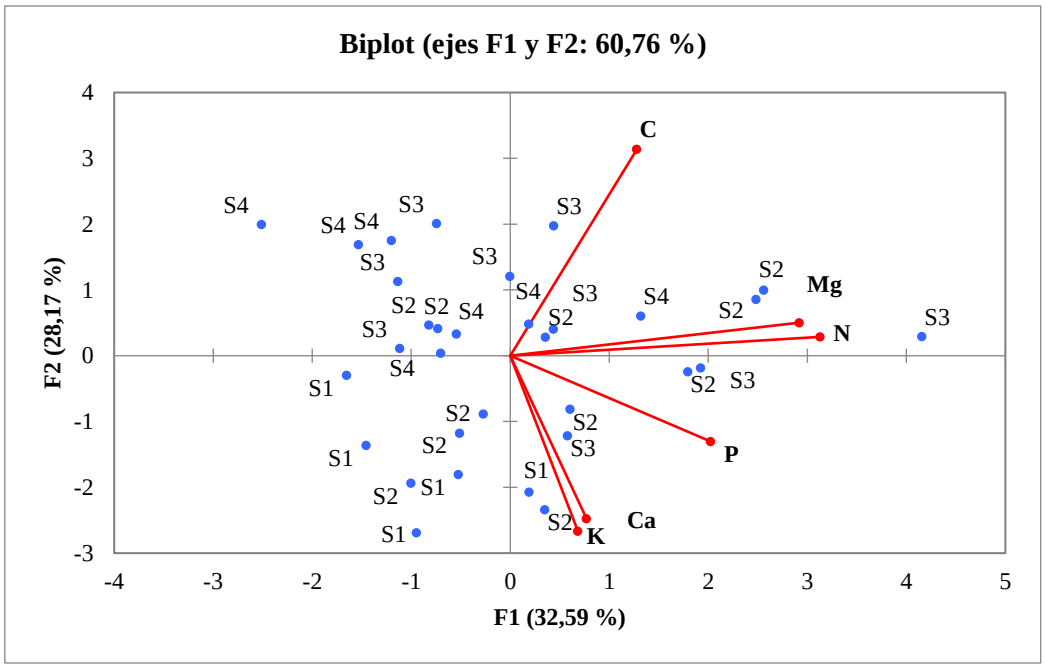


Ilustración IV.28 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

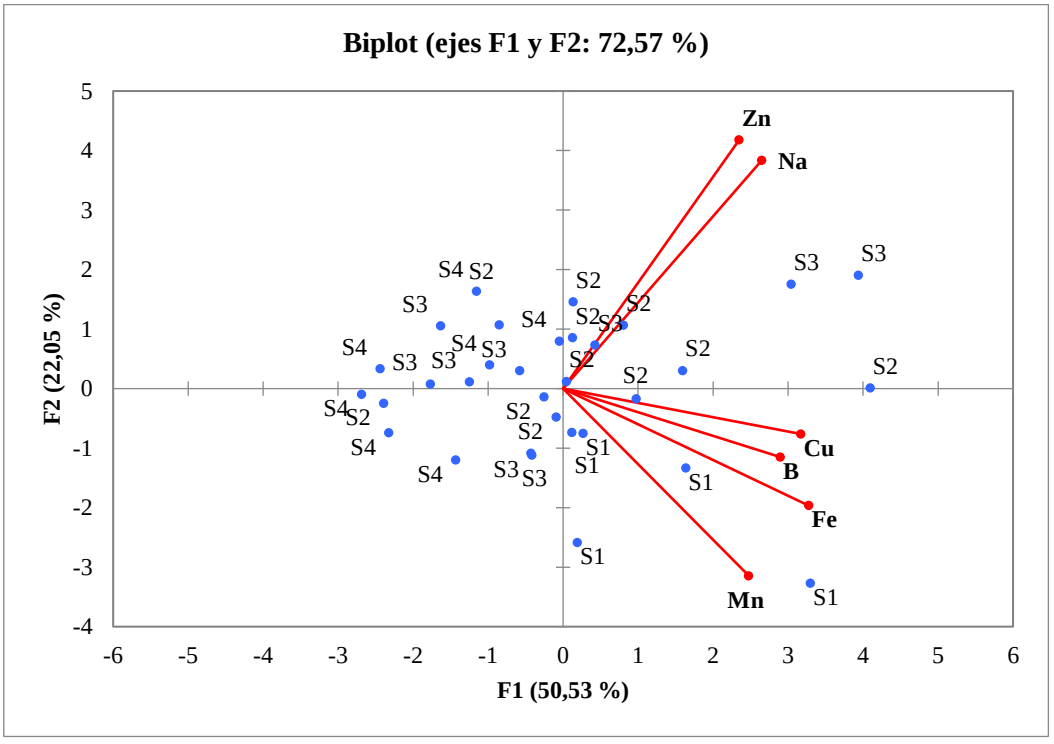


Ilustración IV.29 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

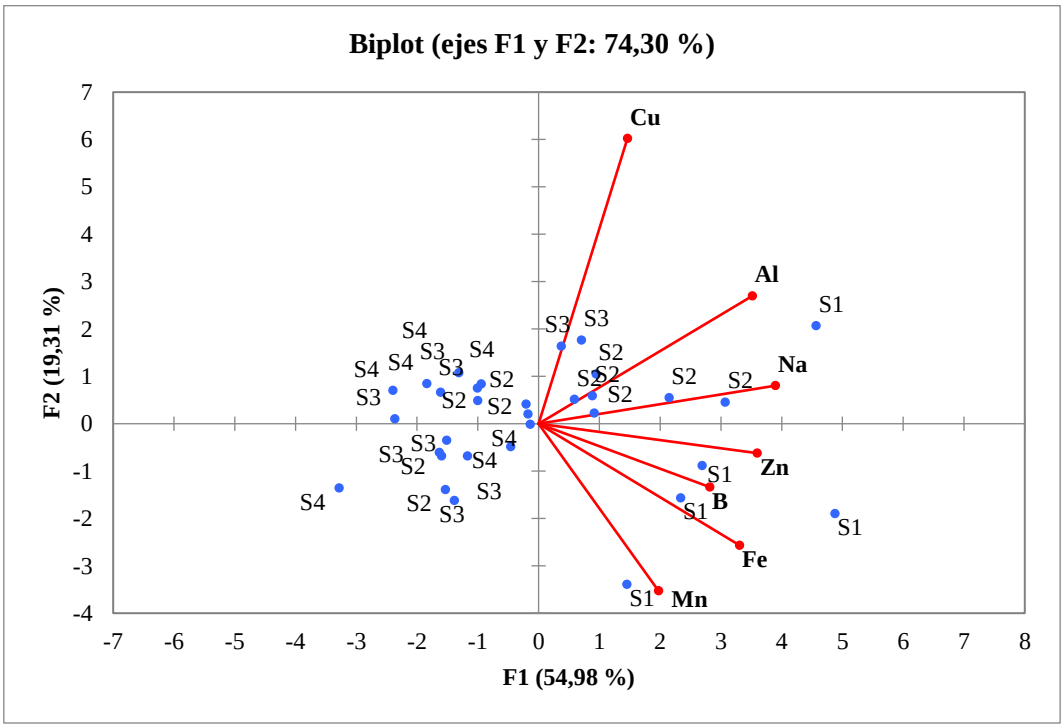
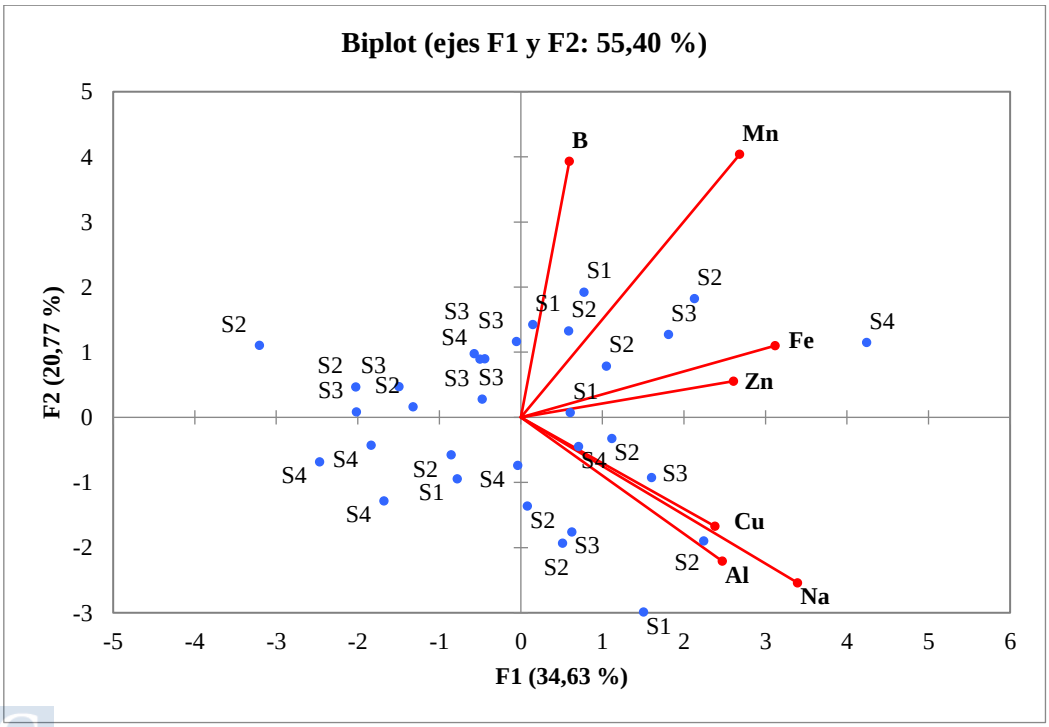


Ilustración IV.30 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2019).



USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ilustración IV.31 Análisis de C omponentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.70 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	46,023	45,820	0,352	0,593	45,350	46,920	0,707	-1,036	0,906	7,000	0,369
	2	46,350	46,325	0,384	0,620	45,690	47,060	0,153	-2,948	0,956	4,000	0,755
	3	46,679	46,795	0,471	0,686	45,580	47,490	-0,378	-1,311	0,904	14,000	0,130
	4	46,439	46,520	0,136	0,369	45,920	46,970	-0,285	-0,819	0,937	8,000	0,585
N	1	1,647	1,610	0,022	0,147	1,440	1,910	0,648	1,269	0,956	7,000	0,782
	2	1,840	1,870	0,063	0,252	1,550	2,070	-0,316	-3,976	0,887	4,000	0,371
	3	1,821	1,835	0,031	0,175	1,570	2,100	0,048	-1,381	0,944	14,000	0,474
	4	2,018	2,040	0,054	0,233	1,610	2,280	-0,551	-0,455	0,938	8,000	0,595
P	1	0,119	0,120	0,000	0,016	0,100	0,140	-0,037	-1,684	0,913	7,000	0,420
	2	0,133	0,120	0,001	0,033	0,110	0,180	1,560	2,173	0,808	4,000	0,117
	3	0,127	0,125	0,000	0,019	0,100	0,180	1,580	4,247	0,856	14,000	**0,027**
	4	0,139	0,135	0,001	0,027	0,110	0,190	0,834	0,277	0,928	8,000	0,496
K	1	0,801	0,780	0,015	0,124	0,680	1,060	1,784	3,842	0,826	7,000	0,073
	2	0,855	0,880	0,041	0,201	0,630	1,030	-0,250	-4,553	0,849	4,000	0,224
	3	0,801	0,810	0,013	0,115	0,610	0,960	-0,377	-0,796	0,939	14,000	0,405
	4	0,793	0,825	0,029	0,169	0,590	1,090	0,430	-0,222	0,920	8,000	0,429
Ca	1	1,017	1,020	0,021	0,145	0,800	1,160	-0,540	-1,374	0,884	7,000	0,244
	2	1,153	1,025	0,289	0,538	0,650	1,910	1,288	2,231	0,908	4,000	0,474
	3	1,208	1,145	0,102	0,320	0,840	2,000	1,183	1,510	0,908	14,000	0,147
	4	1,544	1,645	0,133	0,364	1,040	2,030	-0,204	-1,713	0,906	8,000	0,324
Mg	1	0,167	0,160	0,001	0,036	0,110	0,220	-0,057	-0,118	0,973	7,000	0,921
	2	0,230	0,215	0,009	0,095	0,140	0,350	0,632	-1,700	0,940	4,000	0,653
	3	0,201	0,195	0,002	0,045	0,130	0,300	0,530	0,107	0,942	14,000	0,445
	4	0,234	0,250	0,003	0,054	0,160	0,290	-0,394	-1,987	0,856	8,000	0,110

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.71 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	15,910	16,100	9,270	3,045	12,640	20,080	0,132	-2,054	0,880	7,000	0,226
	2	13,713	13,830	0,666	0,816	12,650	14,540	-0,704	-0,207	0,970	4,000	0,841
	3	14,601	14,425	7,010	2,648	9,740	19,850	0,102	0,052	0,980	14,000	0,974
	4	14,484	14,415	1,677	1,295	12,970	16,250	0,070	-2,065	0,878	8,000	0,179
Cu	1	250,933	236,950	945,269	30,745	229,140	308,560	1,482	0,990	0,751	7,000	**0,013**
	2	312,448	290,380	11654,155	107,954	206,870	462,160	1,128	1,924	0,930	4,000	0,594
	3	193,485	203,150	2565,256	50,648	79,820	265,630	-1,024	0,836	0,916	14,000	0,196
	4	148,491	130,345	5185,038	72,007	74,750	270,540	0,852	-0,615	0,890	8,000	0,233
Fe	1	48,801	49,710	17,344	4,165	43,770	56,150	0,628	0,640	0,924	7,000	0,503
	2	59,903	57,375	101,133	10,056	51,920	72,940	0,815	-1,495	0,867	4,000	0,287
	3	54,416	53,590	22,825	4,778	47,040	61,660	-0,050	-0,958	0,949	14,000	0,551
	4	54,823	50,595	101,872	10,093	45,860	74,680	1,248	0,890	0,858	8,000	0,115
Mn	1	72,254	80,650	622,087	24,942	35,050	101,570	-0,761	-0,882	0,882	7,000	0,236
	2	95,605	95,385	2370,355	48,686	42,750	148,900	0,016	-3,436	0,945	4,000	0,688
	3	107,646	108,230	1213,678	34,838	54,560	193,010	0,810	1,702	0,931	14,000	0,313
	4	127,001	122,370	685,725	26,186	92,550	172,270	0,587	-0,300	0,967	8,000	0,870
Zn	1	112,601	102,670	847,142	29,106	76,090	163,020	0,671	0,243	0,953	7,000	0,756
	2	121,290	121,470	596,396	24,421	91,470	150,750	-0,043	0,974	0,989	4,000	0,954
	3	128,896	128,485	721,433	26,859	79,260	181,830	0,233	0,716	0,944	14,000	0,473
	4	112,913	113,095	192,515	13,875	95,440	132,380	0,041	-1,872	0,899	8,000	0,284
Na	1	501,594	501,120	3901,974	62,466	427,050	621,120	1,049	2,160	0,874	7,000	0,199
	2	520,190	501,815	3503,134	59,187	470,970	606,160	1,616	3,005	0,840	4,000	0,197
	3	508,001	528,325	3946,632	62,822	411,880	617,210	-0,124	-0,958	0,949	14,000	0,551
	4	422,908	431,865	3869,355	62,204	347,500	530,680	0,389	-0,422	0,933	8,000	0,540

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.72 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	45,137	45,120	2,638	1,624	42,630	47,790	0,107	0,770	0,981	7,000	0,963
	2	46,403	46,645	1,580	1,257	44,730	47,590	-0,898	-0,073	0,946	4,000	0,689
	3	45,838	45,670	1,992	1,411	43,920	48,340	0,189	-1,137	0,947	13,000	0,557
	4	46,391	46,335	0,749	0,865	45,110	47,540	-0,052	-0,939	0,954	8,000	0,752
N	1	1,699	1,710	0,030	0,174	1,440	1,960	-0,010	-0,430	0,994	7,000	0,998
	2	2,155	2,150	0,035	0,187	1,950	2,370	0,111	-2,411	0,971	4,000	0,850
	3	1,782	1,790	0,026	0,163	1,550	2,150	0,654	0,894	0,953	13,000	0,651
	4	2,130	2,145	0,090	0,300	1,720	2,500	-0,109	-2,011	0,894	8,000	0,256
P	1	0,169	0,160	0,001	0,026	0,140	0,220	1,399	2,459	0,891	7,000	0,282
	2	0,170	0,125	0,014	0,118	0,090	0,340	1,576	2,247	0,805	4,000	0,112
	3	0,190	0,180	0,002	0,040	0,140	0,290	1,238	2,236	0,893	13,000	0,108
	4	0,175	0,175	0,001	0,026	0,140	0,220	0,407	-0,021	0,972	8,000	0,915
K	1	0,746	0,750	0,002	0,044	0,680	0,820	0,255	0,793	0,969	7,000	0,895
	2	0,673	0,595	0,092	0,304	0,430	1,070	0,867	-1,219	0,872	4,000	0,306
	3	0,698	0,670	0,013	0,112	0,550	0,970	1,414	2,050	0,867	13,000	**0,048**
	4	0,821	0,790	0,021	0,146	0,670	1,150	1,860	4,374	0,816	8,000	**0,042**
Ca	1	1,230	1,140	0,034	0,184	1,090	1,600	1,663	2,696	0,802	7,000	**0,043**
	2	1,213	1,015	0,565	0,752	0,580	2,240	1,129	0,356	0,900	4,000	0,432
	3	1,315	1,290	0,109	0,330	0,920	2,260	2,070	5,798	0,800	13,000	**0,007**
	4	1,614	1,600	0,142	0,377	1,080	2,370	0,898	2,148	0,926	8,000	0,484
Mg	1	0,219	0,200	0,002	0,043	0,180	0,290	1,114	-0,560	0,810	7,000	0,051
	2	0,250	0,210	0,024	0,154	0,120	0,460	1,102	0,215	0,901	4,000	0,436
	3	0,205	0,200	0,002	0,041	0,130	0,300	0,730	2,008	0,921	13,000	0,260
	4	0,268	0,280	0,004	0,062	0,180	0,360	-0,372	-0,276	0,908	8,000	0,342

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.73 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	23,460	23,280	11,337	3,367	19,530	27,950	0,294	-1,225	0,892	7,000	0,287
	2	12,093	12,155	25,333	5,033	6,840	17,220	-0,031	-4,684	0,893	4,000	0,399
	3	20,749	21,210	10,556	3,249	14,830	25,480	-0,561	-0,704	0,939	13,000	0,443
	4	19,328	19,320	4,641	2,154	15,990	22,560	-0,006	-0,377	0,976	8,000	0,943
Cu	1	2,719	2,240	1,255	1,120	1,710	5,080	1,945	4,187	0,785	7,000	**0,029**
	2	3,135	1,690	11,019	3,319	1,080	8,080	1,920	3,716	0,731	4,000	**0,025**
	3	3,746	2,520	4,862	2,205	1,700	8,880	1,135	0,834	0,852	13,000	**0,031**
	4	3,265	2,655	4,310	2,076	1,410	8,020	2,079	4,835	0,763	8,000	**0,011**
Fe	1	40,920	34,750	335,305	18,311	29,800	82,190	2,575	6,735	0,557	7,000	**0,000**
	2	44,115	25,210	2076,271	45,566	14,550	111,490	1,838	3,392	0,764	4,000	0,052
	3	43,294	44,010	118,507	10,886	28,740	73,970	1,855	5,342	0,816	13,000	**0,011**
	4	44,315	41,820	167,391	12,938	28,280	69,500	0,967	1,063	0,937	8,000	0,585
Mn	1	38,803	38,240	191,054	13,822	18,410	59,810	0,152	-0,248	0,989	7,000	0,992
	2	32,863	30,500	323,354	17,982	13,690	56,760	0,737	1,235	0,969	4,000	0,835
	3	54,391	51,470	328,423	18,122	27,400	96,370	0,730	1,256	0,955	13,000	0,673
	4	60,845	60,560	135,212	11,628	42,600	74,270	-0,258	-1,354	0,925	8,000	0,473
Zn	1	19,933	16,460	130,791	11,436	13,910	45,750	2,595	6,800	0,543	7,000	**0,000**
	2	28,488	14,740	871,911	29,528	11,780	72,690	1,976	3,917	0,686	4,000	**0,008**
	3	22,712	20,870	78,096	8,837	13,940	46,610	1,867	4,042	0,813	13,000	**0,010**
	4	20,826	18,635	57,611	7,590	13,960	38,110	2,010	4,673	0,787	8,000	**0,021**
Na	1	450,989	223,990	166842,372	408,463	181,000	1292,680	1,854	3,309	0,740	7,000	**0,010**
	2	232,520	199,355	25354,748	159,232	82,330	449,040	1,032	0,749	0,942	4,000	0,666
	3	295,846	239,430	51243,725	226,371	191,840	1040,290	3,458	12,224	0,449	13,000	**0,000**
	4	411,886	240,285	88859,374	298,093	156,200	900,210	0,891	-1,148	0,802	8,000	**0,030**
Al	1	128,943	80,610	21190,585	145,570	57,040	457,960	2,608	6,852	0,528	7,000	**0,000**
	2	154,255	53,705	50034,049	223,683	21,630	487,980	1,937	3,775	0,715	4,000	**0,017**
	3	136,442	113,080	3427,607	58,546	75,110	295,950	1,883	4,067	0,792	13,000	**0,005**
	4	137,059	103,365	7089,855	84,201	55,520	304,000	1,267	1,091	0,871	8,000	0,153

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.74 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	45,137	45,120	2,638	1,624	42,630	47,790	0,107	0,770	0,981	7,000	0,963
	2	46,403	46,645	1,580	1,257	44,730	47,590	-0,898	-0,073	0,946	4,000	0,689
	3	45,838	45,670	1,992	1,411	43,920	48,340	0,189	-1,137	0,947	13,000	0,557
	4	46,391	46,335	0,749	0,865	45,110	47,540	-0,052	-0,939	0,954	8,000	0,752
N	1	1,699	1,710	0,030	0,174	1,440	1,960	-0,010	-0,430	0,994	7,000	0,998
	2	2,155	2,150	0,035	0,187	1,950	2,370	0,111	-2,411	0,971	4,000	0,850
	3	1,782	1,790	0,026	0,163	1,550	2,150	0,654	0,894	0,953	13,000	0,651
	4	2,130	2,145	0,090	0,300	1,720	2,500	-0,109	-2,011	0,894	8,000	0,256
P	1	0,217	0,200	0,003	0,058	0,170	0,310	1,083	-0,753	0,786	7,000	**0,029**
	2	0,238	0,235	0,003	0,059	0,170	0,310	0,233	0,283	0,997	4,000	0,989
	3	0,258	0,260	0,006	0,076	0,150	0,450	1,306	2,760	0,904	13,000	0,154
	4	0,251	0,240	0,004	0,062	0,180	0,370	0,988	0,770	0,938	8,000	0,593
K	1	0,784	0,740	0,012	0,107	0,650	0,950	0,699	-0,659	0,893	7,000	0,291
	2	0,888	0,905	0,014	0,120	0,730	1,010	-0,753	0,343	0,971	4,000	0,850
	3	0,801	0,800	0,004	0,064	0,720	0,920	0,538	-0,172	0,894	13,000	0,111
	4	0,953	0,940	0,008	0,088	0,790	1,060	-0,581	0,408	0,936	8,000	0,571
Ca	1	1,200	1,150	0,007	0,082	1,130	1,340	0,949	-0,516	0,837	7,000	0,093
	2	1,485	1,440	0,020	0,141	1,370	1,690	1,643	3,038	0,838	4,000	0,189
	3	1,448	1,380	0,123	0,350	1,060	2,480	2,276	6,793	0,769	13,000	**0,003**
	4	1,869	1,965	0,352	0,593	1,060	2,720	-0,105	-1,137	0,951	8,000	0,724
Mg	1	0,139	0,130	0,001	0,028	0,090	0,170	-0,566	0,377	0,896	7,000	0,307
	2	0,235	0,245	0,001	0,031	0,190	0,260	-1,597	2,704	0,854	4,000	0,240
	3	0,155	0,150	0,002	0,040	0,100	0,210	0,238	-1,223	0,909	13,000	0,178
	4	0,189	0,215	0,004	0,060	0,090	0,250	-0,891	-0,790	0,854	8,000	0,105

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.75 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
B	1	18,073	15,280	25,958	5,095	13,640	27,210	1,054	0,187	0,860	7,000	0,151
	2	18,683	18,680	9,352	3,058	14,950	22,420	0,005	1,333	0,974	4,000	0,865
	3	15,735	15,640	8,553	2,924	11,510	20,910	0,092	-0,903	0,954	13,000	0,665
	4	17,509	17,845	2,648	1,627	14,660	19,650	-0,559	-0,296	0,956	8,000	0,775
Cu	1	56,920	55,080	104,121	10,204	46,100	77,880	1,657	3,624	0,837	7,000	0,093
	2	51,285	50,935	501,181	22,387	27,910	75,360	0,047	-4,132	0,919	4,000	0,534
	3	63,875	57,970	379,109	19,471	38,580	108,700	1,153	1,089	0,894	13,000	0,110
	4	88,759	87,430	92,319	9,608	77,930	104,010	0,438	-1,290	0,929	8,000	0,504
Fe	1	35,050	30,640	100,551	10,028	27,950	56,350	2,025	4,371	0,735	7,000	**0,009**
	2	35,138	34,230	31,100	5,577	29,800	42,290	0,691	-1,226	0,947	4,000	0,697
	3	44,097	43,810	73,549	8,576	33,090	64,650	1,026	1,614	0,920	13,000	0,252
	4	50,785	47,195	334,969	18,302	33,490	92,050	1,916	4,353	0,799	8,000	**0,028**
Mn	1	31,437	31,890	55,905	7,477	18,240	42,710	-0,476	1,598	0,960	7,000	0,823
	2	41,930	39,355	70,499	8,396	34,960	54,050	1,561	2,690	0,863	4,000	0,271
	3	41,688	39,970	105,377	10,265	28,590	61,890	0,548	-0,369	0,956	13,000	0,691
	4	52,771	49,120	126,936	11,267	40,420	71,460	0,565	-0,959	0,911	8,000	0,363

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.76 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk			
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	18,073	15,280	25,958	5,095	13,640	27,210	1,054	0,187	0,860	7,000	0,151
	2	18,683	18,680	9,352	3,058	14,950	22,420	0,005	1,333	0,974	4,000	0,865
	3	15,735	15,640	8,553	2,924	11,510	20,910	0,092	-0,903	0,954	13,000	0,665
	4	17,509	17,845	2,648	1,627	14,660	19,650	-0,559	-0,296	0,956	8,000	0,775
Cu	1	56,920	55,080	104,121	10,204	46,100	77,880	1,657	3,624	0,837	7,000	0,093
	2	51,285	50,935	501,181	22,387	27,910	75,360	0,047	-4,132	0,919	4,000	0,534
	3	63,875	57,970	379,109	19,471	38,580	108,700	1,153	1,089	0,894	13,000	0,110
	4	88,759	87,430	92,319	9,608	77,930	104,010	0,438	-1,290	0,929	8,000	0,504
Fe	1	35,050	30,640	100,551	10,028	27,950	56,350	2,025	4,371	0,735	7,000	**0,009**
	2	35,138	34,230	31,100	5,577	29,800	42,290	0,691	-1,226	0,947	4,000	0,697
	3	44,097	43,810	73,549	8,576	33,090	64,650	1,026	1,614	0,920	13,000	0,252
	4	50,785	47,195	334,969	18,302	33,490	92,050	1,916	4,353	0,799	8,000	**0,028**
Mn	1	31,437	31,890	55,905	7,477	18,240	42,710	-0,476	1,598	0,960	7,000	0,823
	2	41,930	39,355	70,499	8,396	34,960	54,050	1,561	2,690	0,863	4,000	0,271
	3	41,688	39,970	105,377	10,265	28,590	61,890	0,548	-0,369	0,956	13,000	0,691
	4	52,771	49,120	126,936	11,267	40,420	71,460	0,565	-0,959	0,911	8,000	0,363
Zn	1	32,744	31,980	36,646	6,054	24,840	43,580	0,714	0,976	0,957	7,000	0,796
	2	20,148	20,250	6,894	2,626	16,840	23,250	-0,232	1,391	0,970	4,000	0,840
	3	42,874	39,660	70,447	8,393	33,140	60,650	1,032	0,118	0,884	13,000	0,082
	4	37,708	39,415	19,915	4,463	28,310	41,460	-1,681	2,338	0,788	8,000	**0,021**
Na	1	234,059	229,640	1623,618	40,294	160,020	283,060	-0,902	1,151	0,928	7,000	0,533
	2	145,230	135,810	480,552	21,921	131,530	177,770	1,880	3,557	0,745	4,000	**0,034**
	3	253,203	253,350	1337,115	36,567	186,280	306,480	-0,462	-0,681	0,960	13,000	0,755
	4	197,723	194,620	406,548	20,163	171,950	233,930	0,628	-0,095	0,947	8,000	0,680
Al	1	60,794	54,570	117,507	10,840	50,970	79,860	1,128	-0,011	0,846	7,000	0,113
	2	43,430	45,650	98,385	9,919	29,780	52,640	-1,124	1,128	0,933	4,000	0,613
	3	77,679	74,380	185,767	13,630	61,010	107,190	0,939	0,164	0,905	13,000	0,158
	4	82,645	84,235	56,915	7,544	67,290	91,160	-1,225	1,797	0,916	8,000	0,395

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.77 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en limbo (macro y micronutrientes) en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	2,025	0,132
N	1,567	0,219
P	1,186	0,332
K	1,659	0,198
Ca	2,250	0,104
Mg	3,498	**0,028**
2019		
C	0,844	0,482
N	4,365	**0,012**
P	5,632	**0,004**
K	5,212	**0,006**
Ca	2,685	0,066
Mg	5,452	**0,004**
2020		
C	0,844	0,482
N	4,365	**0,012**
P	0,058	0,981
K	1,085	0,371
Ca	4,385	**0,012**
Mg	2,370	0,092

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	3,001	**0,047**
Cu	2,086	0,124
Fe	3,970	**0,017**
Mn	1,405	0,261
Zn	0,593	0,625
Na	0,305	0,821
2019		
B	2,411	0,088
Cu	1,926	0,148
Fe	5,343	**0,005**
Mn	0,331	0,803
Zn	4,952	**0,007**
Na	2,122	0,120
Al	3,451	0,030
2020		
B	3,541	**0,027**
Cu	2,634	0,069
Fe	1,127	0,355
Mn	0,962	0,424
Zn	2,481	0,082
Na	1,234	0,316
Al	1,289	0,298

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.78 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	46,023	1,644b	0,118	0,801	1,014b	0,168
2	46,350	1,840ab	0,134	0,853	1,153b	0,232
3	46,679	1,820b	0,128	0,802	1,208ab	0,200
4	46,439	2,016a	0,139	0,793	1,541a	0,233
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,149)	SI (0,010)	NO (0,440)	NO (0,902)	SI (0,032)	NO (0,100)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,818	0,118	0,282	0,565	0,513	0,239
1 vs 3	0,105	0,059	0,363	0,982	0,221	0,552
1 vs 4	0,542	**0,001**	0,101	0,918	**0,005**	0,103
2 vs 3	0,766	0,857	0,651	0,537	0,774	0,724
2 vs 4	0,995	0,149	0,758	0,500	0,068	1,000
3 vs 4	0,800	**0,030**	0,318	0,886	**0,032**	0,513

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.79 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018						
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
1	15,911	250,934ab	48,802	72,253b	112,604	501,593a
2	13,715	312,446a	59,901	95,604ab	121,290	520,187a
3	14,601	193,484bc	54,418	107,644a	128,896	508,000a
4	14,485	148,491c	54,822	127,002a	112,911	422,908b
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,639)	SI (0,004)	NO (0,099)	SI (0,025)	NO (0,391)	SI (0,019)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,147	0,122	0,076	0,267	0,578	0,637
1 vs 3	0,239	0,054	0,325	**0,027**	0,164	0,826
1 vs 4	0,251	**0,003**	0,360	**0,003**	0,981	**0,021**
2 vs 3	0,512	**0,002**	0,520	0,524	0,590	0,732
2 vs 4	0,597	**0,000**	0,640	0,130	0,583	**0,016**
3 vs 4	0,912	0,111	0,999	0,195	0,154	**0,004**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.80 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019.

2019						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	45,137	1,697b	0,167	0,747	1,230	0,221
2	46,403	2,153a	0,171	0,669	1,211	0,249
3	45,838	1,780b	0,189	0,700	1,317	0,206
4	46,391	2,129a	0,174	0,821	1,613	0,267
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,286)	SI (0,000)	NO (0,772)	NO (0,078)	NO (0,128)	NO (0,222)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,442	**0,002**	0,909	0,404	0,938	0,512
1 vs 3	0,679	0,404	0,362	0,497	0,637	0,647
1 vs 4	0,286	**0,000**	0,799	0,336	0,067	0,203
2 vs 3	0,880	**0,004**	0,532	0,718	0,637	0,278
2 vs 4	1,000	0,853	0,922	0,101	0,102	0,677
3 vs 4	0,793	**0,001**	0,508	0,076	0,101	0,057

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.81 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019.

2019							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	23,461a	2,718	40,921	38,803b	19,934	450,987	128,943
2	12,093c	3,135	44,115	32,863b	28,489	232,521	154,253
3	20,748ab	3,746	43,294	54,391a	22,713	295,845	136,440
4	19,328b	3,265	44,315	60,845a	20,825	411,886	137,059
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	NO (0,581)	NO (0,212)	SI (0,013)	NO (0,266)	NO (0,795)	NO (0,128)
Contraste	**p-valor**						
1 vs 2	< **0,0001**	0,759	0,797	0,554	0,303	0,235	0,727
1 vs 3	0,090	0,316	0,799	**0,045**	0,652	0,259	0,890
1 vs 4	**0,022**	0,626	0,741	**0,012**	0,896	0,795	0,892
2 vs 3	< **0,0001**	0,623	0,942	**0,024**	0,444	0,703	0,788
2 vs 4	**0,001**	0,922	0,987	**0,007**	0,344	0,317	0,808
3 vs 4	0,345	0,622	0,909	0,372	0,749	0,377	0,991

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.82 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020.

2020						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	45,137	1,697b	0,217	0,785b	1,197b	0,136c
2	46,403	2,153a	0,237	0,886ab	1,484ab	0,236a
3	45,838	1,780b	0,257	0,800b	1,447b	0,153bc
4	46,391	2,129a	0,251	0,950a	1,866a	0,189ab
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,286)	SI (0,000)	NO (0,523)	SI (0,002)	SI (0,027)	SI (0,005)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,442	**0,002**	0,639	0,078	0,239	**0,001**
1 vs 3	0,679	0,404	0,218	0,718	0,171	0,400
1 vs 4	0,286	**0,000**	0,332	**0,001**	**0,002**	**0,026**
2 vs 3	0,880	**0,004**	0,611	0,099	0,869	**0,003**
2 vs 4	1,000	0,853	0,729	0,239	0,111	0,089
3 vs 4	0,793	**0,001**	0,860	**0,001**	**0,021**	0,079

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.83 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020.

2020							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	18,071	56,919b	35,049b	31,437b	32,744b	234,058a	60,795b
2	18,684	51,285b	35,135b	41,925ab	20,146c	145,229c	43,428c
3	15,734	63,873b	44,098ab	41,689b	42,874a	253,202a	77,679a
4	17,508	88,759a	50,783a	52,772a	37,707ab	197,722b	82,643a
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,297)	SI (0,001)	SI (0,024)	SI (0,003)	SI (0,001)	SI (0,001)	SI (0,000)
Contraste	**p-valor**						
1 vs 2	0,769	0,583	0,991	0,099	**0,005**	**0,000**	**0,022**
1 vs 3	0,142	0,367	0,114	**0,034**	**0,003**	0,223	**0,004**
1 vs 4	0,744	**0,001**	**0,016**	**0,000**	0,158	**0,041**	**0,001**
2 vs 3	0,129	0,184	0,196	0,967	**< 0,0001**	**< 0,0001**	**< 0,0001**
2 vs 4	0,565	**0,001**	**0,040**	0,082	**0,000**	**0,014**	**< 0,0001**
3 vs 4	0,242	**0,002**	0,219	**0,018**	0,093	**0,001**	0,340

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

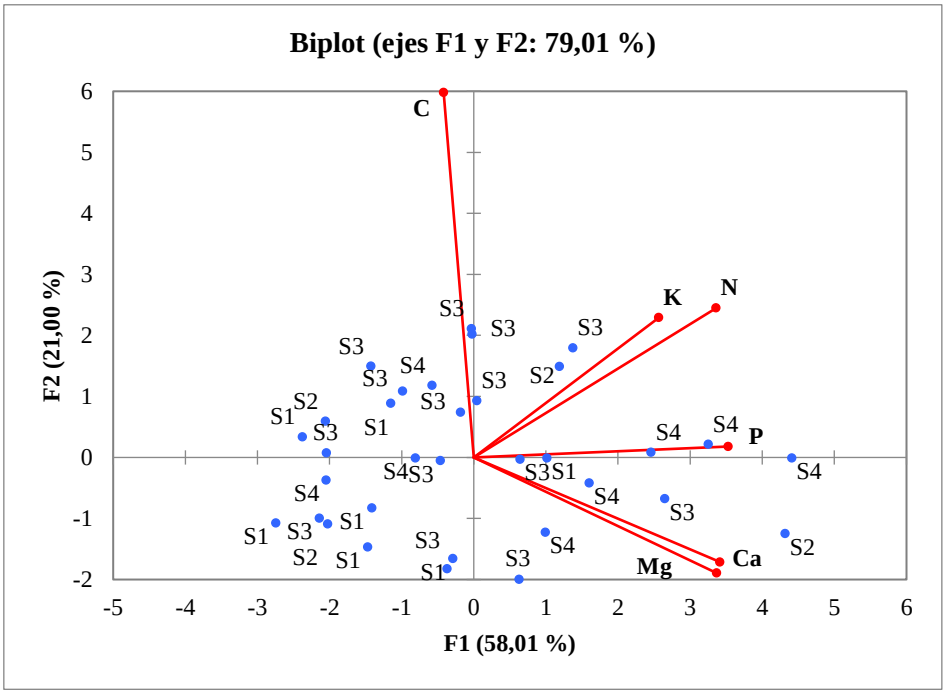


Ilustración IV.32 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

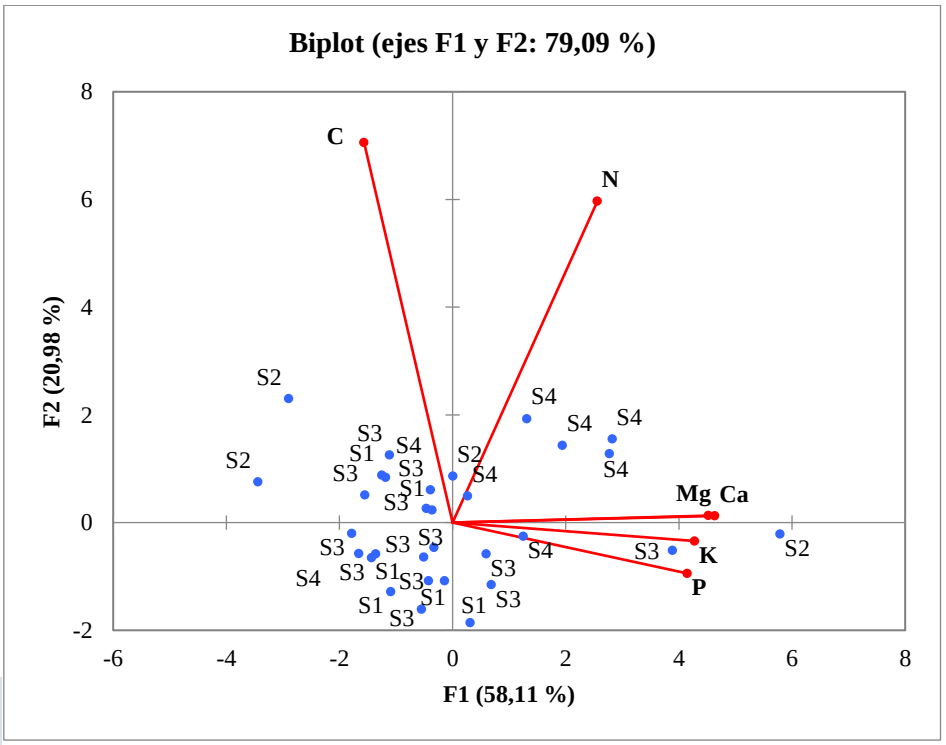


Ilustración IV.33 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

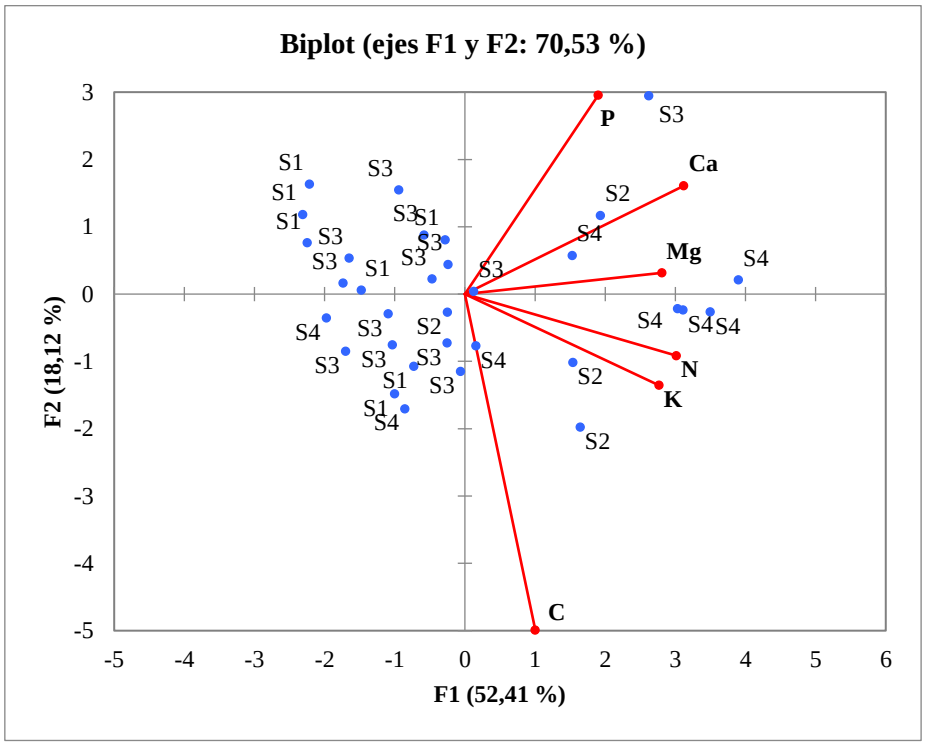


Ilustración IV.34 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

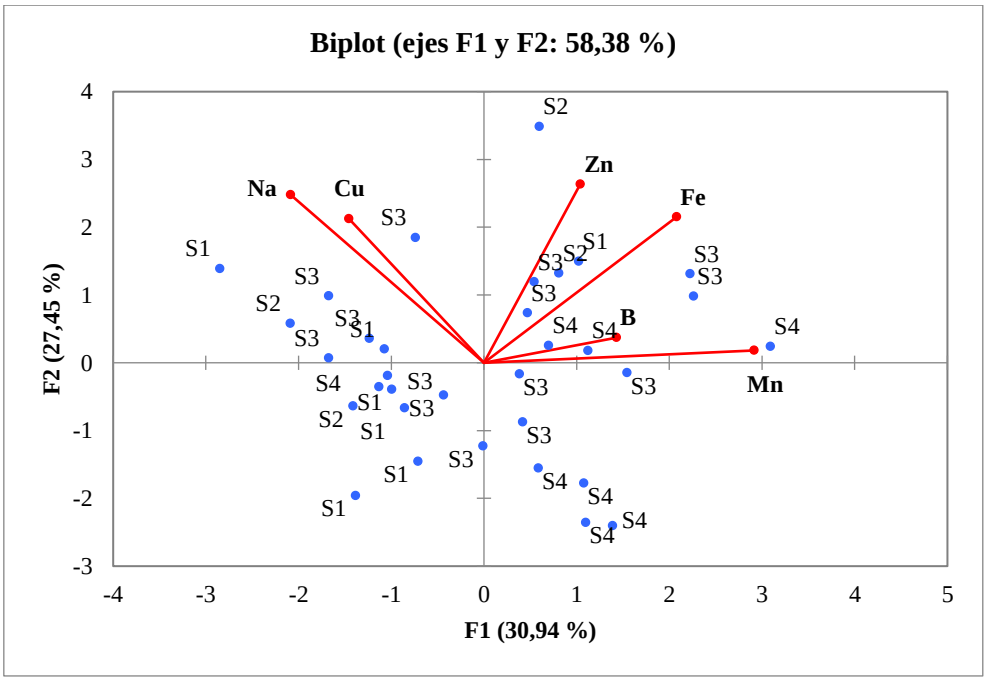


Ilustración IV.35 A nálisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

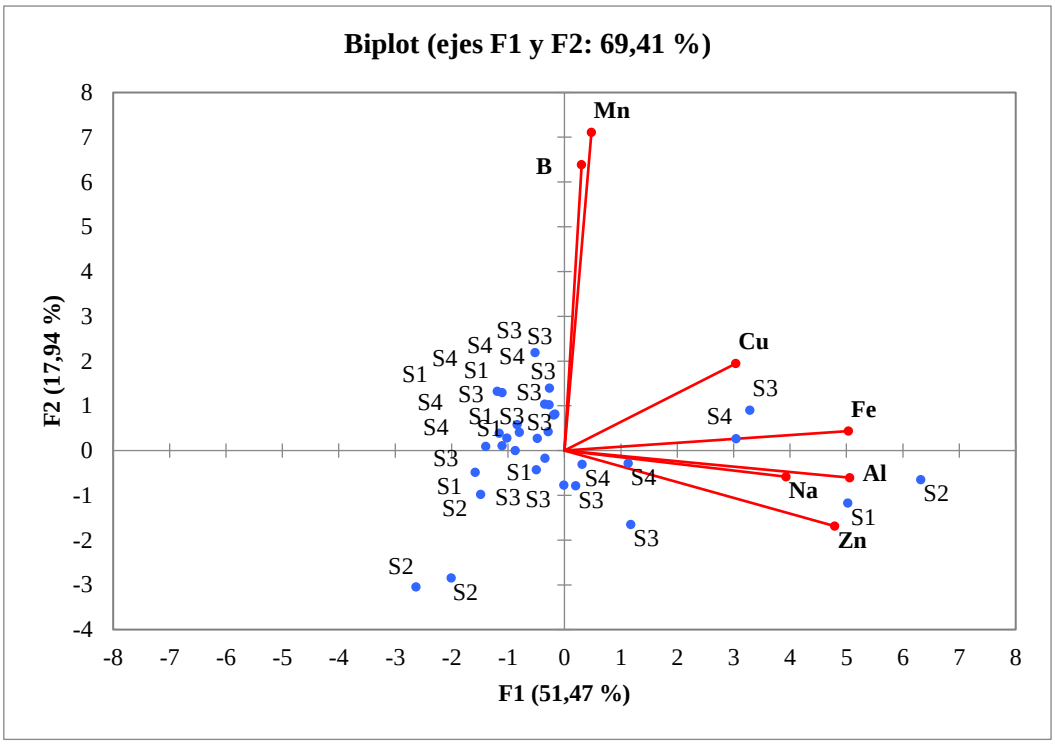


Ilustración IV.36 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

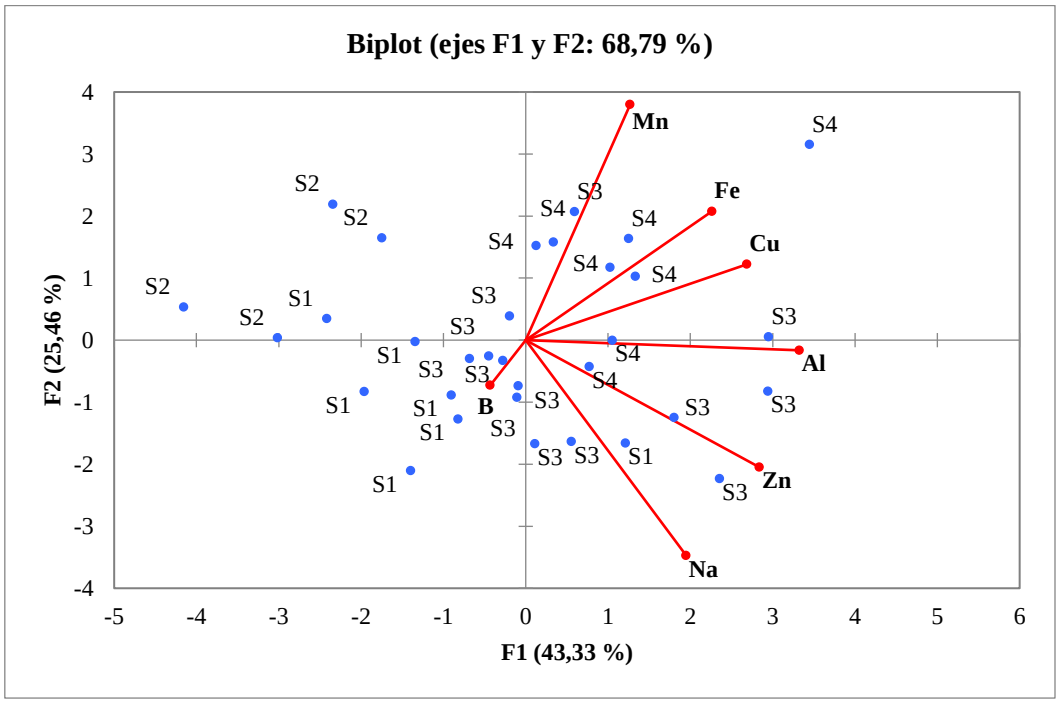


Ilustración IV.37 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.84 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	43,952	43,970	0,209	0,457	43,200	44,330	-1,417	2,184	0,839	5,000	0,162
	2	44,250	44,100	0,206	0,454	43,890	45,040	1,927	4,006	0,772	5,000	**0,047**
	3	43,949	43,985	0,149	0,386	43,400	44,390	-0,275	-1,834	0,897	8,000	0,271
	4	42,967	43,220	0,193	0,439	42,460	43,220	-1,732	0,956	0,750	3,000	**0,000**
	5	43,975	43,910	0,205	0,452	43,010	44,680	-0,427	1,307	0,913	11,000	0,261
N	1	2,182	2,240	0,012	0,110	1,990	2,250	-2,002	4,038	0,708	5,000	**0,012**
	2	2,156	2,170	0,083	0,288	1,810	2,560	0,343	-0,258	0,985	5,000	0,962
	3	1,920	1,885	0,025	0,160	1,700	2,230	0,976	1,457	0,909	8,000	0,349
	4	1,697	1,790	0,035	0,188	1,480	1,820	-1,683	0,874	0,816	3,000	0,152
	5	2,176	2,190	0,021	0,145	1,860	2,410	-0,678	1,582	0,954	11,000	0,695
P	1	0,152	0,140	0,000	0,022	0,140	0,190	2,032	4,151	0,676	5,000	**0,005**
	2	0,146	0,140	0,001	0,037	0,100	0,200	0,476	0,589	0,984	5,000	0,955
	3	0,134	0,135	0,000	0,015	0,110	0,160	0,152	0,658	0,953	8,000	0,741
	4	0,117	0,120	0,000	0,015	0,100	0,130	-0,935	0,652	0,964	3,000	0,637
	5	0,135	0,130	0,001	0,027	0,100	0,200	1,465	3,291	0,880	11,000	0,105
K	1	0,942	0,990	0,014	0,118	0,770	1,070	-0,746	-0,365	0,940	5,000	0,665
	2	0,930	0,880	0,019	0,138	0,770	1,130	0,614	-0,165	0,956	5,000	0,782
	3	0,799	0,810	0,004	0,060	0,680	0,860	-1,132	1,134	0,899	8,000	0,281
	4	0,820	0,840	0,010	0,101	0,710	0,910	-0,852	0,956	0,971	3,000	0,672
	5	0,867	0,860	0,004	0,063	0,790	1,020	1,373	2,762	0,897	11,000	0,171

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.85 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	1	1,508	1,500	0,045	0,211	1,200	1,750	-0,553	0,090	0,972	5,000	0,887
	2	1,242	1,110	0,142	0,377	0,780	1,670	0,106	-2,105	0,911	5,000	0,473
	3	1,344	1,320	0,029	0,172	1,170	1,580	0,278	-1,869	0,866	8,000	0,138
	4	1,263	1,210	0,065	0,254	1,040	1,540	0,902	0,854	0,967	3,000	0,651
	5	1,724	1,700	0,112	0,335	1,220	2,420	0,546	0,848	0,957	11,000	0,738
Mg	1	0,220	0,240	0,002	0,047	0,160	0,270	-0,468	-2,385	0,900	5,000	0,410
	2	0,182	0,180	0,002	0,044	0,140	0,240	0,341	-1,844	0,905	5,000	0,437
	3	0,159	0,140	0,001	0,037	0,130	0,220	1,041	-0,732	0,777	8,000	**0,016**
	4	0,170	0,140	0,004	0,061	0,130	0,240	1,680	-1,253	0,818	3,000	0,157
	5	0,244	0,250	0,002	0,048	0,180	0,320	0,170	-1,011	0,941	11,000	0,530

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.86 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	27,636	27,300	24,375	4,937	22,020	35,430	0,988	1,908	0,934	5,000	0,624
	2	26,996	25,910	55,601	7,457	20,220	38,830	1,172	1,209	0,901	5,000	0,415
	3	31,133	29,370	37,114	6,092	23,140	41,740	0,587	-0,262	0,960	8,000	0,808
	4	31,413	33,440	83,541	9,140	21,430	39,370	-0,949	0,958	0,963	3,000	0,631
	5	26,413	27,070	26,568	5,154	19,350	35,490	0,274	-0,726	0,964	11,000	0,823
Cu	1	180,936	174,010	884,326	29,738	146,960	227,970	1,006	1,974	0,929	5,000	0,589
	2	190,132	205,710	1361,321	36,896	136,030	229,070	-0,796	-0,436	0,932	5,000	0,611
	3	137,189	132,380	1693,773	41,155	90,440	212,980	0,760	0,385	0,934	8,000	0,555
	4	160,957	160,760	550,166	23,456	137,600	184,510	0,038	0,652	1,000	3,000	0,986
	5	129,288	123,870	406,606	20,164	106,560	161,850	0,583	-0,894	0,901	11,000	0,189
Fe	1	85,488	64,290	1552,225	39,398	58,360	153,030	1,832	3,291	0,758	5,000	**0,035**
	2	79,870	59,130	1821,071	42,674	47,000	152,580	1,767	3,131	0,796	5,000	**0,075**
	3	63,081	63,240	178,602	13,364	45,540	90,870	1,195	2,648	0,902	8,000	0,298
	4	55,187	50,030	353,919	18,813	39,490	76,040	1,141	1,256	0,944	3,000	0,542
	5	77,097	55,540	1925,945	43,886	47,530	171,280	1,805	1,853	0,652	11,000	**0,000**
Mn	1	278,392	264,920	13557,234	116,436	116,760	416,800	-0,295	-0,527	0,977	5,000	0,915
	2	240,658	284,210	6748,625	82,150	119,980	305,590	-0,967	-1,019	0,837	5,000	0,157
	3	156,519	145,710	6657,283	81,592	73,720	307,870	1,023	0,272	0,889	8,000	0,231
	4	117,033	120,010	150,046	12,249	103,570	127,520	-1,029	1,852	0,956	3,000	0,595
	5	109,626	89,190	3745,080	61,197	60,570	270,370	2,111	4,839	0,749	11,000	**0,002**

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.87 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Zn	1	107,066	107,040	431,359	20,769	81,920	129,350	-0,105	-2,429	0,920	5,000	0,527
	2	82,730	76,670	111,699	10,569	73,840	98,970	1,140	-0,032	0,850	5,000	0,194
	3	73,795	72,815	58,443	7,645	64,260	86,320	0,500	-0,441	0,932	8,000	0,538
	4	78,317	76,180	238,893	15,456	64,040	94,730	0,610	-0,365	0,986	3,000	0,771
	5	78,707	80,290	89,380	9,454	61,820	92,620	-0,351	-0,646	0,973	11,000	0,919
Na	1	331,998	320,670	5941,882	77,084	249,180	413,660	0,149	-2,894	0,867	5,000	0,253
	2	251,650	269,740	977,874	31,271	199,030	272,240	-1,693	2,572	0,760	5,000	**0,037**
	3	294,051	296,540	734,166	27,095	249,650	330,080	-0,345	-0,835	0,967	8,000	0,874
	4	284,897	285,280	13,469	3,670	281,050	288,360	-0,465	-0,963	0,992	3,000	0,827
	5	260,339	256,810	1330,322	36,474	207,560	318,630	0,240	-0,459	0,948	11,000	0,614

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.88 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	45,167	44,170	9,596	3,098	42,690	48,640	1,298	0,963	0,922	3,000	0,461
	2	46,062	45,860	3,448	1,857	43,570	48,630	0,106	0,676	0,989	5,000	0,977
	3	46,039	46,125	2,070	1,439	44,480	47,920	0,195	-1,700	0,871	8,000	0,154
	4	43,390	43,060	0,565	0,751	42,860	44,250	1,595	0,587	0,855	3,000	0,255
	5	45,933	46,050	2,911	1,706	43,650	48,640	0,145	-1,546	0,921	11,000	0,331
N	1	2,103	2,090	0,003	0,051	2,060	2,160	1,090	1,256	0,949	3,000	0,567
	2	2,164	2,200	0,018	0,136	2,030	2,350	0,293	-1,236	0,887	5,000	0,345
	3	2,084	2,080	0,021	0,144	1,910	2,350	0,672	0,278	0,946	8,000	0,671
	4	1,877	1,770	0,045	0,211	1,740	2,120	1,693	1,254	0,809	3,000	0,136
	5	2,225	2,210	0,024	0,154	2,070	2,530	0,697	-0,411	0,892	11,000	0,145
P	1	0,150	0,160	0,001	0,026	0,120	0,170	-1,458	0,452	0,893	3,000	0,363
	2	0,184	0,170	0,001	0,025	0,160	0,220	0,828	-1,217	0,881	5,000	0,314
	3	0,215	0,205	0,002	0,048	0,170	0,320	1,727	3,842	0,820	8,000	**0,046**
	4	0,143	0,150	0,000	0,021	0,120	0,160	-1,293	0,785	0,923	3,000	0,463
	5	0,177	0,180	0,000	0,016	0,140	0,190	-1,366	1,599	0,809	11,000	**0,012**
K	1	0,677	0,760	0,043	0,208	0,440	0,830	-1,514	0,963	0,880	3,000	0,323
	2	0,840	0,850	0,005	0,072	0,730	0,920	-0,859	0,959	0,962	5,000	0,821
	3	0,799	0,835	0,008	0,092	0,660	0,920	-0,458	-1,139	0,920	8,000	0,428
	4	0,733	0,730	0,000	0,015	0,720	0,750	0,935	0,789	0,964	3,000	0,637
	5	0,777	0,740	0,013	0,115	0,630	0,970	0,691	-0,673	0,910	11,000	0,246

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.89 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	1,770	1,870	0,268	0,517	1,210	2,230	-0,837	-0,142	0,972	3,000	0,679
	2	1,946	1,830	0,086	0,294	1,610	2,260	0,247	-2,629	0,863	5,000	0,238
	3	1,991	1,710	0,283	0,532	1,430	2,940	0,912	-0,515	0,857	8,000	0,112
	4	1,847	1,590	0,213	0,462	1,570	2,380	1,728	0,589	0,769	3,000	**0,041**
	5	2,046	1,980	0,069	0,262	1,560	2,440	-0,221	-0,185	0,958	11,000	0,748
Mg	1	0,293	0,330	0,007	0,081	0,200	0,350	-1,615	0,452	0,848	3,000	0,235
	2	0,352	0,370	0,003	0,053	0,270	0,400	-1,087	0,322	0,902	5,000	0,423
	3	0,315	0,280	0,007	0,085	0,230	0,480	1,155	0,711	0,866	8,000	0,137
	4	0,277	0,270	0,003	0,050	0,230	0,330	0,586	0,425	0,987	3,000	0,780
	5	0,361	0,340	0,003	0,058	0,290	0,460	0,427	-1,319	0,915	11,000	0,276

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.90 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
B	1	10,383	11,510	10,749	3,279	6,690	12,950	-1,364	0,524	0,911	3,000	0,423
	2	13,168	12,210	5,519	2,349	10,740	16,740	0,954	0,274	0,928	5,000	0,582
	3	13,301	13,090	3,547	1,883	10,400	17,130	0,905	2,914	0,883	8,000	0,201
	4	14,350	14,860	8,634	2,938	11,190	17,000	-0,758	1,256	0,977	3,000	0,712
	5	14,373	14,370	3,704	1,924	10,900	17,210	-0,276	-0,478	0,977	11,000	0,948
Cu	1	1,850	1,730	0,068	0,262	1,670	2,150	1,630	1,478	0,842	3,000	0,220
	2	2,138	1,970	0,109	0,330	1,790	2,590	0,617	-1,584	0,906	5,000	0,444
	3	2,263	2,300	0,192	0,439	1,700	2,850	0,033	-1,411	0,931	8,000	0,524
	4	2,580	2,820	0,871	0,933	1,550	3,370	-1,081	1,456	0,950	3,000	0,571
	5	2,351	2,190	1,008	1,004	1,500	5,190	2,594	7,751	0,681	11,000	**0,000**
Fe	1	45,187	26,560	1359,137	36,866	21,350	87,650	1,693	2,548	0,809	3,000	0,135
	2	33,848	28,060	135,233	11,629	26,950	54,340	2,081	4,378	0,685	5,000	**0,007**
	3	33,284	29,495	86,750	9,314	26,350	54,980	2,267	5,372	0,695	8,000	**0,002**
	4	42,657	42,160	299,302	17,300	25,610	60,200	0,129	3,145	0,999	3,000	0,953
	5	48,133	32,310	1286,704	35,871	26,920	139,310	2,174	4,110	0,615	11,000	**0,000**
Mn	1	137,683	129,310	5052,489	71,081	71,160	212,580	0,523	3,658	0,990	3,000	0,805
	2	130,854	148,990	2659,703	51,572	43,530	171,630	-1,701	2,963	0,824	5,000	0,125
	3	77,459	75,120	1729,093	41,582	33,110	161,850	1,187	1,733	0,901	8,000	0,295
	4	95,770	76,380	4074,691	63,833	43,880	167,050	1,241	1,254	0,931	3,000	0,492
	5	64,511	48,050	2347,873	48,455	26,950	195,780	2,325	5,917	0,719	11,000	**0,001**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.91 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Zn	1	24,427	25,310	3,458	1,860	22,290	25,680	-1,655	5,789	0,831	3,000	0,190
	2	22,686	22,080	3,968	1,992	21,010	26,070	1,709	3,169	0,833	5,000	0,146
	3	23,958	24,260	8,718	2,953	19,970	28,400	0,076	-1,399	0,937	8,000	0,578
	4	17,707	16,360	6,244	2,499	16,170	20,590	1,721	2,514	0,782	3,000	0,073
	5	21,414	20,830	20,054	4,478	17,130	32,740	1,715	3,756	0,828	11,000	**0,022**
Na	1	297,273	205,590	28593,372	169,096	193,820	492,410	1,723	0,145	0,780	3,000	0,066
	2	182,456	177,550	465,393	21,573	154,700	213,080	0,316	0,556	0,977	5,000	0,919
	3	179,000	188,075	1700,014	41,231	90,540	225,160	-1,578	3,027	0,860	8,000	0,120
	4	161,417	176,030	667,313	25,832	131,590	176,630	-1,731	1,458	0,760	3,000	**0,022**
	5	261,036	153,940	55464,033	235,508	130,610	784,300	1,933	2,262	0,574	11,000	**0,000**
Al	1	40,553	40,590	232,716	15,255	25,280	55,790	-0,011	1,456	1,000	3,000	0,996
	2	53,224	50,970	48,645	6,975	47,710	64,670	1,462	1,929	0,848	5,000	0,189
	3	58,364	32,833	5,730	46,020	62,990	-1,728	2,838	2,548	0,787	8,000	**0,021**
	4	38,457	38,100	39,471	6,283	32,360	44,910	0,255	2,632	0,998	3,000	0,906
	5	46,211	46,820	109,304	10,455	32,720	72,180	1,436	3,639	0,864	11,000	0,065

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.92 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	46,5940	46,5500	0,246	0,49581	46,12	47,31	0,656	-0,722	0,923	5	0,549
	2	47,1560	47,2900	0,188	0,43322	46,43	47,48	-1,616	2,606	0,820	5	0,117
	3	47,2238	47,4150	0,326	0,57079	46,06	47,78	-1,427	1,730	0,855	8	0,108
	4	46,0933	46,1800	0,025	0,15885	45,91	46,19	-1,724	0,987	0,777	3	0,060
	5	46,4709	46,5700	0,371	0,60909	45,02	47,27	-1,298	2,483	0,903	11	0,200
N	1	2,2300	2,3300	0,047	0,21622	1,96	2,45	-0,501	-2,598	0,879	5	0,303
	2	2,3340	2,2600	0,231	0,48107	1,78	3,05	0,687	0,469	0,976	5	0,909
	3	2,2663	2,2250	0,066	0,25685	1,97	2,64	0,422	-1,404	0,920	8	0,428
	4	1,9600	0,268	0,51811	1,73	2,72	1,356	0,456	0,945	0,913	3	0,427
	5	2,4100	2,4200	0,027	0,16565	2,17	2,67	0,245	-1,095	0,944	11	0,570
P	1	0,1980	0,2000	0,001	0,02490	0,16	0,23	-0,596	2,190	0,873	5	0,278
	2	0,2300	0,2300	0,000	0,01871	0,21	0,26	1,145	2,000	0,908	5	0,453
	3	0,1888	0,002	0,04643	0,10	0,24	-0,968	0,575	0,245	0,913	8	0,375
	4	0,2200	0,1900	0,004	0,06083	0,18	0,29	1,680	1,256	0,818	3	0,157
	5	0,1845	0,1800	0,001	0,02339	0,15	0,22	-0,044	-0,879	0,921	11	0,328
K	1	0,9380	0,9700	0,016	0,12834	0,74	1,06	-1,034	0,463	0,922	5	0,544
	2	1,1100	1,0800	0,009	0,09354	1,04	1,27	1,787	3,317	0,800	5	0,081
	3	0,9250	0,9950	0,038	0,19376	0,51	1,12	-1,631	2,824	0,841	8	0,077
	4	0,9033	0,9400	0,025	0,15822	0,73	1,04	-0,987	1,854	0,960	3	0,614
	5	0,9245	0,8600	0,014	0,11708	0,82	1,12	0,700	-1,354	0,818	11	**0,016**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.93 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	1,8180	1,8600	0,040	0,20105	1,48	2,00	-1,595	2,948	0,857	5	0,216
	2	1,5300	1,5900	0,039	0,19812	1,22	1,75	-0,993	1,443	0,937	5	0,648
	3	1,7850	1,7500	0,380	0,61681	1,09	2,63	0,136	-1,986	0,888	8	0,223
	4	1,8333	2,0400	0,392	0,62613	1,13	2,33	-1,324	2,148	0,918	3	0,446
	5	2,0400	2,1100	0,104	0,32314	1,24	2,38	-1,597	3,238	0,860	11	0,058
Mg	1	0,2880	0,2800	0,001	0,03701	0,25	0,34	0,607	-1,174	0,943	5	0,687
	2	0,2520	0,2500	0,005	0,07085	0,15	0,34	-0,393	0,459	0,987	5	0,967
	3	0,2700	0,2850	0,009	0,09577	0,15	0,43	0,304	-0,638	0,944	8	0,651
	4	0,2667	0,2900	0,011	0,10693	0,15	0,36	-0,935	0,985	0,964	3	0,637
	5	0,2964	0,3000	0,004	0,06265	0,15	0,38	-1,107	2,199	0,913	11	0,266

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.94 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	17,5180	5,121	2,26292	15,55	20,82	0,903	-1,025	-1,845	0,876	5	0,292
	2	17,4620	16,4400	4,571	2,13810	15,41	19,96	0,497	-3,035	0,833	5	0,146
	3	16,0450	14,4800	15,343	3,91707	11,57	21,60	0,523	-1,623	0,881	8	0,193
	4	20,1567	18,0200	26,320	5,13032	16,44	26,01	1,549	0,945	0,870	3	0,295
	5	21,2364	22,6500	22,103	4,70140	11,80	29,37	-0,429	0,711	0,950	11	0,643
Cu	1	58,3920	52,0900	90,617	9,51928	50,30	69,38	0,591	-3,238	0,759	5	**0,036**
	2	42,8440	42,3800	101,960	10,09753	30,37	53,00	-0,115	-2,342	0,899	5	0,406
	3	43,6175	44,7950	108,775	10,42955	29,78	62,83	0,568	0,555	0,956	8	0,774
	4	58,3733	58,5100	387,907	19,69536	38,61	78,00	-0,031	0,548	1,000	3	0,989
	5	57,8909	59,4100	239,563	15,47781	39,46	89,76	0,600	0,217	0,929	11	0,400
Fe	1	60,4020	48,0600	1118,145	33,43868	27,17	102,92	0,498	-2,486	0,891	5	0,363
	2	43,7360	38,1500	159,008	12,60984	32,36	61,27	0,748	-1,751	0,878	5	0,302
	3	42,4950	40,6900	221,057	14,86798	25,37	71,47	0,944	1,080	0,937	8	0,581
	4	35,4700	35,5400	68,811	8,29522	27,14	43,73	-0,038	1,023	1,000	3	0,986
	5	69,7191	50,1400	1825,647	42,72760	28,90	158,48	1,387	0,764	0,801	11	**0,010**
Mn	1	114,4460	119,9500	2408,855	49,08008	42,41	160,59	-0,739	-0,473	0,919	5	0,525
	2	100,2740	99,3300	741,042	27,22209	70,96	129,25	0,032	-2,890	0,873	5	0,280
	3	61,8100	54,9950	1153,286	33,96006	19,22	123,00	0,762	0,036	0,952	8	0,731
	4	48,3167	44,3200	245,611	15,67199	35,03	65,60	1,073	0,945	0,951	3	0,575
	5	80,6891	52,3200	3153,392	56,15507	28,32	197,28	1,201	0,444	0,839	11	**0,031**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.95 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en limbos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Zn	1	34,7580	31,8900	118,047	10,86494	22,00	47,02	0,158	-2,422	0,911	5	0,475
	2	30,4520	31,9600	57,909	7,60980	19,67	39,85	-0,401	0,062	0,986	5	0,963
	3	24,8775	21,4750	70,887	8,41946	17,29	41,39	1,228	0,846	0,861	8	0,123
	4	25,1633	23,7300	28,894	5,37529	20,65	31,11	1,115	0,963	0,947	3	0,555
	5	31,4864	33,4900	53,378	7,30603	18,17	39,61	-0,589	-0,997	0,911	11	0,248
Na	1	152,3140	141,2100	2065,635	45,44925	93,09	205,01	-0,073	-1,474	0,947	5	0,716
	2	133,3560	142,7900	253,786	15,93067	112,62	147,63	-0,666	-2,573	0,832	5	0,144
	3	121,1388	117,0500	379,914	19,49138	101,20	152,34	0,735	-0,825	0,888	8	0,225
	4	118,7300	120,0300	741,652	27,23328	90,87	145,29	-0,214	0,945	0,998	3	0,921
	5	134,5791	113,0100	1794,033	42,35603	78,37	199,93	0,442	-1,450	0,897	11	0,172
Al	1	65,6160	59,2400	141,981	11,91559	54,09	80,36	0,551	-2,795	0,847	5	0,186
	2	60,3880	66,8200	220,307	14,84273	34,05	69,28	-2,148	4,676	0,669	5	**0,004**
	3	55,0125	54,7000	197,489	14,05308	35,82	75,46	0,197	-1,069	0,961	8	0,818
	4	51,9067	51,1800	48,144	6,93860	45,36	59,18	0,466	-1,458	0,992	3	0,827
	5	50,8545	48,2800	172,689	13,14111	32,65	69,33	0,212	-1,272	0,923	11	0,343

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.96 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en limbo (macro y micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	0,022	0,999
N	1,288	0,299
P	0,962	0,444
K	2,330	0,081
Ca	0,996	0,427
Mg	0,430	0,785
2019		
C	1,960	0,132
N	1,256	0,313
P	1,100	0,378
K	3,355	**0,025**
Ca	2,561	0,063
Mg	1,012	0,420
2020		
C	0,638	0,640
N	3,126	**0,031**
P	3,193	**0,029**
K	0,785	0,545
Ca	5,321	**0,003**
Mg	1,255	0,312

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	0,616	0,655
Cu	1,022	0,414
Fe	1,473	0,238
Mn	1,798	0,158
Zn	2,655	0,055
Na	5,441	**0,002**
2019		
B	0,777	0,551
Cu	0,667	0,621
Fe	2,236	0,094
Mn	0,367	0,830
Zn	0,827	0,521
Na	3,887	**0,014**
Al	0,627	0,647
2020		
B	1,333	0,283
Cu	0,755	0,563
Fe	3,707	**0,016**
Mn	1,931	0,134
Zn	0,909	0,473
Na	3,630	**0,017**
Al	0,495	0,740

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.97 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018.

2018						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	43,952a	2,182a	0,153	0,943a	1,505ab	0,218ab
2	44,250a	2,153a	0,148	0,930a	1,242b	0,181bc
3	43,948a	1,918b	0,134	0,800b	1,343b	0,157c
4	42,966b	1,694b	0,116	0,817ab	1,261b	0,172bc
5	43,975a	2,175a	0,135	0,866ab	1,724a	0,244a
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,017)	SI (0,008)	NO (0,168)	SI (0,043)	SI (0,015)	SI (0,007)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,290	0,797	0,771	0,820	0,157	0,215
1 vs 3	0,990	**0,014**	0,196	**0,009**	0,328	**0,028**
1 vs 4	**0,005**	**0,001**	0,054	0,063	0,252	0,174
1 vs 5	0,921	0,939	0,191	0,121	0,167	0,308
2 vs 3	0,236	**0,027**	0,326	**0,016**	0,540	0,367
2 vs 4	**0,000**	**0,001**	0,090	0,093	0,927	0,769
2 vs 5	0,254	0,822	0,327	0,194	**0,004**	**0,018**
3 vs 4	**0,003**	0,071	0,301	0,785	0,676	0,654
3 vs 5	0,896	**0,004**	0,947	0,123	**0,008**	**0,000**
4 vs 5	**0,001**	**0,000**	0,263	0,403	**0,019**	**0,022**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: ELEMENTOS EN LIMBOS (macro y micronutrientes)

Tabla IV.98 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en Ribadulla, 2018.

2018						
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
1	27,634	180,936a	85,488	278,391a	107,065a	331,997
2	26,997	190,131a	79,871	240,658ab	82,729b	251,648
3	31,133	137,188b	63,081	156,520bc	73,794b	294,050
4	31,413	160,953ab	55,183	117,035c	78,316b	284,896
5	26,413	129,288b	77,097	109,625c	78,706b	260,340
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,448)	SI (0,004)	NO (0,535)	SI (0,015)	SI (0,001)	NO (0,073)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,871	0,643	0,806	0,453	**0,004**	0,065
1 vs 3	0,325	**0,020**	0,283	**0,011**	**< 0,0001**	0,119
1 vs 4	0,406	0,386	0,257	**0,000**	**0,003**	0,130
1 vs 5	0,714	**0,005**	0,668	**0,009**	**0,000**	0,113
2 vs 3	0,247	**0,006**	0,419	0,070	0,206	0,083
2 vs 4	0,332	0,209	0,354	**0,040**	0,622	0,281
2 vs 5	0,861	**0,001**	0,887	**0,004**	0,543	0,700
3 vs 4	0,947	0,268	0,747	0,463	0,586	0,746
3 vs 5	0,109	0,588	0,408	0,208	0,390	0,091
4 vs 5	0,221	0,129	0,356	0,886	0,961	0,370

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.99 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en Ribadulla, 2019.

2019						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	45,167	2,101a	0,148b	0,676	1,772	0,295
2	46,062	2,163a	0,184ab	0,840	1,946	0,352
3	46,039	2,086a	0,216a	0,798	1,990	0,315
4	43,390	1,875b	0,145b	0,733	1,846	0,276
5	45,933	2,222a	0,177b	0,778	2,047	0,360
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,225)	SI (0,019)	SI (0,007)	NO (0,317)	NO (0,772)	NO (0,233)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,493	0,575	0,116	0,051	0,174	0,262
1 vs 3	0,472	0,883	**0,003**	0,112	0,217	0,671
1 vs 4	0,229	0,077	0,920	0,527	0,074	0,722
1 vs 5	0,511	0,225	0,152	0,167	0,274	0,154
2 vs 3	0,982	0,375	0,085	0,508	0,043	0,347
2 vs 4	0,348	**0,014**	0,094	0,194	0,101	0,134
2 vs 5	0,893	0,470	0,680	0,300	0,100	0,827
3 vs 4	0,136	**0,048**	**0,002**	0,390	0,144	0,395
3 vs 5	0,898	0,061	**0,013**	0,689	0,057	0,164
4 vs 5	0,236	**0,002**	0,121	0,541	0,201	0,066

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC

Tabla IV.100 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2019.

2019							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	10,383	1,848	45,186	137,683	24,427a	297,274	40,553bc
2	13,168	2,139	33,849	130,854	22,687ab	182,456	53,222ab
3	13,300	2,263	33,282	77,457	23,957a	179,000	58,363a
4	14,350	2,579	42,658	95,765	17,706b	161,420	38,455c
5	14,373	2,351	48,134	64,510	21,414ab	261,038	46,212bc
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,116)	NO (0,606)	NO (0,569)	NO (0,131)	SI (0,039)	NO (0,224)	SI (0,009)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,098	0,596	0,561	1,000	0,496	0,330	0,068
1 vs 3	0,063	0,416	0,510	0,422	0,842	0,280	**0,008**
1 vs 4	0,138	0,239	0,907	0,848	**0,025**	0,303	0,780
1 vs 5	0,211	0,308	0,865	0,208	0,192	0,728	0,348
2 vs 3	0,917	0,772	0,970	0,372	0,524	0,970	0,330
2 vs 4	0,472	0,424	0,651	0,876	0,059	0,857	**0,035**
2 vs 5	0,323	0,601	0,324	0,142	0,500	0,366	0,165
3 vs 4	0,490	0,535	0,604	0,983	**0,013**	0,871	**0,003**
3 vs 5	0,307	0,800	0,236	0,981	0,125	0,275	**0,008**
4 vs 5	0,988	0,641	0,752	0,876	0,111	0,343	0,202

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.101 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020.

2020						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	46,594bc	2,228	0,199	0,938	1,820	0,288
2	47,156ab	2,331	0,230	1,108	1,530	0,254
3	47,223a	2,266	0,189	0,926	1,785	0,271
4	46,093c	2,134	0,219	0,902	1,834	0,264
5	46,470c	2,408	0,186	0,926	2,039	0,298
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,009)	NO (0,594)	NO (0,129)	NO (0,119)	NO (0,285)	NO (0,823)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,109	0,589	0,611	0,350	0,810	0,474
1 vs 3	**0,049**	0,825	0,983	1,000	1,000	0,688
1 vs 4	0,212	0,666	0,927	0,997	1,000	0,662
1 vs 5	0,674	0,270	0,946	1,000	0,870	0,815
2 vs 3	0,826	0,705	0,238	0,195	0,824	0,692
2 vs 4	**0,012**	0,371	0,992	0,302	0,859	0,853
2 vs 5	**0,025**	0,632	0,140	0,158	0,196	0,286
3 vs 4	**0,004**	0,516	0,682	0,999	1,000	0,894
3 vs 5	**0,005**	0,311	1,000	1,000	0,695	0,447
4 vs 5	0,290	0,167	0,563	0,999	0,943	0,496

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.102 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en limbo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020.

2020							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	17,518	58,393	60,400	114,445	34,758	152,315	65,616
2	17,460	42,844	43,737	100,274	30,451	133,356	60,387
3	16,047	43,619	42,493	61,810	24,876	121,138	55,012
4	20,161	58,371	35,469	48,316	25,163	118,732	51,907
5	21,237	57,892	69,719	80,687	31,485	134,579	50,855
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,076)	NO (0,082)	NO (0,227)	NO (0,133)	NO (0,214)	NO (0,524)	NO (0,283)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	1,000	0,073	0,395	0,986	0,917	0,387	0,969
1 vs 3	0,964	0,060	0,312	0,253	0,238	0,120	0,623
1 vs 4	0,888	0,998	0,272	0,271	0,502	0,188	0,615
1 vs 5	0,423	0,944	0,575	0,623	0,944	0,343	0,256
2 vs 3	0,969	0,919	0,943	0,555	0,751	0,535	0,951
2 vs 4	0,880	0,119	0,713	0,504	0,898	0,562	0,900
2 vs 5	0,408	**0,044**	0,125	0,922	0,999	0,947	0,666
3 vs 4	0,546	0,110	0,736	0,991	1,000	0,918	0,997
3 vs 5	0,061	**0,028**	0,065	0,887	0,424	0,403	0,959
4 vs 5	0,993	0,956	0,096	0,792	0,756	0,481	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

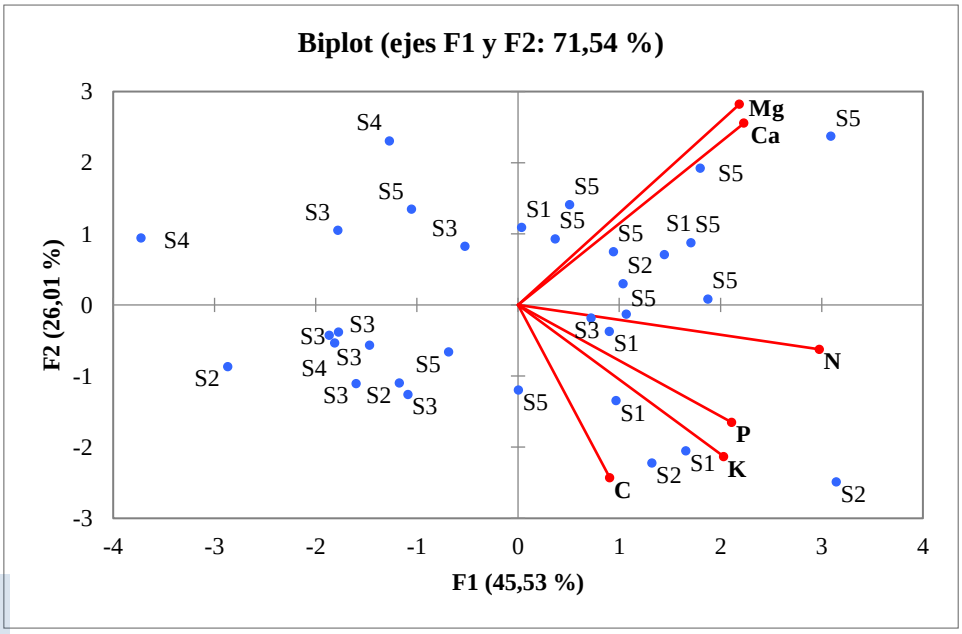


Ilustración IV.38 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

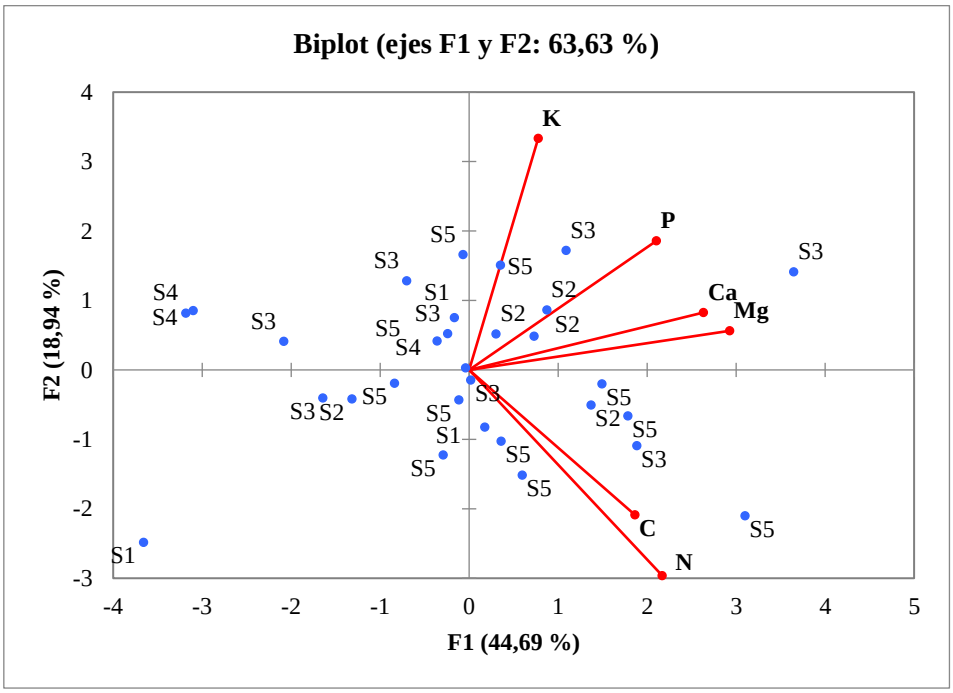


Ilustración IV.39 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

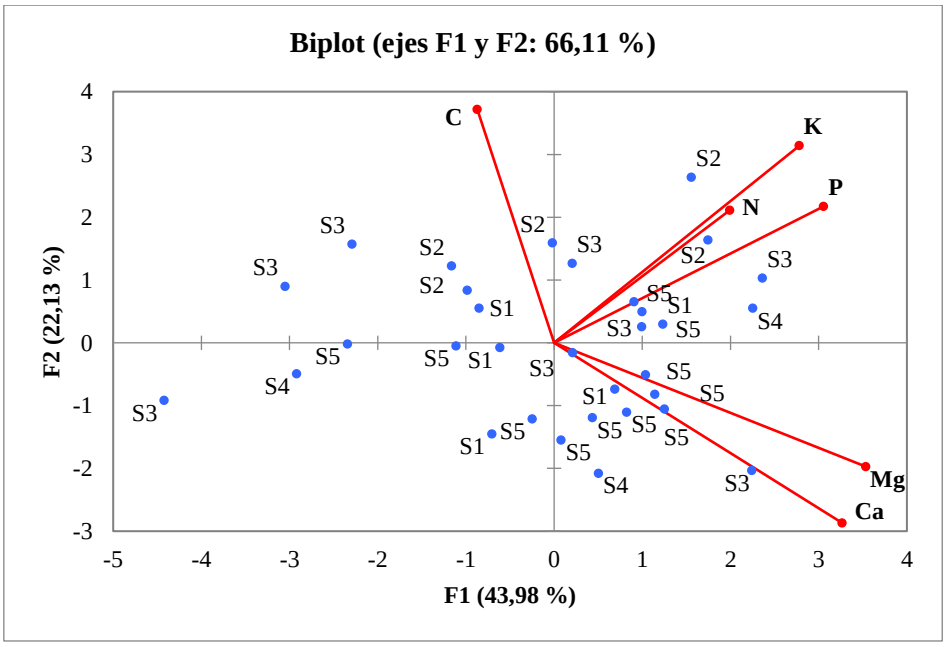


Ilustración IV.40 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

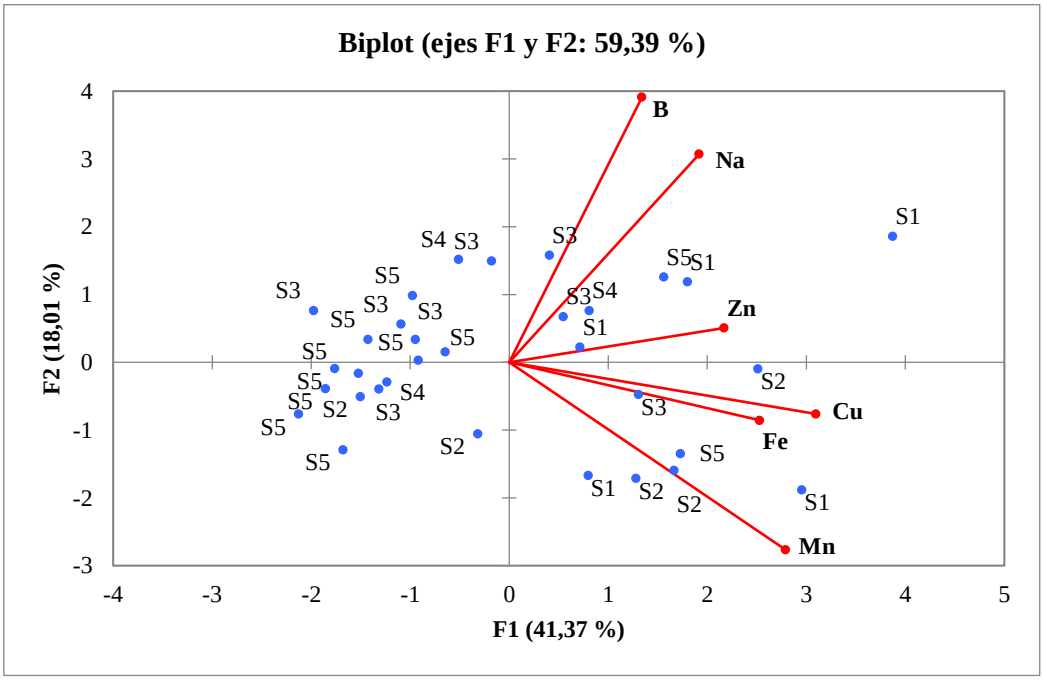


Ilustración IV.41 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

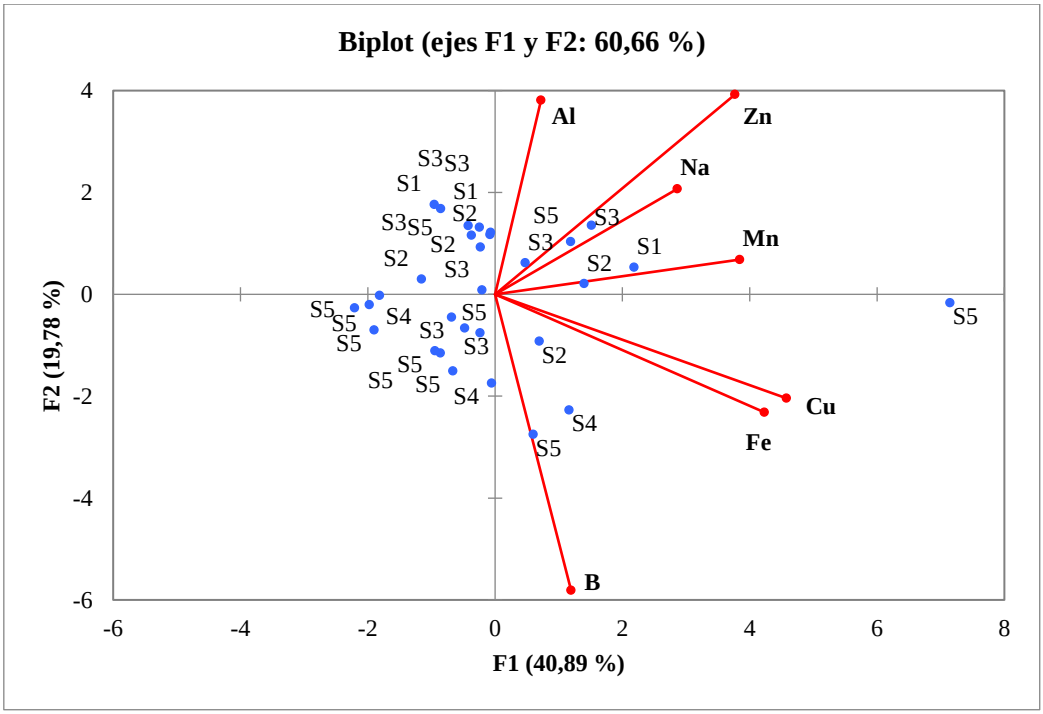


Ilustración IV.42 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

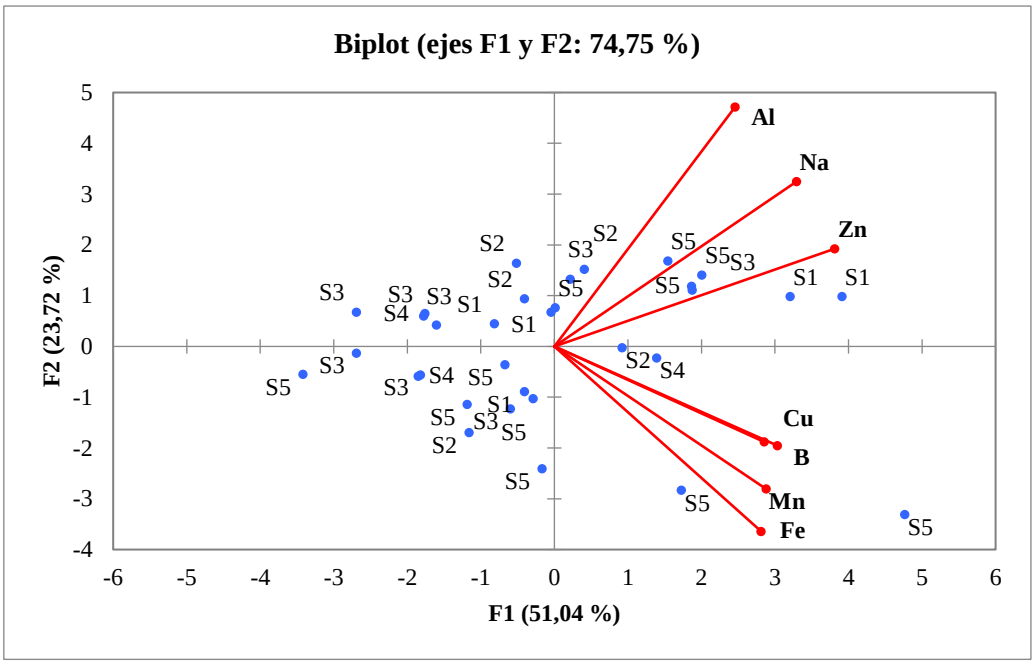


Ilustración IV.43 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en limbos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.103 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	42,550	42,580	0,798	0,893	41,660	43,830	0,555	-0,700	0,929	5,000	0,590
	2	42,325	42,360	0,926	0,962	40,690	43,630	-0,524	-0,351	0,931	11,000	0,426
	3	39,743	39,500	3,150	1,775	37,320	42,480	0,556	-0,557	0,927	9,000	0,458
	4	40,469	39,440	4,284	2,070	38,360	43,370	0,527	-1,836	0,870	7,000	0,187
N	1	0,576	0,590	0,004	0,062	0,490	0,660	-0,096	0,720	0,969	5,000	0,870
	2	0,674	0,670	0,004	0,063	0,570	0,760	-0,260	-0,728	0,933	11,000	0,441
	3	0,651	0,650	0,003	0,051	0,570	0,750	0,459	1,091	0,971	9,000	0,907
	4	0,613	0,610	0,001	0,032	0,560	0,660	-0,191	0,541	0,972	7,000	0,909
P	1	0,070	0,070	0,000	0,007	0,060	0,080	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	2	0,085	0,080	0,001	0,033	0,050	0,170	1,943	4,795	0,812	11,000	**0,013**
	3	0,083	0,080	0,001	0,025	0,060	0,140	1,611	3,003	0,844	9,000	0,065
	4	0,063	0,060	0,000	0,014	0,050	0,090	1,424	2,321	0,840	7,000	0,099
K	1	1,556	1,570	0,583	0,764	0,740	2,640	0,500	-0,717	0,955	5,000	0,770
	2	1,905	1,670	0,852	0,923	0,630	3,700	0,708	-0,031	0,953	11,000	0,679
	3	1,633	1,540	0,284	0,533	0,910	2,460	0,171	-1,212	0,960	9,000	0,803
	4	1,163	1,140	0,177	0,421	0,650	1,800	0,488	-0,928	0,943	7,000	0,662
Ca	1	1,150	1,170	0,035	0,187	0,960	1,410	0,405	-1,054	0,927	5,000	0,574
	2	1,166	1,110	0,025	0,158	0,930	1,440	0,734	-0,003	0,902	11,000	0,195
	3	0,997	0,990	0,015	0,123	0,850	1,200	0,539	-0,969	0,932	9,000	0,504
	4	1,176	1,170	0,006	0,076	1,090	1,320	1,221	1,710	0,904	7,000	0,353
Mg	1	0,482	0,500	0,007	0,082	0,370	0,590	-0,143	0,106	0,983	5,000	0,948
	2	0,497	0,480	0,007	0,082	0,400	0,640	0,391	-1,059	0,932	11,000	0,437
	3	0,469	0,440	0,033	0,180	0,200	0,730	0,106	-1,133	0,963	9,000	0,825
	4	0,656	0,580	0,036	0,189	0,440	0,940	0,699	-1,082	0,902	7,000	0,345

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.104 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	19,158	19,130	1,010	1,005	17,770	20,600	0,133	1,855	0,933	5,000	0,618
	2	21,450	21,300	3,567	1,889	18,270	24,770	0,536	0,483	0,923	11,000	0,346
	3	19,340	19,250	1,772	1,331	17,500	21,230	0,316	-1,400	0,911	9,000	0,323
	4	18,361	18,140	1,448	1,203	17,020	20,740	1,385	2,575	0,889	7,000	0,268
Cu	1	54,482	54,090	9,321	3,053	50,660	58,720	0,294	-0,138	0,993	5,000	0,990
	2	52,240	51,940	55,885	7,476	42,640	68,690	0,948	1,083	0,931	11,000	0,426
	3	53,136	51,780	57,182	7,562	42,770	65,750	0,563	-0,398	0,948	9,000	0,668
	4	52,006	51,390	73,793	8,590	36,560	64,400	-0,596	1,593	0,954	7,000	0,769
Fe	1	23,532	21,780	25,948	5,094	18,410	30,630	0,661	-1,451	0,925	5,000	0,561
	2	23,467	21,110	67,924	8,242	13,110	38,480	0,506	-0,748	0,940	11,000	0,523
	3	18,929	19,800	25,103	5,010	9,460	25,780	-0,652	0,344	0,970	9,000	0,893
	4	20,596	18,930	108,607	10,421	11,270	40,840	1,350	1,886	0,861	7,000	0,154
Mn	1	465,954	500,570	13260,561	115,155	331,070	615,610	0,045	-1,447	0,940	5,000	0,667
	2	332,784	343,860	11114,613	105,426	181,950	549,920	0,460	0,841	0,947	11,000	0,603
	3	423,223	434,650	18086,511	134,486	209,230	623,190	0,018	-0,849	0,971	9,000	0,900
	4	360,276	356,770	17724,022	133,132	207,660	609,440	1,007	1,529	0,916	7,000	0,437
Zn	1	36,384	33,190	98,360	9,918	25,550	51,950	1,031	1,422	0,933	5,000	0,618
	2	60,957	66,030	163,876	12,801	33,540	72,970	-1,188	0,705	0,865	11,000	0,066
	3	68,019	68,730	289,648	17,019	36,890	91,840	-0,584	-0,027	0,972	9,000	0,908
	4	70,070	70,750	90,091	9,492	57,250	82,800	-0,045	-1,296	0,962	7,000	0,836
Na	1	868,302	859,460	3582,578	59,855	809,430	965,820	1,319	2,129	0,904	5,000	0,430
	2	1149,373	1107,760	26720,995	163,466	916,720	1470,240	0,649	-0,007	0,955	11,000	0,703
	3	1012,197	1050,340	40815,632	202,029	683,410	1296,440	-0,323	-0,991	0,950	9,000	0,686
	4	909,377	924,070	7364,687	85,818	808,650	1041,140	0,265	-1,263	0,921	7,000	0,476

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.105 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	38,808	38,690	0,450	0,670	38,110	39,720	0,484	-1,556	0,942	5,000	0,683
	2	39,514	39,590	0,253	0,503	38,750	40,170	-0,134	-1,441	0,933	11,000	0,441
	3	40,086	40,460	0,613	0,783	38,890	41,070	-0,488	-1,309	0,915	9,000	0,356
	4	40,044	40,080	0,150	0,387	39,480	40,700	0,363	0,697	0,975	7,000	0,931
N	1	0,584	0,570	0,002	0,046	0,540	0,650	0,781	-0,906	0,922	5,000	0,544
	2	0,624	0,610	0,004	0,065	0,530	0,720	0,150	-1,245	0,932	11,000	0,435
	3	0,702	0,710	0,002	0,043	0,620	0,770	-0,607	1,150	0,940	9,000	0,577
	4	0,676	0,680	0,005	0,071	0,590	0,760	0,050	-1,921	0,898	7,000	0,320
P	1	0,132	0,120	0,002	0,048	0,070	0,190	-0,003	-1,397	0,957	5,000	0,787
	2	0,187	0,200	0,002	0,050	0,120	0,260	0,079	-1,544	0,930	11,000	0,415
	3	0,177	0,150	0,010	0,099	0,060	0,330	0,607	-1,279	0,894	9,000	0,218
	4	0,083	0,080	0,001	0,024	0,060	0,120	0,802	-0,861	0,871	7,000	0,188
K	1	1,466	1,310	0,127	0,356	1,050	1,840	0,215	-2,529	0,852	5,000	0,200
	2	1,182	1,040	0,140	0,375	0,680	1,840	0,777	-0,412	0,904	11,000	0,204
	3	1,376	1,290	0,151	0,389	0,920	1,870	0,134	-2,010	0,875	9,000	0,137
	4	1,153	1,180	0,085	0,292	0,720	1,600	-0,106	-0,081	0,968	7,000	0,882
Ca	1	1,188	1,040	0,122	0,350	0,870	1,640	0,587	-2,526	0,861	5,000	0,231
	2	0,955	0,960	0,021	0,145	0,670	1,190	-0,085	0,842	0,937	11,000	0,486
	3	0,861	0,820	0,009	0,096	0,710	0,970	-0,109	-1,482	0,891	9,000	0,204
	4	0,939	0,970	0,008	0,091	0,770	1,020	-1,286	0,785	0,854	7,000	0,135
Mg	1	0,462	0,460	0,022	0,148	0,320	0,700	1,235	1,775	0,893	5,000	0,370
	2	0,345	0,310	0,009	0,092	0,210	0,510	0,446	-0,719	0,951	11,000	0,652
	3	0,302	0,290	0,006	0,078	0,200	0,430	0,388	-0,562	0,948	9,000	0,667
	4	0,406	0,420	0,004	0,065	0,320	0,480	-0,178	-2,146	0,889	7,000	0,269

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.106 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	27,262	26,780	7,794	2,792	24,320	31,850	1,333	2,691	0,888	5,000	0,345
	2	27,485	26,090	19,813	4,451	21,890	33,870	0,517	-1,291	0,882	11,000	0,109
	3	27,061	26,610	15,645	3,955	22,180	32,810	0,335	-1,273	0,918	9,000	0,379
	4	24,103	24,230	4,594	2,143	21,040	27,100	-0,070	-0,914	0,981	7,000	0,965
Cu	1	4,604	4,420	1,196	1,093	3,530	6,400	1,380	2,380	0,895	5,000	0,385
	2	4,701	2,803	1,674	3,350	9,430	2,593	7,682	0,325	0,682	11,000	**0,000**
	3	4,733	5,120	1,199	1,095	3,280	6,190	-0,202	-1,750	0,899	9,000	0,248
	4	4,326	4,370	0,337	0,580	3,740	5,350	0,788	0,171	0,899	7,000	0,326
Fe	1	22,020	20,750	22,294	4,722	16,350	28,020	0,232	-1,619	0,958	5,000	0,794
	2	19,156	19,260	15,297	3,911	15,160	27,250	0,942	0,295	0,897	11,000	0,167
	3	19,752	19,200	16,967	4,119	15,370	27,720	0,777	0,114	0,918	9,000	0,373
	4	20,744	20,150	18,005	4,243	14,790	28,870	0,974	2,709	0,905	7,000	0,359
Mn	1	392,264	400,620	35392,024	188,128	189,090	595,910	-0,045	-2,857	0,881	5,000	0,312
	2	295,171	289,750	3294,266	57,396	210,430	414,800	0,419	1,079	0,936	11,000	0,478
	3	368,054	331,240	10156,788	100,781	261,460	552,120	0,877	-0,451	0,896	9,000	0,228
	4	282,916	213,570	15740,470	125,461	150,810	451,820	0,463	-2,082	0,857	7,000	0,143
Zn	1	38,514	39,340	38,600	6,213	31,600	46,270	0,042	-2,065	0,936	5,000	0,640
	2	37,189	35,020	70,112	8,373	21,020	54,630	0,260	1,944	0,926	11,000	0,370
	3	88,427	43,980	22583,886	150,279	23,180	488,600	2,983	8,927	0,441	9,000	**0,000**
	4	39,909	38,880	70,039	8,369	28,710	51,680	0,231	-1,226	0,962	7,000	0,833
Na	1	1316,530	1176,520	75919,599	275,535	1107,070	1754,920	1,320	0,837	0,831	5,000	0,141
	2	1216,677	1224,040	34368,635	185,388	840,310	1528,020	-0,177	1,198	0,935	11,000	0,461
	3	995,996	949,070	36158,751	190,155	784,280	1332,560	0,900	-0,157	0,891	9,000	0,203
	4	995,416	1016,420	13759,868	117,302	748,560	1100,960	-1,868	4,281	0,774	7,000	**0,022**
Al	1	39,372	44,260	475,705	21,811	17,300	67,580	0,105	-1,848	0,897	5,000	0,394
	2	29,025	27,780	146,217	12,092	7,050	45,760	-0,191	-0,719	0,954	11,000	0,696
	3	36,724	33,790	141,649	11,902	23,280	55,380	0,318	-1,566	0,911	9,000	0,326
	4	31,537	33,040	244,480	15,636	7,380	58,640	0,325	1,523	0,956	7,000	0,783

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.107 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	41,578	41,470	0,920	0,959	40,610	43,160	1,389	2,620	0,884	5,000	0,326
	2	41,405	41,620	0,448	0,670	39,900	42,170	-1,079	1,205	0,902	11,000	0,195
	3	41,210	41,230	0,340	0,583	40,230	42,080	-0,207	-0,486	0,987	9,000	0,991
	4	41,440	41,440	0,467	0,683	40,250	42,280	-0,672	0,275	0,959	7,000	0,806
N	1	0,576	0,590	0,003	0,057	0,490	0,630	-0,906	-0,163	0,921	5,000	0,539
	2	0,707	0,710	0,009	0,092	0,570	0,860	0,491	-0,210	0,938	11,000	0,500
	3	0,839	0,850	0,005	0,072	0,730	0,960	0,002	-0,343	0,966	9,000	0,862
	4	0,700	0,720	0,004	0,065	0,580	0,760	-1,249	0,931	0,877	7,000	0,215
P	1	0,098	0,070	0,002	0,043	0,060	0,150	0,597	-3,089	0,787	5,000	0,063
	2	0,308	0,350	0,029	0,169	0,030	0,600	-0,141	-0,526	0,953	11,000	0,685
	3	0,239	0,270	0,008	0,089	0,110	0,370	-0,175	-1,172	0,952	9,000	0,715
	4	0,200	0,200	0,004	0,065	0,120	0,320	0,937	1,473	0,935	7,000	0,594
K	1	1,768	1,870	0,387	0,622	0,920	2,450	-0,445	-1,353	0,960	5,000	0,808
	2	1,782	1,870	0,368	0,607	0,400	2,480	-1,049	1,539	0,905	11,000	0,215
	3	1,856	1,770	0,117	0,342	1,260	2,490	0,181	1,180	0,962	9,000	0,814
	4	1,763	1,810	0,213	0,461	1,110	2,560	0,473	0,777	0,960	7,000	0,817
Ca	1	1,194	1,050	0,112	0,334	0,870	1,680	0,845	-0,884	0,910	5,000	0,470
	2	1,064	1,110	0,089	0,298	0,320	1,490	-1,476	3,852	0,879	11,000	0,100
	3	1,036	1,030	0,028	0,166	0,800	1,300	0,187	-0,923	0,961	9,000	0,811
	4	1,123	1,090	0,015	0,122	0,990	1,350	1,032	1,206	0,921	7,000	0,475
Mg	1	0,402	0,400	0,013	0,113	0,270	0,520	-0,050	-2,678	0,893	5,000	0,373
	2	0,411	0,430	0,021	0,144	0,100	0,630	-0,837	1,218	0,953	11,000	0,687
	3	0,378	0,390	0,012	0,108	0,230	0,590	0,485	1,003	0,931	9,000	0,494
	4	0,521	0,430	0,055	0,234	0,300	0,970	1,367	1,555	0,873	7,000	0,198

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.108 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	25,960	26,090	11,071	3,327	22,170	29,640	-0,058	-2,660	0,909	5,000	0,463
	2	27,954	31,140	53,722	7,330	8,290	35,070	-2,170	5,584	0,757	11,000	**0,003**
	3	27,948	28,380	7,847	2,801	23,240	31,740	-0,273	-0,551	0,957	9,000	0,768
	4	27,927	29,360	16,520	4,065	22,950	34,350	0,280	-0,900	0,926	7,000	0,517
Cu	1	59,980	57,280	65,484	8,092	52,310	69,370	0,405	-2,991	0,844	5,000	0,178
	2	53,979	53,640	303,645	17,425	11,880	80,300	-1,180	3,234	0,897	11,000	0,170
	3	48,331	46,980	74,855	8,652	37,390	63,910	0,643	-0,176	0,944	9,000	0,621
	4	58,163	57,120	192,813	13,886	41,000	78,490	0,122	-0,954	0,943	7,000	0,667
Fe	1	64,200	66,640	539,533	23,228	30,380	88,680	-0,663	-0,402	0,957	5,000	0,788
	2	63,157	52,510	2235,049	47,276	21,460	182,660	1,772	3,700	0,815	11,000	**0,015**
	3	71,642	58,630	810,555	28,470	34,990	114,390	0,288	-1,684	0,906	9,000	0,288
	4	78,093	86,080	1843,021	42,930	28,610	138,970	0,149	-1,613	0,927	7,000	0,524
Mn	1	417,020	524,140	48252,857	219,665	99,410	641,880	-0,790	-0,847	0,912	5,000	0,483
	2	336,746	318,670	27049,967	164,469	96,080	642,690	0,467	-0,110	0,956	11,000	0,720
	3	483,181	483,340	15379,375	124,014	327,260	743,560	0,949	1,769	0,921	9,000	0,399
	4	640,734	508,340	322849,595	568,199	213,410	1889,500	2,310	5,707	0,693	7,000	**0,003**
Zn	1	46,596	47,270	347,598	18,644	24,480	69,530	0,026	-1,927	0,960	5,000	0,810
	2	56,244	58,060	337,568	18,373	17,510	78,810	-0,666	0,572	0,928	11,000	0,387
	3	130,058	77,170	30896,297	175,773	49,810	597,200	2,961	8,827	0,469	9,000	**0,000**
	4	77,521	69,090	495,412	22,258	55,690	115,210	0,808	-0,579	0,896	7,000	0,310
Na	1	1194,296	1262,750	55229,818	235,010	940,950	1409,790	-0,346	-3,093	0,807	5,000	0,093
	2	1327,929	1224,920	518517,499	720,082	334,070	3213,600	1,828	5,174	0,819	11,000	**0,017**
	3	1212,769	1258,620	94309,042	307,098	852,790	1816,110	0,619	0,631	0,899	9,000	0,245
	4	1330,674	1129,250	146832,498	383,187	971,490	1987,460	0,860	-0,427	0,882	7,000	0,234
Al	1	269,458	240,620	17992,469	134,136	85,700	406,120	-0,305	-1,221	0,910	5,000	0,466
	2	253,830	133,950	78205,461	279,652	46,500	1008,880	2,262	5,750	0,709	11,000	**0,001**
	3	270,781	273,250	16721,301	129,311	104,370	481,480	0,286	-0,846	0,959	9,000	0,789
	4	314,269	296,280	50698,643	225,164	54,350	686,420	0,439	-0,311	0,942	7,000	0,657

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.109 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en peciolo (macro y micronutrientes) en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	3,784	**0,021**
N	0,977	0,417
P	1,654	0,200
K	1,589	0,214
Ca	1,648	0,201
Mg	3,721	**0,023**
2019		
C	2,682	0,066
N	1,692	0,191
P	6,416	**0,002**
K	0,721	0,548
Ca	10,182	**0,000**
Mg	0,829	0,489
2020		
C	0,192	0,901
N	0,426	0,736
P	4,756	**0,008**
K	1,154	0,345
Ca	1,751	0,179
Mg	1,428	0,256

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	0,769	0,521
Cu	0,806	0,501
Fe	1,707	0,188
Mn	0,318	0,813
Zn	0,867	0,470
Na	3,549	**0,027**
2019		
B	2,035	0,132
Cu	0,621	0,607
Fe	0,234	0,872
Mn	6,454	**0,002**
Zn	3,779	**0,021**
Na	1,516	0,232
Al	1,372	0,272
2020		
B	1,393	0,265
Cu	0,625	0,605
Fe	0,962	0,424
Mn	2,519	0,078
Zn	3,095	**0,043**
Na	0,996	0,409
Al	1,094	0,368

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.110 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	42,555a	0,576c	0,073	1,556	1,149ab	0,483
2	42,325a	0,673a	0,085	1,905	1,168a	0,498
3	39,743b	0,651ab	0,083	1,635	0,996b	0,469
4	40,468b	0,613bc	0,062	1,164	1,175a	0,654
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,001)	SI (0,012)	NO (0,096)	NO (0,220)	SI (0,038)	NO (0,064)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,784	**0,003**	0,347	0,800	0,805	0,997
1 vs 3	**0,002**	**0,022**	0,475	0,997	0,059	0,998
1 vs 4	**0,025**	0,267	0,480	0,783	0,746	0,189
2 vs 3	**0,001**	0,381	0,806	0,832	**0,011**	0,968
2 vs 4	**0,016**	**0,033**	0,063	0,161	0,907	0,127
3 vs 4	0,347	0,184	0,113	0,562	**0,016**	0,067

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.111 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018						
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
1	19,158b	54,480	23,532	465,956	36,383b	868,301b
2	21,451a	52,238	23,466	332,785	60,959a	1149,372a
3	19,340b	53,136	18,930	423,224	68,020a	1012,196ab
4	18,361b	52,007	20,595	360,274	70,070a	909,376b
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,001)	NO (0,933)	NO (0,542)	NO (0,170)	SI (0,001)	SI (0,004)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	**0,008**	0,574	0,987	0,052	**0,002**	**0,002**
1 vs 3	0,829	0,744	0,289	0,534	**0,000**	0,102
1 vs 4	0,370	0,568	0,517	0,149	**0,000**	0,649
2 vs 3	**0,004**	0,787	0,197	0,110	0,245	0,055
2 vs 4	**0,000**	0,948	0,444	0,644	0,165	**0,003**
3 vs 4	0,204	0,762	0,669	0,314	0,760	0,192

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC DE COMPOSTELA

Tabla IV.112 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019.

2019						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	38,808c	0,585c	0,131ab	1,466	1,189a	0,465a
2	39,513b	0,623bc	0,187a	1,183	0,954b	0,344bc
3	40,085a	0,703a	0,176a	1,376	0,862b	0,302c
4	40,044ab	0,674ab	0,081b	1,153	0,940b	0,405ab
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,003)	SI (0,004)	SI (0,012)	NO (0,322)	SI (0,018)	SI (0,022)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	**0,038**	0,237	0,119	0,156	**0,017**	**0,024**
1 vs 3	**0,001**	**0,001**	0,226	0,659	**0,002**	**0,004**
1 vs 4	**0,002**	**0,016**	0,186	0,149	**0,020**	0,284
2 vs 3	**0,043**	**0,006**	0,695	0,242	0,244	0,325
2 vs 4	0,079	0,088	**0,002**	0,866	0,869	0,189
3 vs 4	0,893	0,338	**0,006**	0,229	0,375	**0,038**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.113 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019.

2019							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	27,263	4,605	22,022	392,264	38,514	1316,529a	39,370
2	27,485	4,699	19,156	295,170	37,191	1216,677a	29,026
3	27,060	4,733	19,751	368,053	88,427	995,993b	36,725
4	24,104	4,326	20,744	282,917	39,907	995,415b	31,536
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,270)	NO (0,901)	NO (0,609)	NO (0,205)	NO (0,737)	SI (0,007)	NO (0,503)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,912	0,890	0,213	0,119	0,976	0,340	0,200
1 vs 3	0,922	0,857	0,337	0,701	0,276	**0,005**	0,748
1 vs 4	0,155	0,708	0,604	0,106	0,977	**0,008**	0,367
2 vs 3	0,800	0,953	0,753	0,158	0,168	**0,016**	0,250
2 vs 4	0,069	0,545	0,437	0,822	0,945	**0,023**	0,486
3 vs 4	0,124	0,527	0,640	0,142	0,242	0,995	0,725

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.114 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020.

2020						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	41,578	0,579c	0,098b	1,767	1,195	0,404
2	41,405	0,706b	0,308a	1,782	1,064	0,411
3	41,210	0,839a	0,239a	1,856	1,035	0,377
4	41,440	0,700b	0,198ab	1,764	1,123	0,521
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,802)	SI (0,000)	SI (0,018)	NO (0,982)	NO (0,656)	NO (0,317)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,651	**0,005**	**0,002**	0,956	0,324	0,933
1 vs 3	0,353	**< 0,0001**	**0,039**	0,759	0,245	0,757
1 vs 4	0,739	**0,012**	0,156	0,993	0,617	0,213
2 vs 3	0,539	**0,001**	0,202	0,753	0,790	0,628
2 vs 4	0,919	0,870	0,063	0,942	0,616	0,159
3 vs 4	0,519	**0,001**	0,493	0,726	0,474	0,079

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.115 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020.

2020							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	25,960	59,979	64,202	417,019	46,594	1194,297	269,456
2	27,954	53,978	63,157	336,745	56,244	1327,928	253,830
3	27,947	48,331	71,643	483,183	130,059	1212,770	270,780
4	27,927	58,164	78,093	640,735	77,522	1330,675	314,270
Análisis	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,446)	NO (0,372)	NO (0,611)	NO (0,243)	NO (0,334)	NO (0,893)	NO (0,687)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	1,994	0,415	0,960	0,959	0,853	0,625	0,991
1 vs 3	1,987	0,131	0,733	0,979	0,128	0,948	0,991
1 vs 4	1,967	0,819	0,545	0,587	0,584	0,646	0,724
2 vs 3	0,007	0,358	0,630	0,701	0,096	0,613	0,862
2 vs 4	0,027	0,525	0,432	0,180	0,648	0,991	0,565
3 vs 4	0,020	0,158	0,744	0,727	0,284	0,644	0,691

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

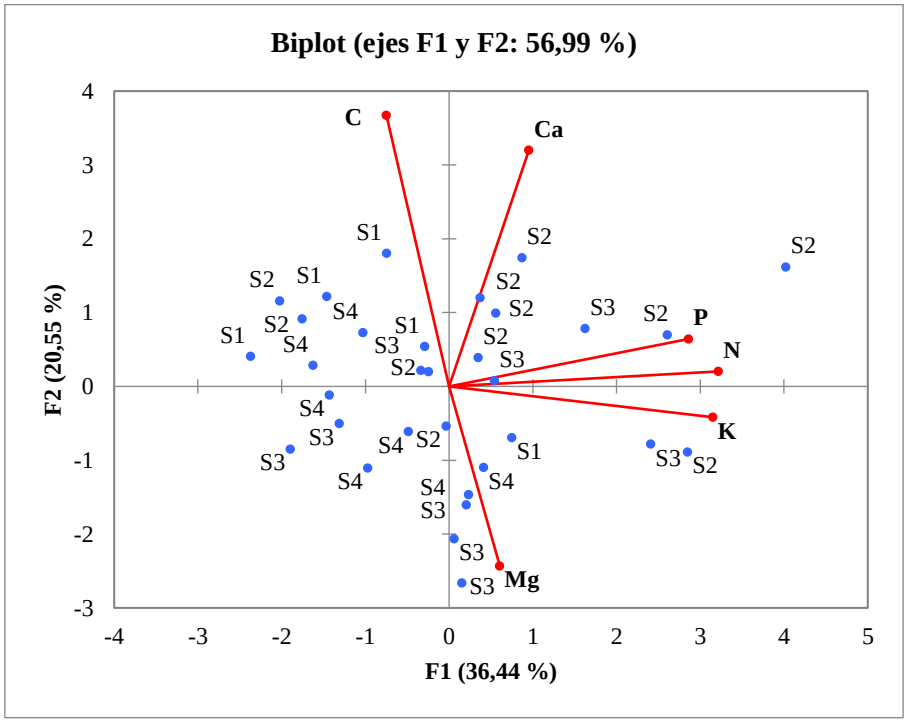


Ilustración IV.44 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

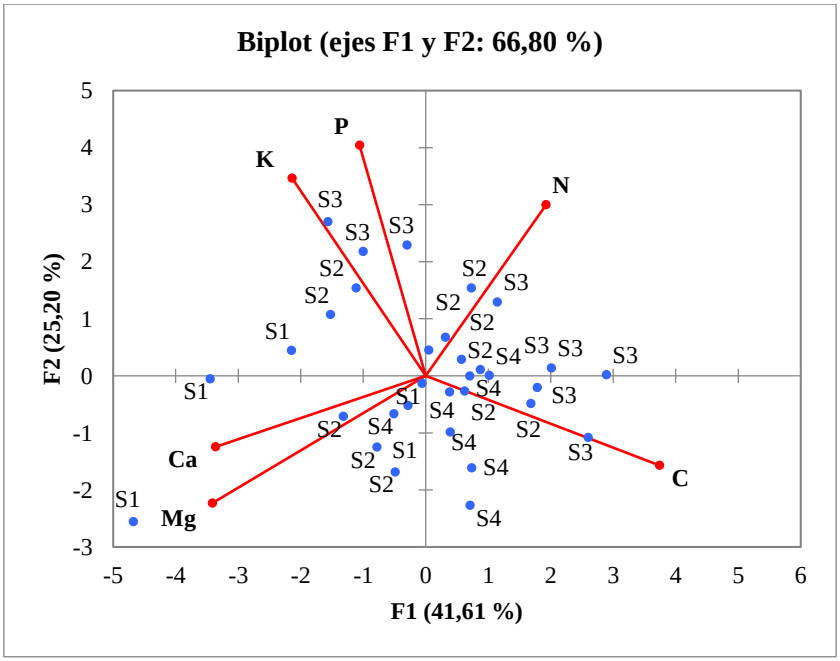


Ilustración IV.45 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

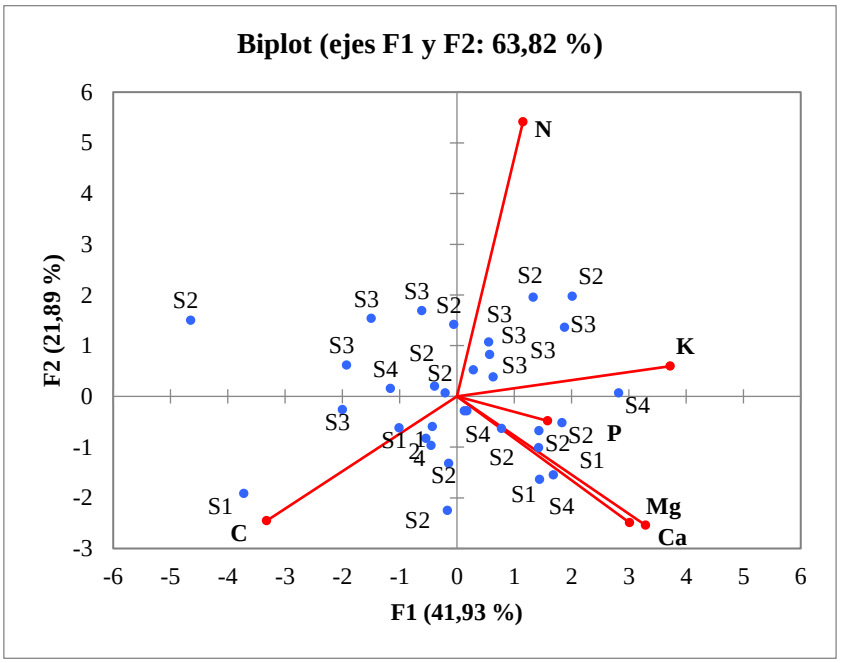


Ilustración IV.46 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

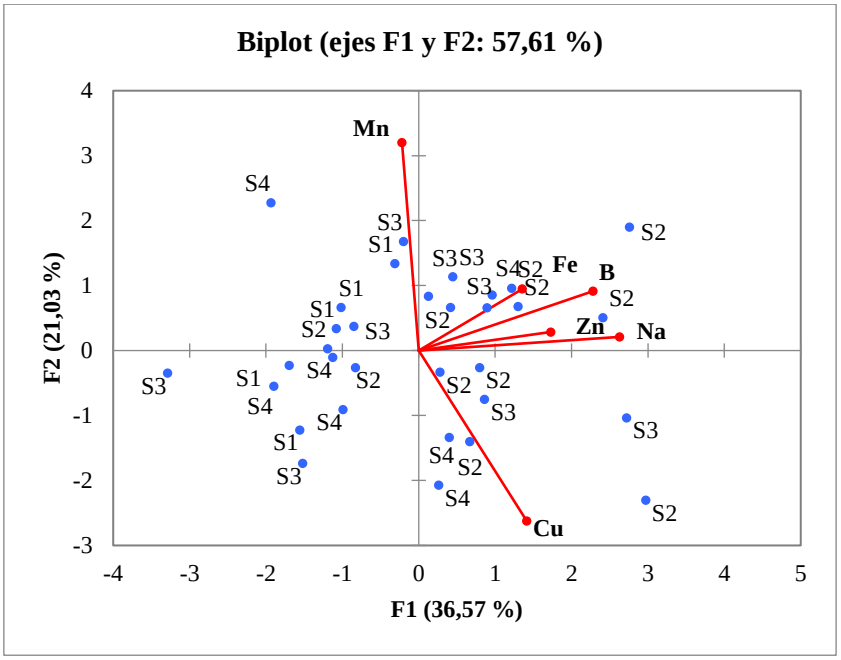


Ilustración IV.47 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

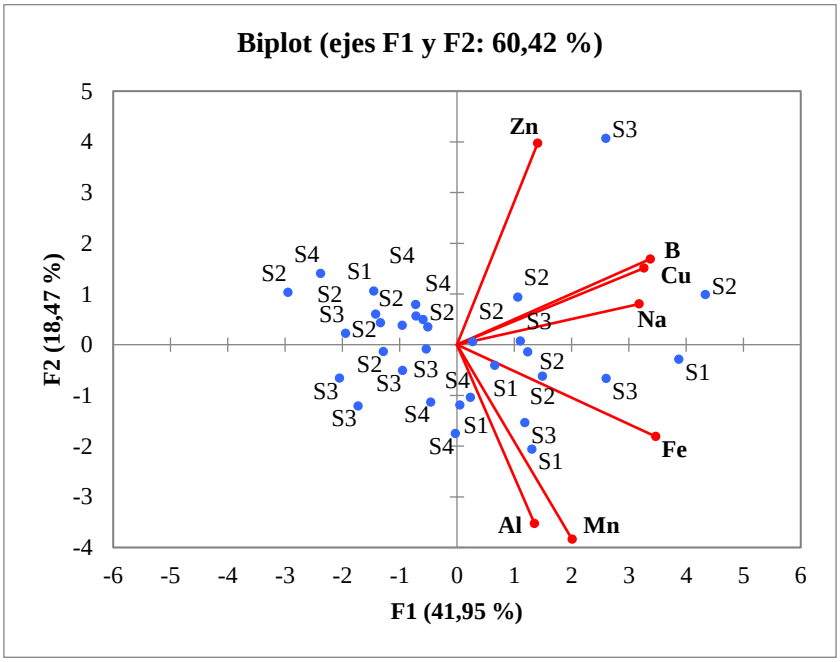


Ilustración IV.48 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

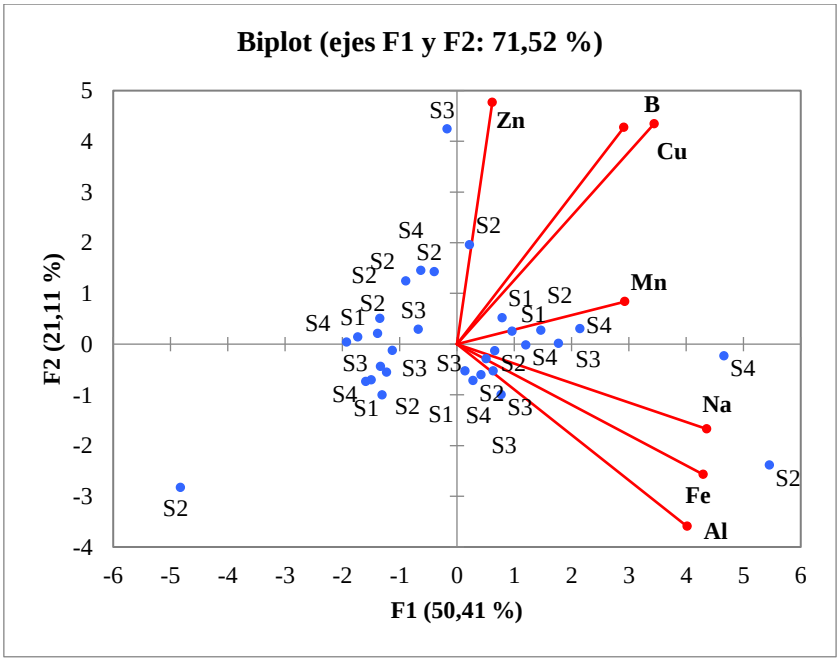


Ilustración IV.49 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.116 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	43,157	43,160	0,254	0,504	42,340	44,010	0,125	1,718	0,949	7,000	0,716
	2	43,353	43,640	0,948	0,973	42,030	44,100	-1,105	-0,001	0,862	4,000	0,268
	3	43,322	43,275	0,219	0,468	42,290	44,030	-0,410	0,622	0,957	14,000	0,672
	4	42,895	42,940	0,433	0,658	42,030	43,700	-0,127	-1,928	0,911	8,000	0,358
N	1	0,630	0,640	0,001	0,034	0,560	0,660	-1,686	3,398	0,822	7,000	0,067
	2	0,645	0,630	0,003	0,057	0,600	0,720	0,855	-1,289	0,863	4,000	0,272
	3	0,649	0,650	0,002	0,045	0,560	0,750	0,321	1,756	0,950	14,000	0,554
	4	0,688	0,670	0,002	0,047	0,640	0,780	1,235	0,959	0,881	8,000	0,191
P	1	0,111	0,080	0,003	0,054	0,060	0,190	0,547	-1,829	0,853	7,000	0,130
	2	0,138	0,080	0,017	0,129	0,060	0,330	1,945	3,808	0,715	4,000	**0,017**
	3	0,117	0,095	0,004	0,064	0,060	0,290	1,734	3,290	0,803	14,000	**0,005**
	4	0,118	0,095	0,004	0,065	0,060	0,210	0,358	-2,101	0,794	8,000	**0,025**
K	1	1,831	1,700	0,186	0,431	1,320	2,570	0,822	0,049	0,938	7,000	0,621
	2	1,668	1,635	0,210	0,458	1,260	2,140	0,101	-5,379	0,823	4,000	0,149
	3	1,458	1,465	0,215	0,463	0,770	2,540	0,653	1,298	0,942	14,000	0,440
	4	1,440	1,425	0,158	0,398	0,830	2,170	0,414	1,118	0,974	8,000	0,925
Ca	1	1,173	1,180	0,004	0,062	1,040	1,230	-1,973	4,687	0,730	7,000	**0,008**
	2	1,098	1,065	0,011	0,106	1,010	1,250	1,563	2,688	0,863	4,000	0,270
	3	1,210	1,180	0,014	0,119	1,010	1,460	0,493	0,338	0,968	14,000	0,850
	4	1,349	1,330	0,032	0,180	1,130	1,620	0,226	-1,439	0,943	8,000	0,640
Mg	1	0,283	0,300	0,005	0,070	0,170	0,370	-0,494	-0,623	0,967	7,000	0,872
	2	0,383	0,380	0,018	0,136	0,260	0,510	0,014	-5,865	0,783	4,000	0,075
	3	0,328	0,310	0,005	0,072	0,230	0,460	0,790	-0,033	0,905	14,000	0,133
	4	0,430	0,505	0,021	0,146	0,240	0,560	-0,587	-2,114	0,770	8,000	**0,013**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.117 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
B	1	18,443	18,980	3,740	1,934	15,960	21,840	0,626	0,568	0,932	7,000	0,569
	2	17,443	17,530	0,197	0,444	16,830	17,880	-1,082	1,753	0,938	4,000	0,641
	3	17,848	18,165	2,371	1,540	13,410	19,770	-1,897	5,098	0,838	14,000	**0,015**
	4	16,924	16,800	0,467	0,683	16,120	17,860	0,191	-1,903	0,904	8,000	0,312
Cu	1	77,679	76,750	114,570	10,704	65,380	97,070	0,799	1,026	0,924	7,000	0,505
	2	74,033	75,880	141,226	11,884	60,250	84,120	-0,352	-3,998	0,855	4,000	0,244
	3	57,434	60,785	237,221	15,402	22,280	79,520	-1,295	1,582	0,860	14,000	**0,030**
	4	41,613	27,460	724,712	26,920	16,960	83,290	0,713	-1,596	0,823	8,000	0,050
Fe	1	14,713	12,260	32,410	5,693	9,260	23,130	0,630	-1,622	0,861	7,000	0,153
	2	12,945	11,450	11,101	3,332	10,950	17,930	1,969	3,903	0,695	4,000	**0,010**
	3	13,671	13,410	13,038	3,611	8,690	22,160	0,977	1,123	0,934	14,000	0,344
	4	11,385	9,635	20,459	4,523	6,930	19,750	1,182	0,238	0,855	8,000	0,108
Mn	1	57,730	67,260	787,784	28,067	15,200	97,620	-0,273	-0,555	0,968	7,000	0,882
	2	96,300	61,475	8289,553	91,047	31,170	231,080	1,841	3,535	0,775	4,000	0,064
	3	112,665	82,235	6573,797	81,079	33,000	340,680	1,818	4,179	0,815	14,000	**0,008**
	4	148,640	131,610	2074,311	45,545	91,840	208,940	0,347	-1,874	0,876	8,000	0,171
Zn	1	62,866	60,850	124,992	11,180	47,740	76,150	0,021	-1,805	0,921	7,000	0,477
	2	57,318	59,215	48,542	6,967	47,910	62,930	-1,059	-0,176	0,882	4,000	0,347
	3	67,381	67,305	250,716	15,834	44,580	111,270	1,576	4,152	0,872	14,000	**0,044**
	4	62,481	61,715	40,008	6,325	53,420	74,250	0,621	0,814	0,961	8,000	0,822
Na	1	896,883	878,410	19865,813	140,946	721,990	1086,990	0,003	-1,341	0,932	7,000	0,568
	2	835,068	830,285	14934,525	122,207	704,170	975,530	0,152	-2,813	0,960	4,000	0,779
	3	893,235	908,775	6924,758	83,215	708,010	1060,440	-0,205	1,642	0,943	14,000	0,462
	4	704,823	700,845	2167,220	46,553	649,870	802,290	1,307	2,557	0,901	8,000	0,298

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.118 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	40,509	40,480	0,045	0,213	40,280	40,960	1,892	4,613	0,778	7,000	**0,025**
	2	39,478	39,515	0,939	0,969	38,560	40,320	-0,023	-5,864	0,771	4,000	0,059
	3	40,706	40,650	0,288	0,536	39,980	41,780	0,743	-0,260	0,926	13,000	0,298
	4	40,246	40,070	0,345	0,588	39,620	41,420	1,338	1,385	0,871	8,000	0,153
N	1	0,630	0,630	0,004	0,061	0,540	0,730	0,189	0,599	0,980	7,000	0,962
	2	0,705	0,675	0,006	0,079	0,650	0,820	1,735	2,997	0,802	4,000	0,106
	3	0,622	0,620	0,001	0,037	0,570	0,690	0,721	-0,117	0,916	13,000	0,220
	4	0,666	0,670	0,006	0,075	0,560	0,770	-0,065	-1,061	0,963	8,000	0,835
P	1	0,130	0,120	0,002	0,042	0,070	0,210	0,917	2,395	0,859	7,000	0,149
	2	0,175	0,150	0,004	0,065	0,130	0,270	1,785	3,224	0,793	4,000	0,090
	3	0,163	0,160	0,003	0,055	0,080	0,240	-0,200	-1,275	0,924	13,000	0,287
	4	0,120	0,125	0,001	0,030	0,070	0,160	-0,434	-0,329	0,969	8,000	0,888
K	1	1,194	1,220	0,102	0,319	0,690	1,590	-0,461	-0,618	0,961	7,000	0,823
	2	1,418	1,405	0,070	0,264	1,110	1,750	0,272	0,977	0,988	4,000	0,944
	3	0,774	0,710	0,036	0,189	0,520	1,190	0,966	0,699	0,929	13,000	0,326
	4	1,270	1,205	0,129	0,360	0,790	1,860	0,267	-0,502	0,954	8,000	0,755
Ca	1	0,774	0,770	0,025	0,159	0,580	1,040	0,618	-0,149	0,958	7,000	0,803
	2	0,868	0,880	0,012	0,111	0,740	0,970	-0,305	-3,971	0,892	4,000	0,392
	3	0,821	0,810	0,008	0,090	0,710	0,990	0,686	-0,285	0,916	13,000	0,222
	4	0,943	0,900	0,029	0,169	0,780	1,260	1,009	0,216	0,889	8,000	0,230
Mg	1	0,230	0,210	0,006	0,076	0,160	0,350	0,913	-0,804	0,851	7,000	0,126
	2	0,360	0,370	0,008	0,092	0,240	0,460	-0,601	0,830	0,981	4,000	0,908
	3	0,248	0,260	0,003	0,051	0,180	0,330	0,120	-1,509	0,922	13,000	0,269
	4	0,279	0,265	0,006	0,077	0,180	0,400	0,246	-0,891	0,952	8,000	0,735

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.119 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	23,576	23,110	10,336	3,215	19,410	29,990	1,319	3,331	0,861	7,000	0,156
	2	25,338	24,315	11,144	3,338	22,780	29,940	1,210	0,535	0,862	4,000	0,267
	3	25,832	24,930	12,676	3,560	21,830	34,360	1,244	1,368	0,890	13,000	0,097
	4	28,296	28,680	26,314	5,130	21,840	38,860	1,142	2,330	0,892	8,000	0,245
Cu	1	2,580	2,660	0,151	0,389	2,020	3,050	-0,202	-1,461	0,946	7,000	0,692
	2	3,180	3,180	0,958	0,979	2,200	4,160	0,000	-5,148	0,865	4,000	0,279
	3	5,245	3,810	16,526	4,065	2,490	17,680	2,727	8,258	0,651	13,000	**0,000**
	4	3,394	3,185	1,195	1,093	1,650	4,830	-0,118	-0,943	0,938	8,000	0,590
Fe	1	19,271	16,560	121,813	11,037	11,580	43,910	2,469	6,341	0,621	7,000	**0,000**
	2	37,223	21,715	1311,597	36,216	14,210	91,250	1,934	3,792	0,727	4,000	**0,023**
	3	24,805	20,390	173,693	13,179	14,320	53,470	1,503	0,957	0,743	13,000	**0,002**
	4	38,176	33,675	782,556	27,974	12,930	94,410	1,233	1,394	0,873	8,000	0,160
Mn	1	51,421	57,100	1513,408	38,903	2,920	121,250	0,637	1,133	0,905	7,000	0,363
	2	72,000	70,345	577,483	24,031	45,170	102,140	0,364	-0,007	0,994	4,000	0,975
	3	109,603	110,470	7986,898	89,369	18,280	341,180	1,566	2,989	0,851	13,000	**0,029**
	4	111,666	119,435	2343,703	48,412	46,850	183,120	0,052	-1,176	0,947	8,000	0,680
Zn	1	28,019	28,290	8,853	2,975	24,930	31,960	0,407	-1,641	0,866	7,000	0,173
	2	37,793	38,560	20,495	4,527	31,690	42,360	-0,905	1,046	0,960	4,000	0,778
	3	29,291	28,800	44,861	6,698	20,630	40,740	0,393	-1,082	0,933	13,000	0,372
	4	34,393	36,315	100,701	10,035	19,530	45,760	-0,285	-1,799	0,896	8,000	0,265
Na	1	940,131	974,560	32197,259	179,436	645,170	1206,610	-0,291	0,434	0,983	7,000	0,971
	2	945,870	932,875	26342,055	162,302	796,070	1121,660	0,168	-4,827	0,863	4,000	0,273
	3	1234,349	1243,240	30725,049	175,286	959,620	1439,250	-0,313	-1,426	0,903	13,000	0,146
	4	964,124	915,600	23219,484	152,379	819,260	1276,850	1,483	1,814	0,840	8,000	0,076
Al	1	63,089	38,320	4967,806	70,483	24,390	222,320	2,603	6,834	0,538	7,000	**0,000**
	2	176,318	72,350	56396,963	237,480	30,640	529,930	1,915	3,693	0,731	4,000	**0,025**
	3	67,612	48,530	1872,131	43,268	34,530	185,000	1,949	3,997	0,752	13,000	**0,002**
	4	159,636	134,160	26590,659	163,066	16,040	507,600	1,523	2,733	0,838	8,000	0,071

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.120 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	41,941	41,940	0,125	0,354	41,470	42,430	0,056	-0,981	0,924	7,000	0,503
	2	41,585	41,475	0,067	0,258	41,420	41,970	1,926	3,761	0,733	4,000	**0,026**
	3	42,281	42,210	0,415	0,644	41,050	43,450	-0,083	-0,006	0,989	13,000	0,999
	4	41,331	41,200	0,980	0,990	40,120	43,170	0,890	0,463	0,940	8,000	0,616
N	1	0,700	0,730	0,004	0,061	0,630	0,770	-0,227	-2,500	0,824	7,000	0,071
	2	0,845	0,820	0,009	0,095	0,760	0,980	1,413	2,499	0,888	4,000	0,372
	3	0,690	0,700	0,003	0,050	0,610	0,770	-0,047	-0,880	0,963	13,000	0,798
	4	0,749	0,735	0,004	0,062	0,660	0,860	0,567	0,565	0,969	8,000	0,890
P	1	0,376	0,370	0,014	0,118	0,210	0,590	0,737	1,540	0,947	7,000	0,699
	2	0,318	0,325	0,002	0,042	0,260	0,360	-1,007	1,829	0,939	4,000	0,650
	3	0,393	0,420	0,025	0,157	0,150	0,640	-0,167	-0,920	0,918	13,000	0,233
	4	0,389	0,350	0,035	0,186	0,090	0,720	0,381	1,053	0,944	8,000	0,653
K	1	1,493	1,420	0,103	0,321	1,240	2,200	2,338	5,861	0,679	7,000	**0,002**
	2	1,870	1,765	0,069	0,262	1,690	2,260	1,887	3,671	0,749	4,000	**0,038**
	3	1,280	1,370	0,061	0,248	0,940	1,630	-0,057	-1,697	0,899	13,000	0,131
	4	1,668	1,655	0,261	0,511	0,640	2,450	-0,829	2,647	0,906	8,000	0,328
Ca	1	1,171	1,180	0,005	0,069	1,080	1,270	0,016	-1,182	0,970	7,000	0,900
	2	1,218	1,240	0,005	0,068	1,120	1,270	-1,463	1,829	0,856	4,000	0,245
	3	1,219	1,200	0,018	0,133	1,010	1,520	0,769	0,883	0,952	13,000	0,627
	4	1,343	1,340	0,087	0,295	0,800	1,840	-0,267	1,831	0,951	8,000	0,723
Mg	1	0,247	0,230	0,004	0,063	0,170	0,350	0,701	-0,378	0,944	7,000	0,677
	2	0,325	0,345	0,007	0,081	0,210	0,400	-1,353	2,500	0,888	4,000	0,373
	3	0,275	0,280	0,005	0,073	0,170	0,450	0,798	1,974	0,920	13,000	0,253
	4	0,260	0,270	0,009	0,095	0,110	0,370	-0,463	-1,031	0,931	8,000	0,529

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.121 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
B	1	26,269	25,930	2,873	1,695	24,210	28,630	0,337	-1,623	0,926	7,000	0,517
	2	25,245	25,055	5,562	2,358	22,680	28,190	0,400	-0,598	0,989	4,000	0,950
	3	25,151	25,270	4,917	2,217	21,750	28,530	-0,289	-1,158	0,932	13,000	0,366
	4	25,129	25,305	10,572	3,252	18,530	29,390	-1,056	2,119	0,931	8,000	0,528
Cu	1	34,747	34,280	112,952	10,628	22,530	48,060	0,116	-2,156	0,894	7,000	0,298
	2	34,143	33,825	60,346	7,768	26,920	42,000	0,063	-5,433	0,834	4,000	0,179
	3	31,770	31,280	47,221	6,872	21,380	44,210	0,336	-0,686	0,958	13,000	0,728
	4	41,639	40,770	119,544	10,934	27,360	63,100	0,915	1,386	0,939	8,000	0,602
Fe	1	22,984	19,290	162,728	12,756	14,020	51,180	2,371	5,919	0,668	7,000	**0,002**
	2	18,395	17,415	16,092	4,012	14,840	23,910	1,149	0,803	0,919	4,000	0,532
	3	20,829	19,970	13,828	3,719	15,840	26,850	0,179	-1,363	0,929	13,000	0,330
	4	27,065	22,460	160,267	12,660	16,610	57,230	2,424	6,344	0,669	8,000	**0,001**
Mn	1	55,139	54,120	1420,785	37,693	3,210	113,620	0,234	-0,373	0,970	7,000	0,902
	2	98,793	92,005	3729,998	61,074	36,330	174,830	0,487	-1,510	0,967	4,000	0,824
	3	87,540	72,920	3870,464	62,213	13,830	250,520	1,634	3,344	0,854	13,000	**0,033**
	4	106,979	79,605	5535,733	74,403	47,470	266,670	1,642	2,764	0,808	8,000	**0,035**
Zn	1	56,501	59,640	200,725	14,168	40,750	74,640	-0,050	-2,205	0,875	7,000	0,205
	2	51,228	51,435	12,857	3,586	46,880	55,160	-0,272	-1,280	0,986	4,000	0,938
	3	56,892	57,360	82,345	9,074	38,590	74,990	-0,038	0,921	0,983	13,000	0,992
	4	58,823	60,305	142,974	11,957	43,480	74,580	-0,137	-1,589	0,924	8,000	0,460
Na	1	912,081	891,660	68564,273	261,848	669,160	1403,700	1,162	1,181	0,885	7,000	0,250
	2	777,233	720,925	38763,395	196,884	614,130	1052,950	1,313	1,303	0,890	4,000	0,383
	3	1008,706	1049,410	28389,033	168,490	690,070	1224,200	-0,545	-0,847	0,937	13,000	0,421
	4	934,575	1007,025	37445,485	193,508	686,660	1149,480	-0,418	-2,062	0,841	8,000	0,077
Al	1	53,060	38,490	2548,757	50,485	21,330	165,950	2,493	6,390	0,614	7,000	**0,000**
	2	30,995	30,510	4,864	2,205	28,910	34,050	1,154	1,551	0,933	4,000	0,609
	3	47,923	42,210	243,505	15,605	29,040	81,890	1,122	0,700	0,896	13,000	0,118
	4	66,206	49,255	2196,196	46,864	39,230	179,040	2,554	6,717	0,600	8,000	**0,000**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.122 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en peciolos (macro y micronutrientes) en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	2,208	0,108
N	0,629	0,602
P	1,974	0,140
K	0,160	0,923
Ca	3,622	**0,025**
Mg	8,234	**0,000**
2019		
C	5,172	**0,006**
N	1,573	0,218
P	1,519	0,231
K	1,294	0,296
Ca	1,434	0,254
Mg	0,610	0,614
2020		
C	2,320	0,097
N	0,862	0,472
P	1,523	0,230
K	0,460	0,713
Ca	2,118	0,120
Mg	0,529	0,666

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	1,923	0,148
Cu	4,974	**0,007**
Fe	1,691	0,191
Mn	1,827	0,164
Zn	1,022	0,397
Na	3,168	**0,039**
2019		
B	0,394	0,758
Cu	2,483	0,081
Fe	3,476	**0,029**
Mn	1,526	0,229
Zn	6,757	**0,001**
Na	0,338	0,798
Al	5,342	**0,005**
2020		
B	0,411	0,746
Cu	1,161	0,342
Fe	1,520	0,231
Mn	0,719	0,549
Zn	3,706	**0,023**
Na	0,463	0,710
Al	2,226	0,107

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.123 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	43,157	0,631	0,110	1,832	1,172	0,284
2	43,353	0,643	0,135	1,666	1,097	0,383
3	43,322	0,649	0,117	1,457	1,209	0,328
4	42,895	0,688	0,117	1,441	1,348	0,430
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,410)	NO (0,101)	NO (0,937)	NO (0,260)	NO (0,077)	NO (0,237)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,604	0,975	0,583	0,553	0,783	0,414
1 vs 3	0,553	0,835	0,843	0,077	0,919	0,774
1 vs 4	0,401	0,092	0,854	0,098	0,055	0,142
2 vs 3	0,929	0,996	0,655	0,411	0,416	0,779
2 vs 4	0,219	0,377	0,683	0,412	0,115	0,870
3 vs 4	0,116	0,224	0,994	0,934	0,087	0,129

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.124 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018						
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
1	18,445	77,678a	14,712	57,729b	62,865	896,883a
2	17,441	74,033ab	12,946	96,300ab	57,318	835,064a
3	17,849	57,432bc	13,671	112,664ab	67,381	893,235a
4	16,923	41,612c	11,386	148,640a	62,483	704,823b
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,100)	SI (0,009)	NO (0,321)	SI (0,021)	NO (0,542)	SI (0,002)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,667	0,747	0,914	0,365	0,480	0,314
1 vs 3	0,795	**0,021**	0,953	0,086	0,437	0,935
1 vs 4	0,179	**0,001**	0,457	**0,014**	0,953	**0,001**
2 vs 3	0,955	0,112	0,991	0,669	0,162	0,296
2 vs 4	0,930	**0,006**	0,934	0,211	0,501	**0,035**
3 vs 4	0,458	0,055	0,635	0,234	0,379	**0,000**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.125 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019.

2019						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	40,508a	0,630	0,131	1,193a	0,774	0,231b
2	39,477b	0,705	0,174	1,418a	0,866	0,361a
3	40,706a	0,621	0,163	0,773b	0,822	0,249b
4	40,246a	0,666	0,118	1,269a	0,942	0,279ab
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,041)	NO (0,077)	NO (0,132)	SI (0,000)	NO (0,097)	SI (0,028)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	**0,007**	0,192	0,516	0,205	0,688	**0,005**
1 vs 3	0,462	0,985	0,506	**0,003**	0,869	0,563
1 vs 4	0,378	0,647	0,954	0,599	0,090	0,187
2 vs 3	**0,001**	0,075	0,982	**0,000**	0,936	**0,008**
2 vs 4	**0,035**	0,685	0,267	0,388	0,784	0,061
3 vs 4	0,081	0,334	0,189	**0,000**	0,203	0,351

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.126 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019.

2019							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	23,576	2,581b	19,273	51,422	28,019	940,132b	63,090
2	25,336	3,177ab	37,222	72,000	37,794	945,870b	176,318
3	25,832	5,245a	24,805	109,602	29,291	1234,348a	67,612
4	28,297	3,392ab	38,177	111,664	34,391	964,122b	159,636
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,163)	SI (0,040)	NO (0,517)	NO (0,129)	NO (0,075)	SI (0,001)	NO (0,615)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,890	0,731	0,181	0,959	0,137	0,957	0,453
1 vs 3	0,616	**0,047**	0,577	0,263	0,979	**0,001**	1,000
1 vs 4	0,117	0,572	0,091	0,315	0,309	0,786	0,425
2 vs 3	0,996	0,198	0,308	0,755	0,167	**0,006**	0,408
2 vs 4	0,613	0,899	0,941	0,763	0,855	0,862	0,996
3 vs 4	0,511	0,144	0,165	1,000	0,379	**0,001**	0,344

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.127 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020.

2020						
Sector	**C**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1	41,941ab	0,697b	0,374	1,493ab	1,173	0,248
2	41,585ab	0,843a	0,317	1,870a	1,217	0,325
3	42,280a	0,690b	0,393	1,280b	1,218	0,276
4	41,331b	0,749ab	0,390	1,667a	1,344	0,260
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,028)	SI (0,001)	NO (0,842)	SI (0,005)	NO (0,281)	NO (0,445)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,407	**0,001**	0,545	0,096	0,694	0,125
1 vs 3	0,293	0,819	0,788	0,203	0,589	0,443
1 vs 4	0,092	0,114	0,842	0,342	0,073	0,769
2 vs 3	0,083	**0,000**	0,379	**0,006**	0,990	0,282
2 vs 4	0,545	**0,018**	0,432	0,351	0,252	0,182
3 vs 4	**0,004**	**0,043**	0,960	**0,020**	0,126	0,642

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.128 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020.

2020							
Sector	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**	**Al**
1	26,271	34,749	22,985	55,137	56,501	912,081	53,060
2	25,245	34,143	18,396	98,793	51,227	777,234	30,995
3	25,151	31,770	20,830	87,539	56,890	1008,707	47,923
4	25,128	41,640	27,064	106,979	58,823	934,576	66,206
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,769)	NO (0,133)	NO (0,136)	NO (0,411)	NO (0,719)	NO (0,255)	NO (0,119)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,508	1,000	0,427	0,265	0,440	0,293	0,318
1 vs 3	0,337	0,893	0,617	0,268	0,939	0,314	0,754
1 vs 4	0,374	0,462	0,393	0,113	0,679	0,830	0,470
2 vs 3	0,947	0,967	0,643	0,750	0,364	0,054	0,400
2 vs 4	0,938	0,533	0,131	0,829	0,258	0,211	0,108
3 vs 4	0,983	0,092	0,138	0,486	0,692	0,419	0,250

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

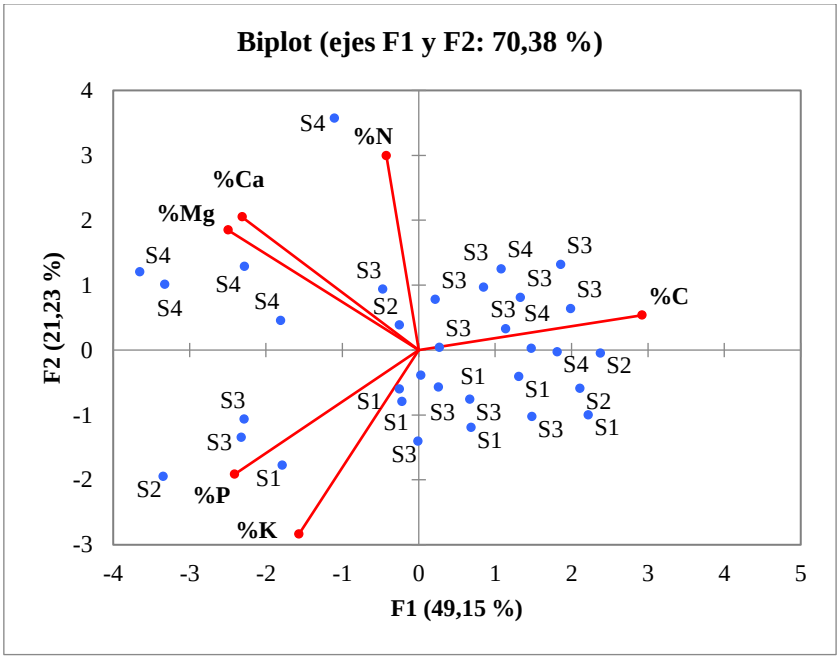


Ilustración IV.50 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

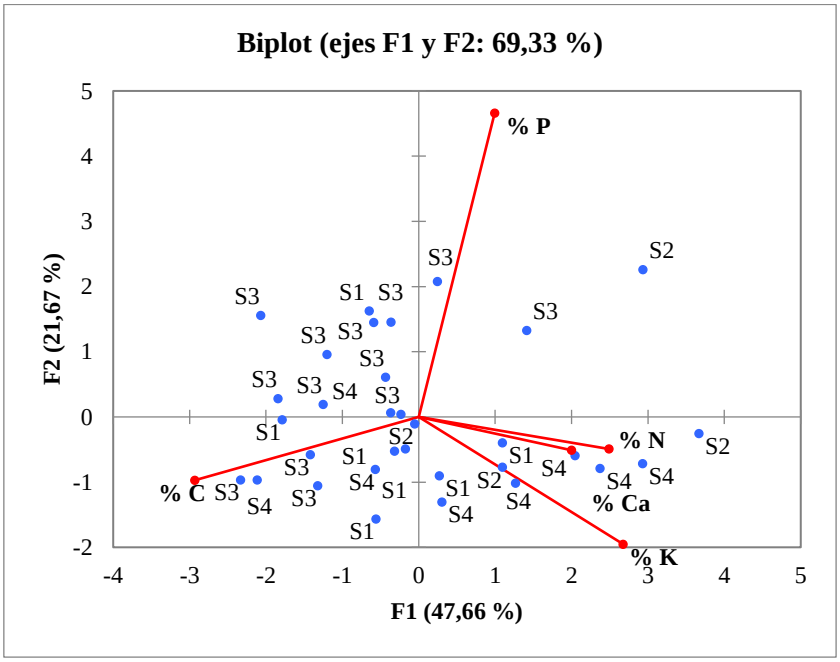


Ilustración IV.51 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

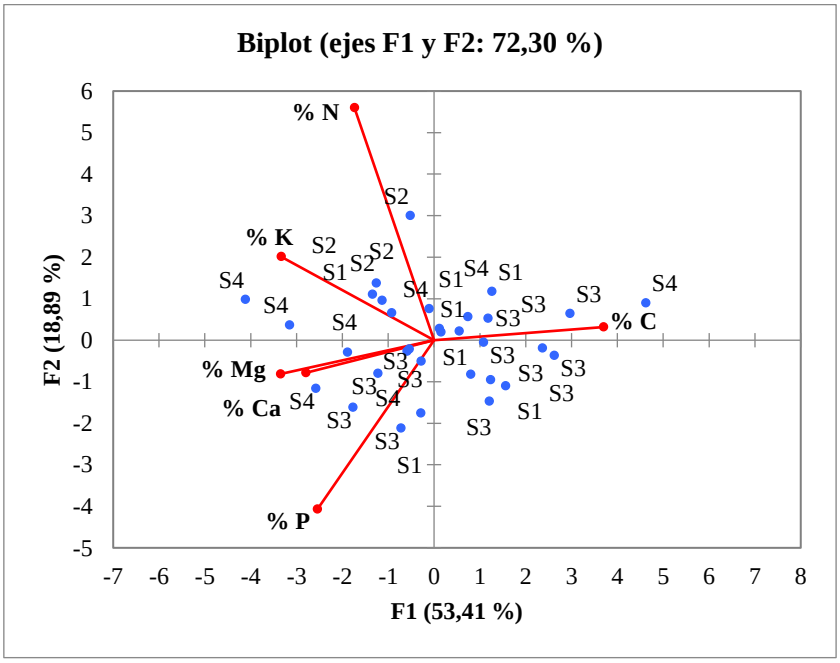


Ilustración IV.52 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

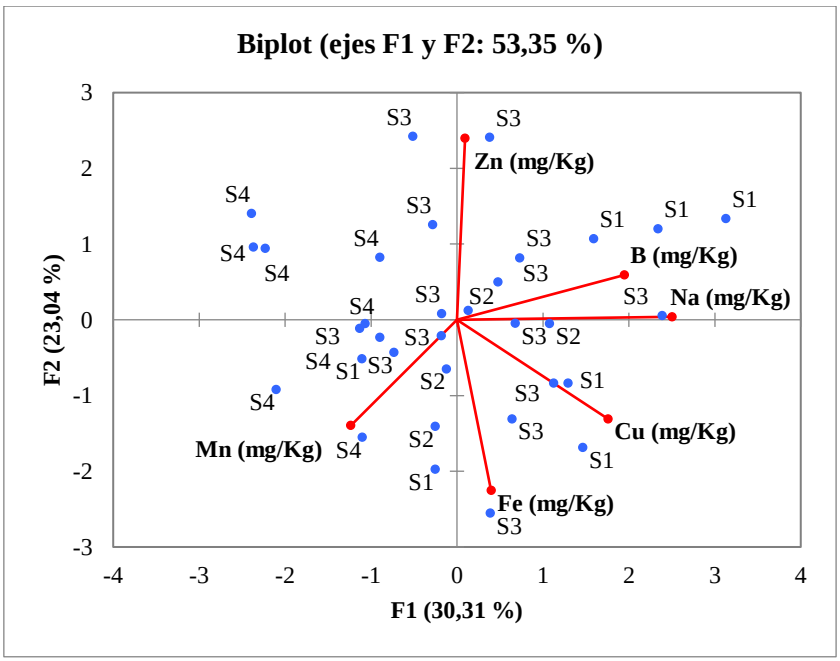


Ilustración IV.53 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

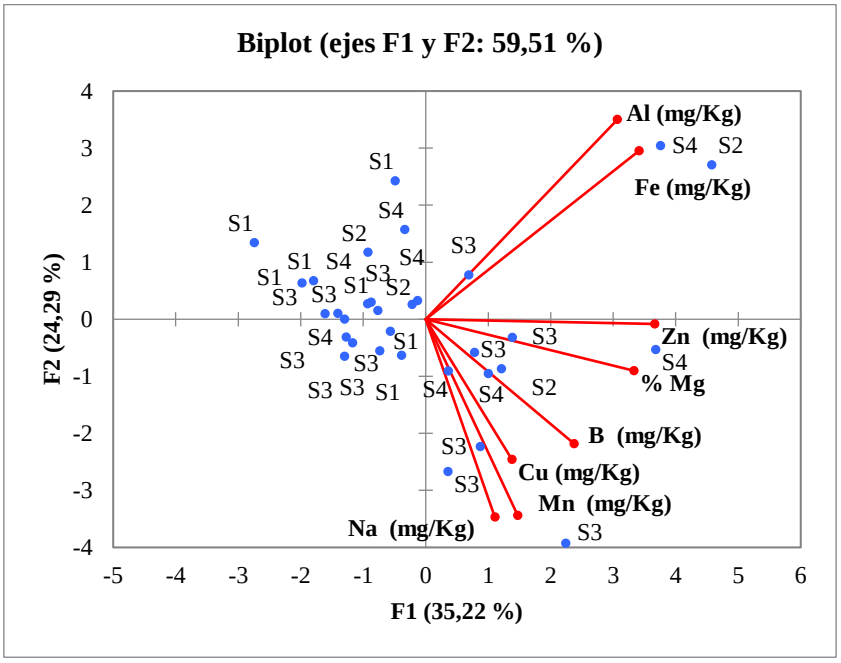


Ilustración IV.54 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

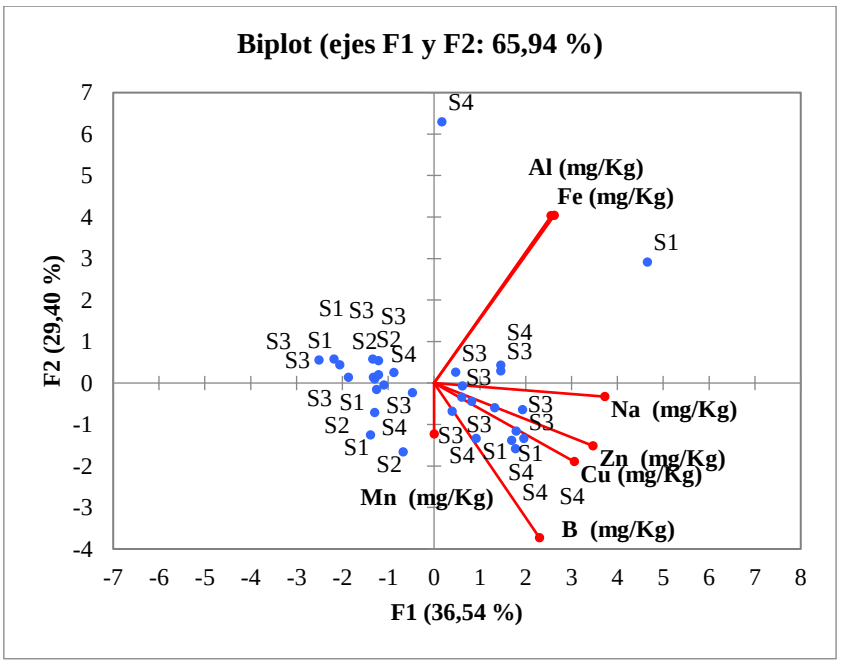


Ilustración IV.55 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.129 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	36,824	37,050	0,160	0,400	36,310	37,200	-0,618	-2,604	0,847	5,000	0,184
	2	37,168	37,020	0,512	0,715	36,230	37,970	-0,126	-1,546	0,942	5,000	0,679
	3	37,269	37,290	0,238	0,488	36,570	37,870	-0,415	-1,099	0,919	8,000	0,421
	4	37,320	37,520	0,344	0,586	36,660	37,780	-1,357	1,652	0,913	3,000	0,427
	5	35,490	35,470	0,236	0,486	34,730	36,570	0,820	1,655	0,951	11,000	0,663
N	1	0,728	0,740	0,014	0,118	0,560	0,890	-0,126	1,519	0,958	5,000	0,796
	2	0,748	0,730	0,004	0,063	0,670	0,830	0,209	-0,999	0,969	5,000	0,866
	3	0,641	0,600	0,006	0,078	0,570	0,790	1,186	0,407	0,829	8,000	0,058
	4	0,600	0,600	0,006	0,080	0,520	0,680	0,000		1,000	3,000	1,000
	5	0,712	0,710	0,005	0,068	0,600	0,850	0,473	0,804	0,971	11,000	0,900
P	1	0,286	0,230	0,029	0,169	0,150	0,580	1,915	3,982	0,775	5,000	0,050
	2	0,306	0,330	0,039	0,198	0,040	0,580	0,069	0,718	0,984	5,000	0,955
	3	0,243	0,185	0,023	0,153	0,090	0,500	0,716	-0,940	0,893	8,000	0,251
	4	0,157	0,190	0,004	0,067	0,080	0,200	-1,688	1,623	0,812	3,000	0,144
	5	0,139	0,110	0,007	0,082	0,060	0,290	0,900	-0,726	0,846	11,000	**0,038**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.130 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
K	1	3,426	3,520	0,407	0,638	2,760	4,130	-0,127	-2,830	0,870	5,000	0,266
	2	3,202	3,780	1,100	1,049	1,460	4,000	-1,586	2,171	0,806	5,000	0,091
	3	2,839	3,055	0,397	0,630	1,610	3,600	-1,065	1,048	0,922	8,000	0,444
	4	2,573	3,150	1,220	1,104	1,300	3,270	-1,709	1,542	0,796	3,000	0,104
	5	2,834	0,726	0,852	1,730	3,930	-0,222	-1,658	1,632	0,860	11,000	0,058
Ca	1	1,324	1,310	0,028	0,167	1,100	1,560	0,170	0,970	0,985	5,000	0,958
	2	1,190	1,220	0,183	0,428	0,530	1,570	-0,977	0,563	0,895	5,000	0,383
	3	1,254	1,340	0,060	0,245	0,670	1,450	-2,425	6,294	0,667	8,000	**0,001**
	4	0,970	1,070	0,065	0,255	0,680	1,160	-1,493	1,548	0,885	3,000	0,339
	5	1,168	1,240	0,092	0,303	0,690	1,620	-0,275	-1,208	0,935	11,000	0,467
Mg	1	0,342	0,380	0,006	0,079	0,240	0,430	-0,432	-1,953	0,909	5,000	0,464
	2	0,306	0,320	0,016	0,127	0,120	0,430	-0,734	-0,411	0,934	5,000	0,620
	3	0,268	0,270	0,004	0,059	0,180	0,340	-0,263	-1,432	0,939	8,000	0,601
	4	0,210	0,210	0,005	0,070	0,140	0,280	0,000	1,485	1,000	3,000	1,000
	5	0,326	0,300	0,010	0,101	0,190	0,530	0,637	0,219	0,962	11,000	0,800

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.131 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	23,160	22,430	3,937	1,984	21,360	26,290	1,205	0,857	0,897	5,000	0,395
	2	20,900	21,940	34,319	5,858	11,270	27,150	-1,324	2,768	0,880	5,000	0,311
	3	21,743	22,955	17,965	4,239	11,670	25,020	-2,398	6,223	0,689	8,000	**0,002**
	4	20,120	23,760	49,376	7,027	12,020	24,580	-1,706	2,524	0,799	3,000	0,112
	5	18,753	22,090	30,908	5,560	10,950	24,270	-0,597	-1,884	0,763	11,000	**0,003**
Cu	1	50,894	48,420	70,826	8,416	40,940	62,450	0,419	-0,845	0,969	5,000	0,866
	2	46,344	48,900	202,369	14,226	23,230	62,370	-1,184	2,730	0,864	5,000	0,242
	3	41,106	45,470	195,344	13,977	13,590	57,370	-1,144	1,189	0,915	8,000	0,394
	4	37,987	35,220	200,343	14,154	25,420	53,320	0,846	1,456	0,971	3,000	0,675
	5	32,572	35,750	89,427	9,457	18,150	44,130	-0,490	-1,675	0,847	11,000	**0,039**
Fe	1	3,790	2,370	11,955	3,458	0,640	8,970	0,975	-0,419	0,898	5,000	0,398
	2	1,954	1,570	3,212	1,792	0,380	4,850	1,315	1,624	0,886	5,000	0,338
	3	2,794	2,380	5,234	2,288	-0,040	6,250	0,328	-1,158	0,941	8,000	0,620
	4	5,253	7,540	19,842	4,454	0,120	8,100	-1,701	1,856	0,802	3,000	0,120
	5	3,671	2,650	9,648	3,106	-0,150	10,560	1,051	1,106	0,928	11,000	0,391
Mn	1	445,986	374,860	58394,347	241,649	149,050	799,960	0,535	0,657	0,963	5,000	0,831
	2	413,958	534,090	47501,987	217,950	103,980	615,410	-0,827	-1,435	0,873	5,000	0,277
	3	227,729	182,905	30758,628	175,381	66,730	540,930	1,030	-0,175	0,860	8,000	0,120
	4	120,590	97,700	2776,845	52,696	83,210	180,860	1,586	0,632	0,858	3,000	0,263
	5	146,109	73,630	35560,680	188,575	22,230	651,180	2,260	5,468	0,699	11,000	**0,000**
Zn	1	69,724	61,450	177,758	13,333	57,590	84,240	0,548	-3,231	0,763	5,000	**0,039**
	2	66,146	66,770	605,229	24,601	27,300	89,020	-1,106	1,180	0,898	5,000	0,401
	3	68,239	77,065	361,059	19,002	33,090	86,680	-1,013	-0,081	0,869	8,000	0,148
	4	45,277	41,540	437,101	20,907	26,490	67,800	0,779	-1,254	0,976	3,000	0,703
	5	45,927	45,920	176,592	13,289	26,870	65,390	-0,067	-1,450	0,935	11,000	0,468
Na	1	721,334	703,190	9194,031	95,886	627,720	878,000	1,348	2,182	0,902	5,000	0,419
	2	606,412	681,330	41432,738	203,550	246,790	744,780	-2,097	4,533	0,703	5,000	**0,010**
	3	628,234	651,330	27256,038	165,094	267,670	803,680	-1,605	3,579	0,844	8,000	0,083
	4	522,643	590,720	18964,871	137,713	364,150	613,060	-1,681	1,689	0,817	3,000	0,155
	5	480,921	537,310	16391,664	128,030	290,610	607,870	-0,540	-1,806	0,806	11,000	**0,011**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.132 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
C	1	37,766	37,640	0,802	0,895	36,920	39,180	1,130	1,134	0,914	5,000	0,492
	2	38,562	38,440	0,510	0,714	37,600	39,470	-0,084	-0,392	0,984	5,000	0,955
	3	38,066	38,235	0,445	0,667	36,770	38,800	-1,094	0,894	0,919	8,000	0,419
	4	38,153	38,410	0,887	0,942	37,110	38,940	-1,135	0,156	0,944	3,000	0,545
	5	37,934	38,070	0,362	0,602	36,860	38,790	-0,709	-0,223	0,932	11,000	0,431
N	1	0,776	0,810	0,010	0,101	0,600	0,840	-1,997	4,114	0,727	5,000	**0,018**
	2	0,794	0,730	0,021	0,146	0,670	1,020	1,134	0,160	0,874	5,000	0,281
	3	0,775	0,780	0,004	0,061	0,670	0,870	-0,260	0,342	0,973	8,000	0,923
	4	0,807	0,730	0,023	0,150	0,710	0,980	1,698	0,235	0,805	3,000	0,127
	5	0,722	0,720	0,003	0,052	0,650	0,830	0,740	0,419	0,963	11,000	0,811
P	1	0,140	0,100	0,006	0,077	0,080	0,270	1,683	2,723	0,804	5,000	0,088
	2	0,130	0,130	0,001	0,022	0,100	0,160	0,000	0,200	0,999	5,000	1,000
	3	0,195	0,175	0,008	0,092	0,100	0,360	0,756	-0,251	0,918	8,000	0,410
	4	0,067	0,060	0,000	0,021	0,050	0,090	1,293	0,587	0,923	3,000	0,463
	5	0,135	0,130	0,003	0,052	0,060	0,210	-0,141	-1,310	0,935	11,000	0,467
K	1	1,814	1,790	0,197	0,444	1,280	2,430	0,339	-0,471	0,990	5,000	0,979
	2	1,664	1,460	0,241	0,491	1,140	2,400	0,863	0,100	0,933	5,000	0,620
	3	1,954	1,955	0,054	0,233	1,560	2,310	-0,196	0,026	0,992	8,000	0,998
	4	2,097	2,060	0,430	0,656	1,460	2,770	0,251	0,021	0,998	3,000	0,907
	5	2,238	2,360	0,242	0,492	1,610	2,790	-0,111	-1,939	0,849	11,000	**0,041**
Ca	1	1,094	1,150	0,033	0,181	0,780	1,250	-1,871	3,989	0,755	5,000	**0,033**
	2	1,024	1,030	0,004	0,061	0,930	1,100	-0,709	2,018	0,930	5,000	0,599
	3	1,149	1,135	0,051	0,225	0,800	1,580	0,644	1,787	0,937	8,000	0,584
	4	1,100	0,970	0,100	0,316	0,870	1,460	1,539	1,254	0,873	3,000	0,304
	5	1,225	1,210	0,028	0,168	0,980	1,470	0,072	-1,367	0,938	11,000	0,503
Mg	1	0,374	0,380	0,005	0,069	0,280	0,470	0,057	1,130	0,977	5,000	0,916
	2	0,346	0,350	0,003	0,056	0,280	0,410	-0,089	-2,389	0,934	5,000	0,622
	3	0,346	0,320	0,016	0,126	0,180	0,610	1,279	2,783	0,897	8,000	0,272
	4	0,300	0,310	0,004	0,066	0,230	0,360	-0,670	2,145	0,983	3,000	0,747
	5	0,444	0,450	0,010	0,098	0,290	0,640	0,433	0,296	0,962	11,000	0,791

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.133 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	26,712	28,700	11,696	3,420	20,910	28,930	-1,754	2,870	0,749	5,000	**0,029**
	2	28,424	27,960	2,345	1,531	26,740	30,240	0,302	-2,571	0,906	5,000	0,443
	3	29,616	29,770	3,579	1,892	26,770	32,000	-0,314	-0,840	0,935	8,000	0,563
	4	31,587	30,950	13,013	3,607	28,340	35,470	0,769	0,521	0,977	3,000	0,707
	5	31,723	30,610	7,796	2,792	28,160	36,490	0,714	-0,460	0,916	11,000	0,290
Cu	1	3,392	2,890	1,044	1,022	2,650	5,140	1,807	3,235	0,780	5,000	0,055
	2	3,990	3,390	1,845	1,358	2,980	6,340	1,895	3,708	0,772	5,000	**0,047**
	3	3,859	3,585	2,039	1,428	2,450	7,000	1,724	3,631	0,840	8,000	0,075
	4	5,323	4,200	7,072	2,659	3,410	8,360	1,562	2,145	0,866	3,000	0,285
	5	3,555	3,500	0,595	0,771	2,150	4,760	-0,067	-0,050	0,972	11,000	0,907
Fe	1	18,480	17,620	21,942	4,684	12,660	25,710	0,728	2,076	0,916	5,000	0,503
	2	18,554	16,750	7,569	2,751	16,440	21,870	0,630	-3,148	0,748	5,000	**0,029**
	3	15,994	16,075	5,243	2,290	12,210	18,760	-0,422	-0,497	0,944	8,000	0,654
	4	17,917	19,630	15,090	3,885	13,470	20,650	-1,599	0,125	0,854	3,000	0,251
	5	16,846	15,020	30,049	5,482	12,380	30,320	1,930	3,263	0,737	11,000	**0,001**
Mn	1	560,094	406,810	150694,681	388,194	109,540	1077,320	0,407	-1,393	0,943	5,000	0,685
	2	463,628	42922,496	207,177	185,180	734,730	-0,124	-0,119	1,147	0,980	5,000	0,937
	3	219,354	191,465	37400,060	193,391	55,030	627,570	1,465	2,456	0,838	8,000	0,071
	4	340,203	188,970	122337,103	349,767	91,500	740,140	1,582	1,147	0,860	3,000	0,267
	5	183,853	100,430	54550,813	233,561	22,010	701,970	1,863	2,131	0,649	11,000	**0,000**

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.134 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Zn	1	51,546	44,310	401,692	20,042	30,210	76,740	0,426	-2,376	0,910	5,000	0,467
	2	60,136	52,840	175,131	13,234	46,960	75,650	0,491	-2,968	0,832	5,000	0,144
	3	47,731	47,505	317,455	17,817	25,050	81,000	0,522	0,985	0,917	8,000	0,406
	4	42,993	33,930	459,810	21,443	27,570	67,480	1,562	0,875	0,866	3,000	0,284
	5	37,379	35,340	122,564	11,071	28,040	69,330	2,815	8,681	0,628	11,000	**0,000**
Na	1	945,166	879,640	32748,630	180,966	824,240	1265,490	2,117	4,605	0,692	5,000	**0,008**
	2	921,494	906,470	5700,255	75,500	862,590	1046,330	1,486	2,268	0,838	5,000	0,159
	3	887,483	874,495	15462,878	124,350	655,990	1059,860	-0,579	0,758	0,953	8,000	0,737
	4	793,517	797,110	1518,230	38,964	752,880	830,560	-0,411	0,854	0,994	3,000	0,847
	5	875,541	923,130	11774,930	108,512	683,090	1004,090	-0,573	-1,041	0,920	11,000	0,316
Al	1	45,344	38,420	628,538	25,071	27,850	89,330	2,024	4,269	0,730	5,000	**0,019**
	2	45,714	44,550	414,507	20,359	22,370	74,630	0,478	-0,439	0,980	5,000	0,932
	3	25,350	25,615	68,571	8,281	11,310	41,390	0,438	2,780	0,894	8,000	0,252
	4	12,897	10,850	16,319	4,040	10,290	17,550	1,695	1,963	0,807	3,000	0,132
	5	15,250	14,110	40,141	6,336	2,940	27,210	0,148	1,351	0,938	11,000	0,494

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.135 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (macronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
C	1	40,710	40,880	0,334	0,578	39,720	41,230	-1,751	3,603	0,812	5,000	0,102
	2	41,292	41,430	0,545	0,738	40,030	41,880	-1,760	3,370	0,806	5,000	0,091
	3	40,884	40,835	0,301	0,549	40,210	41,810	0,530	-0,308	0,939	8,000	0,606
	4	40,693	40,730	2,089	1,445	39,230	42,120	-0,114	0,152	1,000	3,000	0,958
	5	39,958	39,890	0,423	0,651	38,740	40,840	-0,412	-0,116	0,945	11,000	0,575
N	1	0,710	0,750	0,007	0,085	0,600	0,790	-0,608	-2,452	0,869	5,000	0,263
	2	0,744	0,720	0,007	0,085	0,640	0,850	0,173	-1,632	0,954	5,000	0,768
	3	0,786	0,795	0,003	0,052	0,700	0,850	-0,484	-0,915	0,943	8,000	0,639
	4	0,760	0,680	0,022	0,147	0,670	0,930	1,723	1,236	0,779	3,000	0,065
	5	0,783	0,800	0,011	0,103	0,640	0,940	-0,040	-1,047	0,950	11,000	0,642
P	1	0,256	0,330	0,016	0,127	0,090	0,370	-0,671	-2,517	0,837	5,000	0,156
	2	0,302	0,390	0,033	0,183	0,080	0,460	-0,558	-2,986	0,815	5,000	0,106
	3	0,260	0,255	0,008	0,092	0,130	0,400	0,418	-0,457	0,930	8,000	0,513
	4	0,367	0,370	0,000	0,006	0,360	0,370	-1,732	0,654	0,750	3,000	**0,000**
	5	0,224	0,220	0,012	0,111	0,100	0,460	0,935	0,478	0,916	11,000	0,286
K	1	2,068	2,010	0,196	0,443	1,480	2,660	0,052	-0,009	0,994	5,000	0,991
	2	2,058	1,840	0,427	0,654	1,340	2,900	0,414	-2,042	0,931	5,000	0,603
	3	2,401	2,385	0,151	0,389	1,950	3,190	1,082	1,944	0,903	8,000	0,306
	4	2,517	2,540	0,008	0,087	2,420	2,590	-1,116	1,236	0,947	3,000	0,554
	5	2,555	2,320	0,513	0,716	1,780	3,880	0,989	-0,227	0,872	11,000	0,083
Ca	1	1,382	1,140	0,416	0,645	0,950	2,510	2,003	4,128	0,737	5,000	**0,022**
	2	1,050	1,050	0,001	0,038	1,000	1,100	0,000	-0,378	0,999	5,000	1,000
	3	1,278	1,220	0,034	0,185	1,080	1,630	1,173	0,646	0,886	8,000	0,215
	4	1,367	1,320	0,059	0,243	1,150	1,630	0,831	0,965	0,972	3,000	0,681
	5	1,425	1,420	0,033	0,182	1,140	1,760	-0,036	0,188	0,961	11,000	0,780
Mg	1	0,374	0,420	0,004	0,064	0,290	0,420	-0,733	-2,614	0,749	5,000	**0,029**
	2	0,338	0,390	0,008	0,089	0,210	0,410	-0,919	-1,366	0,833	5,000	0,145
	3	0,360	0,325	0,013	0,115	0,270	0,610	1,758	3,200	0,799	8,000	**0,028**
	4	0,383	0,320	0,037	0,193	0,230	0,600	1,318	2,541	0,919	3,000	0,450
	5	0,473	0,490	0,011	0,106	0,290	0,630	-0,226	-1,091	0,943	11,000	0,554

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.136 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
B	1	39,240	27,260	821,036	28,654	23,930	90,380	2,211	4,909	0,618	5,000	**0,001**
	2	27,570	25,990	12,619	3,552	24,630	33,310	1,385	1,383	0,858	5,000	0,220
	3	30,314	29,695	9,964	3,157	25,850	36,840	1,157	2,793	0,875	8,000	0,170
	4	31,610	32,920	13,155	3,627	27,510	34,400	-1,413	1,236	0,902	3,000	0,392
	5	31,639	31,560	15,746	3,968	24,470	38,910	0,075	0,212	0,981	11,000	0,970
Cu	1	59,126	30,960	4264,952	65,307	25,280	175,840	2,225	4,963	0,593	5,000	**0,001**
	2	28,700	28,660	23,368	4,834	22,440	34,560	-0,114	-1,321	0,981	5,000	0,940
	3	29,860	27,680	26,588	5,156	23,840	37,070	0,506	-1,710	0,874	8,000	0,165
	4	28,770	30,430	12,116	3,481	24,770	31,110	-1,658	-1,852	0,829	3,000	0,187
	5	34,949	34,970	49,288	7,021	27,450	50,990	1,241	1,653	0,890	11,000	0,140
Fe	1	68,454	13,580	14192,816	119,134	11,890	281,440	2,230	4,976	0,579	5,000	**0,000**
	2	18,518	16,490	35,507	5,959	11,760	26,530	0,452	-1,423	0,950	5,000	0,736
	3	17,811	14,980	33,043	5,748	13,410	29,710	1,487	1,817	0,797	8,000	**0,026**
	4	28,967	20,160	261,516	16,171	19,110	47,630	1,724	0,125	0,778	3,000	0,062
	5	33,562	23,210	661,023	25,710	10,020	81,970	1,200	0,210	0,813	11,000	**0,014**
Mn	1	485,350	412,440	153861,241	392,252	87,560	1137,480	1,448	2,910	0,871	5,000	0,271
	2	445,828	486,870	33319,920	182,537	198,440	613,520	-0,543	-1,813	0,895	5,000	0,384
	3	276,425	246,345	70306,675	265,154	32,200	881,390	1,999	4,782	0,781	8,000	**0,018**
	4	107,770	91,580	3329,788	57,704	59,890	171,840	1,163	0,963	0,941	3,000	0,531
	5	338,617	166,510	110513,196	332,435	51,390	953,400	0,940	-0,618	0,823	11,000	**0,019**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.137 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en peciolos (micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Fecha	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Zn	1	71,300	60,550	1058,564	32,536	43,070	126,970	1,761	3,491	0,819	5,000	0,114
	2	67,966	65,850	136,021	11,663	53,410	82,230	0,066	-1,600	0,965	5,000	0,843
	3	51,264	48,255	166,184	12,891	36,800	78,770	1,563	2,896	0,854	8,000	0,104
	4	41,403	37,300	131,984	11,488	32,530	54,380	1,402	0,123	0,904	3,000	0,399
	5	53,915	56,300	111,963	10,581	34,840	69,800	-0,683	-0,114	0,922	11,000	0,333
Na	1	729,412	766,980	27006,848	164,338	466,590	898,770	-1,182	1,697	0,927	5,000	0,574
	2	764,690	731,410	12813,551	113,197	624,400	924,000	0,389	-0,032	0,972	5,000	0,889
	3	788,399	752,665	48747,050	220,787	503,960	1199,990	0,768	0,489	0,956	8,000	0,768
	4	740,153	698,200	26069,644	161,461	603,810	918,450	1,090	0,896	0,949	3,000	0,567
	5	686,468	722,960	17931,223	133,908	506,430	911,600	-0,058	-1,058	0,918	11,000	0,305
Al	1	72,716	34,870	7168,589	84,668	30,660	224,070	2,228	4,973	0,587	5,000	**0,000**
	2	46,962	54,100	310,165	17,611	21,700	63,370	-0,810	-1,204	0,900	5,000	0,410
	3	42,585	39,445	136,394	11,679	26,030	57,600	0,054	-1,496	0,906	8,000	0,330
	4	44,647	53,880	269,003	16,401	25,710	54,350	-1,730	-1,236	0,762	3,000	**0,027**
	5	54,052	27,810	4134,695	64,302	21,770	221,910	2,314	4,830	0,556	11,000	**0,000**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.138 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en peciolos (macro y micronutrientes) en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
C	0,620	0,652
N	0,421	0,792
P	1,540	0,219
K	0,945	0,453
Ca	1,260	0,310
Mg	0,966	0,442
2019		
C	0,327	0,857
N	3,668	**0,016**
P	3,010	**0,036**
K	1,983	0,126
Ca	1,712	0,176
Mg	0,692	0,604
2020		
C	1,039	0,405
N	1,899	0,140
P	4,316	**0,008**
K	2,280	0,087
Ca	3,929	0,012
Mg	1,399	0,261

Variable	Levene	Sig.
2018		
B	2,313	0,083
Cu	0,347	0,844
Fe	1,309	0,292
Mn	0,948	0,452
Zn	0,631	0,644
Na	0,516	0,725
2019		
B	0,974	0,438
Cu	2,211	0,095
Fe	0,776	0,550
Mn	1,653	0,190
Zn	1,556	0,215
Na	1,412	0,257
Al	3,554	**0,019**
2020		
B	6,960	**0,001**
Cu	7,952	**0,000**
Fe	7,194	**0,000**
Mn	1,527	0,222
Zn	1,893	0,141
Na	0,871	0,494
Al	2,819	**0,045**

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.139 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018.

2018						
Sector	**%C**	**%N**	**%P**	**%K**	**%Ca**	**%Mg**
1	36,824a	0,728ab	0,288	3,425	1,322	0,341
2	37,168a	0,747a	0,308	3,202	1,189	0,307
3	37,268a	0,643bc	0,243	2,839	1,253	0,267
4	37,320a	0,599c	0,157	2,574	0,973	0,209
5	35,490b	0,711ab	0,140	2,834	1,167	0,326
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	SI (0,044)	NO (0,147)	NO (0,552)	NO (0,456)	NO (0,237)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,308	0,714	0,999	0,673	0,481	0,564
1 vs 3	0,148	0,075	0,978	0,224	0,682	0,167
1 vs 4	0,206	**0,038**	0,685	0,170	0,115	0,060
1 vs 5	**< 0,0001**	0,698	0,285	0,196	0,337	0,765
2 vs 3	0,738	**0,032**	0,919	0,448	0,708	0,448
2 vs 4	0,694	**0,019**	0,562	0,308	0,321	0,156
2 vs 5	**< 0,0001**	0,416	0,179	0,417	0,890	0,705
3 vs 4	0,886	0,435	0,881	0,640	0,170	0,364
3 vs 5	**< 0,0001**	0,080	0,487	0,990	0,536	0,176
4 vs 5	**< 0,0001**	**0,043**	1,000	0,633	0,317	0,061

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.140 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018.

2018						
Sector	**B (mg/Kg)**	**Cu (mg/Kg)**	**Fe (mg/Kg)**	**Mn (mg/Kg)**	**Zn (mg/Kg)**	**Na (mg/Kg)**
1	23,159	50,895a	3,791	445,987	69,723a	721,335a
2	20,900	46,344a	1,955	413,959	66,144ab	606,412ab
3	21,744	41,106ab	2,793	227,728	68,237a	628,234a
4	20,119	37,985ab	5,256	120,589	45,276b	522,639ab
5	18,753	32,571b	3,672	146,109	45,926b	480,921b
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,656)	SI (0,028)	NO (0,580)	NO (0,023)	SI (0,040)	SI (0,010)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	2,260	0,547	0,332	0,999	0,749	0,232
1 vs 3	1,416	0,157	0,557	0,298	0,883	0,281
1 vs 4	3,040	0,145	0,501	0,171	0,067	0,078
1 vs 5	4,406	**0,008**	0,941	0,054	**0,018**	**0,006**
2 vs 3	0,844	0,443	0,621	0,452	0,836	0,799
2 vs 4	0,780	0,340	0,136	0,254	0,115	0,446
2 vs 5	2,147	**0,039**	0,288	0,103	**0,042**	0,129
3 vs 4	1,624	0,699	0,227	0,921	0,064	0,303
3 vs 5	2,991	0,131	0,526	0,890	**0,011**	**0,042**
4 vs 5	1,366	0,487	0,415	1,000	0,955	0,670

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.141 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2019.

2019						
Sector	**%C**	**%N**	**%P**	**%K**	**%Ca**	**%Mg**
1	37,766	0,777	0,139	2,224	1,096	0,373
2	38,562	0,795	0,129	2,073	1,024	0,345
3	38,066	0,774	0,196	2,276	1,147	0,346
4	38,153	0,807	0,068	2,626	1,099	0,300
5	37,934	0,722	0,134	2,516	1,224	0,444
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,461)	NO (0,374)	NO (0,072)	NO (0,233)	NO (0,170)	NO (0,101)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,089	0,753	0,999	0,983	0,558	0,990
1 vs 3	0,467	0,960	0,553	0,982	0,638	0,987
1 vs 4	0,464	0,653	0,564	0,906	0,983	0,830
1 vs 5	0,667	0,270	1,000	0,414	0,222	0,643
2 vs 3	0,234	0,690	0,388	0,787	0,266	1,000
2 vs 4	0,440	0,859	0,698	0,674	0,597	0,966
2 vs 5	0,114	0,145	1,000	0,148	0,062	0,326
3 vs 4	0,858	0,598	0,050	0,989	0,708	0,951
3 vs 5	0,692	0,224	0,270	0,642	0,394	0,206
4 vs 5	0,640	0,161	0,528	0,988	0,321	0,169

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.142 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2019.

2019							
Sector	**B (mg/Kg)**	**Cu (mg/Kg)**	**Fe (mg/Kg)**	**Mn (mg/Kg)**	**Zn (mg/Kg)**	**Na (mg/Kg)**	**Al (mg/Kg)**
1	26,712c	3,391	18,479	560,096	51,546	945,166	45,343a
2	28,425bc	3,990	18,554	463,630	60,134	921,492	45,715a
3	29,617abc	3,859	15,993	219,354	47,730	887,480	25,351b
4	31,585ab	5,324	17,916	340,202	42,992	793,517	12,895b
5	31,723a	3,556	16,845	183,852	37,379	875,541	15,249b
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,018)	NO (0,538)	NO (0,357)	NO (0,050)	NO (0,100)	NO (0,327)	SI (0,000)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,310	0,949	0,978	0,976	0,908	0,756	0,966
1 vs 3	0,062	0,969	0,313	0,176	0,993	0,403	**0,017**
1 vs 4	**0,017**	0,280	0,857	0,775	0,944	0,093	**0,003**
1 vs 5	**0,001**	0,999	0,481	0,083	0,468	0,288	**0,000**
2 vs 3	0,432	1,000	0,299	0,482	0,643	0,620	**0,015**
2 vs 4	0,110	0,632	0,838	0,965	0,576	0,153	**0,003**
2 vs 5	**0,027**	0,971	0,461	0,296	0,083	0,480	**0,000**
3 vs 4	0,277	0,474	0,509	0,958	0,991	0,254	0,191
3 vs 5	0,095	0,987	0,669	0,998	0,622	0,831	0,125
4 vs 5	0,936	0,257	0,701	0,886	0,981	0,300	0,794

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.143 Datos de análisis de varianza de macronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020.

2020						
Sector	**%C**	**%N**	**%P**	**%K**	**%Ca**	**%Mg**
1	40,710ab	0,708	0,253	2,067	1,383ab	0,375
2	41,292a	0,744	0,303	2,057	1,050b	0,338
3	40,883ab	0,787	0,260	2,401	1,277ab	0,361
4	40,693ab	0,760	0,369	2,516	1,364ab	0,385
5	39,958b	0,783	0,224	2,554	1,426a	0,473
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,016)	NO (0,577)	NO (0,423)	NO (0,388)	SI (0,013)	NO (0,156)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,213	0,534	0,515	0,976	0,086	0,983
1 vs 3	0,676	0,137	0,924	0,312	0,537	0,999
1 vs 4	0,975	0,433	0,196	0,289	0,933	1,000
1 vs 5	0,064	0,133	0,650	0,124	0,789	0,477
2 vs 3	0,329	0,411	0,531	0,297	0,187	0,996
2 vs 4	0,266	0,804	0,457	0,278	0,156	0,977
2 vs 5	**0,002**	0,426	0,228	0,116	**0,026**	0,183
3 vs 4	0,700	0,669	0,189	0,767	0,668	0,997
3 vs 5	**0,010**	0,932	0,520	0,569	0,290	0,207
4 vs 5	0,129	0,701	0,073	0,920	0,752	0,731

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.144 Datos de análisis de varianza de micronutrientes en peciolo por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020.

2020							
Sector	**B (mg/Kg)**	**Cu (mg/Kg)**	**Fe (mg/Kg)**	**Mn (mg/Kg)**	**Zn (mg/Kg)**	**Na (mg/Kg)**	**Al (mg/Kg)**
1	39,239	59,128	68,455	485,348	71,299	729,413	72,718
2	27,572	28,700	18,520	445,830	67,966	764,690	46,963
3	30,314	29,858	17,812	276,424	51,264	788,399	42,585
4	31,611	28,769	28,966	107,768	41,406	740,154	44,645
5	31,640	34,949	33,562	338,617	53,913	686,468	54,051
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,237)	NO (0,267)	NO (0,701)	NO (0,221)	NO (0,065)	NO (0,742)	NO (0,312)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,510	0,072	0,117	0,834	0,998	0,737	0,440
1 vs 3	0,658	0,056	0,080	0,225	0,236	0,535	0,318
1 vs 4	0,892	0,118	0,278	0,091	0,124	0,929	0,465
1 vs 5	0,739	0,093	0,196	0,365	0,313	0,633	0,511
2 vs 3	0,993	0,938	0,980	0,323	0,406	0,803	0,883
2 vs 4	0,989	0,997	0,772	0,128	0,207	0,840	0,952
2 vs 5	0,964	0,656	0,572	0,506	0,521	0,386	0,802
3 vs 4	1,000	0,951	0,738	0,406	0,900	0,669	0,954
3 vs 5	0,999	0,673	0,493	0,654	0,997	0,194	0,638
4 vs 5	1,000	0,715	0,886	0,240	0,770	0,621	0,783

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

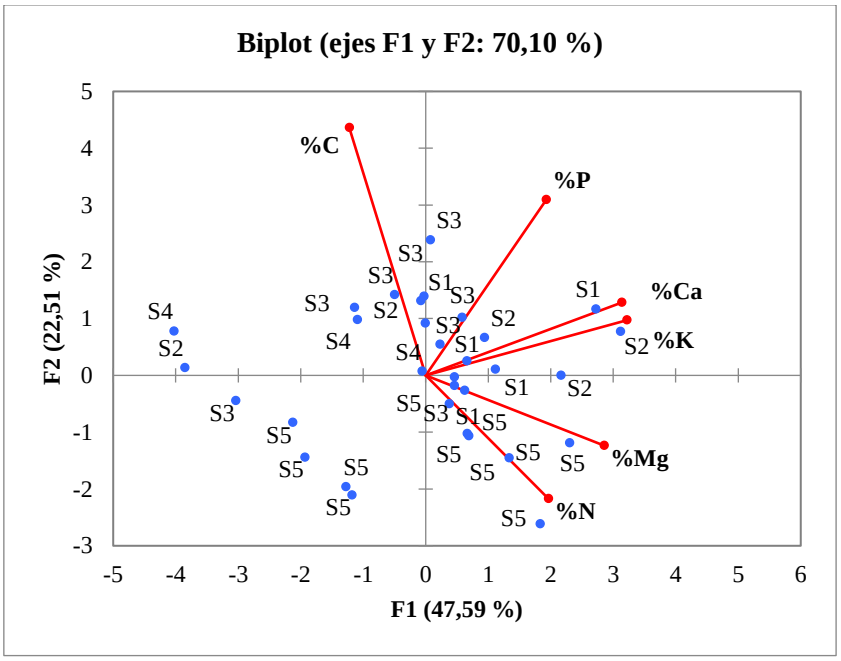


Ilustración IV.56 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

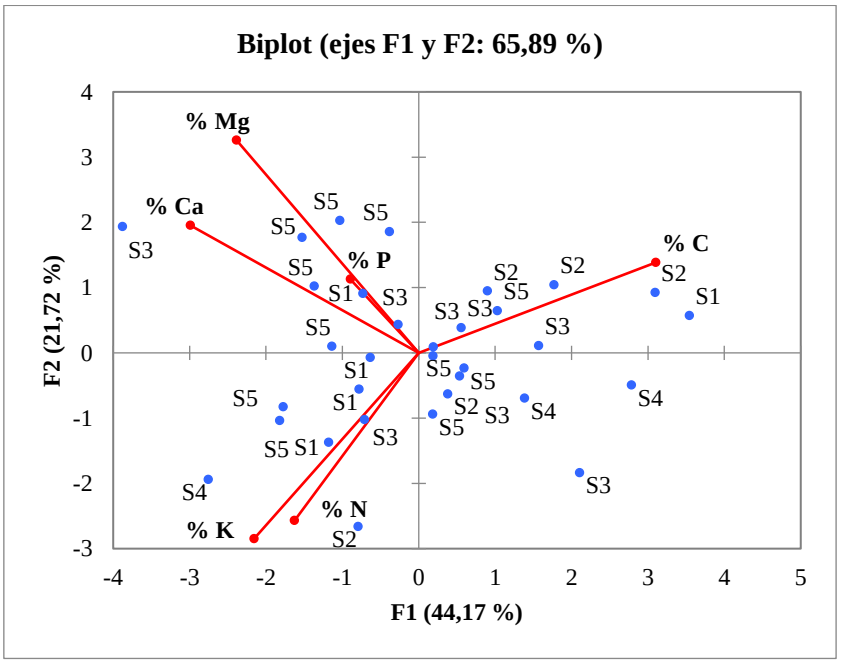


Ilustración IV.57 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

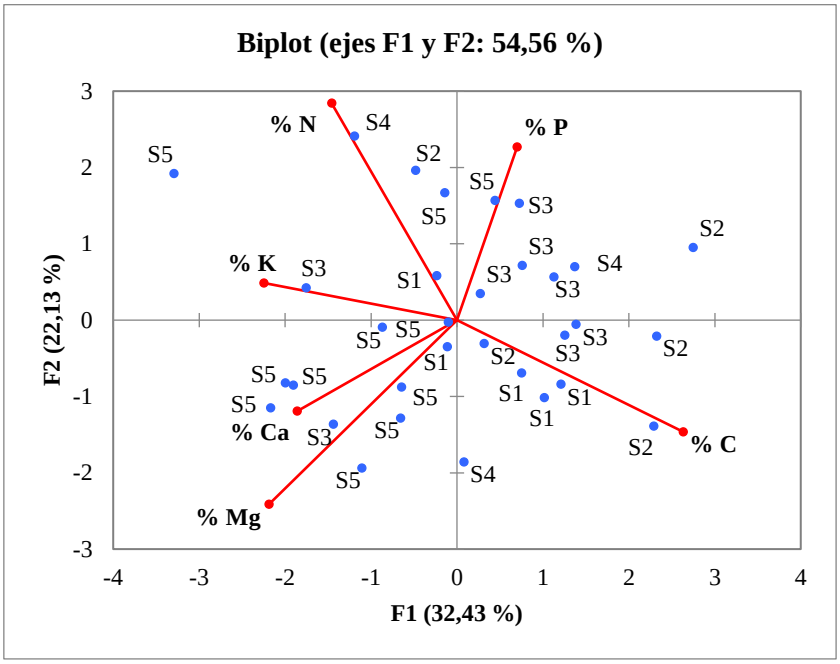


Ilustración IV.58 Análisis de Componentes Principales (ACP) de macronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

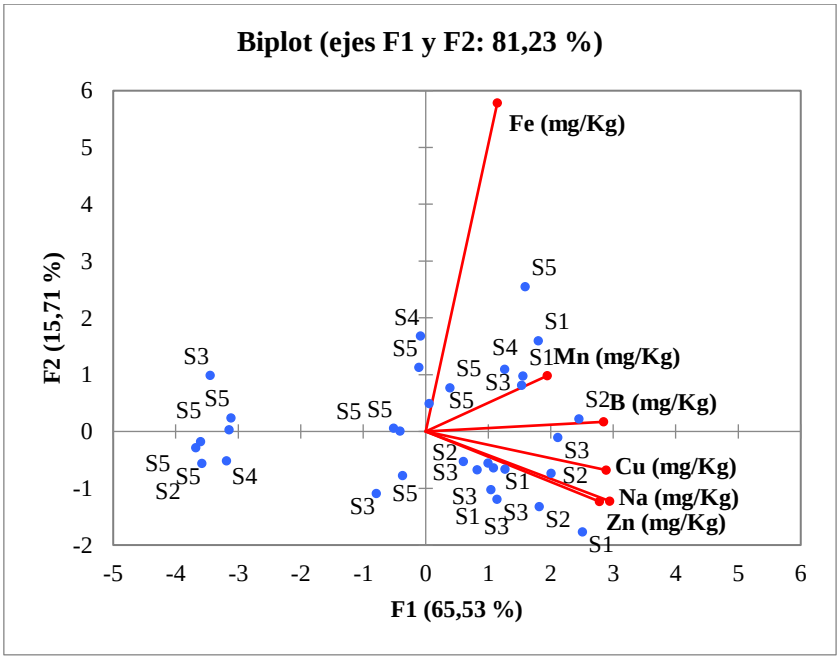


Ilustración IV.59 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

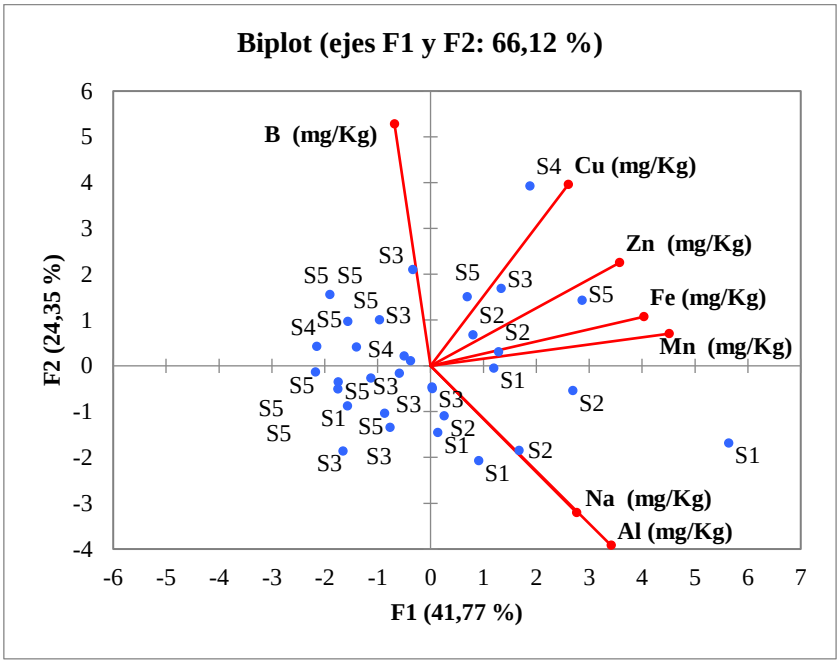


Ilustración IV.60 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

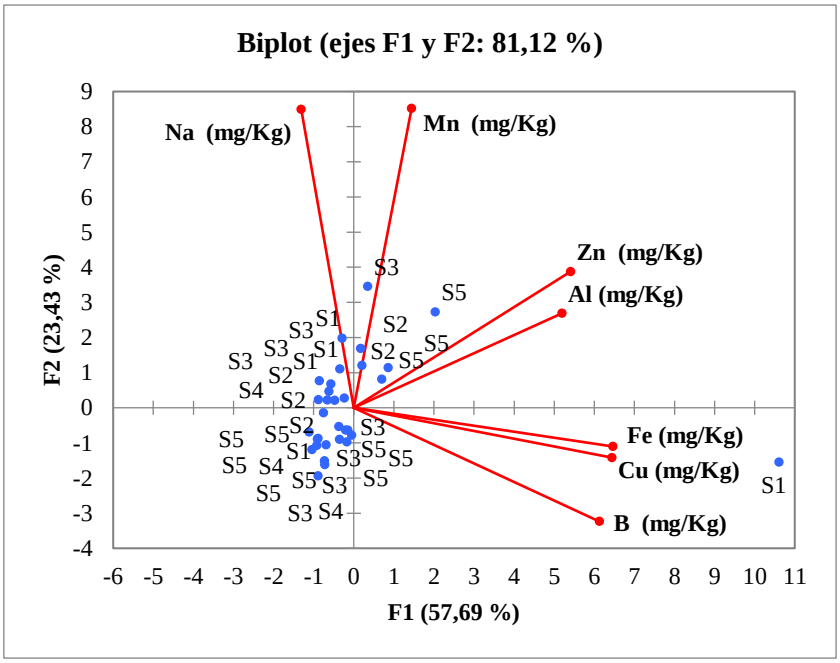


Ilustración IV.61 Análisis de Componentes Principales (ACP) de micronutrientes en peciolos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.145 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	3	40,384	42,130	33,006	5,745	32,090	48,310	-0,394	-1,318	0,905	9,000	0,280
	4	45,050	43,520	14,373	3,791	41,770	51,730	0,979	-0,080	0,865	7,000	0,166
Cu	3	3,833	4,160	1,786	1,337	2,180	5,480	-0,146	-1,855	0,884	9,000	0,171
	4	3,774	4,270	0,651	0,807	2,310	4,400	-1,141	0,319	0,816	7,000	0,059
K	3	2401,913	2562,970	87342,815	295,538	1995,710	2727,710	-0,230	-2,151	0,836	9,000	0,053
	4	2700,757	2532,810	289976,244	538,494	2161,830	3568,730	0,938	-0,656	0,864	7,000	0,163
Mg	3	74,834	70,960	260,059	16,126	54,900	102,910	1,043	0,171	0,849	9,000	0,073
	4	73,603	75,640	126,891	11,265	60,450	88,330	-0,015	-2,133	0,890	7,000	0,277
Mn	3	0,580	0,570	0,010	0,100	0,400	0,750	-0,105	0,682	0,983	9,000	0,980
	4	0,497	0,410	0,034	0,185	0,320	0,860	1,434	2,115	0,859	7,000	0,149
Na	3	5,098	4,970	1,396	1,181	3,440	6,490	-0,299	-1,466	0,906	9,000	0,291
	4	4,579	4,500	2,103	1,450	2,280	6,810	0,047	0,476	0,967	7,000	0,877
Zn	3	0,284	0,280	0,001	0,036	0,240	0,350	0,440	-0,062	0,946	9,000	0,641
	4	0,291	0,280	0,001	0,035	0,240	0,350	0,344	0,371	0,963	7,000	0,843

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.146 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	1	41,816	42,720	15,190	3,897	36,320	45,720	-0,640	-1,189	0,935	5,000	0,630
	2	43,405	39,010	79,141	8,896	32,900	61,970	1,093	0,368	0,878	11,000	0,097
	3	41,990	41,140	37,825	6,150	32,520	51,080	-0,100	-0,719	0,950	9,000	0,690
	4	45,040	45,100	88,092	9,386	32,820	62,170	0,829	1,295	0,958	7,000	0,797
Cu	1	0,350	0,350	0,002	0,041	0,300	0,390	-0,149	-2,408	0,892	5,000	0,365
	2	0,350	0,350	0,002	0,050	0,280	0,430	-0,084	-0,980	0,956	11,000	0,725
	3	0,467	0,440	0,015	0,123	0,320	0,660	0,539	-0,833	0,921	9,000	0,401
	4	0,394	0,390	0,002	0,050	0,340	0,480	0,734	-0,185	0,938	7,000	0,625
K	1	1392,290	1427,580	30229,936	173,868	1190,890	1633,910	0,305	-0,652	0,957	5,000	0,784
	2	1342,251	1371,230	15140,457	123,047	1081,160	1493,980	-1,241	1,070	0,877	11,000	0,095
	3	1386,502	1438,450	27692,037	166,409	1162,160	1563,340	-0,542	-1,735	0,836	9,000	0,052
	4	1353,981	1282,340	36187,496	190,230	1106,190	1632,140	0,401	-1,079	0,945	7,000	0,689
Mg	1	55,788	51,040	104,442	10,220	45,540	69,680	0,647	-1,855	0,901	5,000	0,414
	2	69,637	69,010	348,248	18,661	45,200	106,900	0,717	0,018	0,956	11,000	0,717
	3	78,617	77,340	85,134	9,227	63,220	96,310	0,390	1,338	0,969	9,000	0,882
	4	76,694	75,650	166,046	12,886	61,630	96,390	0,387	-1,294	0,937	7,000	0,613
Mn	1	0,944	0,950	0,107	0,327	0,620	1,460	1,081	1,300	0,910	5,000	0,465
	2	0,908	0,840	0,044	0,210	0,670	1,290	0,631	-0,728	0,922	11,000	0,335
	3	1,116	1,050	0,187	0,433	0,800	2,220	2,509	6,952	0,654	9,000	**0,000**
	4	0,823	0,670	0,129	0,359	0,570	1,600	2,197	5,066	0,709	7,000	**0,005**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.147 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Na	1	9,900	7,790	16,125	4,016	6,940	16,510	1,530	1,853	0,809	5,000	0,096
	2	8,606	9,300	6,767	2,601	5,180	12,200	-0,052	-1,921	0,884	11,000	0,118
	3	7,934	8,240	3,909	1,977	4,870	10,990	-0,084	-0,906	0,973	9,000	0,917
	4	7,343	6,200	6,437	2,537	4,860	11,670	0,817	-0,517	0,890	7,000	0,273
Zn	1	0,416	0,380	0,019	0,138	0,260	0,630	0,931	1,427	0,946	5,000	0,709
	2	0,418	0,440	0,008	0,087	0,270	0,560	-0,262	-0,347	0,967	11,000	0,856
	3	0,442	0,440	0,000	0,022	0,410	0,470	-0,095	-1,438	0,923	9,000	0,415
	4	0,504	0,520	0,001	0,039	0,440	0,550	-0,649	-0,583	0,918	7,000	0,454
Al	1	0,254	0,260	0,002	0,045	0,190	0,300	-0,600	-0,942	0,945	5,000	0,701
	2	0,264	0,240	0,008	0,087	0,170	0,470	1,395	2,119	0,874	11,000	0,086
	3	0,323	0,300	0,017	0,130	0,160	0,530	0,443	-1,055	0,933	9,000	0,507
	4	0,290	0,270	0,005	0,070	0,220	0,390	0,968	-0,989	0,798	7,000	**0,039**
B	1	2,876	2,820	0,022	0,147	2,710	3,100	0,842	0,749	0,939	5,000	0,662
	2	3,322	3,370	0,389	0,624	2,190	4,320	-0,075	-0,204	0,984	11,000	0,985
	3	3,601	3,820	1,039	1,019	2,150	5,110	-0,130	-1,229	0,943	9,000	0,614
	4	2,930	2,850	0,386	0,621	1,850	3,800	-0,489	0,839	0,965	7,000	0,863
Fe	1	0,164	0,180	0,005	0,070	0,090	0,260	0,288	-1,200	0,920	5,000	0,531
	2	0,120	0,130	0,002	0,045	0,060	0,200	0,428	-0,685	0,950	11,000	0,641
	3	0,157	0,130	0,005	0,069	0,070	0,270	0,641	-0,772	0,919	9,000	0,385
	4	0,113	0,110	0,001	0,035	0,060	0,170	0,237	0,303	0,992	7,000	0,997
P	1	116,020	109,640	211,652	14,548	103,610	139,970	1,492	2,023	0,856	5,000	0,214
	2	124,698	124,120	842,831	29,032	84,480	184,430	0,533	0,349	0,952	11,000	0,669
	3	106,516	110,090	341,965	18,492	74,870	128,520	-0,738	-0,139	0,885	9,000	0,177
	4	94,630	99,570	620,471	24,909	63,350	138,630	0,670	0,586	0,940	7,000	0,636

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.148 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	1	21,582	22,505	22,802	4,775	14,829	26,241	-0,636	-1,155	0,928	5,000	0,582
	2	19,496	18,355	11,327	3,365	15,529	24,973	0,388	-1,367	0,919	11,000	0,312
	3	19,083	18,767	4,572	2,138	15,419	21,871	-0,190	-0,611	0,945	9,000	0,634
	4	22,599	19,377	29,051	5,390	17,192	30,869	0,587	-1,661	0,856	7,000	0,139
Cu	1	0,940	0,943	0,022	0,147	0,710	1,086	-1,007	0,978	0,922	5,000	0,546
	2	0,884	0,827	0,059	0,242	0,611	1,285	0,573	-0,784	0,908	11,000	0,231
	3	0,862	0,858	0,017	0,130	0,675	1,110	0,576	0,659	0,952	9,000	0,716
	4	0,997	1,022	0,035	0,186	0,742	1,235	-0,098	-1,146	0,932	7,000	0,572
K	1	60,235	55,448	170,810	13,069	45,713	78,686	0,606	-0,849	0,950	5,000	0,735
	2	53,698	54,384	90,577	9,517	38,093	71,309	0,019	0,111	0,976	11,000	0,941
	3	53,184	52,807	91,950	9,589	39,254	69,294	0,397	-0,512	0,969	9,000	0,888
	4	56,748	59,536	85,256	9,233	41,032	69,589	-0,656	0,572	0,909	7,000	0,389
Mg	1	29,607	31,498	35,501	5,958	19,254	34,632	-1,902	4,061	0,749	5,000	**0,029**
	2	32,438	30,413	43,661	6,608	25,333	46,235	1,164	0,638	0,884	11,000	0,116
	3	40,577	40,937	61,312	7,830	28,639	50,286	-0,427	-1,089	0,930	9,000	0,478
	4	37,215	38,761	48,437	6,960	27,886	46,969	-0,022	-1,493	0,946	7,000	0,695
Mn	1	0,367	0,401	0,015	0,123	0,165	0,494	-1,335	2,407	0,899	5,000	0,403
	2	0,396	0,381	0,030	0,172	0,190	0,704	0,706	-0,304	0,918	11,000	0,305
	3	0,481	0,507	0,018	0,133	0,331	0,739	0,658	0,202	0,914	9,000	0,347
	4	0,404	0,309	0,037	0,192	0,230	0,697	1,113	-0,842	0,762	7,000	**0,017**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.149 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Na	1	3,715	3,966	1,265	1,125	2,433	4,772	-0,292	-2,959	0,843	5,000	0,172
	2	2,918	2,797	0,645	0,803	1,848	4,550	0,522	0,307	0,953	11,000	0,685
	3	2,355	2,236	0,239	0,488	1,746	3,130	0,603	-1,122	0,903	9,000	0,270
	4	2,497	2,155	0,737	0,859	1,485	3,663	0,465	-1,638	0,898	7,000	0,316
Zn	1	0,133	0,135	0,001	0,025	0,110	0,170	0,739	0,022	0,910	5,000	0,466
	2	0,130	0,131	0,000	0,015	0,104	0,152	-0,106	-0,696	0,971	11,000	0,892
	3	0,163	0,152	0,000	0,021	0,142	0,198	0,828	-1,208	0,833	9,000	**0,048**
	4	0,148	0,139	0,001	0,026	0,114	0,184	0,273	-1,393	0,935	7,000	0,595
Al	1	0,025	0,025	0,000	0,002	0,023	0,027	0,761	1,197	0,961	5,000	0,812
	2	0,037	0,034	0,000	0,012	0,023	0,060	0,853	-0,394	0,904	11,000	0,207
	3	0,039	0,038	0,000	0,005	0,034	0,050	1,516	1,736	0,829	9,000	**0,043**
	4	0,033	0,032	0,000	0,004	0,027	0,038	-0,032	-0,474	0,980	7,000	0,959
B	1	0,966	0,935	0,156	0,395	0,540	1,610	1,257	2,585	0,886	5,000	0,336
	2	1,078	1,047	0,141	0,376	0,537	1,645	0,138	-1,166	0,943	11,000	0,550
	3	1,021	1,016	0,071	0,267	0,643	1,540	0,630	0,747	0,952	9,000	0,712
	4	0,916	0,977	0,029	0,169	0,680	1,100	-0,371	-1,992	0,893	7,000	0,291
Fe	1	0,012	0,012	0,000	0,002	0,009	0,014	-0,604	0,945	0,968	5,000	0,863
	2	0,018	0,020	0,000	0,007	0,007	0,031	0,034	-0,618	0,967	11,000	0,858
	3	0,021	0,021	0,000	0,005	0,013	0,028	-0,381	-0,902	0,933	9,000	0,510
	4	0,015	0,015	0,000	0,002	0,012	0,019	0,043	0,212	0,980	7,000	0,961
P	1	54,905	55,796	74,292	8,619	43,050	66,159	-0,164	0,203	0,996	5,000	0,995
	2	47,391	47,149	95,760	9,786	29,822	67,028	0,178	1,175	0,963	11,000	0,809
	3	43,848	45,841	59,667	7,724	31,751	53,988	-0,492	-1,005	0,925	9,000	0,437
	4	40,250	35,751	89,848	9,479	30,378	54,647	0,766	-1,138	0,880	7,000	0,226

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.150 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en mostos en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Ca	1,890	0,191
Cu	4,688	**0,048**
K	2,691	0,123
Mg	0,257	0,620
Mn	2,398	0,144
Na	0,007	0,934
Zn	0,000	0,986
2019		
Ca	1,081	0,373
Cu	4,879	**0,007**
K	1,126	0,355
Mg	1,723	0,185
Mn	0,183	0,907
Na	1,610	0,209
Zn	4,669	**0,009**
Al	2,299	0,099
B	3,660	**0,024**
Fe	1,853	0,160
P	1,162	0,342
2020		
Ca	5,343	**0,005**
Cu	1,799	0,170
K	0,504	0,682
Mg	0,399	0,754
Mn	0,796	0,507
Na	2,454	0,084
Zn	1,420	0,258
Al	6,760	**0,001**
B	1,221	0,321
Fe	3,909	**0,019**
P	0,097	0,961

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.151 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018.

2018							
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**	**Na**	**Zn**
3	40,384	3,836	2401,913	74,835	0,580	5,098	0,284
4	45,047	3,774	2700,758	73,604	0,495	4,576	0,284
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,191)	NO (0,056)	NO (0,123)	NO (0,620)	NO (0,144)	NO (0,934)	NO (0,986)
Contraste	p-valor						
3 vs 4	0,086	0,916	0,177	0,866	0,264	0,441	0,627

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.152 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019, a.

2019					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	41,816	0,348b	1392,291	55,787b	0,941
2	43,406	0,349b	1342,250	69,637ab	0,909
3	41,989	0,467a	1386,503	78,617b	1,117
4	45,039	0,392ab	1353,980	76,695a	0,823
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,854)	SI (0,012)	NO (0,903)	SI (0,038)	NO (0,113)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,484	0,986	0,565	0,080	0,093
1 vs 3	0,442	**0,010**	0,684	**0,007**	0,178
1 vs 4	0,666	0,343	0,949	**0,017**	0,356
2 vs 3	0,707	**0,002**	0,542	0,168	0,551
2 vs 4	0,687	0,260	0,689	0,310	0,858
3 vs 4	0,968	0,066	0,880	0,789	0,600

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.153 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019, b.

2019						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	9,900	0,416	0,255	2,873	0,164	116,021
2	8,605	0,419	0,264	3,323	0,120	124,697
3	7,935	0,442	0,322	3,601	0,156	106,515
4	7,343	0,504	0,288	2,927	0,110	94,631
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,413)	NO (0,124)	NO (0,612)	NO (0,200)	NO (0,221)	NO (0,079)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,115	0,947	0,210	0,082	0,112	0,063
1 vs 3	0,200	0,553	0,179	0,075	0,157	0,339
1 vs 4	0,379	0,060	0,478	0,400	0,811	0,904
2 vs 3	0,339	0,512	0,552	0,258	0,113	0,428
2 vs 4	0,583	**0,029**	0,599	0,267	0,159	0,889
3 vs 4	0,665	0,119	0,861	0,898	0,720	0,754

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.154 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, a.

2020					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	21,582	1,114	60,235	29,607b	0,367
2	19,496	1,002	53,698	32,437b	0,396
3	19,083	0,993	53,184	40,577a	0,481
4	22,599	1,145	56,748	37,214ab	0,404
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,351)	NO (0,510)	NO (0,605)	SI (0,046)	NO (0,399)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,289	0,172	0,219	0,458	0,214
1 vs 3	0,360	0,231	0,239	**0,009**	0,246
1 vs 4	0,969	0,613	0,559	0,073	0,346
2 vs 3	0,654	0,473	0,488	**0,015**	0,701
2 vs 4	0,748	0,593	0,536	0,167	0,918
3 vs 4	0,995	0,801	0,910	0,347	0,745

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.155 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, b.

2020						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	3,714a	0,133b	0,025b	0,966	0,011c	54,905
2	2,918ab	0,130b	0,037a	1,078	0,018ab	47,391
3	2,354b	0,162a	0,039a	1,021	0,020a	43,848
4	2,497b	0,148ab	0,033ab	0,916	0,015bc	40,250
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,042)	SI (0,014)	SI (0,004)	NO (0,848)	SI (0,031)	NO (0,086)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,075	0,784	**0,035**	0,299	**0,038**	0,133
1 vs 3	**0,005**	**0,019**	**0,017**	0,518	**0,006**	0,112
1 vs 4	**0,015**	0,234	0,365	0,690	0,309	0,389
2 vs 3	0,127	**0,002**	0,960	0,517	0,281	0,435
2 vs 4	0,285	0,086	0,623	0,760	0,249	0,075
3 vs 4	0,725	0,192	0,392	0,788	**0,044**	0,285

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

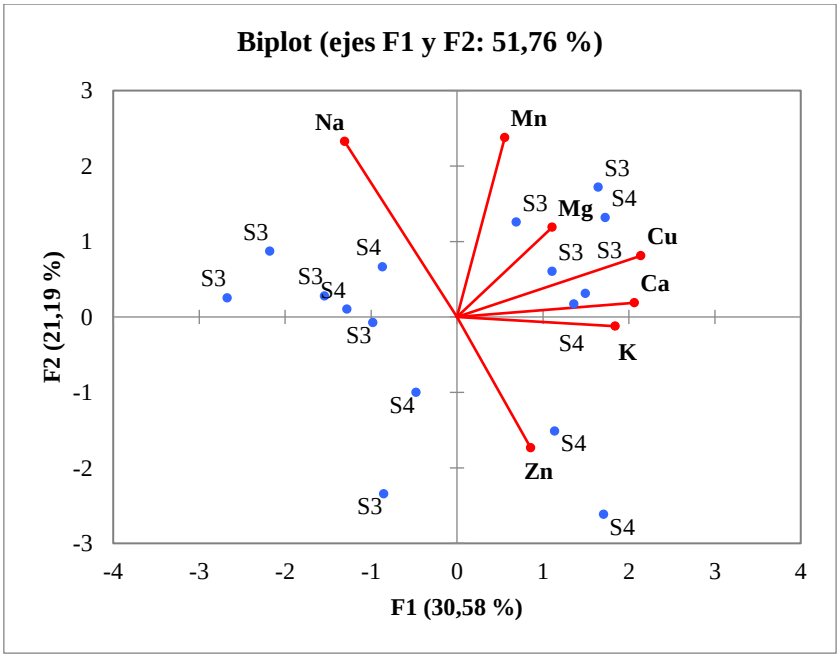


Ilustración IV.62 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

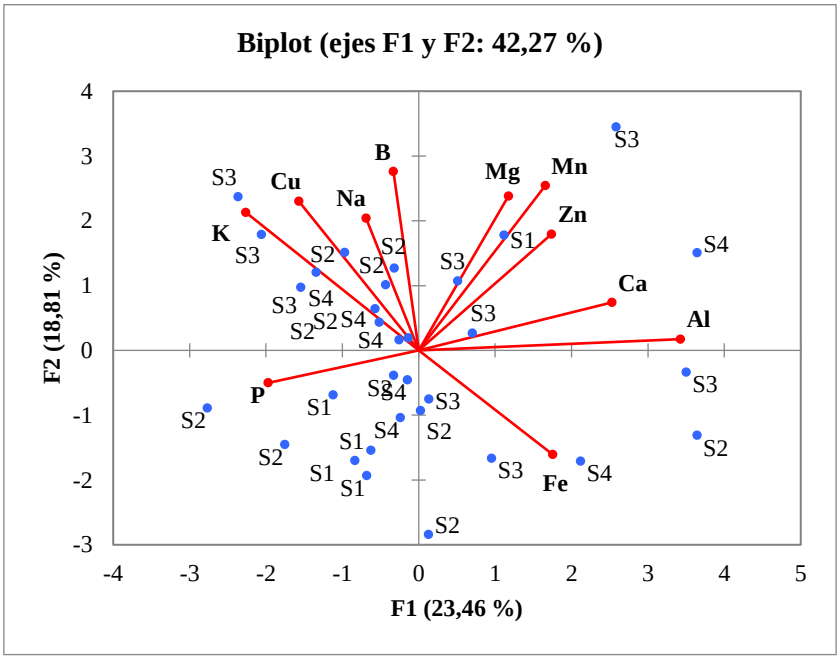


Ilustración IV.63 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

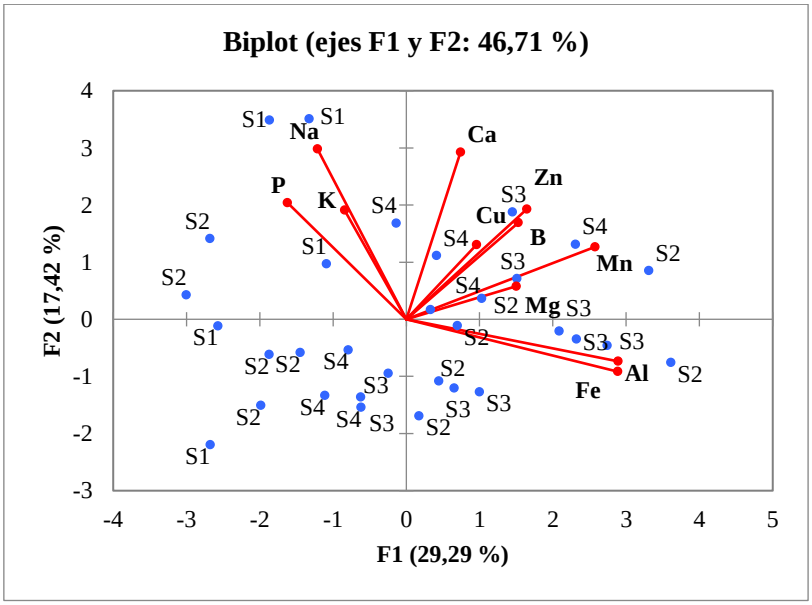


Ilustración IV.64 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.156 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	1	40,889	42,090	25,027	5,003	32,220	46,550	-0,801	0,084	0,947	7,000	0,707
	2	39,198	36,570	80,174	8,954	32,370	51,280	1,059	-0,237	0,859	4,000	0,255
	3	42,429	39,650	93,607	9,675	30,890	68,100	1,375	2,910	0,883	14,000	0,063
	4	39,893	39,750	37,712	6,141	28,130	48,280	-0,760	1,145	0,951	8,000	0,721
Cu	1	4,967	4,750	0,403	0,635	4,260	6,230	1,443	2,711	0,883	7,000	0,240
	2	5,368	5,430	0,231	0,480	4,780	5,830	-0,481	-2,491	0,936	4,000	0,631
	3	3,154	2,935	0,799	0,894	1,470	4,490	0,153	-0,517	0,915	14,000	0,189
	4	3,665	3,355	1,064	1,032	2,480	5,670	1,145	0,998	0,910	8,000	0,354
K	1	2706,413	2662,640	115409,899	339,720	2391,210	3412,220	1,794	3,794	0,823	7,000	0,068
	2	2906,498	2761,265	477126,206	690,743	2344,080	3759,380	0,578	-2,760	0,862	4,000	0,268
	3	2586,845	2518,795	99861,055	316,008	2056,100	3368,470	0,950	2,050	0,940	14,000	0,423
	4	2439,583	2358,450	139251,084	373,164	1981,640	3092,530	0,621	-0,319	0,960	8,000	0,808
Mg	1	69,886	68,100	164,470	12,825	49,940	90,230	0,072	0,464	0,992	7,000	0,997
	2	67,673	66,005	47,370	6,883	61,850	76,830	0,956	-0,595	0,901	4,000	0,435
	3	59,758	62,910	84,783	9,208	46,860	71,270	-0,267	-1,631	0,877	14,000	0,053
	4	61,344	60,135	116,035	10,772	49,430	82,820	1,074	1,373	0,907	8,000	0,332
Mn	1	0,230	0,240	0,010	0,099	0,070	0,350	-0,574	-0,594	0,961	7,000	0,825
	2	0,248	0,220	0,007	0,084	0,180	0,370	1,686	3,189	0,809	4,000	0,120
	3	0,284	0,265	0,017	0,131	0,120	0,600	1,102	1,533	0,912	14,000	0,171
	4	0,286	0,250	0,007	0,085	0,220	0,460	1,436	1,682	0,818	8,000	**0,044**
Na	1	5,527	5,270	4,306	2,075	2,850	8,700	0,525	-0,743	0,937	7,000	0,616
	2	6,615	5,975	5,989	2,447	4,410	10,100	1,401	2,469	0,890	4,000	0,383
	3	4,021	3,920	1,357	1,165	2,080	5,700	0,022	-1,252	0,946	14,000	0,506
	4	4,354	4,220	1,113	1,055	2,560	5,700	-0,282	-0,416	0,948	8,000	0,689
Zn	1	0,246	0,230	0,005	0,071	0,150	0,350	0,225	-1,061	0,974	7,000	0,926
	2	0,230	0,235	0,001	0,036	0,190	0,260	-0,266	-4,483	0,838	4,000	0,189
	3	0,272	0,275	0,002	0,044	0,180	0,340	-0,456	0,187	0,979	14,000	0,972
	4	0,258	0,255	0,001	0,029	0,210	0,310	0,285	1,623	0,954	8,000	0,751

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.157 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	41,893	42,680	31,612	5,622	34,260	49,560	-0,015	-1,443	0,963	7,000	0,848
	2	45,630	42,865	187,459	13,692	32,110	64,680	1,140	2,179	0,913	4,000	0,500
	3	34,055	34,970	12,206	3,494	27,470	39,990	-0,412	0,062	0,967	13,000	0,856
	4	39,929	38,870	26,515	5,149	34,160	47,300	0,640	-1,168	0,894	7,000	0,298
Cu	1	0,376	0,400	0,016	0,126	0,140	0,490	-1,152	1,161	0,877	7,000	0,212
	2	0,320	0,345	0,011	0,106	0,170	0,420	-1,304	2,445	0,890	4,000	0,385
	3	0,318	0,310	0,003	0,058	0,240	0,420	0,505	-0,651	0,941	13,000	0,465
	4	0,413	0,410	0,002	0,047	0,350	0,480	0,163	-1,191	0,973	7,000	0,917
K	1	1409,487	1412,560	32559,999	180,444	1197,570	1674,050	0,214	-1,528	0,939	7,000	0,627
	2	1386,645	1369,540	2200,626	46,911	1351,760	1455,740	1,783	3,357	0,800	4,000	0,101
	3	1226,104	1257,150	34133,137	184,752	734,000	1436,890	-1,643	3,548	0,863	13,000	**0,042**
	4	1228,991	1244,750	24446,654	156,354	982,130	1433,590	-0,363	-0,713	0,974	7,000	0,925
Mg	1	67,110	62,780	200,501	14,160	56,380	98,040	2,255	5,457	0,712	7,000	**0,005**
	2	65,165	63,395	35,588	5,966	60,200	73,670	1,454	2,112	0,881	4,000	0,343
	3	58,209	57,600	68,391	8,270	44,780	77,190	0,632	1,366	0,964	13,000	0,810
	4	63,504	63,020	73,457	8,571	53,250	72,990	-0,110	-2,055	0,876	7,000	0,208
Mn	1	0,473	0,480	0,030	0,173	0,270	0,670	-0,041	-2,410	0,859	7,000	0,149
	2	0,478	0,485	0,002	0,043	0,420	0,520	-0,830	-0,037	0,958	4,000	0,764
	3	0,441	0,390	0,023	0,151	0,270	0,850	1,786	3,949	0,840	13,000	**0,021**
	4	0,537	0,520	0,007	0,084	0,430	0,660	0,133	-1,186	0,954	7,000	0,768

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.158 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Na	1	4,519	3,300	3,169	1,780	3,060	7,520	0,983	-0,640	0,812	7,000	0,054
	2	5,290	4,990	3,547	1,883	3,370	7,810	0,847	0,876	0,965	4,000	0,811
	3	4,618	4,560	1,017	1,009	3,090	6,730	0,624	0,165	0,968	13,000	0,870
	4	4,740	5,130	3,089	1,758	2,870	7,100	0,092	-2,047	0,875	7,000	0,207
Zn	1	0,516	0,490	0,014	0,119	0,380	0,760	1,643	3,707	0,829	7,000	0,079
	2	0,478	0,475	0,007	0,082	0,390	0,570	0,109	-3,270	0,949	4,000	0,707
	3	0,470	0,450	0,004	0,061	0,380	0,570	0,355	-0,796	0,938	13,000	0,436
	4	0,559	0,560	0,002	0,048	0,490	0,620	-0,053	-1,354	0,958	7,000	0,801
Al	1	0,156	0,150	0,001	0,023	0,130	0,200	1,312	1,932	0,876	7,000	0,209
	2	0,303	0,310	0,009	0,096	0,180	0,410	-0,439	0,780	0,988	4,000	0,945
	3	0,278	0,230	0,011	0,104	0,170	0,510	1,158	0,556	0,872	13,000	0,056
	4	0,200	0,200	0,002	0,046	0,130	0,280	0,355	1,363	0,970	7,000	0,900
B	1	3,556	3,520	0,274	0,524	2,870	4,260	-0,034	-1,171	0,939	7,000	0,626
	2	3,665	3,280	1,574	1,255	2,670	5,430	1,361	1,389	0,873	4,000	0,308
	3	2,742	2,420	0,852	0,923	1,440	4,810	0,809	0,798	0,946	13,000	0,539
	4	3,306	3,350	0,428	0,654	2,020	3,950	-1,427	2,236	0,873	7,000	0,197
Fe	1	0,121	0,120	0,001	0,024	0,100	0,170	1,567	2,910	0,840	7,000	0,100
	2	0,198	0,180	0,003	0,052	0,160	0,270	1,316	1,031	0,838	4,000	0,189
	3	0,151	0,140	0,001	0,030	0,110	0,210	0,671	-0,635	0,915	13,000	0,216
	4	0,167	0,150	0,001	0,032	0,130	0,220	0,832	-0,443	0,893	7,000	0,289
P	1	107,313	98,310	670,080	25,886	78,900	152,090	0,983	0,025	0,907	7,000	0,375
	2	108,915	114,880	670,753	25,899	73,490	132,410	-1,100	0,723	0,928	4,000	0,584
	3	94,412	96,910	343,666	18,538	65,030	132,750	0,395	0,055	0,965	13,000	0,835
	4	94,884	96,970	54,443	7,379	80,560	102,850	-1,297	2,056	0,896	7,000	0,310

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.159 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	15,679	15,329	4,506	2,123	12,794	18,563	0,252	-0,972	0,938	7,000	0,617
	2	21,369	17,378	68,058	8,250	16,983	33,739	1,995	3,982	0,657	4,000	**0,003**
	3	15,879	15,716	2,309	1,520	13,883	19,103	0,876	0,401	0,933	13,000	0,371
	4	17,396	16,667	12,706	3,565	13,980	24,460	1,413	2,581	0,863	7,000	0,161
Cu	1	0,566	0,555	0,037	0,191	0,324	0,895	0,635	0,218	0,972	7,000	0,914
	2	0,345	0,344	0,002	0,047	0,289	0,402	0,115	0,417	0,998	4,000	0,993
	3	0,516	0,475	0,021	0,144	0,311	0,777	0,680	-0,376	0,926	13,000	0,298
	4	0,512	0,511	0,004	0,061	0,399	0,597	-0,780	2,045	0,915	7,000	0,434
K	1	57,060	61,978	98,286	9,914	43,836	68,298	-0,337	-2,214	0,867	7,000	0,176
	2	59,268	62,052	58,767	7,666	47,996	64,973	-1,766	3,274	0,807	4,000	0,115
	3	64,522	66,107	170,432	13,055	48,681	86,982	0,427	-0,666	0,895	13,000	0,115
	4	45,006	43,776	62,177	7,885	32,441	53,824	-0,383	-0,812	0,938	7,000	0,622
Mg	1	22,029	20,318	29,710	5,451	16,204	32,960	1,509	2,871	0,871	7,000	0,189
	2	28,942	29,230	3,508	1,873	26,406	30,902	-0,877	1,707	0,949	4,000	0,707
	3	23,943	24,448	15,655	3,957	15,718	29,814	-0,624	0,413	0,945	13,000	0,528
	4	21,980	21,975	2,972	1,724	19,764	24,195	-0,011	-1,980	0,916	7,000	0,441
Mn	1	0,121	0,119	0,004	0,063	0,042	0,194	-0,001	-1,957	0,905	7,000	0,361
	2	0,178	0,159	0,006	0,080	0,104	0,291	1,319	2,349	0,901	4,000	0,435
	3	0,137	0,110	0,003	0,053	0,072	0,230	0,382	-1,373	0,908	13,000	0,170
	4	0,201	0,182	0,005	0,070	0,138	0,299	0,866	-1,215	0,800	7,000	**0,041**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.160 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, b).

Variable	Sector	Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
		Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Na	1	1,873	1,779	0,197	0,443	1,156	2,590	0,056	1,086	0,960	7,000	0,819
	2	2,593	2,790	0,744	0,863	1,408	3,384	-1,123	0,976	0,930	4,000	0,597
	3	2,354	2,127	0,328	0,572	1,519	3,308	0,593	-0,719	0,917	13,000	0,226
	4	2,084	2,077	0,297	0,545	1,144	2,996	-0,109	2,393	0,909	7,000	0,391
Zn	1	0,197	0,213	0,001	0,037	0,134	0,236	-0,947	-0,318	0,899	7,000	0,326
	2	0,171	0,159	0,002	0,039	0,140	0,227	1,519	2,264	0,865	4,000	0,277
	3	0,193	0,190	0,001	0,031	0,141	0,251	0,059	-0,012	0,974	13,000	0,933
	4	0,206	0,218	0,001	0,031	0,159	0,239	-0,929	-0,832	0,844	7,000	0,108
Al	1	0,025	0,027	0,000	0,010	0,007	0,039	-0,895	1,608	0,945	7,000	0,680
	2	0,028	0,027	0,000	0,009	0,019	0,039	0,640	-0,027	0,978	4,000	0,890
	3	0,034	0,032	0,000	0,006	0,022	0,043	0,053	-0,650	0,959	13,000	0,735
	4	0,034	0,032	0,000	0,008	0,026	0,051	1,638	3,128	0,840	7,000	0,099
B	1	0,873	0,929	0,044	0,209	0,544	1,126	-0,788	-0,565	0,885	7,000	0,251
	2	1,138	1,087	0,087	0,296	0,834	1,543	0,982	1,970	0,929	4,000	0,590
	3	0,827	0,778	0,151	0,389	0,283	1,588	0,835	0,309	0,926	13,000	0,303
	4	0,839	0,885	0,029	0,170	0,612	1,063	-0,158	-1,467	0,946	7,000	0,694
Fe	1	0,031	0,032	0,000	0,010	0,011	0,041	-1,641	3,507	0,855	7,000	0,137
	2	0,022	0,022	0,000	0,003	0,019	0,025	0,037	-2,027	0,980	4,000	0,904
	3	0,024	0,024	0,000	0,006	0,011	0,032	-0,758	0,294	0,949	13,000	0,576
	4	0,035	0,037	0,000	0,004	0,030	0,040	-0,204	-2,300	0,869	7,000	0,183
P	1	43,910	44,685	42,239	6,499	36,003	53,052	-0,051	-1,383	0,932	7,000	0,565
	2	43,318	41,348	57,147	7,560	37,082	53,494	1,035	-0,244	0,892	4,000	0,390
	3	46,303	46,812	59,813	7,734	36,229	62,755	0,449	0,020	0,928	13,000	0,316
	4	34,713	34,959	23,424	4,840	27,397	42,892	0,219	1,050	0,958	7,000	0,800

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.161 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en mostos en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Ca	1,002	0,406
Cu	0,947	0,431
K	2,691	0,065
Mg	0,528	0,667
Mn	0,385	0,764
Na	1,819	0,166
Zn	3,007	**0,046**
2019		
Ca	3,835	**0,021**
Cu	2,559	0,076
K	1,239	0,315
Mg	0,530	0,665
Mn	2,413	0,089
Na	2,269	0,103
Zn	1,069	0,379
Al	3,690	**0,024**
B	1,120	0,358
Fe	1,250	0,311
P	2,283	0,102
2020		
Ca	6,920	**0,001**
Cu	3,423	**0,031**
K	1,238	0,315
Mg	1,617	0,209
Mn	0,174	0,913
Na	0,891	0,458
Zn	0,206	0,891
Al	0,272	0,845
B	1,240	0,315
Fe	0,973	0,420
P	0,927	0,441

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.162 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018							
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**	**Na**	**Zn**
1	40,888	4,967a	2706,411	69,886	0,229	5,526ab	0,245
2	39,197	5,367a	2906,496	67,673	0,244	6,614a	0,231
3	42,429	3,154b	2586,844	59,758	0,283	4,020b	0,271
4	39,893	3,664b	2439,582	61,344	0,286	4,351ab	0,258
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,851)	SI (0,000)	NO (0,251)	NO (0,158)	NO (0,707)	SI (0,022)	NO (0,384)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	0,892	0,459	0,060	0,166	0,747	0,271	0,144
1 vs 3	0,891	< **0,0001**	0,158	0,388	0,924	**0,044**	0,238
1 vs 4	0,976	**0,006**	0,419	0,986	1,000	0,152	0,548
2 vs 3	0,987	< **0,0001**	0,196	0,532	0,712	**0,006**	0,350
2 vs 4	0,995	**0,003**	0,512	0,746	0,924	**0,023**	0,582
3 vs 4	0,999	0,187	0,400	0,985	0,996	0,632	0,642

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.163 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019, a.

2019					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	41,891a	0,376	1409,488	67,108	0,473
2	45,627a	0,318	1386,644	65,167	0,478
3	34,055b	0,319	1226,103	58,210	0,442
4	39,930ab	0,413	1228,990	63,503	0,538
Análisis	ANVOA	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,009)	NO (0,090)	NO (0,062)	NO (0,210)	NO (0,242)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,349	0,283	0,115	0,062	0,147
1 vs 3	**0,013**	0,094	0,208	0,495	0,386
1 vs 4	0,563	0,833	0,996	0,753	0,493
2 vs 3	**0,003**	0,688	0,356	0,223	0,647
2 vs 4	0,158	0,466	0,451	0,788	0,956
3 vs 4	0,055	1,000	1,000	0,257	0,629

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.164 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019, b.

2019						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	4,517	0,518	0,154b	3,556	0,122b	107,312
2	5,289	0,478	0,303a	3,664	0,198a	108,914
3	4,619	0,469	0,278a	2,743	0,151ab	94,883
4	4,739	0,560	0,198b	3,304	0,166ab	94,883
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,856)	NO (0,116)	SI (0,007)	NO (0,120)	SI (0,006)	NO (0,371)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,843	0,082	**0,007**	0,247	**0,004**	0,579
1 vs 3	0,861	0,352	**0,003**	0,903	0,258	0,671
1 vs 4	0,935	0,741	0,318	0,997	0,073	0,999
2 vs 3	0,992	0,546	0,596	0,193	0,068	0,512
2 vs 4	0,998	0,847	**0,049**	0,943	0,400	0,644
3 vs 4	0,999	0,997	**0,045**	0,498	0,730	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.165 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, a.

2020					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	15,679	0,566	57,060ab	22,028b	0,121
2	21,369	0,345	59,268ab	28,941a	0,178
3	15,879	0,516	64,522a	23,942ab	0,137
4	17,396	0,512	45,005b	21,971b	0,201
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,164)	NO (0,064)	SI (0,013)	SI (0,018)	NO (0,213)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,070	0,067	0,988	**0,036**	0,103
1 vs 3	0,051	0,881	0,471	0,711	0,155
1 vs 4	0,296	0,860	0,186	1,000	0,937
2 vs 3	0,799	0,147	0,832	0,126	0,476
2 vs 4	0,795	1,000	0,180	**0,034**	0,662
3 vs 4	0,999	0,224	**0,004**	0,695	0,947

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.166 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, b.

2020						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	1,873	0,197	0,025	0,873	0,030ab	43,910ab
2	2,593	0,171	0,028	1,138	0,021b	43,317ab
3	2,354	0,193	0,034	0,827	0,023b	46,302a
4	2,084	0,206	0,034	0,839	0,035a	34,713b
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,189)	NO (0,474)	NO (0,123)	NO (0,222)	SI (0,002)	SI (0,000)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,222	0,351	0,181	0,303	0,163	0,999
1 vs 3	0,513	0,850	0,549	0,416	0,148	0,880
1 vs 4	0,889	0,957	1,000	0,519	0,584	0,083
2 vs 3	0,312	0,600	0,129	0,988	0,945	0,873
2 vs 4	0,757	0,996	0,526	0,997	**0,016**	0,216
3 vs 4	0,904	0,641	0,969	1,000	**0,006**	**0,007**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

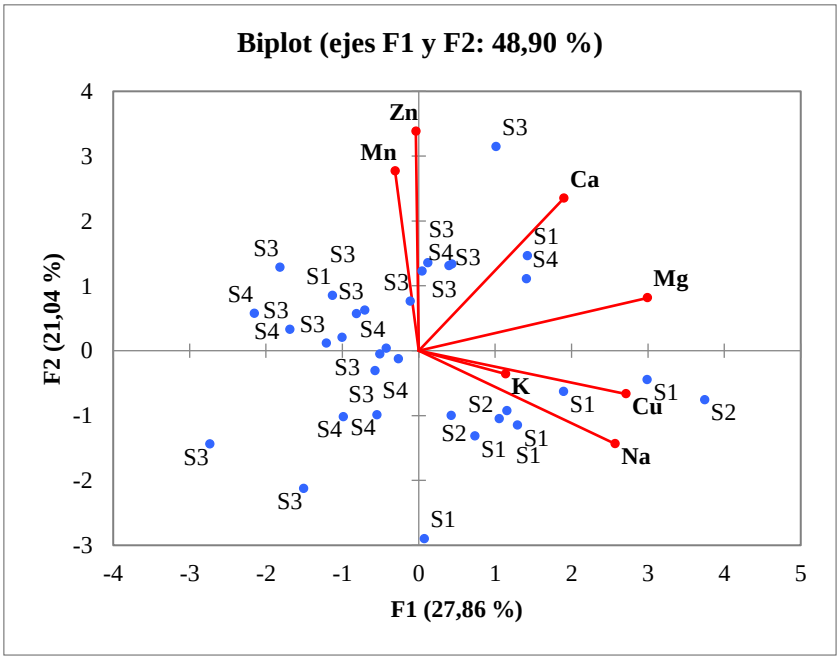


Ilustración IV.65 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

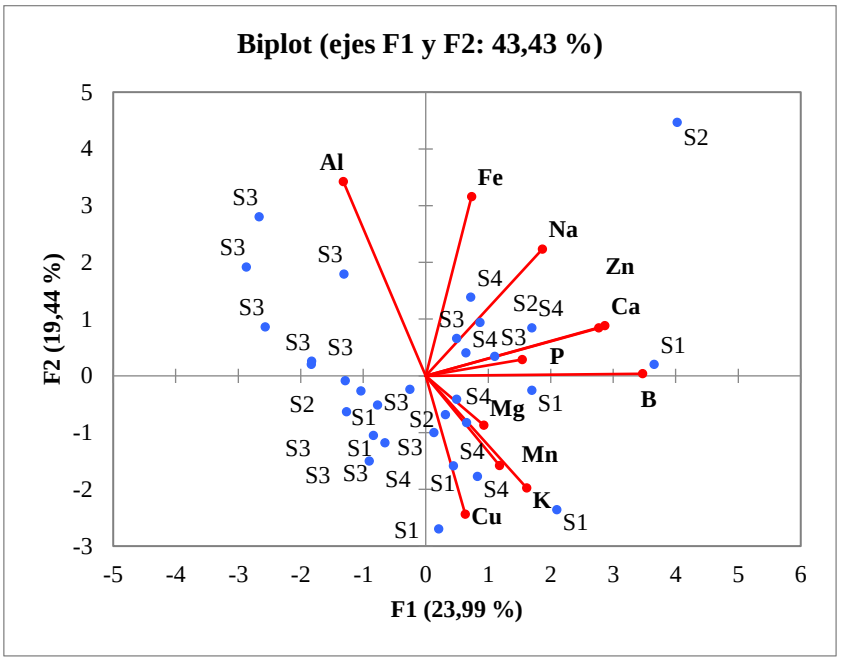


Ilustración IV.66 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

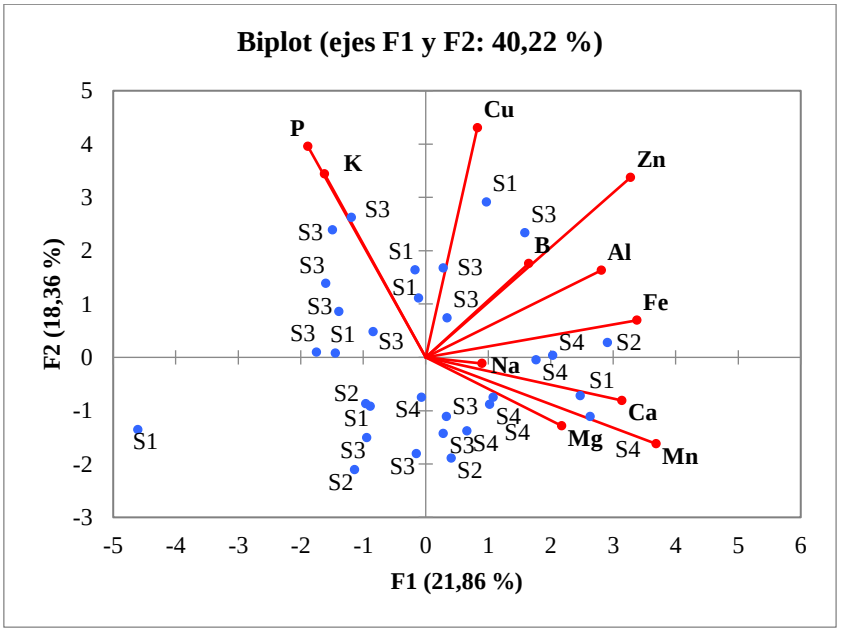


Ilustración IV.67 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.167 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Ca	1	38,378	34,740	82,792	9,099	30,130	52,410	1,100	0,245	0,897	5,000	0,395
	2	34,690	33,260	25,988	5,098	29,530	41,500	0,522	-1,924	0,922	5,000	0,543
	3	47,184	46,230	24,938	4,994	41,610	56,480	0,923	0,272	0,927	8,000	0,491
	4	48,557	48,230	33,258	5,767	42,960	54,480	0,254		0,998	3,000	0,906
	5	40,529	38,030	57,377	7,575	33,040	57,400	1,374	1,131	0,828	11,000	**0,022**
Cu	1	2,426	2,300	0,291	0,539	1,830	3,100	0,310	-2,223	0,934	5,000	0,623
	2	2,312	2,620	0,691	0,831	1,140	3,230	-0,612	-0,906	0,948	5,000	0,720
	3	2,758	2,685	0,337	0,581	1,870	3,560	0,105	-0,785	0,949	8,000	0,701
	4	3,980	4,150	0,170	0,412	3,510	4,280	-1,540		0,872	3,000	0,302
	5	2,344	2,140	0,579	0,761	1,550	3,830	1,035	0,212	0,881	11,000	0,106
K	1	1699,162	1776,360	53636,960	231,597	1443,390	1937,520	-0,348	-2,971	0,853	5,000	0,203
	2	1589,732	1578,730	40478,380	201,192	1366,610	1907,740	1,022	1,778	0,934	5,000	0,626
	3	1833,068	1915,445	122927,085	350,610	1376,700	2309,380	-0,122	-1,447	0,924	8,000	0,459
	4	1883,623	2040,330	170556,737	412,985	1415,220	2195,320	-1,462		0,892	3,000	0,361
	5	1794,222	1796,230	55129,482	234,797	1465,660	2169,260	-0,047	-1,132	0,947	11,000	0,601
Mg	1	49,632	47,330	156,049	12,492	39,510	70,650	1,622	2,844	0,832	5,000	0,145
	2	46,722	47,560	7,282	2,699	43,020	50,050	-0,334	-0,495	0,970	5,000	0,873
	3	57,258	57,185	43,348	6,584	47,600	68,980	0,388	0,575	0,969	8,000	0,886
	4	75,853	80,170	161,962	12,726	61,530	85,860	-1,351		0,914	3,000	0,431
	5	55,245	50,050	176,763	13,295	41,720	77,870	0,891	-0,992	0,811	11,000	**0,013**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.168 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b**).**

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Mn	1	0,984	1,150	0,166	0,408	0,330	1,390	-1,246	1,581	0,901	5,000	0,417
	2	0,734	0,710	0,036	0,190	0,520	1,030	0,934	1,488	0,952	5,000	0,749
	3	0,633	0,625	0,070	0,265	0,340	1,110	0,705	-0,163	0,929	8,000	0,507
	4	0,843	0,790	0,010	0,101	0,780	0,960	1,713		0,792	3,000	0,094
	5	0,464	0,390	0,076	0,275	0,230	1,190	2,108	5,008	0,762	11,000	**0,003**
Na	1	4,856	4,800	1,006	1,003	3,420	6,180	-0,244	1,078	0,978	5,000	0,924
	2	4,664	4,700	0,857	0,926	3,830	6,120	1,073	1,076	0,880	5,000	0,308
	3	4,568	4,200	2,007	1,417	3,290	7,510	1,424	2,042	0,863	8,000	0,129
	4	5,360	5,310	1,811	1,346	4,040	6,730	0,167		0,999	3,000	0,939
	5	5,065	5,260	0,608	0,780	3,440	6,030	-1,055	0,652	0,916	11,000	0,286
Zn	1	0,388	0,400	0,001	0,033	0,350	0,430	0,009	-1,610	0,922	5,000	0,544
	2	0,366	0,360	0,003	0,051	0,310	0,440	0,607	-0,440	0,967	5,000	0,859
	3	0,409	0,415	0,001	0,031	0,360	0,450	-0,541	-0,682	0,939	8,000	0,603
	4	0,470	0,420	0,011	0,104	0,400	0,590	1,661		0,828	3,000	0,183
	5	0,366	0,360	0,004	0,067	0,290	0,500	0,857	-0,090	0,914	11,000	0,271
Al	1	0,084	0,080	0,000	0,009	0,080	0,100	2,236	5,000	0,552	5,000	**0,000**
	2	0,096	0,080	0,002	0,044	0,060	0,170	1,656	2,802	0,836	5,000	0,155
	3	0,105	0,110	0,000	0,020	0,070	0,130	-0,643	-0,411	0,931	8,000	0,522
	4	0,087	0,090	0,000	0,015	0,070	0,100	-0,935		0,964	3,000	0,637
	5	0,091	0,090	0,000	0,020	0,060	0,120	0,116	-1,010	0,942	11,000	0,546

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.169 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	2,920	2,890	0,094	0,306	2,550	3,310	0,144	-1,505	0,976	5,000	0,910
	2	3,054	3,080	0,262	0,512	2,250	3,520	-1,080	1,013	0,897	5,000	0,393
	3	2,860	3,050	0,786	0,887	1,580	4,340	0,120	-0,283	0,954	8,000	0,753
	4	2,603	2,800	0,407	0,638	1,890	3,120	-1,255		0,929	3,000	0,484
	5	3,230	3,180	0,805	0,897	2,050	5,190	0,798	1,044	0,942	11,000	0,545
Fe	1	0,080	0,080	0,001	0,025	0,050	0,120	0,905	2,000	0,921	5,000	0,537
	2	0,066	0,070	0,001	0,034	0,020	0,110	-0,147	0,154	0,995	5,000	0,994
	3	0,069	0,075	0,000	0,017	0,030	0,080	-1,966	4,062	0,725	8,000	**0,004**
	4	0,050	0,060	0,001	0,026	0,020	0,070	-1,458		0,893	3,000	0,363
	5	0,067	0,070	0,000	0,013	0,050	0,080	-0,448	-1,541	0,818	11,000	0,016
P	1	89,462	82,690	191,842	13,851	76,280	108,310	0,692	-1,979	0,882	5,000	0,319
	2	87,254	84,790	150,568	12,271	73,730	107,010	1,154	2,273	0,915	5,000	0,501
	3	110,728	110,765	579,058	24,064	67,970	149,080	-0,216	0,945	0,972	8,000	0,915
	4	96,260	103,270	585,117	24,189	69,340	116,170	-1,195		0,937	3,000	0,515
	5	94,708	89,720	632,143	25,142	59,220	135,900	0,344	-1,062	0,952	11,000	0,676

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.170 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	39,022	31,150	224,983	14,999	28,260	63,870	1,574	2,057	0,799	5,000	0,080
	2	35,638	36,610	24,450	4,945	28,610	42,250	-0,207	1,116	0,965	5,000	0,839
	3	40,661	40,035	72,391	8,508	28,780	55,150	0,361	-0,281	0,976	8,000	0,940
	4	41,343	38,990	19,208	4,383	38,640	46,400	1,720	-0,125	0,784	3,000	0,076
	5	39,825	36,840	59,875	7,738	32,500	54,950	1,134	-0,036	0,835	11,000	**0,027**
Cu	1	0,530	0,530	0,006	0,076	0,430	0,630	0,000	-0,378	0,999	5,000	1,000
	2	0,568	0,390	0,070	0,264	0,360	0,900	0,667	-2,940	0,767	5,000	**0,043**
	3	0,571	0,565	0,023	0,152	0,400	0,820	0,406	-1,035	0,938	8,000	0,588
	4	0,633	0,610	0,002	0,049	0,600	0,690	1,652	-0,456	0,832	3,000	0,194
	5	0,559	0,530	0,014	0,118	0,390	0,760	0,509	-0,354	0,937	11,000	0,481
K	1	1397,994	1414,160	8765,009	93,622	1249,230	1508,440	-0,980	2,395	0,898	5,000	0,397
	2	1236,812	1352,340	90907,375	301,508	906,660	1574,370	-0,282	-2,712	0,868	5,000	0,260
	3	1595,676	1574,295	76171,303	275,991	1261,540	2003,010	0,174	-1,463	0,933	8,000	0,548
	4	1668,303	1675,610	57156,261	239,074	1425,660	1903,640	-0,137	-1,456	0,999	3,000	0,949
	5	1523,799	1546,620	41252,781	203,108	1139,620	1829,890	-0,454	-0,363	0,963	11,000	0,804
Mg	1	58,226	55,070	139,617	11,816	45,900	70,920	0,282	-2,956	0,853	5,000	0,204
	2	56,388	56,910	54,167	7,360	45,600	63,600	-0,705	-0,414	0,932	5,000	0,610
	3	60,919	59,470	50,368	7,097	52,520	71,620	0,392	-1,434	0,924	8,000	0,467
	4	64,653	64,160	80,106	8,950	55,960	73,840	0,247	-1,458	0,998	3,000	0,909
	5	62,872	57,920	164,257	12,816	51,160	90,960	1,205	0,738	0,847	11,000	**0,039**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.171 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Mn	1	1,276	1,460	0,252	0,502	0,390	1,580	-2,089	4,457	0,694	5,000	**0,008**
	2	0,816	0,890	0,075	0,275	0,490	1,180	0,101	-1,151	0,952	5,000	0,749
	3	0,670	0,560	0,149	0,385	0,290	1,470	1,393	2,046	0,878	8,000	0,179
	4	0,853	0,790	0,037	0,193	0,700	1,070	1,318	1,256	0,919	3,000	0,450
	5	0,657	0,570	0,150	0,387	0,330	1,500	1,644	1,667	0,752	11,000	**0,002**
Na	1	5,166	5,490	1,210	1,100	3,390	6,280	-1,263	1,901	0,913	5,000	0,486
	2	5,124	4,710	1,239	1,113	3,980	6,500	0,443	-2,601	0,892	5,000	0,365
	3	5,975	6,045	2,584	1,608	3,420	7,990	-0,238	-0,935	0,960	8,000	0,812
	4	5,353	4,870	4,316	2,078	3,560	7,630	0,990	-0,452	0,959	3,000	0,613
	5	6,308	5,830	2,914	1,707	3,810	9,180	0,549	-0,360	0,941	11,000	0,536
Zn	1	0,474	0,440	0,012	0,108	0,380	0,640	1,059	0,182	0,892	5,000	0,369
	2	0,490	0,490	0,010	0,101	0,380	0,610	0,072	-2,523	0,917	5,000	0,511
	3	0,514	0,525	0,010	0,098	0,350	0,630	-0,467	-1,026	0,930	8,000	0,513
	4	0,560	0,560	0,002	0,040	0,520	0,600	0,000	-0,456	1,000	3,000	1,000
	5	0,489	0,480	0,015	0,121	0,330	0,720	0,974	0,411	0,896	11,000	0,164
Al	1	0,108	0,080	0,005	0,074	0,070	0,240	2,211	4,909	0,609	5,000	**0,001**
	2	0,116	0,110	0,001	0,028	0,090	0,150	0,340	-2,692	0,865	5,000	0,246
	3	0,105	0,090	0,001	0,034	0,070	0,160	0,666	-1,300	0,868	8,000	0,143
	4	0,077	0,080	0,000	0,015	0,060	0,090	-0,935	0,065	0,964	3,000	0,637
	5	0,095	0,080	0,002	0,043	0,050	0,180	1,278	0,625	0,832	11,000	**0,025**

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.172 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	3,040	3,010	0,064	0,253	2,710	3,350	-0,066	-1,112	0,980	5,000	0,937
	2	2,680	1,830	1,842	1,357	1,700	4,760	1,157	-0,203	0,799	5,000	0,080
	3	2,824	2,645	0,991	0,995	1,600	4,380	0,718	-0,666	0,903	8,000	0,310
	4	2,860	2,690	1,243	1,115	1,840	4,050	0,670	-0,562	0,983	3,000	0,747
	5	2,875	2,760	0,466	0,683	1,990	4,040	0,706	-0,532	0,910	11,000	0,247
Fe	1	0,098	0,090	0,001	0,031	0,070	0,150	1,549	2,675	0,867	5,000	0,254
	2	0,130	0,120	0,001	0,030	0,100	0,180	1,481	2,926	0,858	5,000	0,222
	3	0,103	0,095	0,001	0,038	0,060	0,180	1,214	1,578	0,917	8,000	0,403
	4	0,100	0,090	0,001	0,036	0,070	0,140	1,152	-0,123	0,942	3,000	0,537
	5	0,095	0,070	0,003	0,054	0,040	0,200	0,920	-0,507	0,857	11,000	0,052
P	1	77,118	82,530	475,040	21,795	53,990	107,200	0,320	-1,059	0,919	5,000	0,525
	2	77,748	70,930	533,242	23,092	50,990	113,810	0,919	1,710	0,930	5,000	0,598
	3	90,890	87,170	435,855	20,877	64,840	125,480	0,466	-0,859	0,958	8,000	0,789
	4	82,717	83,520	3,256	1,805	80,650	83,980	-1,606	-0,152	0,851	3,000	0,244
	5	70,545	68,030	546,312	23,373	41,400	120,200	1,072	0,898	0,909	11,000	0,238

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.173 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Ca	1	39,022	31,150	224,983	14,999	28,260	63,870	1,574	2,057	0,799	5,000	0,080
	2	35,638	36,610	24,450	4,945	28,610	42,250	-0,207	1,116	0,965	5,000	0,839
	3	40,661	40,035	72,391	8,508	28,780	55,150	0,361	-0,281	0,976	8,000	0,940
	4	41,343	38,990	19,208	4,383	38,640	46,400	1,720	-0,125	0,784	3,000	0,076
	5	39,825	36,840	59,875	7,738	32,500	54,950	1,134	-0,036	0,835	11,000	**0,027**
Cu	1	0,530	0,530	0,006	0,076	0,430	0,630	0,000	-0,378	0,999	5,000	1,000
	2	0,568	0,390	0,070	0,264	0,360	0,900	0,667	-2,940	0,767	5,000	**0,043**
	3	0,571	0,565	0,023	0,152	0,400	0,820	0,406	-1,035	0,938	8,000	0,588
	4	0,633	0,610	0,002	0,049	0,600	0,690	1,652	-1,456	0,832	3,000	0,194
	5	0,559	0,530	0,014	0,118	0,390	0,760	0,509	-0,354	0,937	11,000	0,481
K	1	1397,994	1414,160	8765,009	93,622	1249,230	1508,440	-0,980	2,395	0,898	5,000	0,397
	2	1236,812	1352,340	90907,375	301,508	906,660	1574,370	-0,282	-2,712	0,868	5,000	0,260
	3	1595,676	1574,295	76171,303	275,991	1261,540	2003,010	0,174	-1,463	0,933	8,000	0,548
	4	1668,303	1675,610	57156,261	239,074	1425,660	1903,640	-0,137	-1,452	0,999	3,000	0,949
	5	1523,799	1546,620	41252,781	203,108	1139,620	1829,890	-0,454	-0,363	0,963	11,000	0,804
Mg	1	58,226	55,070	139,617	11,816	45,900	70,920	0,282	-2,956	0,853	5,000	0,204
	2	56,388	56,910	54,167	7,360	45,600	63,600	-0,705	-0,414	0,932	5,000	0,610
	3	60,919	59,470	50,368	7,097	52,520	71,620	0,392	-1,434	0,924	8,000	0,467
	4	64,653	64,160	80,106	8,950	55,960	73,840	0,247	-1,487	0,998	3,000	0,909
	5	62,872	57,920	164,257	12,816	51,160	90,960	1,205	0,738	0,847	11,000	**0,039**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.174 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Mn	1	1,276	1,460	0,252	0,502	0,390	1,580	-2,089	4,457	0,694	5,000	**0,008**
	2	0,816	0,890	0,075	0,275	0,490	1,180	0,101	-1,151	0,952	5,000	0,749
	3	0,670	0,560	0,149	0,385	0,290	1,470	1,393	2,046	0,878	8,000	0,179
	4	0,853	0,790	0,037	0,193	0,700	1,070	1,318	1,845	0,919	3,000	0,450
	5	0,657	0,570	0,150	0,387	0,330	1,500	1,644	1,667	0,752	11,000	**0,002**
Na	1	5,166	5,490	1,210	1,100	3,390	6,280	-1,263	1,901	0,913	5,000	0,486
	2	5,124	4,710	1,239	1,113	3,980	6,500	0,443	-2,601	0,892	5,000	0,365
	3	5,975	6,045	2,584	1,608	3,420	7,990	-0,238	-0,935	0,960	8,000	0,812
	4	5,353	4,870	4,316	2,078	3,560	7,630	0,990	-0,654	0,959	3,000	0,613
	5	6,308	5,830	2,914	1,707	3,810	9,180	0,549	-0,360	0,941	11,000	0,536
Zn	1	0,474	0,440	0,012	0,108	0,380	0,640	1,059	0,182	0,892	5,000	0,369
	2	0,490	0,490	0,010	0,101	0,380	0,610	0,072	-2,523	0,917	5,000	0,511
	3	0,514	0,525	0,010	0,098	0,350	0,630	-0,467	-1,026	0,930	8,000	0,513
	4	0,560	0,560	0,002	0,040	0,520	0,600	0,000	-0,487	1,000	3,000	1,000
	5	0,489	0,480	0,015	0,121	0,330	0,720	0,974	0,411	0,896	11,000	0,164
Al	1	0,108	0,080	0,005	0,074	0,070	0,240	2,211	4,909	0,609	5,000	**0,001**
	2	0,116	0,110	0,001	0,028	0,090	0,150	0,340	-2,692	0,865	5,000	0,246
	3	0,105	0,090	0,001	0,034	0,070	0,160	0,666	-1,300	0,868	8,000	0,143
	4	0,077	0,080	0,000	0,015	0,060	0,090	-0,935	-1,485	0,964	3,000	0,637
	5	0,095	0,080	0,002	0,043	0,050	0,180	1,278	0,625	0,832	11,000	**0,025**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.175 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
B	1	3,040	3,010	0,064	0,253	2,710	3,350	-0,066	-1,112	0,980	5,000	0,937
	2	2,680	1,830	1,842	1,357	1,700	4,760	1,157	-0,203	0,799	5,000	0,080
	3	2,824	2,645	0,991	0,995	1,600	4,380	0,718	-0,666	0,903	8,000	0,310
	4	2,860	2,690	1,243	1,115	1,840	4,050	0,670	-0,789	0,983	3,000	0,747
	5	2,875	2,760	0,466	0,683	1,990	4,040	0,706	-0,532	0,910	11,000	0,247
Fe	1	0,098	0,090	0,001	0,031	0,070	0,150	1,549	2,675	0,867	5,000	0,254
	2	0,130	0,120	0,001	0,030	0,100	0,180	1,481	2,926	0,858	5,000	0,222
	3	0,103	0,095	0,001	0,038	0,060	0,180	1,214	1,578	0,917	8,000	0,403
	4	0,100	0,090	0,001	0,036	0,070	0,140	1,152	-0,785	0,942	3,000	0,537
	5	0,095	0,070	0,003	0,054	0,040	0,200	0,920	-0,507	0,857	11,000	0,052
P	1	77,118	82,530	475,040	21,795	53,990	107,200	0,320	-1,059	0,919	5,000	0,525
	2	77,748	70,930	533,242	23,092	50,990	113,810	0,919	1,710	0,930	5,000	0,598
	3	90,890	87,170	435,855	20,877	64,840	125,480	0,466	-0,859	0,958	8,000	0,789
	4	82,717	83,520	3,256	1,805	80,650	83,980	-1,606	-0,785	0,851	3,000	0,244
	5	70,545	68,030	546,312	23,373	41,400	120,200	1,072	0,898	0,909	11,000	0,238

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.176 Pruebas estadísticas de normalidad para los valores de elementos en mostos en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Ca	0,965	0,443
Cu	0,598	0,667
K	1,495	0,231
Mg	3,066	**0,033**
Mn	1,085	0,383
Na	0,645	0,635
Zn	2,775	**0,047**
Al	2,216	0,094
B	1,343	0,280
Fe	1,323	0,287
P	1,260	0,310
2019		
Ca	2,017	0,120
Cu	6,807	**0,001**
K	2,300	0,085
Mg	1,623	0,197
Mn	0,453	0,769
Na	0,616	0,655
Zn	0,634	0,643
Al	1,580	0,208
B	2,796	**0,046**
Fe	1,302	0,294
P	1,007	0,421
2020		
Ca	1,456	0,125
Cu	2,458	0,236
K	5,542	0,154
Mg	1,125	0,236
Mn	1,365	0,125
Na	0,458	0,365
Zn	0,152	0,785
Al	2,456	0,512
B	1,185	0,126
Fe	0,789	0,063
P	0,952	0,125

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.177 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en Ribadulla, 2018, a.

2018					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	38,377ab	2,423b	1699,163	49,631b	0,986a
2	34,689b	2,310b	1589,732	46,720b	0,733ab
3	47,183a	2,755b	1833,065	57,256b	0,632ab
4	48,557a	3,981a	1883,622	75,852a	0,844ab
5	40,526ab	2,345b	1883,622	55,2471b	0,464b
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,015)	SI (0,012)	NO (0,514)	SI (0,023)	SI (0,033)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,066	0,086	0,163	0,336	0,393
1 vs 3	0,271	0,778	0,376	0,668	0,968
1 vs 4	0,388	**0,030**	0,629	**0,002**	0,688
1 vs 5	0,998	0,692	0,792	0,687	**0,013**
2 vs 3	**0,025**	0,909	0,140	0,148	0,198
2 vs 4	0,186	**0,018**	0,410	**0,001**	0,608
2 vs 5	0,247	0,999	0,768	0,219	0,954
3 vs 4	0,516	1,000	0,188	**0,015**	0,248
3 vs 5	0,976	1,000	0,536	0,093	0,792
4 vs 5	0,910	**0,008**	0,543	**0,006**	0,982

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.178 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en Ribadulla 2018, b.

2018						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	4,853	0,386	0,085	2,920	0,079	89,461
2	4,664	0,366	0,096	3,053	0,068	87,254
3	4,567	0,410	0,105	2,860	0,067	110,726
4	5,357	0,466	0,090	2,602	0,067	96,261
5	5,066	0,368	0,091	3,230	0,052	94,707
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,771)	NO (0,139)	NO (0,466)	NO (0,709)	NO (0,644)	NO (0,327)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,287	0,142	0,153	0,219	0,447	0,350
1 vs 3	0,385	0,084	0,360	0,308	0,853	0,447
1 vs 4	0,526	0,324	0,212	0,460	0,878	0,524
1 vs 5	0,681	0,596	0,503	0,672	0,924	0,863
2 vs 3	0,327	0,656	0,482	0,427	0,853	0,979
2 vs 4	0,494	0,495	0,741	0,662	1,000	0,993
2 vs 5	0,716	0,943	0,703	0,786	1,000	1,000
3 vs 4	0,644	0,980	0,656	0,574	0,831	0,969
3 vs 5	0,783	0,972	0,957	0,892	1,000	0,991
4 vs 5	0,876	1,000	0,779	0,623	0,813	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.179 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en Ribadulla, 2019, a.

2019					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	39,025	0,529	1397,994	64,650	1,274
2	35,639	0,566	1236,811	62,872	0,854
3	40,662	0,570	1595,675	60,917	0,818
4	41,343	0,633	1668,308	58,226	0,670
5	39,824	0,558	1523,798	56,388	0,656
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,614)	NO (0,770)	NO (0,059)	NO (0,685)	NO (0,123)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,903	0,875	0,111	0,812	0,042
1 vs 3	0,996	0,938	0,515	0,914	0,068
1 vs 4	0,999	0,973	0,873	0,984	0,345
1 vs 5	1,000	0,971	0,990	0,999	0,565
2 vs 3	0,858	0,988	0,079	0,777	0,930
2 vs 4	0,998	1,000	0,576	0,920	0,952
2 vs 5	1,000	1,000	0,962	0,994	1,000
3 vs 4	0,905	0,995	0,179	0,939	0,933
3 vs 5	1,000	1,000	0,851	0,991	0,959
4 vs 5	0,974	0,996	0,807	0,999	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.180 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en Ribadulla 2019, b.

2019						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	6,310	0,559	0,116	3,038	0,130	90,890
2	5,975	0,513	0,107	2,876	0,103	82,715
3	5,353	0,490	0,105	2,861	0,102	77,746
4	5,168	0,489	0,095	2,823	0,098	77,118
5	5,121	0,476	0,078	2,677	0,095	70,546
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,525)	NO (0,816)	NO (0,345)	NO (0,980)	NO (0,669)	NO (0,392)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,625	0,823	0,763	0,968	0,585	0,279
1 vs 3	0,659	0,853	0,900	0,993	0,772	0,794
1 vs 4	0,878	0,901	0,991	0,999	0,801	0,820
1 vs 5	0,990	0,969	0,997	0,997	0,918	0,980
2 vs 3	0,870	0,971	0,895	0,994	0,998	0,907
2 vs 4	0,891	0,988	0,986	1,000	1,000	0,996
2 vs 5	0,976	0,995	1,000	1,000	1,000	0,998
3 vs 4	1,000	1,000	0,897	0,999	0,996	0,971
3 vs 5	1,000	1,000	0,989	1,000	1,000	1,000
4 vs 5	1,000	0,999	0,975	0,998	1,000	0,979

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.181 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, a.

2020					
Sector	**Ca**	**Cu**	**K**	**Mg**	**Mn**
1	19,019	0,506	86,919	26,366	0,482
2	16,807	0,480	73,455	26,156	0,449
3	16,803	0,467	69,923	25,449	0,366
4	16,794	0,427	64,842	23,768	0,264
5	16,018	0,378	62,533	23,242	0,219
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,154)	NO (0,080)	NO (0,840)	NO (0,743)	NO (0,064)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,244	0,259	0,565	0,896	0,132
1 vs 3	0,530	0,662	0,587	0,927	0,228
1 vs 4	0,388	0,978	0,762	0,998	0,862
1 vs 5	0,699	0,997	0,918	1,000	0,999
2 vs 3	0,994	0,638	0,934	0,868	0,393
2 vs 4	1,000	0,943	0,958	0,902	0,566
2 vs 5	1,000	1,000	0,998	0,999	0,973
3 vs 4	0,984	0,609	0,971	0,910	0,653
3 vs 5	1,000	0,960	0,987	0,940	0,852
4 vs 5	0,990	0,862	1,000	1,000	0,985

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.182 Datos de análisis de varianza de elementos en mosto por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, b.

2020						
Sector	**Na**	**Zn**	**Al**	**B**	**Fe**	**P**
1	2,915	0,221	0,032ab	1,536	0,038	49,898
2	2,174	0,192	0,040a	1,503	0,037	42,970
3	2,002	0,178	0,032ab	1,287	0,037	36,945
4	1,932	0,173	0,034ab	1,280	0,030	34,731
5	1,890	0,163	0,028b	1,219	0,028	34,081
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,227)	NO (0,164)	SI (0,016)	NO (0,405)	NO (0,085)	NO (0,075)
Contraste	p-valor					
1 vs 2	0,253	0,234	0,402	0,667	0,153	0,148
1 vs 3	0,105	0,367	0,393	0,850	0,353	0,033
1 vs 4	0,228	0,734	0,967	0,862	0,995	0,118
1 vs 5	1,000	0,876	0,976	1,000	0,999	0,746
2 vs 3	0,965	0,811	**0,044**	0,421	0,461	0,667
2 vs 4	0,935	0,945	0,065	0,760	0,689	0,459
2 vs 5	0,989	0,994	**0,001**	0,779	1,000	0,770
3 vs 4	0,999	0,989	0,464	0,997	0,325	0,990
3 vs 5	1,000	1,000	1,000	1,000	0,597	0,984
4 vs 5	0,265	0,989	0,686	0,998	0,991	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

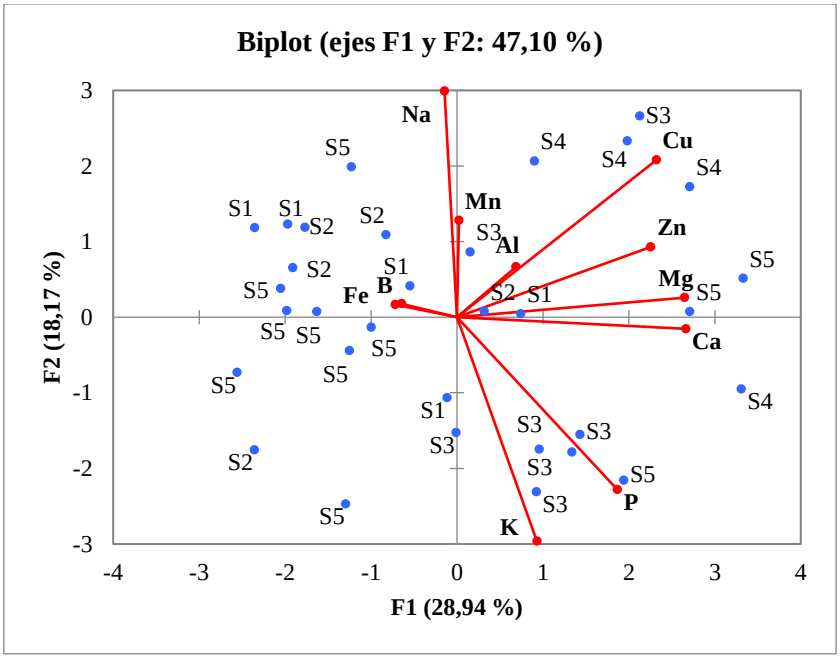


Ilustración IV.68 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

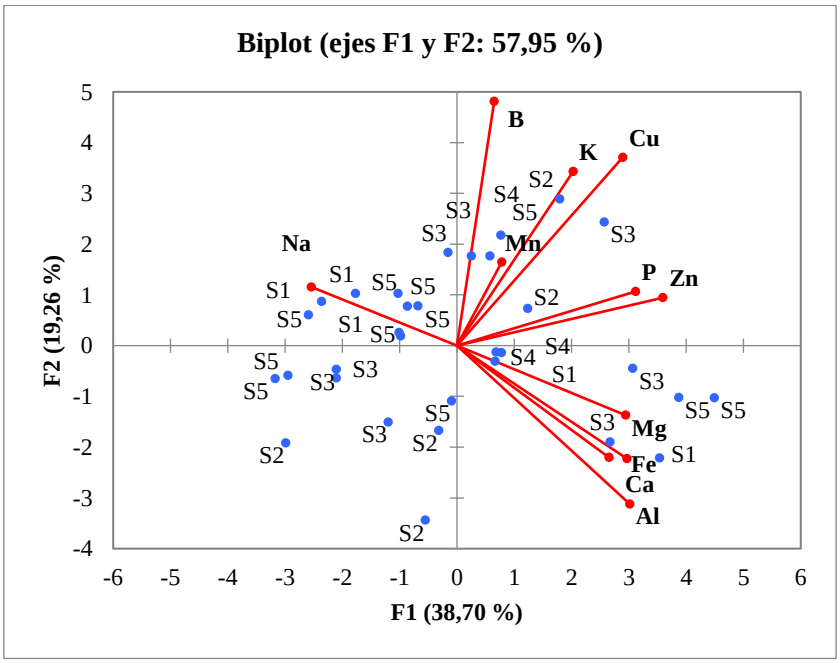


Ilustración IV.69 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

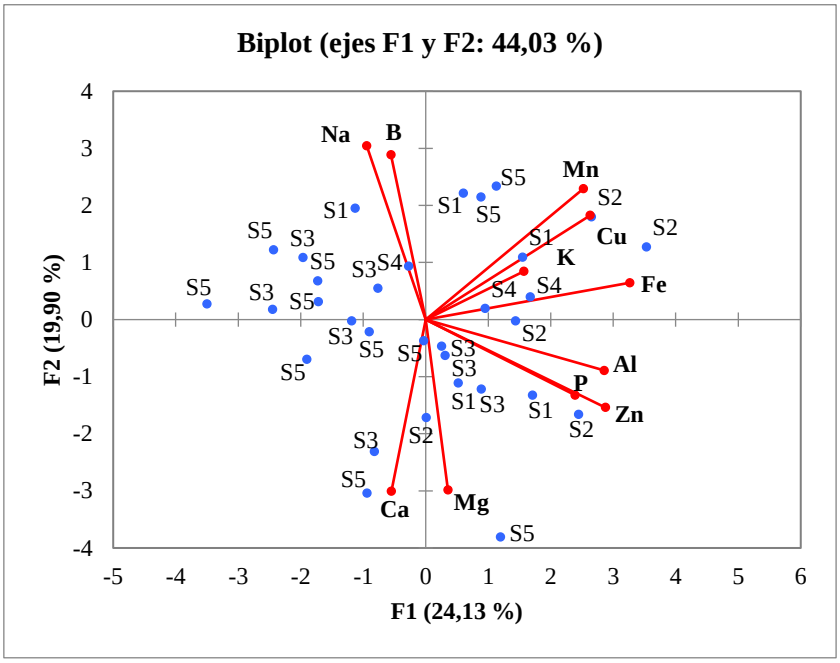


Ilustración IV.70 Análisis de Componentes Principales (ACP) de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.183 Pruebas estadísticas descriptivas para el contenido de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Grado Prob.	3	11,763	11,250	0,941	0,970	10,640	13,100	0,367	-1,955	0,859	9,000	0,095
	4	12,751	13,430	1,423	1,193	11,130	13,890	-0,452	-2,281	0,826	7,000	0,074
Densidad	3	1,086	1,080	0,000	0,007	1,080	1,100	1,014	0,185	0,763	9,000	**0,008**
	4	1,093	1,100	0,000	0,010	1,080	1,100	-0,764	-1,687	0,732	7,000	**0,008**
A. Total	3	8,649	8,830	0,692	0,832	7,450	9,730	-0,390	-1,127	0,925	9,000	0,438
	4	7,877	7,710	0,603	0,776	6,760	8,750	-0,202	-1,627	0,916	7,000	0,443
pH	3	3,247	3,260	0,002	0,044	3,160	3,300	-0,909	0,568	0,929	9,000	0,471
	4	3,307	3,330	0,003	0,053	3,240	3,370	-0,383	-1,878	0,880	7,000	0,225
A. Málico	3	4,478	4,400	0,634	0,797	3,300	5,700	0,096	-0,874	0,972	9,000	0,915
	4	3,629	3,700	0,316	0,562	2,900	4,300	-0,416	-1,488	0,901	7,000	0,338
A. Tartárico	3	5,744	5,900	0,490	0,700	4,700	6,700	-0,283	-1,387	0,936	9,000	0,539
	4	6,057	6,100	0,213	0,461	5,300	6,600	-0,528	-0,515	0,963	7,000	0,843
N Alpha A.	3	110,778	114,000	689,944	26,267	71,000	151,000	-0,253	-0,561	0,963	9,000	0,827
	4	119,000	113,000	1226,667	35,024	80,000	192,000	1,754	4,158	0,818	7,000	0,061
N Amoniacal	3	82,000	86,000	214,000	14,629	55,000	98,000	-0,605	-0,357	0,925	9,000	0,437
	4	81,143	70,000	541,476	23,270	59,000	127,000	1,476	2,190	0,847	7,000	0,116
Potasio	3	612,889	612,000	34448,861	185,604	325,000	962,000	0,375	0,736	0,975	9,000	0,937
	4	709,714	689,000	17902,905	133,802	476,000	859,000	-0,723	0,182	0,934	7,000	0,582
Podredum A.	3	13,889	14,000	2,611	1,616	11,000	16,000	-0,687	-0,350	0,930	9,000	0,481
	4	16,286	15,000	8,238	2,870	13,000	21,000	0,725	-0,602	0,931	7,000	0,556
Ethanol	3	0,961	0,990	0,052	0,228	0,610	1,250	-0,211	-1,456	0,941	9,000	0,589
	4	1,026	1,080	0,041	0,202	0,760	1,330	-0,038	-0,691	0,948	7,000	0,708
GAP	3	11,940	11,340	1,289	1,135	10,630	13,500	0,369	-1,959	0,858	9,000	0,092
	4	13,096	13,890	1,946	1,395	11,200	14,430	-0,453	-2,281	0,826	7,000	0,074

SD:Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.184 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Grado Prob.	1	11,362	11,410	1,521	1,233	9,890	13,260	0,773	1,604	0,941	5,000	0,670
	2	12,120	12,020	1,133	1,065	10,340	13,410	-0,346	-1,045	0,922	11,000	0,333
	3	11,971	12,400	2,781	1,668	8,460	14,000	-1,056	1,629	0,924	9,000	0,431
	4	12,784	12,610	1,862	1,365	10,670	14,350	-0,333	-0,884	0,941	7,000	0,643
Densidad	1	1,082	1,080	0,000	0,011	1,070	1,100	1,293	2,917	0,828	5,000	0,135
	2	1,089	1,090	0,000	0,009	1,070	1,100	-0,663	0,199	0,877	11,000	0,095
	3	1,086	1,090	0,000	0,012	1,060	1,100	-0,929	1,369	0,889	9,000	0,195
	4	1,094	1,090	0,000	0,010	1,080	1,110	0,277	0,042	0,937	7,000	0,609
A. Total	1	11,022	11,390	6,668	2,582	8,300	14,310	0,101	-2,005	0,920	5,000	0,528
	2	12,806	12,580	4,414	2,101	9,650	16,310	0,243	-1,113	0,944	11,000	0,566
	3	14,664	14,100	15,788	3,973	10,960	23,840	1,713	3,466	0,833	9,000	**0,048**
	4	12,346	12,870	1,945	1,395	10,430	14,050	-0,337	-1,537	0,925	7,000	0,513
pH	1	3,162	3,150	0,002	0,044	3,130	3,240	2,038	4,349	0,724	5,000	**0,017**
	2	3,134	3,150	0,005	0,069	3,020	3,240	-0,378	-0,883	0,923	11,000	0,344
	3	3,122	3,140	0,016	0,125	2,880	3,280	-0,771	0,345	0,956	9,000	0,757
	4	3,171	3,180	0,004	0,065	3,090	3,270	0,134	-1,030	0,960	7,000	0,815
A. Málico	1	6,560	6,800	10,598	3,255	3,100	10,500	0,047	-2,414	0,913	5,000	0,487
	2	8,627	8,800	5,674	2,382	3,800	12,700	-0,353	0,742	0,967	11,000	0,852
	3	10,567	9,700	16,540	4,067	6,000	19,800	1,571	3,117	0,866	9,000	0,111
	4	8,171	8,600	1,046	1,023	6,600	9,300	-0,627	-1,280	0,905	7,000	0,363
A. Tartárico	1	6,540	6,600	0,393	0,627	5,900	7,200	-0,103	-2,953	0,847	5,000	0,184
	2	6,673	6,600	0,324	0,569	6,000	7,800	0,766	0,010	0,934	11,000	0,450
	3	6,789	6,800	0,169	0,411	6,400	7,600	0,868	0,327	0,881	9,000	0,162
	4	6,814	6,700	0,415	0,644	5,900	8,000	0,772	1,908	0,944	7,000	0,675
N. Alpha A.	1	115,800	118,000	853,700	29,218	76,000	155,000	-0,058	0,427	0,995	5,000	0,995
	2	142,000	147,000	819,800	28,632	94,000	180,000	-0,409	-1,020	0,944	11,000	0,573
	3	196,667	171,000	4481,250	66,942	121,000	327,000	0,984	0,328	0,906	9,000	0,289
	4	179,857	168,000	3111,810	55,784	108,000	255,000	0,179	-1,673	0,944	7,000	0,674

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.185 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Potasio	1	849,200	848,000	39157,700	197,883	570,000	1072,000	-0,446	-0,620	0,972	5,000	0,886
	2	940,818	983,000	12719,964	112,783	694,000	1083,000	-1,092	0,904	0,903	11,000	0,203
	3	972,889	944,000	21971,361	148,227	781,000	1317,000	1,610	4,038	0,850	9,000	0,075
	4	902,429	916,000	7676,952	87,618	744,000	991,000	-1,123	0,546	0,892	7,000	0,287
GreyRot	1	9,000	6,000	119,000	10,909	0,000	28,000	1,930	4,120	0,747	5,000	**0,028**
	2	13,091	13,000	54,291	7,368	0,000	23,000	-0,391	-0,885	0,955	11,000	0,712
	3	13,222	12,000	38,444	6,200	1,000	23,000	-0,541	1,321	0,956	9,000	0,754
	4	16,857	18,000	52,476	7,244	1,000	22,000	-2,275	5,534	0,688	7,000	**0,003**
Podredum A.	1	10,400	9,000	19,800	4,450	5,000	15,000	0,098	-2,316	0,877	5,000	0,298
	2	7,909	8,000	3,291	1,814	6,000	11,000	0,286	-1,315	0,877	11,000	0,096
	3	6,667	6,000	1,500	1,225	5,000	9,000	0,816	0,349	0,906	9,000	0,286
	4	7,714	8,000	3,571	1,890	6,000	11,000	0,779	-0,087	0,866	7,000	0,170
Ethanol	1	0,232	0,270	0,025	0,158	0,030	0,400	-0,386	-2,158	0,930	5,000	0,596
	2	0,125	0,060	0,035	0,186	0,000	0,600	1,952	3,999	0,735	11,000	**0,001**
	3	0,043	0,000	0,007	0,086	0,000	0,210	1,653	0,955	0,556	9,000	**0,000**
	4	0,133	0,170	0,019	0,138	0,000	0,360	0,470	-0,773	0,853	7,000	0,131
GAP	1	11,468	11,520	2,080	1,442	9,750	13,690	0,782	1,611	0,940	5,000	0,669
	2	12,359	12,240	1,546	1,244	10,280	13,870	-0,350	-1,044	0,922	11,000	0,335
	3	12,183	12,690	3,814	1,953	8,070	14,560	-1,058	1,638	0,924	9,000	0,429
	4	13,131	12,930	2,547	1,596	10,660	14,960	-0,332	-0,883	0,940	7,000	0,638

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.186 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Grado Prob.	1	13,136	13,590	1,191	1,091	11,200	13,790	-2,145	4,667	0,672	5,000	**0,005**
	2	12,716	12,700	0,794	0,891	10,670	13,890	-1,038	1,872	0,932	11,000	0,427
	3	12,561	12,750	0,912	0,955	11,090	14,060	-0,167	-0,761	0,959	9,000	0,787
	4	12,471	12,490	1,601	1,265	10,600	13,960	-0,242	-1,454	0,944	7,000	0,672
Densidad	1	1,096	1,100	0,000	0,009	1,080	1,100	-2,236	5,000	0,552	5,000	**0,000**
	2	1,094	1,090	0,000	0,007	1,080	1,100	-0,593	-0,293	0,786	11,000	**0,006**
	3	1,092	1,090	0,000	0,007	1,080	1,100	-0,254	-0,040	0,813	9,000	**0,028**
	4	1,091	1,090	0,000	0,009	1,080	1,100	-0,353	-1,817	0,818	7,000	0,062
A. Total	1	7,046	6,790	0,756	0,870	6,210	8,360	0,947	-0,044	0,925	5,000	0,561
	2	11,262	11,760	4,432	2,105	7,700	13,870	-0,645	-0,552	0,920	11,000	0,319
	3	12,504	12,820	3,590	1,895	10,000	15,910	0,405	-0,283	0,963	9,000	0,834
	4	10,849	11,430	2,087	1,445	8,770	12,910	-0,195	-0,870	0,952	7,000	0,751
pH	1	3,316	3,350	0,014	0,120	3,130	3,420	-1,096	0,449	0,892	5,000	0,368
	2	3,188	3,190	0,006	0,078	3,070	3,370	0,991	2,550	0,905	11,000	0,214
	3	3,129	3,150	0,003	0,056	3,050	3,220	-0,123	-0,577	0,939	9,000	0,568
	4	3,180	3,190	0,002	0,040	3,110	3,220	-1,116	0,091	0,866	7,000	0,170
A. Málico	1	2,820	2,900	0,497	0,705	2,100	3,600	-0,091	-2,834	0,864	5,000	0,244
	2	7,036	7,400	5,121	2,263	2,400	9,800	-0,996	0,385	0,919	11,000	0,307
	3	7,811	7,800	2,589	1,609	5,400	10,800	0,176	0,811	0,923	9,000	0,417
	4	5,957	6,100	1,480	1,216	4,400	7,900	0,100	-0,109	0,930	7,000	0,553
A. Tartárico	1	6,040	5,900	0,913	0,956	5,000	7,600	1,256	2,656	0,888	5,000	0,345
	2	6,364	6,800	0,685	0,827	5,000	7,200	-0,733	-1,071	0,858	11,000	0,054
	3	7,111	7,100	1,406	1,186	4,800	8,700	-0,697	0,452	0,937	9,000	0,546
	4	7,371	7,600	0,746	0,864	6,100	8,500	-0,607	-0,681	0,887	7,000	0,260
N. Alpha A.	1	103,200	108,000	571,200	23,900	64,000	124,000	-1,417	2,071	0,875	5,000	0,286
	2	156,273	147,000	1793,218	42,346	90,000	226,000	0,544	-0,248	0,923	11,000	0,348
	3	147,889	154,000	858,861	29,306	111,000	188,000	0,071	-1,767	0,908	9,000	0,304
	4	118,286	103,000	994,571	31,537	98,000	185,000	2,032	4,179	0,718	7,000	0,006

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.187 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N. Amoniacal	1	52,800	53,000	9,700	3,114	48,000	56,000	-0,933	0,762	0,941	5,000	0,670
	2	117,455	116,000	962,273	31,021	52,000	174,000	-0,328	1,765	0,957	11,000	0,730
	3	128,778	130,000	326,194	18,061	103,000	157,000	-0,069	-1,049	0,951	9,000	0,696
	4	95,857	79,000	1015,810	31,872	64,000	154,000	1,202	0,623	0,868	7,000	0,177
Potasio	1	800,200	825,000	58202,200	241,251	468,000	1142,000	0,090	1,537	0,951	5,000	0,748
	2	764,364	729,000	32481,255	180,226	567,000	1121,000	1,404	1,064	0,804	11,000	**0,011**
	3	802,778	780,000	46420,944	215,455	475,000	1063,000	-0,227	-1,559	0,921	9,000	0,401
	4	881,714	903,000	24554,905	156,700	625,000	1109,000	-0,271	0,245	0,985	7,000	0,979
GreyRot	1	6,200	8,000	40,200	6,340	0,000	15,000	0,354	-1,059	0,881	5,000	0,313
	2	9,545	5,000	94,873	9,740	0,000	28,000	0,847	-0,732	0,855	11,000	0,050
	3	10,778	9,000	44,444	6,667	0,000	22,000	0,466	0,428	0,906	9,000	0,291
	4	13,571	13,000	51,952	7,208	0,000	23,000	-0,967	1,930	0,929	7,000	0,542
Podredum A.	1	19,400	19,000	2,300	1,517	18,000	21,000	0,315	-3,081	0,803	5,000	0,086
	2	10,091	9,000	13,491	3,673	6,000	17,000	0,844	-0,428	0,885	11,000	0,120
	3	8,778	8,000	6,694	2,587	6,000	14,000	1,316	1,000	0,845	9,000	0,066
	4	11,571	10,000	11,952	3,457	8,000	17,000	0,676	-1,261	0,890	7,000	0,276
Ethanol	1	0,446	0,420	0,083	0,289	0,110	0,820	0,224	-1,612	0,969	5,000	0,868
	2	0,135	0,080	0,033	0,181	0,000	0,570	1,565	2,437	0,781	11,000	**0,005**
	3	0,134	0,090	0,028	0,167	0,000	0,510	1,701	2,711	0,801	9,000	**0,021**
	4	0,283	0,180	0,050	0,224	0,010	0,570	0,207	-2,173	0,885	7,000	0,249
GAP	1	13,546	14,080	1,631	1,277	11,280	14,310	-2,148	4,676	0,670	5,000	**0,005**
	2	13,054	13,030	1,087	1,043	10,660	14,420	-1,037	1,856	0,931	11,000	0,421
	3	12,872	13,090	1,249	1,118	11,150	14,630	-0,164	-0,750	0,959	9,000	0,787
	4	12,769	12,790	2,189	1,480	10,580	14,510	-0,242	-1,453	0,944	7,000	0,673

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.188 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Grado Prob.	1,653	0,219
Densidad	1,403	0,256
A. Total	0,004	0,950
pH	1,077	0,317
A. Málico	1,079	0,317
A. Tartárico	2,720	0,121
N Alpha A.	0,032	0,860
N Amoniacal	1,150	0,302
Potasio	0,371	0,552
GreyRot(B)	1,170	0,298
Podredum A.	3,458	0,084
Ethanol	1,638	0,221
GAP	0,984	0,338
2019		
Grado Prob.	0,555	0,649
Densidad	0,282	0,838
A. Total	1,334	0,283
pH	2,624	0,070
A. Málico	1,980	0,140
A. Tartárico	0,431	0,732
N Alpha A.	3,405	**0,031**
N Amoniacal	1,248	0,311
Potasio	0,942	0,434
GreyRot(B)	0,581	0,632
Podredum A.	8,423	**0,000**
Ethanol	1,115	0,359
GAP	0,558	0,647
2020		
Grado Prob.	0,650	0,590
Densidad	0,439	0,727
A. Total	1,220	0,321
pH	2,034	0,132
A. Málico	1,621	0,207
A. Tartárico	0,489	0,692
N Alpha A.	0,959	0,426
N Amoniacal	2,153	0,116
Potasio	0,527	0,667
GreyRot(B)	1,591	0,214
Podredum A.	1,521	0,231
Ethanol	1,555	0,222
GAP	0,643	0,594

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: PARÁMETROS CLÁSICOS EN MOSTOS

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.189 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, a.

2018								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
3	12,751	1,093	8,649	3,246b	4,477a	5,744	110,778	82,000
4	11,763	1,085	7,877	3,307a	3,628b	6,057	119,000	81,143
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,089)	NO (0,103)	NO (0,079)	SI (0,026)	SI (0,032)	NO (0,326)	NO (0,599)	NO (0,929)
Contraste	p-valor							
3 vs 4	0,089	0,084	0,079	**0,026**	**0,032**	0,326	0,599	0,929

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.190 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2018, b.

2018					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**Podredum A.**	**Ethanol**	**GAP**
3	612,889	10,222	16,286	0,011	0,011
4	709,714	12,286	13,889	0,005	0,005
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,265)	NO (0,466)	NO (0,861)	NO (0,565)	NO (0,089)
Contraste	p-valor				
3 vs 4	0,265	0,466	0,052	0,178	0,178

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.191 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019, a.

2019								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Malico**	**A. Tartarico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
1	11,362	1,082	11,022	3,162	6,560	6,540	115,800b	89,000b
2	12,120	1,088	12,806	3,134	8,627	6,814	142,000ab	117,454b
3	11,971	1,088	14,664	3,122	10,567	6,789	196,666a	163,222a
4	12,784	1,094	12,346	3,171	8,171	6,673	179,857ab	139,571ab
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,354)	NO (0,225)	NO (0,118)	NO (0,647)	NO (0,110)	NO (0,815)	SI (0,018)	SI (0,002)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,293	0,218	0,102	0,669	0,088	0,834	0,751	0,407
1 vs 3	0,633	0,679	0,350	0,799	0,378	0,952	**0,028**	**0,002**
1 vs 4	0,739	0,666	0,443	0,998	0,462	1,000	0,134	0,069
2 vs 3	0,726	0,675	0,625	0,839	0,561	0,853	0,081	**0,024**
2 vs 4	0,995	1,000	0,985	0,927	0,988	0,966	0,389	0,529
3 vs 4	0,849	0,710	0,841	0,991	0,781	0,970	0,901	0,507

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.192 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2019, b.

2019					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**Podredum A.**	**Ethanol**	**GAP**
1	849,200	9,000	10,400	0,232	11,468
2	940,818	13,091	7,909	0,125	12,359
3	972,889	13,222	6,667	0,043	12,183
4	902,429	16,857	7,714	0,133	13,131
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,396)	NO (0,226)	NO (0,053)	NO (0,074)	NO (0,354)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,368	0,317	0,031	0,128	0,294
1 vs 3	0,728	0,741	0,208	0,546	0,636
1 vs 4	0,951	0,783	0,203	0,669	0,743
2 vs 3	0,593	0,757	0,624	0,635	0,723
2 vs 4	0,934	1,000	0,998	0,999	0,995
3 vs 4	0,905	0,756	0,799	0,623	0,848

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.193 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, a.

2020								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Malico**	**A. Tartarico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
1	13,136	1,095	7,046b	3,316a	2,820b	6,040	103,200b	52,800b
2	12,716	1,093	11,261a	3,188b	7,036a	6,364	156,272a	117,454a
3	12,561	1,092	12,504a	3,128b	7,811a	7,111	147,888ab	128,777a
4	12,471	1,091	10,848a	3,180b	5,957a	7,371	118,285ab	95,857a
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,593)	NO (0,807)	SI (0,000)	SI (0,001)	SI (0,000)	NO (0,055)	SI (0,022)	SI (0,000)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,690	0,801	**0,001**	**0,017**	**0,001**	0,111	**0,037**	**0,000**
1 vs 3	0,749	0,878	**< 0,0001**	**0,001**	**< 0,0001**	0,161	0,115	**< 0,0001**
1 vs 4	0,873	0,928	**0,006**	**0,019**	**0,021**	0,950	0,876	**0,036**
2 vs 3	0,960	0,975	0,420	0,302	0,749	0,218	0,948	0,760
2 vs 4	0,987	0,997	0,963	0,996	0,572	0,333	0,125	0,321
3 vs 4	0,998	0,996	0,273	0,527	0,165	0,925	0,338	0,074

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: PARÁMETROS CLÁSICOS EN MOSTOS

Tabla IV.194 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Lobeira, campaña 2020, b.

2020					
Sector	**Potasio**	**GreyRot(B)**	**Podredum A.**	**Ethanol**	**GAP**
1	800,200	6,200	19,400a	0,446	13,546
2	764,364	9,545	10,090b	0,135	13,054
3	802,778	10,778	8,777b	0,134	12,872
4	881,714	13,571	11,571b	0,283	12,769
Análisis	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,477)	NO (0,464)	SI (0,000)	NO (0,051)	NO (0,604)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,609	0,406	< **0,0001**	0,052	0,690
1 vs 3	0,892	0,725	< **0,0001**	0,042	0,748
1 vs 4	0,854	0,898	**0,001**	0,538	0,872
2 vs 3	0,972	0,733	0,783	0,491	0,961
2 vs 4	1,000	0,986	0,758	0,456	0,987
3 vs 4	0,986	0,863	0,300	1,000	0,998

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

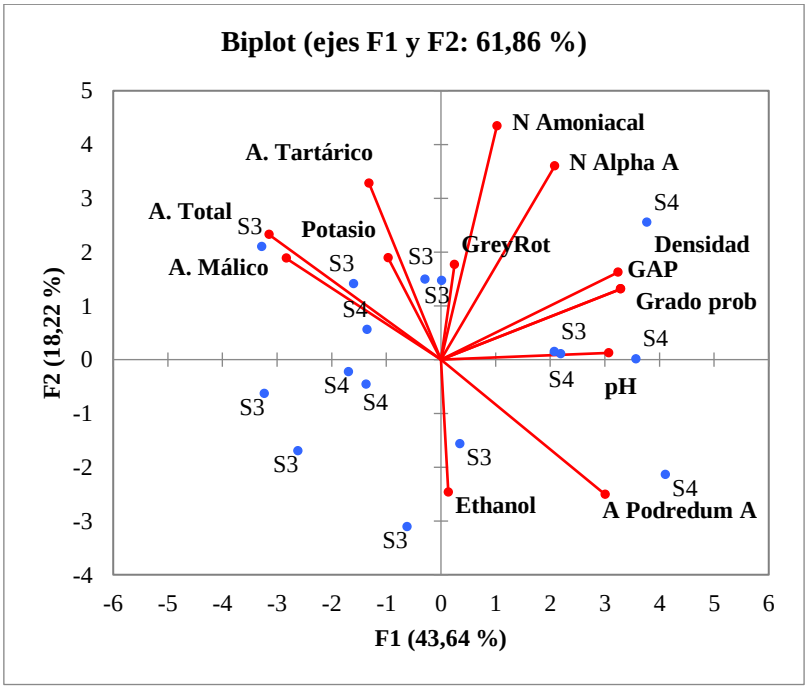


Ilustración IV.71 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

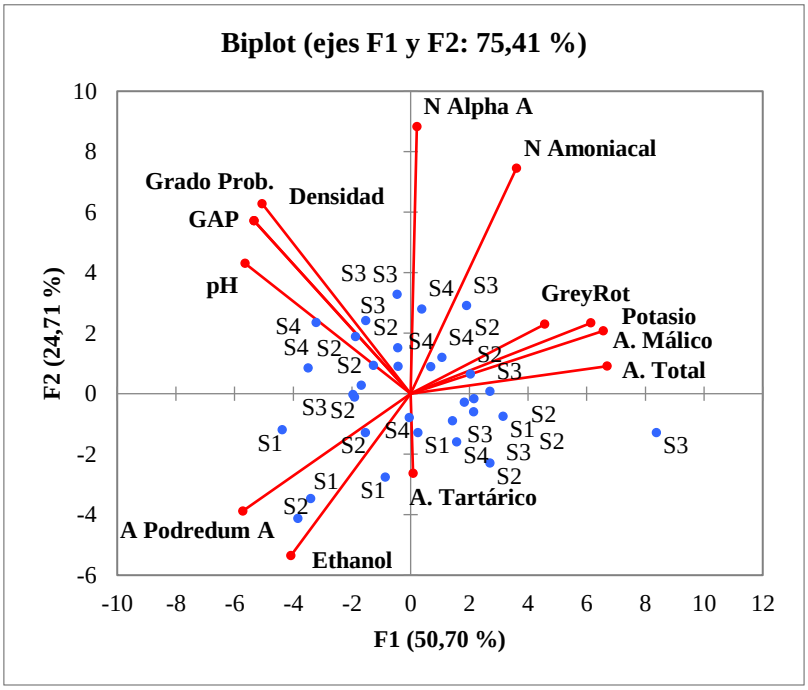


Ilustración IV.72 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

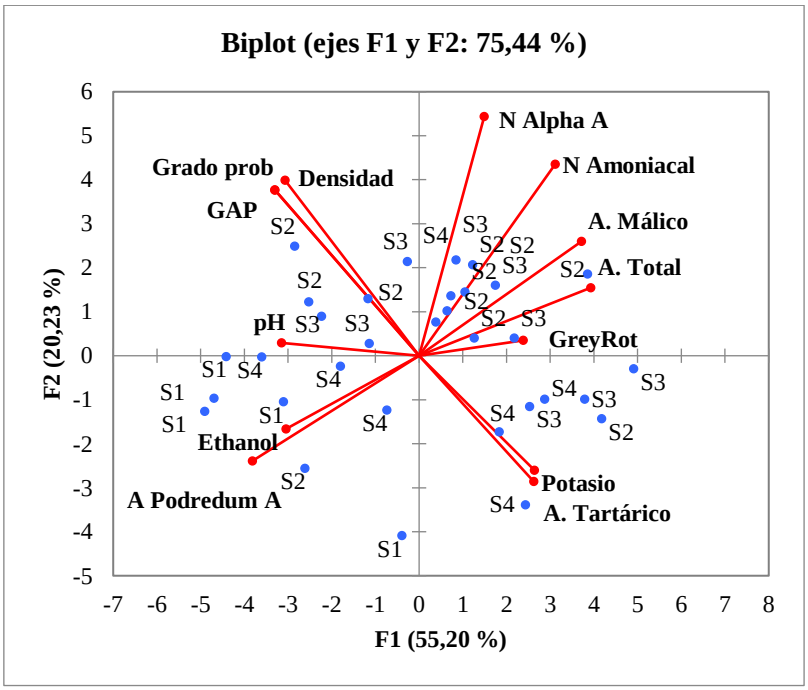


Ilustración IV.73 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.195 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Grado prob.	1	12,944	12,600	0,882	0,939	12,010	14,350	0,467	-1,738	0,877	7,000	0,214
	2	13,665	13,685	0,367	0,606	13,060	14,230	-0,049	-5,503	0,830	4,000	0,167
	3	12,459	12,940	1,358	1,165	10,010	13,750	-0,830	-0,498	0,871	14,000	**0,044**
	4	12,638	12,930	0,955	0,977	10,700	13,690	-1,193	1,213	0,909	8,000	0,346
Densidad	1	1,094	1,090	0,000	0,005	1,090	1,100	0,374	-2,800	0,664	7,000	**0,001**
	2	1,098	1,100	0,000	0,005	1,090	1,100	-2,000	4,000	0,630	4,000	**0,001**
	3	1,089	1,090	0,000	0,010	1,070	1,100	-0,382	-0,946	0,862	14,000	**0,033**
	4	1,094	1,095	0,000	0,007	1,080	1,100	-0,824	-0,152	0,798	8,000	**0,027**
A. Total	1	7,687	7,320	0,578	0,760	6,650	8,660	0,100	-1,795	0,897	7,000	0,315
	2	7,050	7,090	0,332	0,576	6,310	7,710	-0,406	1,305	0,975	4,000	0,871
	3	8,271	8,230	0,524	0,724	6,610	9,340	-0,442	0,887	0,914	14,000	0,183
	4	7,543	7,465	0,133	0,365	7,070	8,140	0,709	-0,411	0,922	8,000	0,448
pH	1	3,270	3,260	0,003	0,057	3,200	3,350	0,213	-1,328	0,946	7,000	0,694
	2	3,350	3,340	0,015	0,123	3,210	3,510	0,478	1,500	0,963	4,000	0,795
	3	3,231	3,240	0,003	0,055	3,140	3,320	-0,131	-0,850	0,941	14,000	0,432
	4	3,303	3,295	0,003	0,053	3,250	3,410	1,284	1,679	0,884	8,000	0,204
A. Málico	1	3,986	4,100	0,425	0,652	3,100	5,000	0,086	-0,414	0,972	7,000	0,910
	2	3,625	3,550	0,083	0,287	3,400	4,000	0,855	-1,289	0,863	4,000	0,272
	3	4,286	4,300	0,852	0,923	2,200	5,600	-0,682	0,699	0,956	14,000	0,659
	4	3,850	3,650	0,506	0,711	3,100	5,000	0,559	-1,153	0,914	8,000	0,382
A. Tartárico	1	5,157	5,200	0,126	0,355	4,500	5,700	-0,630	2,623	0,893	7,000	0,293
	2	4,775	4,850	0,716	0,846	3,700	5,700	-0,464	0,028	0,989	4,000	0,955
	3	5,429	5,100	0,422	0,650	4,600	6,900	0,945	0,337	0,908	14,000	0,150
	4	5,113	5,250	0,216	0,464	4,300	5,800	-0,620	0,502	0,907	8,000	0,332
N. Alpha	1	103,571	105,000	579,619	24,075	74,000	142,000	0,318	-0,674	0,958	7,000	0,800
	2	152,500	152,000	5009,667	70,779	68,000	238,000	0,039	0,392	0,998	4,000	0,995
	3	95,571	86,500	841,033	29,001	64,000	162,000	1,402	1,141	0,827	14,000	**0,011**
	4	138,625	131,500	1078,268	32,837	99,000	202,000	1,053	0,940	0,927	8,000	0,491

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.196 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N. Amoniac	1	73,571	70,000	334,286	18,283	53,000	110,000	1,394	2,892	0,872	7,000	0,193
	2	86,000	94,500	484,667	22,015	54,000	101,000	-1,663	2,644	0,801	4,000	0,104
	3	74,000	64,500	373,846	19,335	54,000	108,000	0,814	-0,970	0,843	14,000	**0,018**
	4	96,000	93,000	345,143	18,578	75,000	129,000	0,760	-0,337	0,923	8,000	0,457
Potasio	1	558,714	533,000	5827,905	76,341	492,000	719,000	1,925	4,038	0,794	7,000	**0,035**
	2	562,750	526,000	16310,250	127,712	460,000	739,000	1,211	0,635	0,882	4,000	0,346
	3	517,571	539,500	17195,341	131,131	310,000	714,000	-0,255	-1,039	0,942	14,000	0,440
	4	515,625	543,000	11054,839	105,142	366,000	652,000	-0,303	-1,618	0,918	8,000	0,415
GreyRot	1	13,714	14,000	9,238	3,039	8,000	18,000	-0,867	2,308	0,914	7,000	0,427
	2	9,500	10,500	53,667	7,326	0,000	17,000	-0,672	-0,232	0,973	4,000	0,859
	3	8,429	9,000	47,341	6,880	0,000	18,000	0,056	-1,716	0,882	14,000	0,062
	4	12,375	14,000	51,125	7,150	4,000	22,000	-0,162	-1,827	0,876	8,000	0,173
Podredum A.	1	16,857	17,000	5,810	2,410	13,000	20,000	-0,367	-0,503	0,984	7,000	0,976
	2	17,500	17,500	0,333	0,577	17,000	18,000	0,000	-6,000	0,729	4,000	**0,024**
	3	16,214	16,500	4,643	2,155	13,000	21,000	0,377	0,634	0,944	14,000	0,472
	4	16,000	16,000	1,143	1,069	15,000	18,000	0,935	0,350	0,860	8,000	0,120
Ethanol	1	0,730	0,800	0,070	0,264	0,350	1,070	-0,501	-1,004	0,924	7,000	0,498
	2	0,685	0,750	0,172	0,415	0,200	1,040	-0,378	-3,839	0,863	4,000	0,272
	3	0,791	0,880	0,098	0,314	0,290	1,390	-0,127	-0,199	0,933	14,000	0,332
	4	0,766	0,750	0,101	0,317	0,380	1,260	0,307	-1,138	0,954	8,000	0,755
GAP	1	13,321	12,910	1,208	1,099	12,230	14,970	0,474	-1,731	0,877	7,000	0,212
	2	14,163	14,185	0,500	0,707	13,460	14,820	-0,045	-5,545	0,826	4,000	0,157
	3	12,752	13,315	1,858	1,363	9,880	14,270	-0,834	-0,479	0,872	14,000	**0,044**
	4	12,964	13,305	1,302	1,141	10,700	14,190	-1,193	1,220	0,909	8,000	0,346

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.197 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Grado prob.	1	12,001	11,580	1,590	1,261	10,780	14,480	1,507	2,173	0,860	7,000	0,151
	2	12,438	12,290	0,954	0,977	11,470	13,700	0,696	-0,694	0,962	4,000	0,789
	3	12,549	12,680	0,649	0,806	11,090	13,810	-0,569	-0,145	0,947	13,000	0,549
	4	12,681	12,770	0,923	0,961	11,190	13,810	-0,596	-0,940	0,929	7,000	0,546
Densidad	1	1,089	1,090	0,000	0,011	1,080	1,110	1,520	2,712	0,781	7,000	**0,026**
	2	1,090	1,090	0,000	0,008	1,080	1,100	0,000	1,500	0,945	4,000	0,683
	3	1,092	1,090	0,000	0,007	1,080	1,100	-0,203	-0,496	0,811	13,000	**0,009**
	4	1,093	1,090	0,000	0,008	1,080	1,100	-0,595	-0,350	0,833	7,000	0,086
A. Total	1	12,009	11,940	3,177	1,782	10,120	15,180	0,912	0,392	0,927	7,000	0,522
	2	11,168	11,375	3,096	1,759	8,870	13,050	-0,637	0,620	0,980	4,000	0,905
	3	11,232	11,560	0,996	0,998	9,690	12,470	-0,512	-1,150	0,897	13,000	0,120
	4	10,647	10,690	0,974	0,987	9,250	12,280	0,319	0,226	0,989	7,000	0,992
pH	1	3,203	3,200	0,004	0,067	3,120	3,330	1,037	1,929	0,923	7,000	0,494
	2	3,225	3,205	0,004	0,067	3,170	3,320	1,463	2,120	0,878	4,000	0,331
	3	3,165	3,170	0,004	0,065	3,050	3,260	-0,336	-0,135	0,950	13,000	0,598
	4	3,234	3,230	0,003	0,057	3,150	3,340	0,674	2,198	0,921	7,000	0,478
A. Málico	1	8,286	7,400	3,411	1,847	6,500	11,400	0,833	-0,556	0,895	7,000	0,299
	2	7,425	7,550	3,943	1,986	4,900	9,700	-0,360	0,973	0,986	4,000	0,937
	3	7,154	7,500	1,226	1,107	5,100	9,000	-0,253	-0,570	0,972	13,000	0,915
	4	6,586	6,500	1,545	1,243	4,900	8,800	0,730	1,052	0,962	7,000	0,833
A. Tartárico	1	6,214	6,200	0,658	0,811	5,200	7,500	0,210	-0,476	0,955	7,000	0,776
	2	6,125	6,150	0,029	0,171	5,900	6,300	-0,753	0,343	0,971	4,000	0,850
	3	6,469	6,500	0,212	0,461	5,700	7,500	0,722	1,130	0,943	13,000	0,494
	4	6,600	6,700	0,357	0,597	5,600	7,200	-0,887	-0,457	0,899	7,000	0,323
N. Alpha	1	172,429	196,000	1703,952	41,279	118,000	210,000	-0,513	-2,195	0,804	7,000	**0,045**
	2	182,000	191,000	1990,667	44,617	123,000	223,000	-0,882	-0,478	0,935	4,000	0,623
	3	132,462	120,000	1975,269	44,444	71,000	205,000	0,654	-0,699	0,888	13,000	0,092
	4	195,571	201,000	1395,952	37,362	144,000	260,000	0,491	0,596	0,956	7,000	0,784

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.198 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
N. Amoniac	1	133,000	127,000	1728,333	41,573	84,000	199,000	0,420	-0,822	0,959	7,000	0,814
	2	133,000	130,000	935,333	30,583	99,000	173,000	0,568	1,355	0,971	4,000	0,845
	3	104,923	91,000	872,577	29,539	72,000	163,000	0,972	-0,265	0,866	13,000	**0,046**
	4	145,714	157,000	455,905	21,352	115,000	165,000	-0,797	-1,409	0,825	7,000	0,071
Potasio	1	969,286	1002,000	8395,238	91,626	837,000	1106,000	-0,159	-0,423	0,943	7,000	0,662
	2	859,500	831,000	11413,667	106,835	774,000	1002,000	0,981	-0,605	0,877	4,000	0,328
	3	819,385	816,000	8743,756	93,508	663,000	967,000	-0,138	-0,802	0,970	13,000	0,895
	4	811,571	807,000	7202,619	84,868	697,000	954,000	0,400	0,213	0,976	7,000	0,939
GreyRot	1	14,714	11,000	86,571	9,304	4,000	29,000	0,787	-0,826	0,886	7,000	0,256
	2	12,000	13,000	34,000	5,831	4,000	18,000	-0,989	2,054	0,908	4,000	0,470
	3	11,846	12,000	37,808	6,149	2,000	19,000	-0,410	-1,354	0,905	13,000	0,157
	4	13,571	17,000	63,286	7,955	1,000	23,000	-0,526	-1,126	0,911	7,000	0,399
Podredum A.	1	7,857	8,000	3,143	1,773	5,000	10,000	-0,708	-0,532	0,920	7,000	0,471
	2	8,750	8,500	7,583	2,754	6,000	12,000	0,323	-3,033	0,939	4,000	0,650
	3	9,385	9,000	2,090	1,446	7,000	12,000	0,174	-0,635	0,960	13,000	0,747
	4	8,571	8,000	2,619	1,618	7,000	12,000	1,968	4,447	0,744	7,000	**0,011**
Ethanol	1	0,111	0,000	0,019	0,139	0,000	0,280	0,401	-2,704	0,707	7,000	**0,004**
	2	0,120	0,045	0,034	0,185	0,000	0,390	1,708	2,830	0,781	4,000	0,072
	3	0,247	0,150	0,054	0,232	0,000	0,660	0,855	-0,888	0,836	13,000	**0,019**
	4	0,114	0,090	0,012	0,111	0,000	0,300	0,761	-0,359	0,914	7,000	0,421
GAP	1	12,217	11,730	2,168	1,472	10,790	15,110	1,506	2,166	0,860	7,000	0,151
	2	12,728	12,555	1,298	1,139	11,600	14,200	0,696	-0,710	0,961	4,000	0,786
	3	12,857	13,010	0,890	0,944	11,150	14,330	-0,570	-0,150	0,946	13,000	0,541
	4	13,013	13,120	1,260	1,122	11,270	14,330	-0,597	-0,943	0,929	7,000	0,544

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.199 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Grado prob.	1	10,470	10,380	0,782	0,884	9,510	11,840	0,571	-0,512	0,944	6,000	0,693
	2	11,305	11,275	0,295	0,543	10,680	11,990	0,314	0,834	0,990	4,000	0,956
	3	12,809	12,840	0,614	0,784	11,460	14,090	-0,280	-0,625	0,966	13,000	0,847
	4	10,395	10,505	0,445	0,667	9,290	11,100	-0,808	-0,586	0,894	8,000	0,254
Densidad	1	1,077	1,075	0,000	0,008	1,070	1,090	0,857	-0,300	0,822	6,000	0,091
	2	1,083	1,080	0,000	0,005	1,080	1,090	2,000	4,000	0,630	4,000	**0,001**
	3	1,093	1,090	0,000	0,008	1,080	1,100	-0,611	-0,776	0,790	13,000	**0,005**
	4	1,076	1,080	0,000	0,005	1,070	1,080	-0,644	-2,240	0,641	8,000	**0,000**
A. Total	1	13,350	12,850	2,040	1,428	11,890	15,690	0,976	-0,063	0,909	6,000	0,427
	2	12,873	13,085	0,942	0,970	11,560	13,760	-1,021	0,325	0,933	4,000	0,612
	3	10,678	10,330	1,309	1,144	9,130	12,690	0,516	-0,560	0,940	13,000	0,451
	4	12,033	11,800	0,774	0,879	10,990	13,530	0,685	-0,345	0,922	8,000	0,444
pH	1	3,097	3,105	0,002	0,040	3,040	3,150	-0,295	-0,817	0,962	6,000	0,835
	2	3,110	3,110	0,004	0,064	3,050	3,170	0,000	-5,756	0,805	4,000	0,112
	3	3,155	3,170	0,003	0,058	3,080	3,280	0,508	0,212	0,924	13,000	0,284
	4	3,124	3,120	0,001	0,023	3,090	3,160	0,365	-0,237	0,954	8,000	0,754
A. Málico	1	9,183	9,300	2,578	1,606	7,000	11,300	-0,101	-1,258	0,975	6,000	0,923
	2	8,400	8,400	1,507	1,227	6,900	9,900	0,000	1,368	0,971	4,000	0,848
	3	6,277	6,100	1,859	1,363	4,300	8,300	0,049	-1,498	0,938	13,000	0,432
	4	7,525	7,400	1,142	1,069	5,700	9,100	-0,128	0,182	0,963	8,000	0,841
A. Tartárico	1	5,983	6,000	0,614	0,783	4,800	7,000	-0,302	-0,249	0,988	6,000	0,983
	2	6,750	6,600	0,203	0,451	6,400	7,400	1,571	2,417	0,851	4,000	0,230
	3	6,315	6,200	0,576	0,759	5,000	7,400	-0,248	-0,750	0,960	13,000	0,749
	4	6,413	6,250	0,447	0,669	5,600	7,400	0,385	-1,480	0,924	8,000	0,463
N. Alpha	1	136,667	130,500	505,067	22,474	115,000	170,000	0,607	-1,467	0,887	6,000	0,302
	2	158,250	165,500	534,917	23,128	126,000	176,000	-1,296	0,975	0,862	4,000	0,267
	3	133,462	134,000	1591,603	39,895	64,000	195,000	-0,199	-1,009	0,965	13,000	0,823
	4	142,500	136,000	1177,143	34,310	99,000	210,000	1,061	1,378	0,932	8,000	0,531

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.200 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N. Amoniac	1	130,333	118,000	717,467	26,786	108,000	178,000	1,450	1,350	0,813	6,000	0,076
	2	129,000	125,500	444,667	21,087	108,000	157,000	0,833	0,310	0,963	4,000	0,797
	3	96,846	100,000	442,474	21,035	50,000	128,000	-0,760	0,809	0,952	13,000	0,627
	4	138,625	131,500	602,839	24,553	103,000	187,000	0,879	1,862	0,922	8,000	0,445
Potasio	1	720,000	723,500	11143,200	105,561	570,000	843,000	-0,282	-1,585	0,931	6,000	0,590
	2	795,500	792,500	4029,667	63,480	721,000	876,000	0,281	1,445	0,965	4,000	0,812
	3	614,923	651,000	18758,910	136,963	394,000	924,000	0,609	0,893	0,935	13,000	0,394
	4	635,625	573,500	28304,839	168,240	520,000	1018,000	2,092	4,475	0,723	8,000	**0,004**
GreyRot	1	3,500	3,500	12,300	3,507	0,000	7,000	0,000	-3,111	0,776	6,000	**0,035**
	2	5,250	5,000	1,583	1,258	4,000	7,000	1,129	2,227	0,895	4,000	0,406
	3	0,538	0,000	1,269	1,127	0,000	3,000	1,954	2,433	0,532	13,000	**0,000**
	4	8,250	7,500	69,071	8,311	0,000	26,000	1,509	2,836	0,863	8,000	0,130
Podredum A.	1	7,333	7,000	2,267	1,506	5,000	9,000	-0,313	-0,104	0,866	6,000	0,212
	2	7,750	7,500	0,917	0,957	7,000	9,000	0,855	-1,289	0,863	4,000	0,272
	3	11,462	12,000	4,103	2,025	8,000	15,000	0,030	-0,620	0,974	13,000	0,934
	4	7,875	7,500	1,839	1,356	6,000	10,000	0,294	-1,078	0,930	8,000	0,512
Ethanol	1	0,113	0,000	0,031	0,177	0,000	0,380	1,056	-1,350	0,686	6,000	**0,004**
	2	0,013	0,000	0,001	0,025	0,000	0,050	2,000	4,000	0,630	4,000	**0,001**
	3	0,167	0,100	0,049	0,221	0,000	0,760	1,851	3,759	0,776	13,000	**0,004**
	4	0,343	0,360	0,059	0,244	0,040	0,810	0,796	0,887	0,931	8,000	0,525
GAP	1	10,428	10,325	1,069	1,034	9,300	12,030	0,566	-0,508	0,946	6,000	0,704
	2	11,405	11,375	0,402	0,634	10,670	12,200	0,268	0,789	0,991	4,000	0,964
	3	13,163	13,200	0,843	0,918	11,580	14,660	-0,284	-0,628	0,966	13,000	0,845
	4	10,343	10,470	0,611	0,782	9,050	11,170	-0,799	-0,600	0,895	8,000	0,258

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.201 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros clásicos en mosto en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Grado Prob.	1,270	0,303
Densidad	1,664	0,197
A. Total	1,457	0,247
pH	1,103	0,364
A. Málico	1,005	0,405
A. Tartárico	2,099	0,122
N Alpha A.	2,373	0,091
N Amoniacal	0,285	0,836
Potasio	1,092	0,368
GreyRot	3,146	**0,040**
Podredum A.	2,377	0,090
Ethanol	0,627	0,603
GAP	1,272	0,302
2019		
Grado Prob.	0,467	0,708
Densidad	0,312	0,816
A. Total	1,046	0,388
pH	0,131	0,941
A. Málico	1,319	0,289
A. Tartárico	2,062	0,129
N Alpha A.	0,232	0,873
N Amoniacal	1,103	0,365
Potasio	0,126	0,944
GreyRot	1,051	0,386
Podredum A.	1,594	0,214
Ethanol	2,659	0,068
GAP	0,464	0,710
2020		
Grado Prob.	0,544	0,656
Densidad	1,302	0,294
A. Total	0,719	0,549
pH	3,434	**0,031**
A. Málico	1,063	0,381
A. Tartárico	0,546	0,655
N Alpha A.	1,432	0,255
N Amoniacal	0,255	0,857
Potasio	0,991	0,412
GreyRot	5,280	**0,005**
Podredum A.	1,444	0,252
Ethanol	1,713	0,188
GAP	0,542	0,658

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.202 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018, a.

2018								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
1	12,944	1,099	7,687ab	3,270ab	3,986	5,157	103,571ab	73,571
2	13,665	1,094	7,050b	3,350a	3,625	4,775	152,500a	86,000
3	12,459	1,091	8,270a	3,230b	4,286	5,429	95,571b	74,000
4	12,638	1,090	7,542ab	3,302ab	3,850	5,113	138,625ab	96,000
Análisis	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,255)	NO (0,257)	SI (0,008)	SI (0,012)	NO (0,397)	NO (0,239)	SI (0,032)	NO (0,083)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,682	0,677	0,413	0,230	0,879	0,726	0,151	0,733
1 vs 3	0,740	0,711	0,233	0,641	0,837	0,749	0,962	1,000
1 vs 4	0,939	0,955	0,973	0,085	0,986	0,999	0,252	0,133
2 vs 3	0,188	0,171	**0,012**	**0,016**	0,448	0,221	**0,041**	0,692
2 vs 4	0,378	0,402	0,608	0,773	0,964	0,782	0,920	0,831
3 vs 4	0,979	0,954	0,076	0,572	0,590	0,619	0,050	0,068

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.203 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018, b.

2018					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**Podredum A**	**Ethanol**	**GAP**
1	558,714	13,714	16,857	0,730	13,321
2	562,750	9,500	17,500	0,685	14,163
3	517,571	8,429	16,214	0,791	12,752
4	515,625	12,375	16,000	0,766	12,964
Análisis	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,956)	NO (0,283)	NO (0,303)	NO (0,935)	NO (0,255)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	1,000	0,722	0,948	0,996	0,727
1 vs 3	0,867	0,302	0,883	0,976	0,767
1 vs 4	0,887	0,977	0,818	0,996	0,949
2 vs 3	0,899	0,991	0,634	0,935	0,232
2 vs 4	0,908	0,883	0,575	0,975	0,438
3 vs 4	1,000	0,515	0,994	0,998	0,980

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.204 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019, a.

2019								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
1	12,001	1,093	12,009	3,203	8,286	6,214	172,428ab	133,000ab
2	12,438	1,091	11,232	3,234	7,425	6,125	182,000ab	133,000ab
3	12,549	1,091	11,168	3,225	7,154	6,600	132,461b	104,923b
4	12,681	1,088	10,647	3,165	6,586	6,469	195,571a	145,714a
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,579)	NO (0,448)	NO (0,299)	NO (0,119)	NO (0,188)	NO (0,447)	SI (0,017)	SI (0,037)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,569	0,545	0,232	0,122	0,148	0,551	0,984	1,000
1 vs 3	0,978	0,965	0,736	0,794	0,357	0,590	0,207	0,245
1 vs 4	0,991	0,922	0,591	0,995	0,778	0,960	0,737	0,871
2 vs 3	0,634	0,804	0,776	0,377	0,790	0,717	0,955	0,915
2 vs 4	0,997	1,000	1,000	0,945	0,987	0,775	0,196	0,411
3 vs 4	0,891	0,906	0,920	0,600	0,835	0,994	**0,018**	**0,045**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.205 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019, b.

2019					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**Podredum A**	**Ethanol**	**GAP**
1	969,285a	14,714	7,857	0,111	12,217
2	859,500ab	12,000	8,750	0,120	12,728
3	819,384b	11,846	9,385	0,247	12,857
4	811,571b	13,571	8,571	0,114	13,013
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,009)	NO (0,845)	NO (0,327)	NO (0,346)	NO (0,579)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,257	0,722	0,948	0,996	0,684
1 vs 3	**0,010**	0,302	0,883	0,976	0,738
1 vs 4	**0,018**	0,977	0,818	0,996	0,939
2 vs 3	0,873	0,991	0,634	0,935	0,188
2 vs 4	0,843	0,883	0,575	0,975	0,380
3 vs 4	0,998	0,515	0,994	0,998	0,978

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.206 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020, a.

2020								
Sector	**Grado Prob.**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N Alpha A.**	**N Amoniacal**
1	10,470b	1,075b	13,350a	3,155	9,183a	6,750	158,250	130,333a
2	11,305b	1,082b	12,872a	3,124	8,400a	6,413	142,500	129,000ab
3	12,809a	1,092a	10,678b	3,110	6,276b	6,315	136,667	96,846b
4	10,395b	1,075b	12,032ab	3,097	7,525ab	5,983	133,462	138,625a
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,000)	SI (0,001)	SI (0,000)	NO (0,090)	SI (0,001)	NO (0,420)	NO (0,638)	SI (0,002)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,333	0,301	0,912	0,091	0,798	0,361	0,589	1,000
1 vs 3	**< 0,0001**	**< 0,0001**	**0,000**	0,377	**0,001**	0,713	0,762	**0,032**
1 vs 4	0,998	1,000	0,158	0,480	0,121	0,866	0,874	0,095
2 vs 3	**0,008**	**0,022**	**0,010**	0,732	**0,044**	0,684	0,934	0,904
2 vs 4	0,222	0,260	0,620	0,967	0,707	0,990	0,989	0,910
3 vs 4	**< 0,0001**	**< 0,0001**	0,057	0,974	0,182	0,782	0,997	**0,002**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

Tabla IV.207 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020, b.

2020					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**Ethanol**	**Podredum A**	**GAP**
1	720,000ab	3,500ab	0,113	7,333b	10,428b
2	795,500a	5,250ab	0,013	7,750b	11,405b
3	614,923b	0,538b	0,167	11,461a	13,163a
4	635,625ab	8,250a	0,343	7,875b	10,342b
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	SI (0,040)	SI (0,002)	NO (0,063)	SI (0,000)	SI (0,000)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,393	0,933	0,067	0,980	0,334
1 vs 3	0,126	0,564	0,196	**0,000**	**< 0,0001**
1 vs 4	0,257	0,243	0,258	0,932	0,998
2 vs 3	**0,027**	0,295	0,569	**0,003**	**0,009**
2 vs 4	0,063	0,710	0,953	0,999	0,224
3 vs 4	0,735	**0,004**	0,874	**0,000**	**< 0,0001**

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

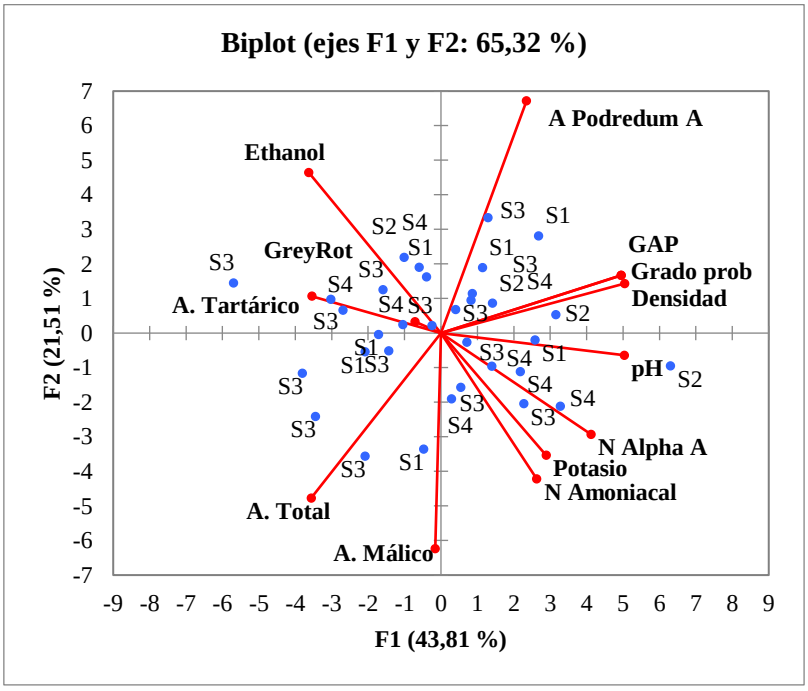


Ilustración IV.74 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

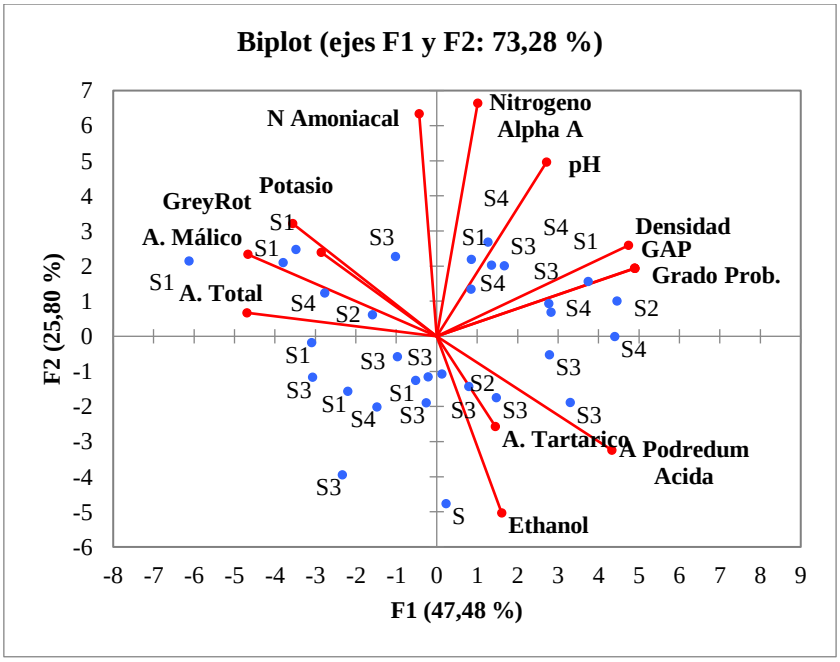


Ilustración IV.75 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

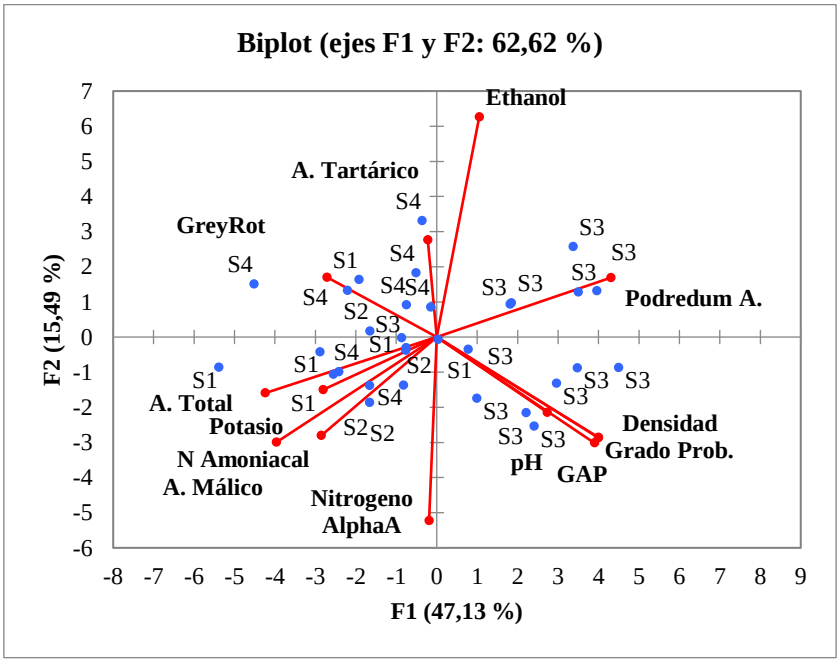


Ilustración IV.76 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.208 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Grado prob.	1	10,792	10,970	0,906	0,952	9,420	12,000	-0,396	0,682	0,981	5,000	0,941
	2	10,818	11,320	1,977	1,406	9,290	12,340	-0,313	-2,849	0,859	5,000	0,226
	3	10,553	10,620	1,697	1,303	8,830	13,130	0,907	1,608	0,927	8,000	0,487
	4	10,373	9,960	6,479	2,545	8,060	13,100	0,711		0,980	3,000	0,731
	5	11,406	11,300	2,203	1,484	9,260	13,530	-0,211	-1,161	0,932	11,000	0,430
Densidad	1	1,080	1,080	0,000	0,007	1,070	1,090	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	2	1,080	1,080	0,000	0,010	1,070	1,090	0,000	-3,000	0,821	5,000	0,119
	3	1,076	1,075	0,000	0,012	1,060	1,100	0,970	1,872	0,892	8,000	0,245
	4	1,073	1,070	0,000	0,015	1,060	1,090	0,935		0,964	3,000	0,637
	5	1,083	1,080	0,000	0,010	1,070	1,100	0,053	-1,000	0,889	11,000	0,134
A. Total	1	10,546	9,920	4,565	2,137	8,190	13,760	0,820	0,383	0,957	5,000	0,786
	2	10,848	9,960	2,427	1,558	9,740	13,410	1,531	1,798	0,793	5,000	0,071
	3	10,236	9,805	1,780	1,334	8,980	12,410	1,063	-0,462	0,825	8,000	0,052
	4	11,497	11,130	18,677	4,322	7,370	15,990	0,379		0,995	3,000	0,860
	5	10,518	9,910	2,183	1,477	8,700	13,120	0,520	-1,098	0,921	11,000	0,326
pH	1	3,250	3,250	0,002	0,045	3,190	3,310	0,000	0,200	0,999	5,000	1,000
	2	3,240	3,280	0,007	0,086	3,120	3,320	-0,754	-1,682	0,885	5,000	0,335
	3	3,253	3,260	0,002	0,048	3,160	3,310	-1,057	1,041	0,923	8,000	0,453
	4	3,210	3,230	0,002	0,044	3,160	3,240	-1,630		0,842	3,000	0,220
	5	3,282	3,280	0,002	0,043	3,220	3,350	-0,059	-1,044	0,947	11,000	0,603

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.209 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
A. Málico	1	8,020	7,900	6,287	2,507	5,100	11,600	0,476	-0,245	0,983	5,000	0,950
	2	8,180	8,100	1,087	1,043	7,300	9,900	1,446	2,285	0,849	5,000	0,191
	3	7,550	7,300	4,174	2,043	4,900	10,500	0,503	-0,902	0,918	8,000	0,416
	4	8,767	8,500	26,063	5,105	3,800	14,000	0,234		0,998	3,000	0,914
	5	8,182	8,200	2,296	1,515	6,100	10,500	0,133	-1,459	0,939	11,000	0,511
A. Tartárico	1	4,100	4,000	0,155	0,394	3,600	4,500	-0,041	-1,996	0,890	5,000	0,359
	2	4,340	4,200	0,338	0,581	3,800	5,300	1,453	2,374	0,884	5,000	0,330
	3	4,000	3,750	0,534	0,731	3,300	5,100	0,609	-1,534	0,860	8,000	0,120
	4	4,133	4,000	0,373	0,611	3,600	4,800	0,935		0,964	3,000	0,637
	5	3,936	3,900	0,113	0,335	3,500	4,600	0,624	-0,229	0,931	11,000	0,423
N Alpha A	1	145,000	136,000	885,500	29,757	115,000	189,000	0,835	-0,387	0,938	5,000	0,650
	2	164,200	174,000	624,700	24,994	125,000	191,000	-1,054	1,283	0,921	5,000	0,536
	3	147,625	133,000	5087,125	71,324	50,000	282,000	0,833	0,900	0,939	8,000	0,599
	4	126,333	155,000	4585,333	67,715	49,000	175,000	-1,564		0,866	3,000	0,283
	5	177,182	171,000	855,364	29,247	128,000	212,000	-0,057	-1,276	0,892	11,000	0,145
N Amoniacal	1	133,400	136,000	1001,800	31,651	96,000	172,000	-0,014	-2,009	0,955	5,000	0,772
	2	154,200	157,000	432,700	20,801	122,000	179,000	-0,818	1,729	0,950	5,000	0,734
	3	121,250	118,500	2797,071	52,887	43,000	211,000	0,298	-0,041	0,990	8,000	0,996
	4	126,000	128,000	6892,000	83,018	42,000	208,000	-0,108		1,000	3,000	0,960
	5	141,818	144,000	623,164	24,963	91,000	180,000	-0,339	0,730	0,960	11,000	0,766

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.210 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Potasio	1	687,600	658,000	18727,300	136,848	518,000	889,000	0,528	0,855	0,973	5,000	0,895
	2	654,000	626,000	4306,000	65,620	608,000	766,000	1,787	3,161	0,783	5,000	0,058
	3	676,625	644,500	31017,125	176,117	486,000	961,000	0,503	-1,168	0,926	8,000	0,478
	4	740,333	767,000	81189,333	284,937	443,000	1011,000	-0,417		0,993	3,000	0,845
	5	708,182	652,000	12569,964	112,116	576,000	906,000	0,681	-0,996	0,889	11,000	0,137
GreyRot	1	22,600	20,000	29,800	5,459	18,000	29,000	0,531	-3,117	0,793	5,000	0,071
	2	20,200	21,000	11,200	3,347	15,000	23,000	-1,089	0,536	0,881	5,000	0,314
	3	14,000	17,500	68,857	8,298	0,000	23,000	-0,692	-0,919	0,896	8,000	0,267
	4	18,667	19,000	56,333	7,506	11,000	26,000	-0,199		0,999	3,000	0,927
	5	16,000	16,000	47,000	6,856	4,000	25,000	-0,364	-0,690	0,948	11,000	0,624
Podredum A	1	9,000	8,000	17,500	4,183	4,000	15,000	0,512	-0,024	0,979	5,000	0,927
	2	8,200	9,000	4,700	2,168	5,000	10,000	-0,913	-0,738	0,871	5,000	0,272
	3	8,875	9,000	9,268	3,044	5,000	14,000	0,198	-0,247	0,939	8,000	0,605
	4	9,667	7,000	86,333	9,292	2,000	20,000	1,185		0,938	3,000	0,520
	5	8,818	10,000	9,164	3,027	4,000	13,000	-0,238	-1,235	0,941	11,000	0,533
Ethanol	1	0,212	0,020	0,126	0,355	0,000	0,830	1,963	3,850	0,707	5,000	**0,011**
	2	0,050	0,030	0,003	0,056	0,000	0,110	0,410	-3,140	0,788	5,000	0,065
	3	0,208	0,085	0,070	0,265	0,000	0,750	1,449	1,603	0,811	8,000	**0,037**
	4	0,267	0,000	0,213	0,462	0,000	0,800	1,732		0,750	3,000	**0,000**
	5	0,124	0,090	0,023	0,153	0,000	0,500	1,617	2,947	0,813	11,000	**0,014**
GAP	1	10,806	11,020	1,242	1,115	9,200	12,220	-0,396	0,676	0,981	5,000	0,938
	2	10,834	11,430	2,711	1,646	9,040	12,610	-0,320	-2,859	0,858	5,000	0,223
	3	10,521	10,600	2,313	1,521	8,510	13,530	0,905	1,603	0,927	8,000	0,490
	4	10,310	9,820	8,853	2,975	7,610	13,500	0,721		0,980	3,000	0,727
	5	11,523	11,400	3,015	1,736	9,010	14,010	-0,210	-1,162	0,932	11,000	0,433

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.211 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Grado prob	1	10,746	11,180	2,297	1,516	8,080	11,770	-2,051	4,358	0,718	5,000	**0,015**
	2	9,378	9,120	2,442	1,563	7,470	11,730	0,645	1,230	0,968	5,000	0,864
	3	9,731	10,305	4,043	2,011	5,760	11,840	-1,122	1,075	0,906	8,000	0,324
	4	9,437	9,410	0,578	0,760	8,690	10,210	0,158		0,999	3,000	0,942
	5	10,063	10,600	1,336	1,156	8,200	11,330	-0,929	-0,878	0,803	11,000	**0,010**
Densidad	1	1,080	1,080	0,000	0,012	1,060	1,090	-1,361	2,000	0,833	5,000	0,146
	2	1,068	1,070	0,000	0,015	1,050	1,090	0,552	0,868	0,956	5,000	0,777
	3	1,070	1,075	0,000	0,016	1,040	1,090	-0,831	0,389	0,918	8,000	0,413
	4	1,067	1,070	0,000	0,006	1,060	1,070	-1,732		0,750	3,000	**0,000**
	5	1,075	1,080	0,000	0,009	1,060	1,080	-1,189	-0,764	0,572	11,000	**0,000**
A. Total	1	13,314	11,940	10,094	3,177	11,280	18,920	2,090	4,452	0,701	5,000	**0,010**
	2	13,714	13,490	5,112	2,261	10,530	16,410	-0,349	-0,276	0,978	5,000	0,926
	3	14,738	14,170	10,133	3,183	11,750	20,560	1,052	0,115	0,862	8,000	0,127
	4	14,787	14,840	6,103	2,470	12,290	17,230	-0,097		1,000	3,000	0,964
	5	15,394	15,480	3,702	1,924	12,640	19,410	0,655	0,618	0,967	11,000	0,858
pH	1	3,168	3,190	0,017	0,131	2,950	3,270	-1,517	2,434	0,831	5,000	0,141
	2	3,148	3,130	0,011	0,103	3,020	3,300	0,532	1,012	0,975	5,000	0,904
	3	3,168	3,175	0,003	0,053	3,090	3,230	-0,316	-1,529	0,929	8,000	0,507
	4	3,157	3,160	0,001	0,035	3,120	3,190	-0,423		0,993	3,000	0,843
	5	3,123	3,120	0,001	0,037	3,070	3,180	0,436	-0,702	0,908	11,000	0,229

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.212 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
A. Malico	1	9,240	8,200	7,153	2,675	7,600	14,000	2,178	4,807	0,647	5,000	**0,002**
	2	9,420	9,800	5,137	2,266	6,300	11,500	-0,543	-1,545	0,900	5,000	0,411
	3	10,963	10,550	10,348	3,217	8,000	16,700	0,961	-0,129	0,856	8,000	0,111
	4	11,067	10,800	9,053	3,009	8,200	14,200	0,396		0,994	3,000	0,853
	5	11,591	11,500	4,395	2,096	8,900	16,500	1,161	2,178	0,919	11,000	0,307
A. Tartarico	1	6,780	6,500	0,252	0,502	6,300	7,500	0,828	-1,217	0,881	5,000	0,314
	2	6,760	6,600	0,613	0,783	5,900	7,800	0,405	-1,677	0,953	5,000	0,756
	3	6,363	6,350	0,163	0,403	5,600	6,900	-0,611	1,058	0,940	8,000	0,610
	4	6,267	6,400	0,263	0,513	5,700	6,700	-1,090		0,949	3,000	0,567
	5	6,518	6,400	0,282	0,531	5,900	7,800	1,471	2,742	0,878	11,000	0,099
N Alpha A	1	174,200	193,000	2859,200	53,471	85,000	223,000	-1,547	2,645	0,865	5,000	0,246
	2	169,400	155,000	686,300	26,197	147,000	208,000	0,969	-0,926	0,857	5,000	0,218
	3	205,375	205,500	848,839	29,135	170,000	262,000	0,888	1,077	0,933	8,000	0,545
	4	178,333	164,000	5704,333	75,527	111,000	260,000	0,823		0,973	3,000	0,685
	5	194,000	192,000	647,800	25,452	152,000	248,000	0,513	1,333	0,962	11,000	0,794
N Amoniacal	1	160,200	159,000	106,700	10,330	147,000	174,000	0,144	-0,480	0,994	5,000	0,992
	2	164,400	163,000	217,300	14,741	144,000	181,000	-0,341	-0,881	0,963	5,000	0,831
	3	189,125	166,500	2099,554	45,821	150,000	262,000	1,012	-0,801	0,797	8,000	**0,026**
	4	164,000	170,000	4252,000	65,207	96,000	226,000	-0,411		0,994	3,000	0,848
	5	181,091	177,000	1020,891	31,951	130,000	258,000	1,240	3,314	0,869	11,000	0,075

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.213 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019, c).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Potasio	1	1041,400	1073,000	12492,300	111,769	928,000	1195,000	0,309	-1,171	0,895	5,000	0,383
	2	1005,800	1040,000	15944,200	126,270	808,000	1138,000	-1,060	1,151	0,939	5,000	0,657
	3	1069,500	1064,500	46287,714	215,146	783,000	1439,000	0,366	-0,206	0,979	8,000	0,958
	4	1142,333	1085,000	22065,333	148,544	1031,000	1311,000	1,478		0,888	3,000	0,349
	5	1052,818	1012,000	21105,364	145,277	838,000	1344,000	0,715	0,163	0,940	11,000	0,523
GreyRot	1	30,400	30,000	23,300	4,827	25,000	38,000	0,992	1,716	0,941	5,000	0,672
	2	31,600	32,000	60,800	7,797	19,000	39,000	-1,264	1,824	0,893	5,000	0,375
	3	28,000	28,500	34,000	5,831	20,000	34,000	-0,190	-2,171	0,852	8,000	0,099
	4	28,667	31,000	34,333	5,859	22,000	33,000	-1,508		0,881	3,000	0,328
	5	31,273	32,000	34,018	5,833	20,000	40,000	-0,698	0,240	0,948	11,000	0,622
A Podredum	1	6,200	6,000	2,200	1,483	4,000	8,000	-0,552	0,868	0,956	5,000	0,777
	2	4,600	5,000	1,300	1,140	3,000	6,000	-0,405	-0,178	0,961	5,000	0,814
	3	4,875	5,000	6,696	2,588	0,000	8,000	-0,807	0,558	0,938	8,000	0,592
	4	5,000	5,000	4,000	2,000	3,000	7,000	0,000		1,000	3,000	1,000
	5	5,000	5,000	1,600	1,265	3,000	7,000	-0,362	-0,443	0,917	11,000	0,293
Ethanol	1	0,084	0,030	0,018	0,135	0,000	0,320	1,997	4,074	0,723	5,000	**0,016**
	2	0,256	0,000	0,126	0,355	0,000	0,720	0,723	-2,670	0,747	5,000	**0,028**
	3	0,076	0,000	0,017	0,130	0,000	0,330	1,548	1,002	0,671	8,000	**0,001**
	4	0,087	0,000	0,023	0,150	0,000	0,260	1,732		0,750	3,000	**0,000**
	5	0,065	0,000	0,012	0,111	0,000	0,310	1,740	1,815	0,656	11,000	**0,000**
GAP	1	10,748	11,260	3,143	1,773	7,630	11,950	-2,051	4,356	0,719	5,000	**0,015**
	2	9,148	8,850	3,348	1,830	6,910	11,900	0,638	1,229	0,969	5,000	0,866
	3	9,566	10,240	5,528	2,351	4,920	12,030	-1,126	1,083	0,905	8,000	0,321
	4	9,217	9,190	0,793	0,890	8,340	10,120	0,135		0,999	3,000	0,950
	5	9,947	10,580	1,829	1,352	7,770	11,430	-0,928	-0,879	0,803	11,000	**0,010**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.214 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, a).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Grado prob	1	10,980	11,210	0,777	0,881	9,920	12,080	-0,079	-1,705	0,950	5,000	0,736
	2	10,862	10,970	0,837	0,915	9,510	11,980	-0,557	0,809	0,981	5,000	0,942
	3	10,296	10,500	1,716	1,310	8,010	12,390	-0,321	0,800	0,966	8,000	0,868
	4	9,883	9,870	0,271	0,520	9,370	10,410	0,115		1,000	3,000	0,958
	5	10,722	11,020	1,037	1,019	8,810	11,970	-0,643	-0,667	0,930	11,000	0,413
Densidad	1	1,080	1,080	0,000	0,007	1,070	1,090	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	2	1,080	1,080	0,000	0,007	1,070	1,090	0,000	2,000	0,883	5,000	0,325
	3	1,076	1,080	0,000	0,009	1,060	1,090	-0,488	0,421	0,906	8,000	0,324
	4	1,073	1,070	0,000	0,006	1,070	1,080	1,732		0,750	3,000	**0,000**
	5	1,078	1,080	0,000	0,009	1,060	1,090	-0,690	0,779	0,864	11,000	0,065
A. total	1	11,592	10,920	3,764	1,940	9,550	14,740	1,259	2,234	0,896	5,000	0,390
	2	13,290	13,010	0,849	0,921	12,430	14,760	1,242	1,283	0,906	5,000	0,444
	3	12,458	12,555	2,303	1,518	10,110	14,380	-0,357	-0,750	0,939	8,000	0,606
	4	14,897	15,000	0,141	0,376	14,480	15,210	-1,144		0,943	3,000	0,541
	5	13,479	13,550	1,763	1,328	11,110	15,250	-0,221	-0,786	0,960	11,000	0,770
pH	1	3,200	3,220	0,004	0,066	3,100	3,260	-0,985	-0,061	0,907	5,000	0,452
	2	3,146	3,130	0,002	0,044	3,110	3,220	1,656	2,802	0,836	5,000	0,155
	3	3,163	3,150	0,002	0,041	3,110	3,230	0,589	-0,763	0,941	8,000	0,622
	4	3,103	3,100	0,000	0,015	3,090	3,120	0,935		0,964	3,000	0,637
	5	3,147	3,160	0,003	0,051	3,030	3,210	-1,188	1,783	0,919	11,000	0,311

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.215 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, b).

		Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
A. Málico	1	7,200	6,800	3,610	1,900	5,100	10,300	1,236	2,732	0,874	5,000	0,283
	2	9,080	9,300	0,732	0,856	8,100	10,100	-0,135	-2,284	0,922	5,000	0,543
	3	8,400	8,700	2,657	1,630	6,000	10,100	-0,735	-0,815	0,865	8,000	0,134
	4	10,567	10,600	0,063	0,252	10,300	10,800	-0,586		0,987	3,000	0,780
	5	9,455	10,000	1,601	1,265	6,800	10,700	-0,998	0,189	0,882	11,000	0,111
A. Tartárico	1	6,640	6,400	0,353	0,594	6,100	7,600	1,347	1,547	0,885	5,000	0,331
	2	6,500	6,200	0,515	0,718	5,700	7,400	0,386	-2,208	0,913	5,000	0,484
	3	6,088	6,050	0,164	0,405	5,500	6,800	0,568	0,370	0,957	8,000	0,784
	4	6,900	7,100	0,390	0,624	6,200	7,400	-1,293		0,923	3,000	0,463
	5	6,227	6,400	0,782	0,884	4,600	7,200	-1,072	0,060	0,856	11,000	0,052
N Alpha A	1	157,200	142,000	666,700	25,821	136,000	191,000	0,698	-2,594	0,809	5,000	0,096
	2	185,200	185,000	1825,700	42,728	138,000	247,000	0,562	-0,283	0,967	5,000	0,855
	3	159,000	162,000	1096,571	33,115	113,000	211,000	0,097	-0,967	0,958	8,000	0,787
	4	167,000	152,000	1729,000	41,581	135,000	214,000	1,412		0,902	3,000	0,393
	5	178,091	163,000	1230,491	35,078	150,000	267,000	1,935	3,726	0,743	11,000	**0,002**
N Amoniacal	1	117,000	122,000	266,000	16,310	90,000	132,000	-1,485	2,410	0,878	5,000	0,302
	2	153,200	159,000	1110,200	33,320	115,000	201,000	0,453	-0,191	0,955	5,000	0,773
	3	143,125	140,000	961,268	31,004	101,000	193,000	0,125	-0,386	0,946	8,000	0,668
	4	170,333	167,000	908,333	30,139	142,000	202,000	0,492		0,991	3,000	0,817
	5	152,000	144,000	489,200	22,118	129,000	208,000	1,788	3,786	0,834	11,000	**0,026**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.216 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020, c).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Potasio	1	909,200	950,000	18786,200	137,063	671,000	1025,000	-1,903	4,069	0,740	5,000	**0,024**
	2	861,600	807,000	42634,300	206,481	688,000	1207,000	1,582	2,638	0,852	5,000	0,201
	3	795,250	804,500	17621,357	132,745	568,000	978,000	-0,556	-0,027	0,954	8,000	0,751
	4	994,667	958,000	7408,333	86,072	933,000	1093,000	1,569		0,864	3,000	0,278
	5	860,091	826,000	50950,891	225,723	617,000	1343,000	1,036	0,619	0,908	11,000	0,232
GreyRot	1	11,800	10,000	65,200	8,075	2,000	24,000	0,679	1,254	0,961	5,000	0,813
	2	12,200	12,000	80,200	8,955	1,000	22,000	-0,132	-2,143	0,937	5,000	0,644
	3	14,750	13,500	29,357	5,418	9,000	26,000	1,361	2,182	0,897	8,000	0,269
	4	25,667	26,000	110,333	10,504	15,000	36,000	-0,143		0,999	3,000	0,948
	5	20,636	23,000	35,055	5,921	12,000	30,000	-0,060	-1,231	0,934	11,000	0,453
A Podredum	1	8,200	8,000	6,700	2,588	5,000	12,000	0,502	0,795	0,984	5,000	0,955
	2	6,400	7,000	0,800	0,894	5,000	7,000	-1,258	0,313	0,771	5,000	**0,046**
	3	7,125	6,500	8,125	2,850	3,000	12,000	0,474	0,017	0,972	8,000	0,910
	4	5,000	5,000	1,000	1,000	4,000	6,000	0,000		1,000	3,000	1,000
	5	6,364	7,000	1,855	1,362	4,000	9,000	0,060	0,486	0,919	11,000	0,310
Ethanol	1	0,290	0,260	0,042	0,206	0,070	0,630	1,357	2,956	0,850	5,000	0,194
	2	0,020	0,000	0,002	0,045	0,000	0,100	2,236	5,000	0,552	5,000	**0,000**
	3	0,216	0,100	0,081	0,285	0,000	0,680	1,231	-0,293	0,744	8,000	**0,007**
	4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				3,000	
	5	0,085	0,020	0,015	0,124	0,000	0,360	1,422	1,108	0,755	11,000	**0,002**
GAP	1	11,022	11,290	1,065	1,032	9,780	12,310	-0,079	-1,703	0,950	5,000	0,739
	2	10,886	11,010	1,141	1,068	9,310	12,190	-0,553	0,773	0,982	5,000	0,945
	3	10,221	10,455	2,345	1,531	7,550	12,670	-0,316	0,794	0,968	8,000	0,878
	4	9,737	9,720	0,378	0,615	9,130	10,360	0,122		0,999	3,000	0,955
	5	10,721	11,070	1,417	1,190	8,480	12,180	-0,650	-0,648	0,930	11,000	0,410

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.217 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros clásicos en mostos en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Grado Prob.	1,109	0,372
Densidad	0,859	0,501
A. Total	2,459	0,069
pH	2,222	0,093
A. Málico	2,822	**0,045**
A. Tartárico	2,449	0,070
N Alpha A.	2,216	0,094
N Amoniacal	2,357	0,079
Potasio	2,510	0,065
GreyRot	1,473	0,238
Podredum A.	4,285	**0,008**
Ethanol	3,579	**0,018**
GAP	1,114	0,370
2019		
Grado Prob.	0,945	0,453
Densidad	0,930	0,461
A. Total	0,519	0,722
pH	2,354	0,079
A. Málico	0,382	0,820
A. Tartárico	1,078	0,387
N Alpha A.	2,245	0,091
N Amoniacal	3,079	**0,033**
Potasio	0,833	0,516
GreyRot	0,338	0,850
Podredum A.	1,179	0,342
Ethanol	8,771	**0,000**
GAP	0,944	0,454
2020		
Grado Prob.	0,648	0,633
Densidad	0,493	0,741
A. Total	1,103	0,375
pH	1,125	0,366
A. Málico	1,248	0,315
A. Tartárico	1,248	0,314
N Alpha A.	0,201	0,936
N Amoniacal	0,667	0,620
Potasio	1,144	0,357
GreyRot	0,725	0,583
Podredum A.	1,952	0,131
Ethanol	4,090	0,010
GAP	0,639	0,639

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.218 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018, a.

2018								
Sector	**Grado prob**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N. Alpha A.**	**N. Amoniacal**
1	10,792	1,080	10,546	3,250	8,020	4,100	145,000	133,400
2	10,818	1,080	10,848	3,240	8,180	4,340	164,200	154,200
3	10,553	1,076	10,236	3,253	7,550	4,000	147,625	121,250
4	10,373	1,073	11,497	3,210	8,767	4,133	126,333	126,000
5	11,406	1,083	10,518	3,282	8,182	3,936	177,182	141,818
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,705)	NO (0,604)	NO (0,900)	NO (0,274)	NO (0,940)	NO (0,704)	NO (0,416)	NO (0,658)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,816	0,808	0,866	0,257	0,926	0,626	0,471	0,626
1 vs 3	0,723	0,673	0,934	0,593	0,990	0,792	0,710	0,878
1 vs 4	0,936	0,936	0,960	0,798	0,996	0,951	0,659	0,928
1 vs 5	0,945	0,967	0,990	0,756	0,994	0,983	0,985	0,980
2 vs 3	0,993	0,986	0,980	0,759	0,972	0,978	0,802	0,815
2 vs 4	0,998	0,988	0,998	0,993	1,000	0,996	0,966	0,975
2 vs 5	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,971	0,995
3 vs 4	0,995	0,994	0,999	0,837	0,987	0,978	0,961	0,985
3 vs 5	0,998	0,996	1,000	0,998	1,000	0,997	1,000	0,999
4 vs 5	1,000	1,000	0,998	0,935	0,996	0,999	0,982	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.219 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2018, b.

2018					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**A. Podredum**	**Ethanol**	**GAP**
1	687,600	22,600	9,000	0,212	10,806
2	654,000	20,200	8,200	0,050	10,834
3	676,625	14,000	8,875	0,208	10,521
4	740,333	18,667	9,667	0,267	10,310
5	708,182	16,000	8,818	0,124	11,523
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,927)	NO (0,200)	NO (0,991)	NO (0,908)	NO (0,703)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,930	0,197	0,986	0,755	0,814
1 vs 3	0,968	0,387	0,997	0,901	0,721
1 vs 4	0,988	0,929	0,998	0,997	0,936
1 vs 5	0,997	0,979	0,999	0,998	0,944
2 vs 3	0,960	0,503	0,998	0,839	0,993
2 vs 4	0,991	0,776	1,000	0,963	0,998
2 vs 5	0,999	0,998	1,000	1,000	1,000
3 vs 4	0,996	0,843	0,998	0,799	0,995
3 vs 5	1,000	0,973	1,000	0,949	0,998
4 vs 5	0,999	0,967	0,998	0,981	1,000

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.220 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2019, a.

2019								
Sector	**Grado prob**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N. Alpha A.**	**N. Amoniacal**
1	10,746	1,080	13,314	3,168	9,240	6,780	174,200	160,200
2	9,378	1,068	13,714	3,148	9,420	6,760	169,400	164,400
3	9,731	1,070	14,738	3,168	10,963	6,363	205,375	189,125
4	9,437	1,067	14,787	3,157	11,067	6,267	178,333	164,000
5	10,063	1,075	15,394	3,123	11,591	6,518	194,000	181,091
Análisis	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,435)	NO (0,401)	NO (0,329)	NO (0,689)	NO (0,293)	NO (0,501)	NO (0,413)	NO (0,495)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,614	0,592	0,999	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000
1 vs 3	0,764	0,797	0,869	1,000	0,774	0,663	0,598	0,624
1 vs 4	0,760	0,735	0,935	1,000	0,871	0,696	1,000	1,000
1 vs 5	0,916	0,920	0,578	0,785	0,468	0,896	0,863	0,815
2 vs 3	0,994	0,985	0,956	0,990	0,836	0,702	0,461	0,746
2 vs 4	1,000	1,000	0,979	1,000	0,907	0,725	0,997	1,000
2 vs 5	0,916	0,896	0,750	0,968	0,545	0,920	0,743	0,908
3 vs 4	0,998	0,995	1,000	0,999	1,000	0,971	0,823	0,837
3 vs 5	0,989	0,994	0,982	0,689	0,985	0,999	0,965	0,988
4 vs 5	0,968	0,956	0,996	0,953	0,998	0,952	0,967	0,947

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.121 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2019, b.

2019					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**A. Podredum**	**Ethanol**	**GAP**
1	1041,400	30,400	6,200	0,084	10,748
2	1005,800	31,600	4,600	0,256	9,148
3	1069,500	28,000	4,875	0,076	9,566
4	1142,333	28,667	5,000	0,087	9,217
5	1052,818	31,273	5,000	0,065	9,947
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,831)	NO (0,758)	NO (0,650)	NO (0,958)	NO (0,433)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,997	0,998	0,616	0,558	0,615
1 vs 3	0,998	0,955	0,687	1,000	0,767
1 vs 4	0,908	0,995	0,884	1,000	0,760
1 vs 5	1,000	0,999	0,720	1,000	0,916
2 vs 3	0,955	0,831	0,999	0,414	0,993
2 vs 4	0,770	0,962	0,998	0,695	1,000
2 vs 5	0,982	1,000	0,993	0,300	0,916
3 vs 4	0,961	1,000	1,000	1,000	0,998
3 vs 5	0,999	0,769	1,000	1,000	0,990
4 vs 5	0,910	0,963	1,000	1,000	0,968

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.122 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, a.

2020								
Sector	**Grado prob**	**Densidad**	**A. Total**	**pH**	**A. Málico**	**A. Tartárico**	**N. Alpha A.**	**N. Amoniacal**
1	10,980	1,080	11,592b	3,200	7,200b	6,640	157,200	117,000b
2	10,862	1,080	13,290ab	3,146	9,080ab	6,500	185,200	153,200a
3	10,296	1,076	12,457ab	3,163	8,400ab	6,087	159,000	143,125ab
4	9,883	1,073	14,896a	3,103	10,566b	6,900	167,000	170,333a
5	10,722	1,078	13,479ab	3,147	9,454b	6,227	178,091	152,000a
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,532)	NO (0,651)	SI (0,024)	NO (0,110)	SI (0,016)	NO (0,377)	NO (0,591)	SI (0,046)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	1,000	1,000	0,329	0,416	0,233	0,998	0,718	**0,040**
1 vs 3	0,779	0,807	0,811	0,660	0,562	0,642	1,000	0,433
1 vs 4	0,609	0,741	**0,024**	0,076	**0,020**	0,986	0,995	**0,010**
1 vs 5	0,990	0,994	0,118	0,286	**0,041**	0,808	0,804	**0,021**
2 vs 3	0,874	0,861	0,831	0,974	0,909	0,837	0,690	0,962
2 vs 4	0,703	0,789	0,524	0,749	0,593	0,933	0,953	0,900
2 vs 5	0,999	0,998	0,999	1,000	0,987	0,949	0,996	1,000
3 vs 4	0,976	0,995	0,102	0,393	0,175	0,442	0,997	0,561
3 vs 5	0,903	0,905	0,524	0,960	0,490	0,992	0,769	0,950
4 vs 5	0,732	0,840	0,534	0,639	0,735	0,586	0,988	0,824

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.123 Datos de análisis de varianza de los parámetros clásicos de mostos por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020, b.

2020					
Sector	**Potasio**	**GreyRot**	**A. Podredum**	**Ethanol**	**GAP**
1	909,200	11,800	8,200a	0,290a	11,022
2	861,600	12,200	6,400ab	0,020b	10,886
3	795,250	14,750	7,125a	0,216a	10,221
4	994,667	25,667	5,000b	0,000b	9,737
5	860,091	20,636	6,363ab	0,085b	10,721
Análisis	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,026)	NO (0,229)	SI (0,005)	SI (0,529)	NO (0,529)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,993	1,000	0,616	**0,025**	0,129
1 vs 3	0,806	0,948	0,876	0,950	0,987
1 vs 4	0,966	0,084	**0,037**	**0,035**	0,995
1 vs 5	0,987	0,173	0,447	**0,017**	1,000
2 vs 3	0,967	0,969	0,967	0,331	0,134
2 vs 4	0,852	0,099	0,870	1,000	0,992
2 vs 5	1,000	0,208	1,000	0,999	0,997
3 vs 4	0,498	0,185	0,526	0,404	0,227
3 vs 5	0,938	0,402	0,922	**0,048**	1,000
4 vs 5	0,786	0,811	0,830	0,996	0,263

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

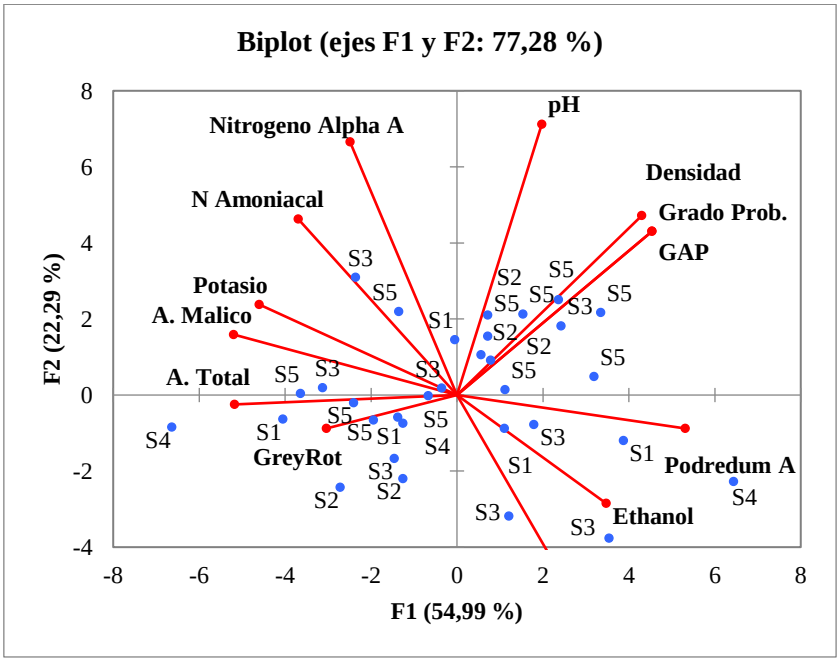


Ilustración IV.77 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

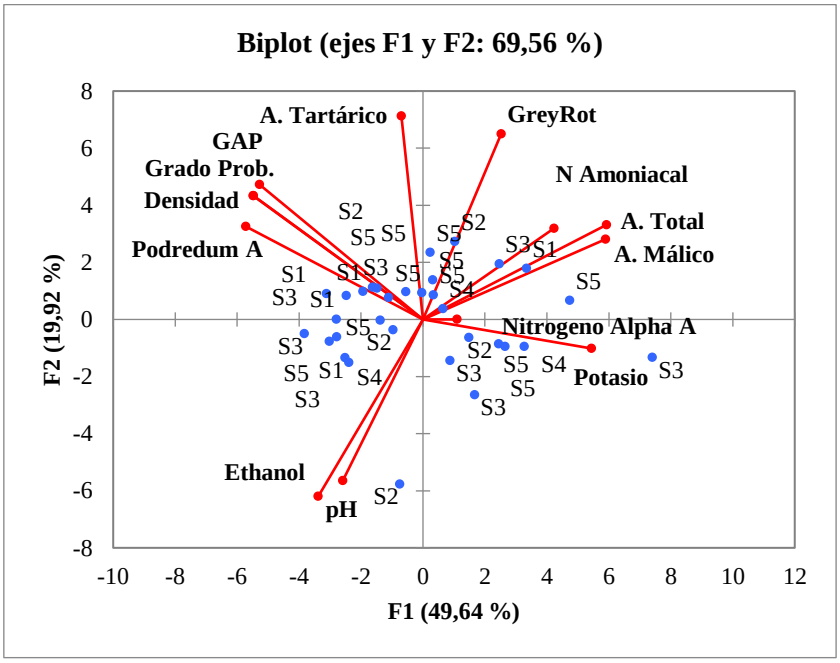


Ilustración IV.78 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

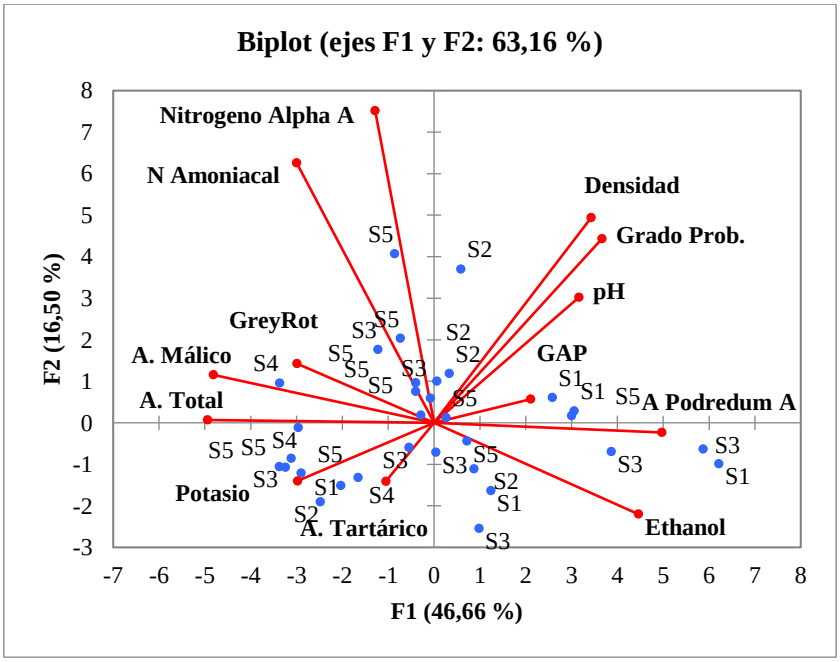


Ilustración IV.79 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros clásicos de mostos en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

PARCELA LOBEIRA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.124 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	Sector	Media	Mediana	Varianza	SD	Min.	Max.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
N.º racimos	3	89,778	94,000	810,694	28,473	60,000	136,000	0,465	-1,185	0,893	9,000	0,212
	4	63,714	69,000	905,238	30,087	29,000	110,000	0,341	-1,206	0,933	7,000	0,577
Producción	3	12,353	12,470	35,534	5,961	5,740	22,360	0,340	-0,986	0,925	9,000	0,432
	4	10,269	8,490	27,460	5,240	4,080	17,740	0,348	-1,545	0,932	7,000	0,568
Peso racimo	3	133,680	141,520	1581,687	39,770	88,860	190,530	0,045	-1,996	0,854	9,000	0,082
	4	161,953	161,270	1596,112	39,951	113,970	235,830	0,943	1,255	0,938	7,000	0,622
Peso 100 bayas	3	147,680	153,260	233,261	15,273	113,200	162,640	-1,744	2,926	0,803	9,000	**0,022**
	4	149,687	152,110	177,152	13,310	131,620	166,340	-0,294	-1,276	0,931	7,000	0,563
Peso baya	3	1,481	1,530	0,021	0,145	1,160	1,630	-1,679	2,539	0,789	9,000	**0,015**
	4	1,520	1,550	0,012	0,111	1,360	1,620	-0,869	-1,146	0,819	7,000	0,063
Peso poda	3	3,862	3,560	1,958	1,399	2,100	6,290	0,895	-0,057	0,897	9,000	0,236
	4	3,891	3,340	2,300	1,517	2,530	6,930	1,650	2,611	0,819	7,000	0,063
Índice Ravaz	3	3,153	3,120	0,948	0,974	1,710	4,560	0,043	-0,946	0,963	9,000	0,829
	4	2,770	2,540	2,244	1,498	1,160	5,570	1,196	1,220	0,903	7,000	0,350

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

Tabla IV.125 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	27,200	21,000	218,200	14,772	13,000	48,000	0,747	-1,453	0,904	5,000	0,432
	2	53,800	59,500	613,289	24,765	16,000	88,000	-0,201	-1,528	0,925	10,000	0,398
	3	56,111	42,000	1086,361	32,960	22,000	116,000	0,851	-0,494	0,899	9,000	0,247
	4	58,143	51,000	784,476	28,009	26,000	110,000	1,167	1,139	0,893	7,000	0,289
Producción	1	3,074	2,370	2,705	1,645	1,560	4,900	0,468	-3,155	0,806	5,000	0,091
	2	5,198	5,715	6,419	2,533	1,210	10,090	0,296	0,409	0,962	10,000	0,805
	3	5,299	4,290	11,190	3,345	1,710	12,310	1,220	1,292	0,895	9,000	0,226
	4	5,816	4,730	12,318	3,510	2,150	11,590	0,742	-0,642	0,923	7,000	0,493
Peso racimo	1	113,468	112,860	134,827	11,611	102,080	129,460	0,459	-1,376	0,923	5,000	0,552
	2	96,682	92,260	347,407	18,639	75,630	131,670	0,718	-0,409	0,922	10,000	0,374
	3	93,341	93,330	104,473	10,221	77,730	107,410	0,076	-1,097	0,948	9,000	0,668
	4	98,010	96,920	1044,502	32,319	48,860	153,260	0,318	1,185	0,979	7,000	0,956
Peso poda	1	3,002	2,850	2,469	1,571	0,810	5,100	-0,115	0,758	0,985	5,000	0,960
	2	4,054	3,315	5,076	2,253	1,980	8,250	1,262	0,359	0,814	10,000	**0,021**
	3	4,421	3,780	2,753	1,659	2,260	7,660	0,990	0,606	0,898	9,000	0,242
	4	4,069	3,560	1,050	1,024	3,000	5,720	0,922	-0,731	0,870	7,000	0,185
Índice Ravaz	1	1,340	1,720	0,662	0,814	0,310	2,160	-0,526	-2,533	0,880	5,000	0,308
	2	1,613	1,250	1,195	1,093	0,310	3,160	0,482	-1,534	0,881	10,000	0,134
	3	1,184	1,090	0,302	0,549	0,510	2,150	0,704	-0,674	0,920	9,000	0,395
	4	1,416	1,350	0,444	0,666	0,410	2,250	-0,258	-1,145	0,963	7,000	0,841

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.126 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	21,200	24,000	47,700	6,907	11,000	29,000	-0,728	0,105	0,943	5,000	0,685
	2	50,455	48,000	913,873	30,230	4,000	94,000	0,079	-1,293	0,953	11,000	0,686
	3	71,778	50,000	1516,944	38,948	42,000	154,000	1,588	1,556	0,756	9,000	**0,006**
	4	101,429	120,000	2333,286	48,304	24,000	159,000	-0,840	-0,488	0,882	7,000	0,236
Producción	1	2,758	2,940	1,648	1,284	0,770	4,140	-0,947	1,035	0,952	5,000	0,755
	2	5,159	4,860	9,752	3,123	0,800	9,370	0,171	-1,493	0,912	11,000	0,259
	3	7,251	5,600	21,916	4,682	3,500	17,560	1,662	2,282	0,790	9,000	**0,016**
	4	10,047	10,050	28,380	5,327	1,350	17,860	-0,245	0,242	0,976	7,000	0,936
Peso racimo	1	124,718	142,760	1465,747	38,285	70,000	163,330	-0,768	-1,105	0,911	5,000	0,475
	2	109,333	101,250	1057,703	32,522	79,440	200,000	2,506	7,122	0,691	11,000	**0,000**
	3	97,779	101,090	215,170	14,669	75,510	114,030	-0,628	-1,044	0,894	9,000	0,220
	4	98,679	102,150	1176,449	34,299	56,250	158,260	0,510	0,580	0,936	7,000	0,606
Peso poda	1	3,775	3,535	1,117	1,057	2,325	5,045	-0,217	-0,608	0,962	5,000	0,825
	2	4,525	4,765	1,213	1,101	3,015	6,255	0,003	-1,374	0,943	11,000	0,559
	3	3,722	3,155	3,421	1,850	0,975	7,005	0,676	0,267	0,923	9,000	0,416
	4	2,714	2,615	0,708	0,841	1,635	4,315	1,064	2,072	0,930	7,000	0,551
Índice Ravaz	1	2,324	1,718	2,726	1,651	1,021	5,174	1,861	3,683	0,792	5,000	0,070
	2	1,726	1,511	1,197	1,094	0,323	3,333	0,193	-1,686	0,912	11,000	0,256
	3	1,387	1,198	1,656	1,287	0,262	4,330	1,767	3,203	0,803	9,000	**0,022**
	4	1,945	2,099	0,467	0,684	0,956	2,902	-0,110	-0,949	0,979	7,000	0,952

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.127 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Nº racimos	0,022	0,884
Producción	0,094	0,763
Peso racimo	0,439	0,518
Peso 100 bayas	0,006	0,938
Peso baya	0,167	0,689
Peso poda	0,043	0,838
Índice de Ravaz	0,864	0,368
2019		
Nº racimos	1,264	0,306
Producción	0,868	0,469
Peso racimo	2,257	0,104
Peso poda	1,015	0,401
Índice de Ravaz	3,473	**0,030**
2020		
Nº racimos	2,935	0,051
Producción	2,015	0,135
Peso racimo	1,258	0,308
Peso poda	1,562	0,256
Índice de Ravaz	2,852	0,184

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

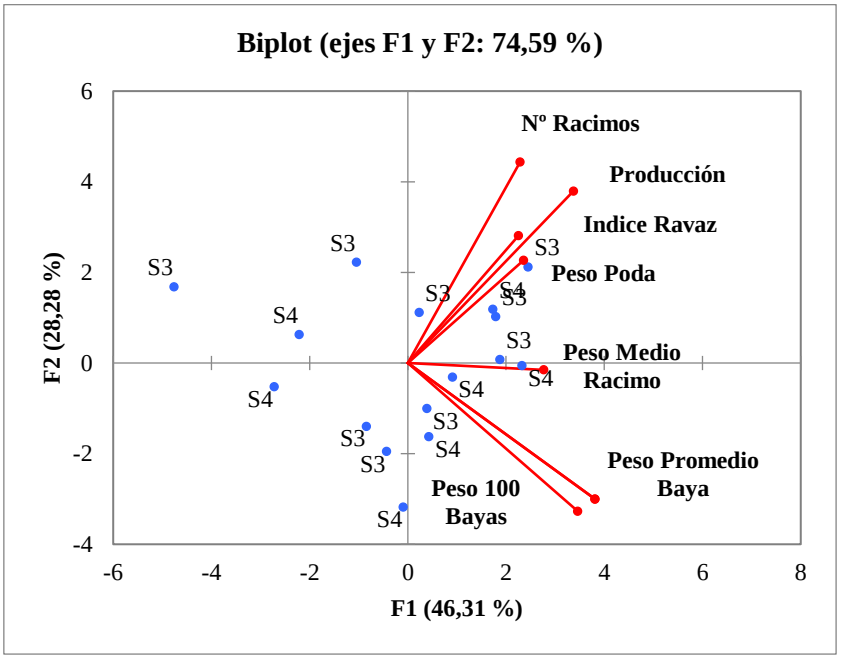


Ilustración IV.80 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

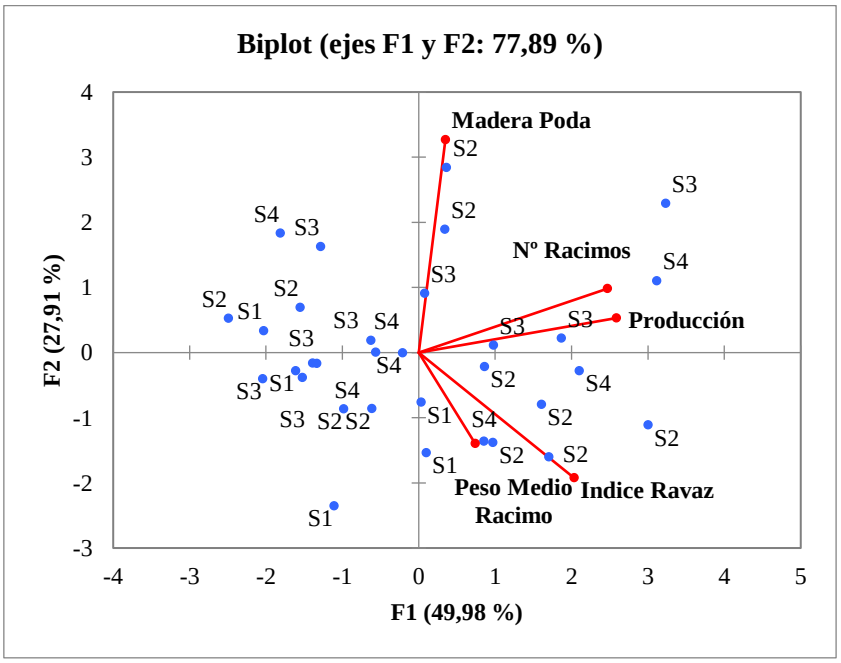


Ilustración IV.81 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

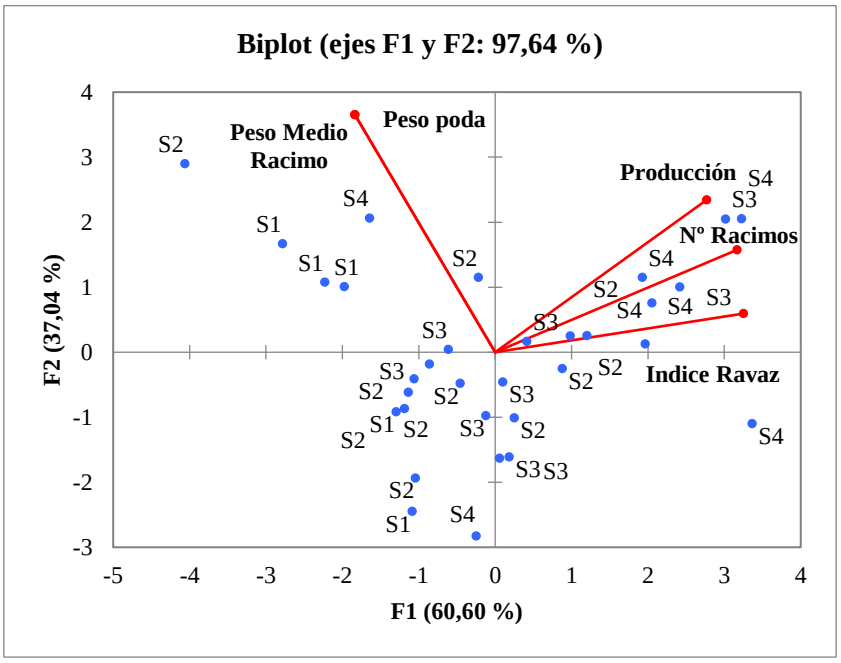


Ilustración IV.82 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

PARCELA MONTEVEIGA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.128 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	82,714	78,000	455,238	21,336	55,000	117,000	0,636	-0,293	0,930	7,000	0,553
	2	67,000	64,500	636,667	25,232	40,000	99,000	0,497	-0,376	0,985	4,000	0,931
	3	55,692	60,000	326,064	18,057	15,000	83,000	-0,705	0,973	0,945	13,000	0,527
	4	65,500	77,000	471,429	21,712	30,000	84,000	-0,940	-0,959	0,808	8,000	**0,034**
Producción	1	7,240	6,940	2,647	1,627	4,600	9,020	-0,462	-0,779	0,926	7,000	0,518
	2	7,113	7,115	14,660	3,829	2,730	11,490	-0,003	-1,839	0,984	4,000	0,924
	3	6,057	6,140	5,404	2,325	2,450	10,700	0,323	0,434	0,948	13,000	0,568
	4	8,204	8,750	6,111	2,472	3,660	11,370	-0,714	0,378	0,960	8,000	0,809
Peso racimo	1	89,673	85,920	398,017	19,950	67,620	122,620	0,896	-0,438	0,896	7,000	0,310
	2	105,285	118,225	1495,754	38,675	48,710	135,980	-1,699	3,184	0,821	4,000	0,146
	3	115,108	117,030	1605,818	40,073	49,900	169,870	-0,096	-1,123	0,944	13,000	0,513
	4	130,335	121,295	1241,915	35,241	98,970	207,470	1,720	3,384	0,822	8,000	**0,049**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.129 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2018, b).

Variable	Sector	Estadísticos Descriptivos							Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
		Media	Mediana	Varianza	SD	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis	Estadístico	gl	Sig.
Peso 100 bayas	1	149,177	144,670	209,924	14,489	137,200	173,220	1,133	-0,506	0,798	7,000	**0,039**
	2	126,633	122,545	1081,569	32,887	94,040	167,400	0,507	-1,935	0,953	4,000	0,735
	3	152,602	165,720	820,210	28,639	89,000	175,220	-1,569	1,424	0,759	13,000	**0,002**
	4	142,359	139,085	209,200	14,464	128,460	166,160	0,571	-1,230	0,874	8,000	0,166
Peso 200 bayas	1	295,890	289,450	861,401	29,350	270,440	342,070	0,955	-0,898	0,820	7,000	0,065
	2	284,388	311,220	4744,634	68,881	184,180	330,930	-1,672	2,679	0,798	4,000	0,098
	3	298,812	311,750	3076,955	55,470	181,760	353,140	-1,383	0,943	0,810	13,000	**0,009**
	4	288,773	288,750	591,789	24,327	257,870	336,790	0,931	1,453	0,929	8,000	0,509
Peso baya	1	1,480	1,450	0,022	0,147	1,350	1,710	0,930	-0,938	0,827	7,000	0,075
	2	1,420	1,555	0,118	0,343	0,920	1,650	-1,680	2,713	0,794	4,000	0,092
	3	1,495	1,560	0,077	0,277	0,910	1,770	-1,376	0,935	0,812	13,000	**0,010**
	4	1,444	1,445	0,015	0,121	1,290	1,680	0,872	1,252	0,936	8,000	0,574
Peso poda	1	2,750	2,630	0,786	0,886	1,440	3,940	0,189	-0,537	0,925	7,000	0,508
	2	2,508	2,810	0,941	0,970	1,150	3,260	-1,322	1,129	0,866	4,000	0,281
	3	3,004	2,960	0,786	0,886	1,820	4,770	0,961	1,749	0,936	13,000	0,410
	4	3,004	2,960	0,786	0,886	1,820	4,770	0,961	1,749	0,935	8,000	0,561
Índice Ravaz	1	2,783	2,970	0,536	0,732	1,750	3,870	0,010	-0,894	0,957	7,000	0,794
	2	2,865	2,535	1,594	1,263	1,730	4,660	1,390	2,373	0,895	4,000	0,405
	3	2,638	2,680	1,555	1,247	0,890	5,440	0,562	0,870	0,943	13,000	0,503
	4	2,851	2,530	1,136	1,066	1,540	5,040	1,255	2,107	0,906	8,000	0,329

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.130 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Nº racimos	1	45,857	43,000	328,476	18,124	17,000	74,000	0,002	0,530	0,985	7,000	0,980
	2	33,667	47,000	662,333	25,736	4,000	50,000	-1,706		0,799	3,000	0,111
	3	45,500	48,500	489,545	22,126	6,000	71,000	-0,596	-0,705	0,918	12,000	0,268
	4	67,429	74,000	257,952	16,061	41,000	84,000	-0,720	-0,862	0,909	7,000	0,391
Producción	1	4,450	4,350	3,838	1,959	1,410	7,260	0,064	-0,067	0,945	7,000	0,686
	2	2,673	2,680	4,244	2,060	0,610	4,730	-0,015		1,000	3,000	0,995
	3	4,436	3,885	9,110	3,018	0,350	9,860	0,661	-0,340	0,933	12,000	0,416
	4	6,061	6,320	3,650	1,910	3,600	9,100	0,116	-0,232	0,943	7,000	0,667
Peso racimo	1	96,291	98,110	313,972	17,719	70,000	121,670	-0,092	-0,798	0,980	7,000	0,961
	2	102,247	100,640	2447,239	49,470	53,600	152,500	0,146		0,999	3,000	0,946
	3	94,396	100,925	1099,169	33,154	34,220	140,000	-0,361	-0,599	0,950	12,000	0,641
	4	89,307	87,800	224,101	14,970	71,110	116,670	0,897	1,042	0,943	7,000	0,669
Peso poda	1	2,211	2,050	0,497	0,705	1,570	3,550	1,326	1,357	0,870	7,000	0,187
	2	3,123	2,870	3,812	1,952	1,310	5,190	0,574		0,987	3,000	0,785
	3	2,397	2,400	0,784	0,886	0,980	3,700	-0,038	-1,192	0,945	12,000	0,569
	4	2,861	2,930	0,191	0,437	2,360	3,600	0,572	-0,242	0,941	7,000	0,651
Índice Ravaz	1	1,969	2,050	0,273	0,523	0,900	2,450	-1,657	3,346	0,833	7,000	0,086
	2	1,057	0,910	0,863	0,929	0,210	2,050	0,693		0,981	3,000	0,738
	3	1,838	1,940	1,175	1,084	0,360	3,610	0,184	-1,024	0,949	12,000	0,621
	4	2,194	2,430	0,601	0,776	1,000	3,050	-0,869	-0,822	0,868	7,000	0,179

SD:Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.131 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	47,333	39,500	713,867	26,718	27,000	99,000	1,918	3,941	0,775	6,000	**0,035**
	2	18,667	21,000	24,333	4,933	13,000	22,000	-1,652		0,832	3,000	0,194
	3	77,231	76,000	1411,359	37,568	35,000	181,000	1,694	4,739	0,816	13,000	**0,011**
	4	82,625	92,500	497,411	22,303	45,000	105,000	-0,788	-0,998	0,876	8,000	0,173
Producción	1	5,203	4,775	4,230	2,057	2,390	8,540	0,533	1,116	0,953	6,000	0,767
	2	0,930	0,920	0,354	0,595	0,340	1,530	0,076		1,000	3,000	0,972
	3	8,332	9,400	16,261	4,032	2,270	13,940	-0,176	-1,303	0,935	13,000	0,397
	4	10,379	10,480	11,070	3,327	4,810	15,430	-0,358	0,152	0,961	8,000	0,822
Peso racimo	1	117,622	118,980	1112,603	33,356	79,670	170,370	0,522	-0,123	0,947	6,000	0,718
	2	53,027	70,770	1060,096	32,559	15,450	72,860	-1,724		0,777	3,000	0,061
	3	111,482	120,860	2127,317	46,123	51,930	211,540	0,641	0,235	0,913	13,000	0,200
	4	124,841	117,985	383,500	19,583	106,890	157,450	1,196	-0,232	0,790	8,000	**0,023**
Peso poda	1	2,258	2,305	0,540	0,735	1,135	3,135	-0,452	-0,551	0,974	6,000	0,921
	2	2,082	2,365	0,972	0,986	0,985	2,895	-1,186		0,938	3,000	0,520
	3	3,112	3,115	1,440	1,200	1,295	5,595	0,570	0,791	0,917	13,000	0,228
	4	2,449	2,330	1,736	1,318	0,835	4,755	0,708	-0,203	0,946	8,000	0,673
Índice Ravaz	1	2,880	2,292	2,153	1,467	1,694	5,649	1,765	3,067	0,794	6,000	0,052
	2	3,252	2,370	2,512	1,585	2,305	5,082	1,729		0,768	3,000	**0,039**
	3	3,449	3,095	4,167	2,041	0,273	7,645	0,791	0,578	0,938	13,000	0,429
	4	2,456	1,732	7,633	2,763	0,259	8,671	1,929	4,195	0,768	8,000	**0,013**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.132 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Nº racimos	3,039	**0,034**
Producción	1,753	0,167
Peso racimo	1,419	0,254
Peso 100 bayas	0,472	0,756
Peso 200 bayas	0,218	0,926
Peso baya	0,210	0,931
Peso poda	0,874	0,492
Índice de Ravaz	0,958	0,448
2019		
Nº racimos	1,848	0,149
Producción	1,928	0,135
Peso racimo	1,468	0,239
Peso poda	0,251	0,906
Índice de Ravaz	0,926	0,463
2020		
Nº racimos	0,925	0,464
Producción	0,600	0,666
Peso racimo	1,486	0,234
Peso poda	0,154	0,854
Índice de Ravaz	0,852	0,235

Homocedasticidad de datos $p > 0,05$ (varianzas iguales), marcados en negrita valores $p < 0,05$ heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla IV.133 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2018.

2018								
Sector	**Nº Racimo**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso 100 bayas**	**Peso 200 bayas**	**Peso baya**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	82,714	7,241	89,673	149,177	295,890	1,479	2,751	2,864
2	67,000	7,111	105,284	126,633	284,388	1,422	2,506	2,782
3	55,643	5,894	111,816	152,519	299,384	1,497	2,512	2,646
4	65,500	8,204	130,334	142,359	288,773	1,444	3,003	2,850
Análisis	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,149)	NO (0,208)	NO (0,230)	NO (0,173)	NO (0,545)	NO (0,545)	NO (0,548)	NO (0,969)
Contraste	p-valor							
1 vs 2	0,607	1,000	0,897	0,427	0,978	0,978	0,960	0,999
1 vs 3	0,054	0,636	0,544	0,990	0,998	0,998	0,915	0,993
1 vs 4	0,370	0,870	0,146	0,942	0,990	0,990	0,927	0,999
2 vs 3	0,756	0,815	0,988	0,228	0,938	0,938	1,000	0,985
2 vs 4	0,999	0,884	0,663	0,692	0,999	0,999	0,739	1,000
3 vs 4	0,692	0,165	0,648	0,761	0,953	0,953	0,514	0,974

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

Tabla IV.134 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2019.

2019					
Sector	**Nº Racimo**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	45,857	4,450	96,291	2,211	1,969
2	48,250	2,673	102,247	3,123	1,057
3	47,618	4,436	94,396	2,397	1,838
4	65,456	6,061	89,307	2,861	2,194
Análisis	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,228)	NO (0,738)	NO (0,814)	NO (0,680)	NO (0,553)
Contraste	**p-valor**				
1 vs 2	0,998	0,998	0,935	0,835	0,601
1 vs 3	0,998	0,991	1,000	0,999	0,989
1 vs 4	0,316	0,741	0,974	0,796	1,000
2 vs 3	1,000	1,000	0,941	0,849	0,678
2 vs 4	0,570	0,900	0,773	1,000	0,635
3 vs 4	0,266	0,814	0,931	0,794	0,997

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.135 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Monteveiga, campaña 2020.

2020					
Sector	**Nº Racimo**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	47,333ab	5,203bc	117,622	2,258	2,880
2	18,667b	0,930c	53,027	2,082	3,252
3	77,231a	8,331ab	111,482	3,112	3,449
4	82,625a	10,378a	124,841	2,449	2,456
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	SI (0,006)	SI (0,001)	NO (0,157)	NO (0,100)	NO (0,504)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,371	0,174	0,065	0,997	0,996
1 vs 3	0,223	0,273	0,406	0,419	0,946
1 vs 4	0,154	**0,032**	0,777	0,999	0,969
2 vs 3	**0,010**	**0,003**	0,400	0,456	0,997
2 vs 4	**0,007**	**0,000**	0,267	0,990	0,930
3 vs 4	0,962	0,460	0,949	0,459	0,692

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05).
K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

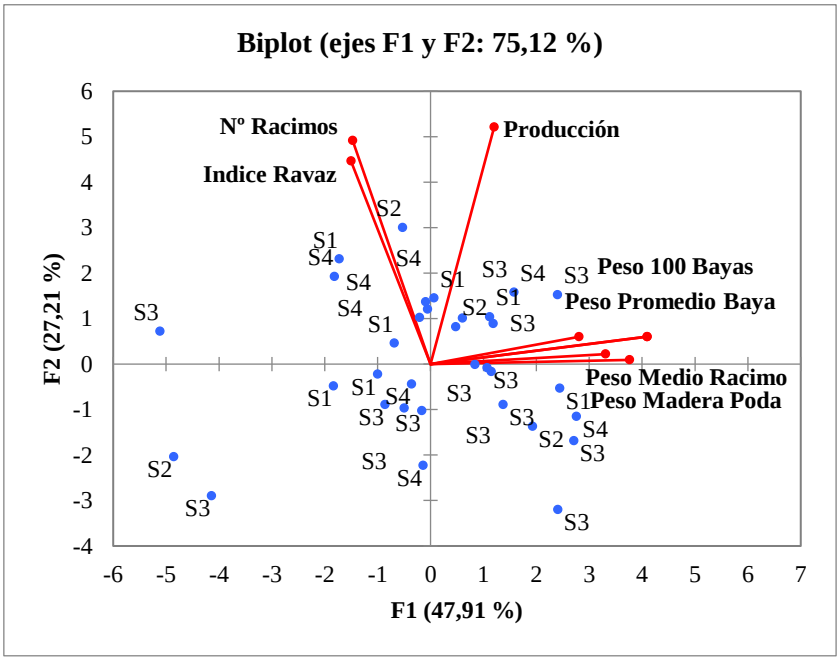


Ilustración IV.83 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

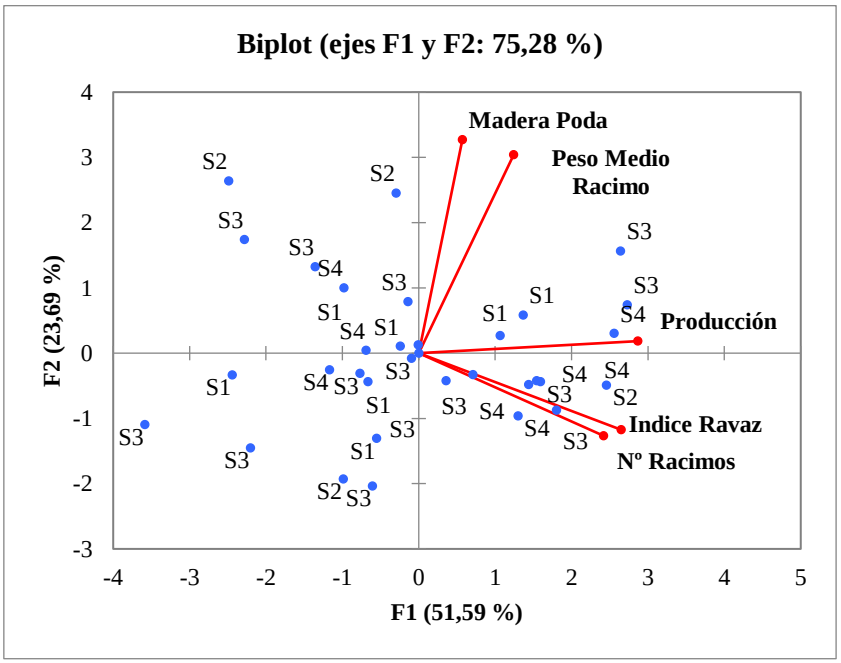


Ilustración IV.84 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

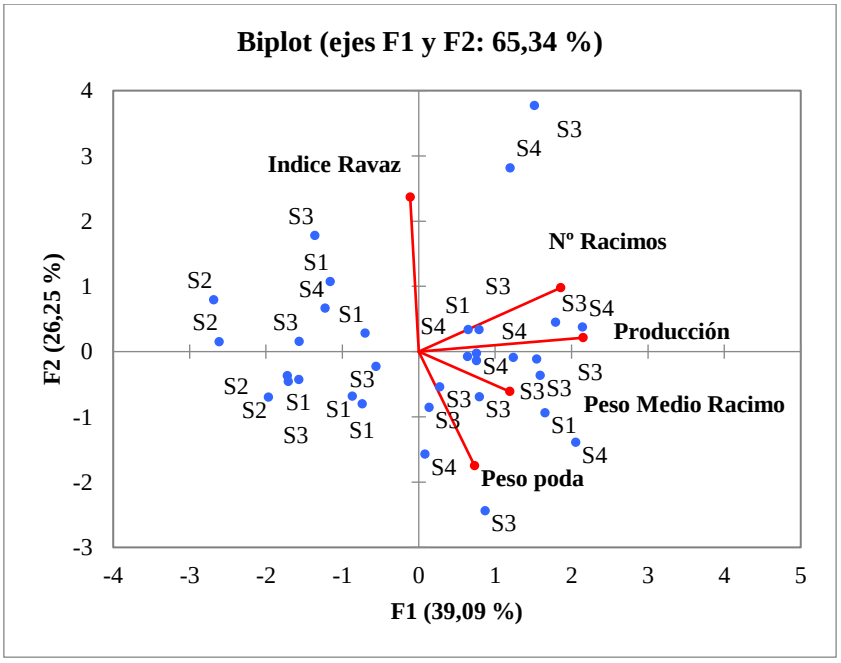


Ilustración IV.85 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

PARCELA RIBADULLA

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

Tabla IV.136 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, a).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	57,250	53,000	1334,917	36,537	23,000	100,000	0,348	-3,605	0,906	4,000	0,462
	2	74,400	76,000	149,300	12,219	56,000	89,000	-0,680	1,039	0,973	5,000	0,894
	3	72,875	67,500	937,268	30,615	42,000	139,000	1,589	3,126	0,860	8,000	0,120
	4	82,667	63,000	4196,333	64,779	30,000	155,000	1,240		0,931	3,000	0,492
	5	59,111	65,000	629,861	25,097	26,000	106,000	0,416	0,151	0,940	9,000	0,577
Producción	1	7,253	5,310	36,066	6,006	2,700	15,690	1,357	1,266	0,856	4,000	0,246
	2	10,376	9,860	3,896	1,974	8,410	13,530	1,207	1,525	0,921	5,000	0,538
	3	7,345	6,290	18,179	4,264	3,770	17,440	2,359	6,094	0,701	8,000	**0,002**
	4	5,520	4,730	13,827	3,718	2,260	9,570	0,913		0,966	3,000	0,647
	5	5,520	4,730	13,827	3,718	2,260	9,570	0,913		0,785	9,000	**0,014**
Peso racimo	1	119,173	110,545	695,822	26,378	98,670	156,930	1,508	2,100	0,857	4,000	0,251
	2	140,854	138,860	618,389	24,867	115,510	177,970	0,778	0,008	0,945	5,000	0,704
	3	98,888	91,785	437,657	20,920	76,450	125,860	0,434	-1,944	0,849	8,000	0,094
	4	70,657	75,030	59,637	7,723	61,740	75,200	-1,731		0,759	3,000	**0,021**
	5	70,657	75,030	59,637	7,723	61,740	75,200	-1,731		0,841	9,000	0,059

SD: Desviación estándar; Min: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores p < 0,05 (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.137 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2018, b).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
Peso 100 bayas	1	163,228	166,940	567,241	23,817	132,330	186,700	-0,720	-0,618	0,960	4,000	0,780
	2	143,476	143,670	86,268	9,288	130,680	155,330	-0,200	-0,037	0,998	5,000	0,999
	3	132,505	130,495	316,754	17,798	108,860	170,700	1,377	3,511	0,868	8,000	0,143
	4	123,913	119,960	127,284	11,282	115,140	136,640	1,383		0,908	3,000	0,411
	5	150,870	153,440	195,054	13,966	128,150	169,750	-0,487	-0,767	0,954	9,000	0,735
Peso baya	1	1,525	1,570	0,023	0,152	1,320	1,640	-1,066	-0,203	0,856	4,000	0,246
	2	1,434	1,460	0,016	0,128	1,270	1,580	-0,296	-1,817	0,956	5,000	0,778
	3	1,323	1,310	0,026	0,161	1,090	1,670	1,311	3,959	0,815	8,000	**0,041**
	4	1,233	1,180	0,010	0,101	1,170	1,350	1,713		0,792	3,000	0,094
	5	1,557	1,590	0,022	0,147	1,320	1,730	-0,673	-0,574	0,905	9,000	0,280
Peso poda	1	1,898	1,600	1,026	1,013	1,110	3,280	1,136	0,171	0,868	4,000	0,289
	2	2,898	2,670	1,065	1,032	1,570	4,100	-0,041	-1,591	0,950	5,000	0,738
	3	2,775	2,625	1,102	1,050	1,380	4,890	1,045	1,939	0,931	8,000	0,524
	4	3,687	3,740	0,179	0,423	3,240	4,080	-0,559		0,988	3,000	0,791
	5	2,438	2,190	0,918	0,958	1,370	4,150	1,074	0,128	0,855	9,000	0,084
Índice de Ravaz	1	3,835	3,845	4,746	2,178	1,330	6,320	-0,021	-1,791	0,985	4,000	0,928
	2	3,964	3,860	2,271	1,507	2,050	6,260	0,614	1,989	0,930	5,000	0,596
	3	2,809	2,715	1,897	1,377	1,300	5,490	0,990	0,889	0,915	8,000	0,391
	4	1,440	1,270	0,702	0,838	0,700	2,350	0,875		0,969	3,000	0,663
	5	3,601	3,700	3,107	1,763	1,120	6,810	0,452	-0,120	0,979	9,000	0,958

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.138 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	41,400	53,000	684,800	26,169	5,000	65,000	-0,749	-1,747	0,878	5,000	0,302
	2	62,000	69,000	1333,000	36,510	25,000	115,000	0,570	-0,387	0,911	5,000	0,476
	3	64,500	61,000	424,286	20,598	38,000	99,000	0,468	-0,645	0,970	8,000	0,895
	4	45,000	42,000	37,000	6,083	41,000	52,000	1,680		0,818	3,000	0,157
	5	52,818	47,000	789,964	28,106	15,000	93,000	0,140	-1,549	0,919	11,000	0,310
Producción	1	4,744	4,450	10,919	3,304	0,390	9,310	0,151	0,400	0,995	5,000	0,994
	2	6,376	5,710	17,055	4,130	2,850	13,050	1,305	1,646	0,875	5,000	0,289
	3	7,555	7,330	10,002	3,163	3,090	11,930	-0,141	-1,143	0,944	8,000	0,654
	4	3,943	3,930	1,061	1,030	2,920	4,980	0,058		1,000	3,000	0,979
	5	7,167	6,060	27,449	5,239	1,240	16,370	0,645	-0,829	0,913	11,000	0,268
Peso racimo	1	110,886	100,980	1086,894	32,968	78,000	148,260	0,349	-2,974	0,856	5,000	0,214
	2	103,180	105,670	164,215	12,815	82,750	114,000	-1,225	1,239	0,879	5,000	0,303
	3	118,368	117,680	1726,094	41,546	58,300	185,890	0,207	-0,396	0,989	8,000	0,994
	4	87,047	95,770	230,390	15,179	69,520	95,850	-1,732		0,752	3,000	**0,005**
	5	125,059	124,380	1737,768	41,687	44,290	188,160	-0,250	0,259	0,974	11,000	0,921
Peso poda	1	1,956	1,620	0,959	0,980	1,040	3,060	0,402	-3,074	0,827	5,000	0,133
	2	2,312	2,420	0,762	0,873	0,940	3,210	-1,059	1,236	0,937	5,000	0,642
	3	3,579	3,210	2,870	1,694	1,930	7,450	1,994	4,894	0,776	8,000	0,016
	4	3,417	3,500	1,161	1,077	2,300	4,450	-0,346		0,996	3,000	0,872
	5	2,859	2,650	1,131	1,064	1,700	4,960	0,958	-0,021	0,893	11,000	0,150
Índice de Ravaz	1	2,538	3,170	2,151	1,467	0,240	3,980	-1,137	0,853	0,908	5,000	0,454
	2	3,006	2,940	3,763	1,940	1,110	6,160	1,297	2,077	0,890	5,000	0,358
	3	2,649	2,285	2,813	1,677	0,410	5,400	0,468	-0,449	0,950	8,000	0,715
	4	1,220	1,120	0,201	0,448	0,830	1,710	0,954		0,963	3,000	0,629
	5	2,525	2,700	2,472	1,572	0,470	4,680	0,011	-1,688	0,911	11,000	0,254

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

Tabla IV.139 Pruebas estadísticas descriptivas para los parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

		Estadísticos Descriptivos								Test de Normalidad Shapiro-Wilk		
Variable	**Sector**	**Media**	**Mediana**	**Varianza**	**SD**	**Mín.**	**Máx.**	**Asimetría**	**Curtosis**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
N.º racimos	1	68,200	70,000	1325,200	36,403	26,000	119,000	0,362	-0,623	0,977	5,000	0,915
	2	44,600	52,000	379,300	19,476	23,000	66,000	-0,310	-2,773	0,869	5,000	0,261
	3	59,375	57,500	429,696	20,729	32,000	99,000	0,899	1,035	0,943	8,000	0,637
	4	46,667	54,000	716,333	26,764	17,000	69,000	-1,140		0,944	3,000	0,542
	5	33,636	29,000	445,055	21,096	6,000	67,000	0,278	-1,597	0,905	11,000	0,210
Producción	1	9,982	10,430	21,756	4,664	3,360	15,650	-0,411	-0,034	0,991	5,000	0,983
	2	5,848	5,330	16,821	4,101	1,910	11,980	0,826	-0,108	0,928	5,000	0,580
	3	7,931	6,165	16,352	4,044	4,370	15,380	0,998	-0,205	0,837	8,000	0,070
	4	4,407	5,080	5,816	2,412	1,730	6,410	-1,158		0,942	3,000	0,534
	5	4,575	2,970	10,557	3,249	1,020	12,500	1,514	2,792	0,849	11,000	**0,042**
Peso racimo	1	150,554	131,510	946,119	30,759	124,170	188,570	0,626	-2,982	0,796	5,000	0,075
	2	119,842	102,500	1494,775	38,662	83,040	181,520	1,254	1,264	0,892	5,000	0,366
	3	132,621	127,495	1789,069	42,297	78,500	190,000	0,259	-1,597	0,918	8,000	0,416
	4	98,027	101,760	518,505	22,771	73,620	118,700	-0,718		0,980	3,000	0,728
	5	145,115	137,780	2402,803	49,018	82,410	223,210	0,390	-1,332	0,922	11,000	0,336
Peso poda	1	2,890	2,960	0,952	0,976	1,750	4,330	0,579	0,456	0,968	5,000	0,863
	2	2,036	1,410	1,098	1,048	1,080	3,230	0,551	-3,190	0,787	5,000	0,063
	3	3,071	2,935	3,715	1,927	0,650	7,090	1,239	2,612	0,907	8,000	0,330
	4	3,450	3,700	1,428	1,195	2,150	4,500	-0,900		0,967	3,000	0,652
	5	3,258	3,110	2,951	1,718	1,500	7,810	2,073	5,234	0,791	11,000	**0,007**
Índice de Ravaz	1	2,544	2,340	2,046	1,430	0,610	4,240	-0,199	-0,921	0,972	5,000	0,888
	2	4,694	3,710	10,204	3,194	1,780	9,660	1,108	0,531	0,906	5,000	0,446
	3	3,728	3,145	7,317	2,705	0,620	9,620	1,597	3,527	0,863	8,000	0,128
	4	0,927	1,110	0,158	0,398	0,470	1,200	-1,633		0,841	3,000	0,216
	5	1,568	1,150	1,473	1,214	0,680	5,000	2,639	7,676	0,659	11,000	**0,000**

SD: Desviación estándar; Mín: mínimo; Máx: máximo; Sig. Marcados en negrita valores $p < 0,05$ (varianzas no normales).

PRUEBAS DE HOMOCEDASTICIDAD:

Tabla IV.140 Pruebas estadísticas de normalidad para los parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (Prueba de Levene).

Variable	Levene	Sig.
2018		
Nº racimos	3,039	**0,034**
Producción	1,753	0,167
Peso racimo	1,419	0,254
Peso 100 bayas	0,472	0,756
Peso baya	0,210	0,931
Peso poda	0,874	0,492
Índice de Ravaz	0,958	0,448
2019		
Nº racimos	1,848	0,149
Producción	1,928	0,135
Peso racimo	1,468	0,239
Peso poda	0,251	0,906
Índice de Ravaz	0,926	0,463
2020		
Nº racimos	0,925	0,464
Producción	0,600	0,666
Peso racimo	1,486	0,234
Peso poda	0,154	0,854
Índice de Ravaz	0,852	0,235

Homocedasticidad de datos p > 0,05 (varianzas iguales), marcados en negrita valores p < 0,05 heterocedasticidad (varianzas distintas).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: PRODUCCIÓN Y PODA

ANÁLISIS DE VARIANZA:

Tabla 1 Datos de análisis de varianza de producción y poda en Ribadulla, campaña 2018.

2018							
Sector	**Nº racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso 100 bayas**	**Peso baya**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	57,25	7,253	119,172a	163,227a	1,525a	1,898	3,835
2	74,4	10,376	140,854a	143,476ab	1,434ab	2,898	3,964
3	72,875	7,345	98,887ab	132,505b	1,322ab	2,775	2,809
4	82,667	5,52	70,656b	123,913b	1,233b	3,687	1,44
5	59,111	5,52	70,656a	150,870ab	1,556a	2,438	3,601
Análisis	ANOVA	K.W.	K.W.	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,567)	NO (0,173)	SI (0,009)	SI (0,003)	SI (0,030)	NO (0,270)	NO (0,226)
Contraste	p-valor						
1 vs 2	1	1	0,98	0,253	0,766	0,549	0,999
1 vs 3	1	0,913	0,634	**0,01**	0,086	0,558	0,843
1 vs 4	0,984	0,773	0,229	**0,01**	**0,046**	0,206	0,288
1 vs 5	0,888	0,924	0,973	0,546	1	0,442	0,997
2 vs 3	1	0,823	0,286	0,705	0,656	1	0,689
2 vs 4	0,997	0,676	0,093	0,404	0,323	0,902	0,198
2 vs 5	0,773	0,833	1	0,89	0,719	1	0,969
3 vs 4	0,992	0,982	0,784	0,914	0,878	0,803	0,689
3 vs 5	0,723	1	0,14	0,093	**0,031**	1	0,903
4 vs 5	0,668	0,969	0,051	0,072	**0,026**	0,826	0,3

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.142 Datos de análisis de varianza de producción y poda en Ribadulla, campaña 2019.

2019					
Sector	**Nº racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	41,400	4,744	110,886	1,956	2,538
2	62,000	6,376	103,180	2,312	3,006
3	64,500	7,555	118,368	3,579	2,649
4	45,000	3,943	87,047	3,417	1,220
5	52,818	7,167	125,059	2,859	2,525
Análisis	ANOVA	ANOVA	K.W.	ANOVA	ANOVA
Sig. (p-valor)	NO (0,539)	NO (0,586)	NO (0,337)	NO (0,164)	NO (0,646)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,736	0,970	0,997	0,990	0,990
1 vs 3	0,555	0,753	0,996	0,169	1,000
1 vs 4	1,000	0,999	0,891	0,492	0,788
1 vs 5	0,929	0,810	0,947	0,654	1,000
2 vs 3	1,000	0,986	0,945	0,388	0,995
2 vs 4	0,903	0,926	0,972	0,732	0,551
2 vs 5	0,967	0,996	0,791	0,920	0,980
3 vs 4	0,812	0,697	0,702	1,000	0,680
3 vs 5	0,876	1,000	0,994	0,715	1,000
4 vs 5	0,991	0,751	0,497	0,955	0,719

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) ($\alpha = 0,05$). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn ($\alpha = 0,05$).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla IV.143 Datos de análisis de varianza de los parámetros de producción y poda por sectores en la parcela de Ribadulla, campaña 2020.

2020					
Sector	**Nº racimos**	**Producción**	**Peso racimo**	**Peso poda**	**Índice Ravaz**
1	68,200	9,982	150,554	2,890	2,544ab
2	44,600	5,848	119,842	2,036	4,694a
3	59,375	7,931	132,621	3,071	3,727a
4	46,667	4,407	98,027	3,450	0,926b
5	33,636	4,575	145,115	3,258	1,568b
Análisis	ANOVA	K.W.	ANOVA	K.W.	K.W.
Sig. (p-valor)	NO (0,082)	NO (0,136)	NO (0,383)	NO (0,413)	SI (0,022)
Contraste	p-valor				
1 vs 2	0,542	0,434	0,774	0,909	0,112
1 vs 3	0,967	0,874	0,942	1,000	0,324
1 vs 4	0,739	0,284	0,441	0,988	0,293
1 vs 5	0,088	0,089	0,999	0,992	0,389
2 vs 3	0,818	0,868	0,983	0,775	0,419
2 vs 4	1,000	0,984	0,952	0,733	**0,019**
2 vs 5	0,915	0,970	0,795	0,606	**0,009**
3 vs 4	0,935	0,647	0,740	0,996	0,055
3 vs 5	0,177	0,336	0,967	0,999	**0,033**
4 vs 5	0,919	1,000	0,436	1,000	0,638

ANOVA: Significaciones para análisis de varianza de un factor y test de comparación de medias, según Test de Levene: F-Student (varianzas iguales) o Test de Welch (varianzas diferentes); letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes, según Test de Scheffé (varianzas homogéneas) o Test Games-Howell (varianzas no homogéneas) (α = 0,05). K.W: H-Kruskal-Wallis, letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes según Test de Dunn (α = 0,05).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:

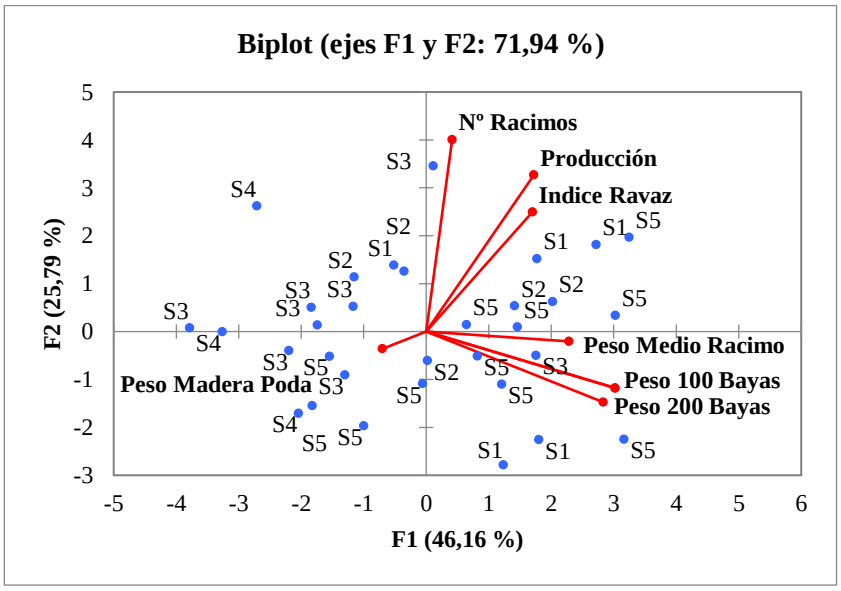


Ilustración IV.86 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

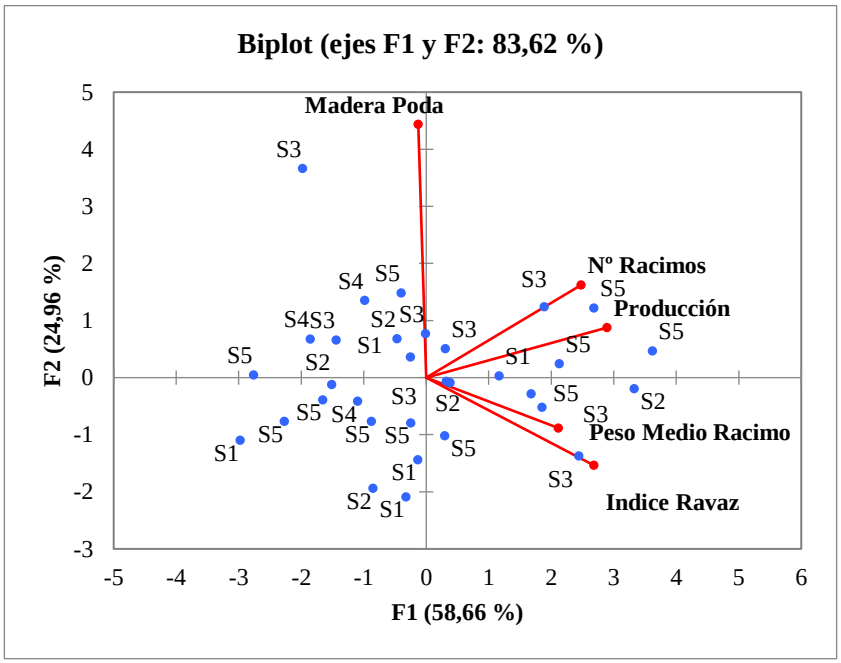


Ilustración IV.87 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

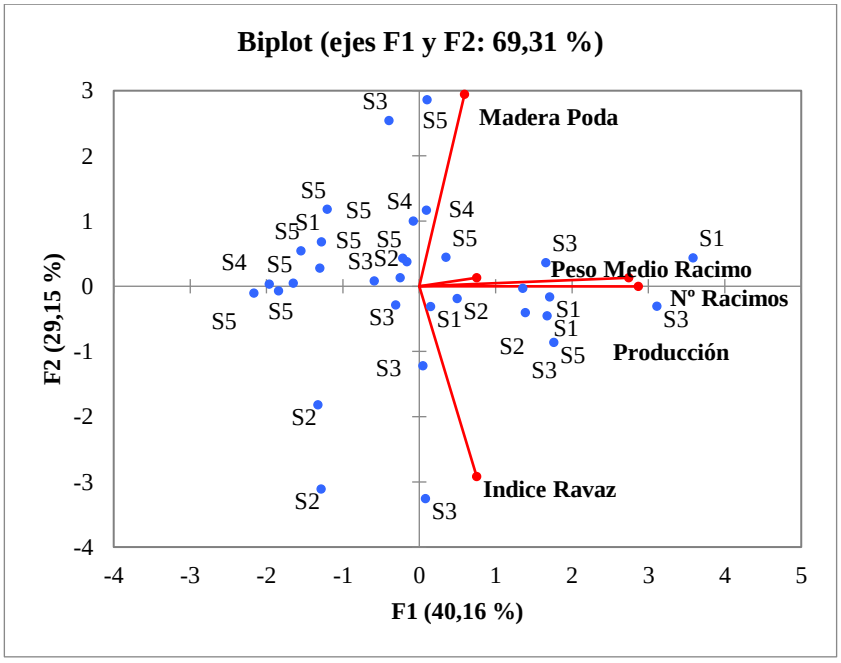


Ilustración IV.88 Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros de producción y poda en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

ANEXO V
ZONIFICACIÓN

En el presente Anexo V, se expone de forma detallada la comparativa de metodologías empleadas para la zonificación, así como el procedimiento a seguir y las matrices de correlación de Pearson empleadas en cada una de las variables analizadas:

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Se define en la Ilustración V.1, la comparativa estudiada para la zonificación de cada una de las variables a estudio (IDW vs Ordinary Kriging), así como el procedimiento seguido para cada una de las variables de los parámetros agronómicos estudiados (Ilustración V.2). También se exponen las matrices de las correlaciones de Pearson obtenidas para sintetizar la zonificación de los viñedos en las variables agronómicas más diferenciales para las parcelas en cuestión, con respecto a:

- ✓ ***ANÁLISIS DE SUELOS:*** *Lobeira (pág.CCLXI a pág.CCLXII), Monteveiga (pág.CCLXXI) y Ribadulla (pág.CCLXXXI a pág.CCLXXXII)*

- ✓ ***ANÁLISIS FOLIARES:*** *Lobeira (pág.CCLXIII a pág.CCLXII), Monteveiga (pág.CCLXXII a pág.CCLXXIV) y Ribadulla (pág.CCLXXXIII a pág.CCLXXXV)*

- ✓ ***ANÁLISIS DE ELEMENTOS EN MOSTO:*** *Lobeira (pág.CCLXVI a pág.CCLXVII), Monteveiga (pág.CCLXXV a pág.CCLXXVI) y Ribadulla (pág.CCLXXXVI a pág.CCLXXXVII)*

- ✓ ***ANÁLISIS DE PARÁMETROS CLÁSICOS DE MOSTO:*** *Lobeira (pág.CCLXVII a pág.CCLXIX), Monteveiga (pág.CCLXXVII a pág.CCLXXIX) y Ribadulla (pág.CCLXXXVIII a pág.CCLXXXIX)*

- ✓ ***ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN:*** *Lobeira (pág.CCLXX), Monteveiga (pág.CCLXXX) y Ribadulla (pág.CCXC)*

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

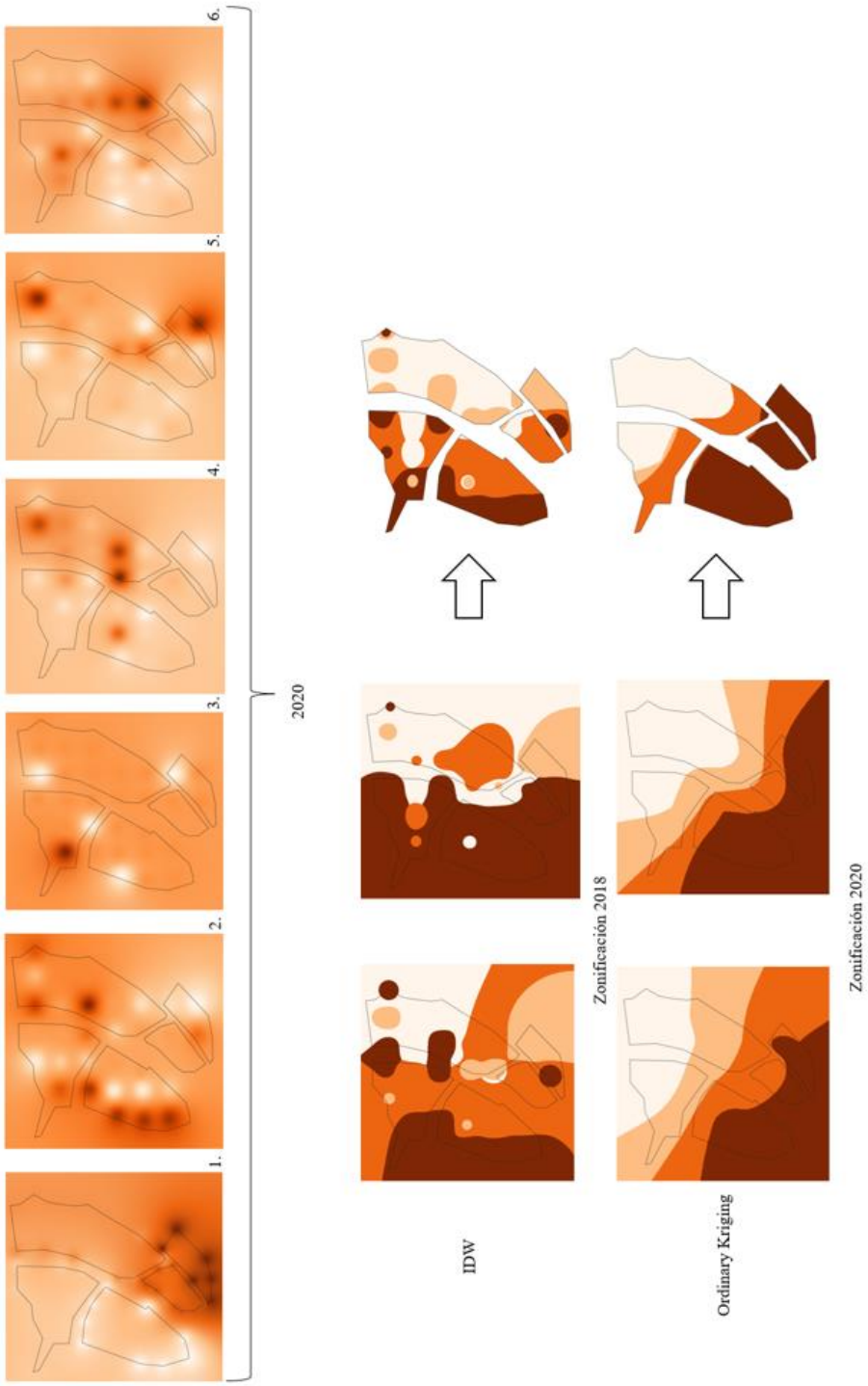


Ilustración V. 1. Procesado de datos para zonificación mediante técnicas de IDW y Ordinary Kriging de variables de suelo para la parcela de Lobeira: 1. pH H_2O; 2. Cea; 3. C; 4. FF; 5. P; 6. Arcilla

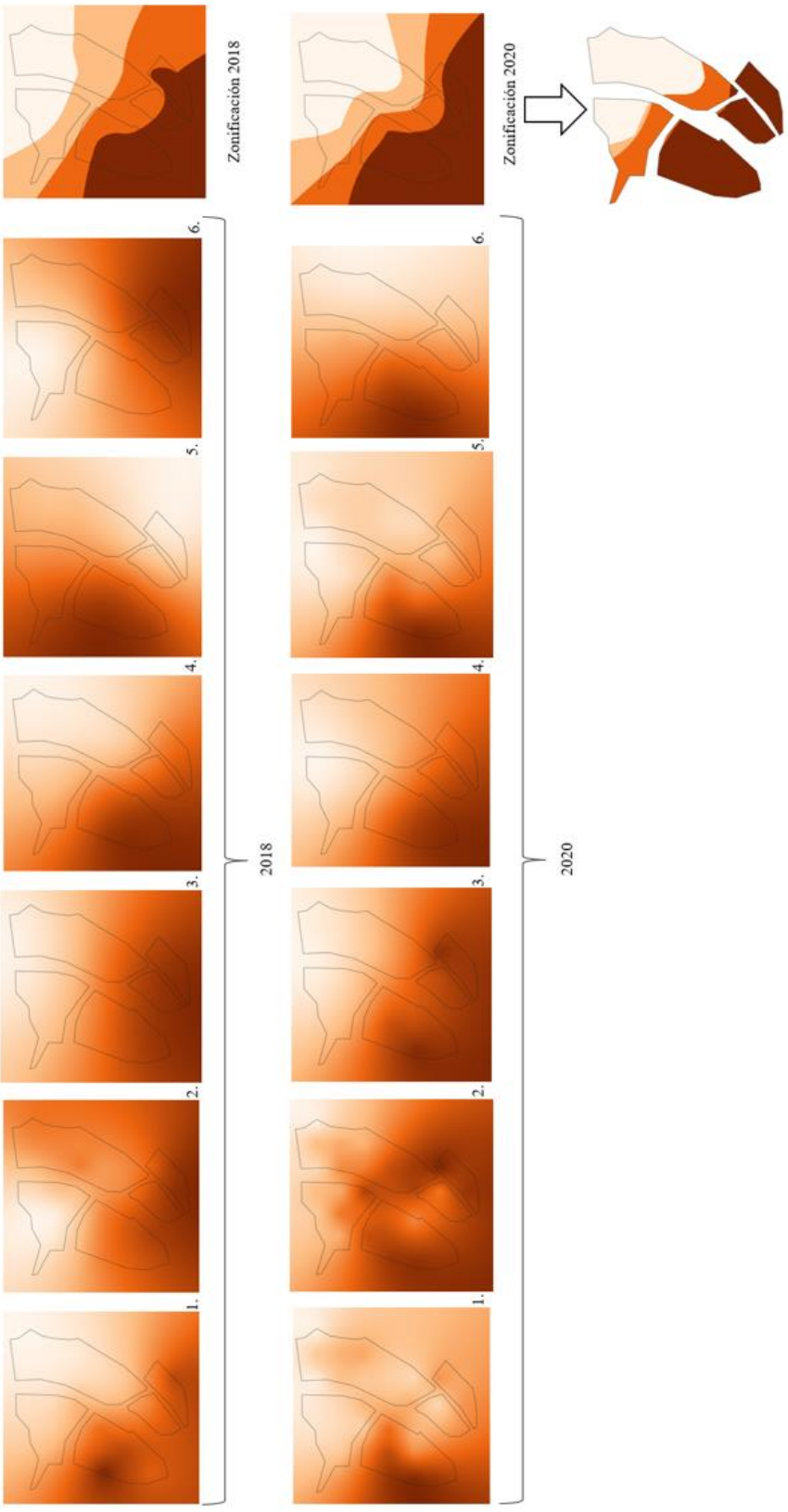


Ilustración V. 2. Procesado de datos para zonificación con Ordinary Kriging de variables de suelo para la parcela de Lobeira: 1. pH H_2O; 2. Cea; 3. C; 4. FF; 5. P; 6. Arcilla

PARCELA LOBEIRA

ANÁLISIS DE SUELOS:

Tabla V. 1. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

Variables	pH H_2O	pH KCl	CE_a	Ca	K	Al	CICe	Sat. Al	C	FF	P	Arcilla
pH H_2O	**1**	**0,933**	0,204	**0,586**	**0,510**	**-0,739**	**0,522**	**-0,711**	-0,107	-0,025	0,123	-0,019
pH KCl	**0,933**	**1**	0,371	**0,762**	**0,554**	**-0,852**	**0,686**	**-0,829**	0,002	-0,120	0,157	-0,016
CE_a	0,204	0,371	**1**	**0,587**	**0,613**	**-0,416**	**0,627**	**-0,436**	0,392	-0,135	0,310	-0,073
Ca	**0,586**	**0,762**	**0,587**	**1**	**0,662**	**-0,759**	**0,983**	**-0,756**	0,313	-0,309	0,301	0,001
K	**0,510**	**0,554**	**0,613**	**0,662**	**1**	**-0,518**	**0,729**	**-0,523**	0,376	-0,105	0,242	-0,077
Al	**-0,739**	**-0,852**	-0,416	**-0,759**	**-0,518**	**1**	**-0,660**	**0,993**	0,021	0,087	-0,117	-0,043
CICe	**0,522**	**0,686**	**0,627**	**0,983**	**0,729**	**-0,660**	**1**	**-0,658**	0,390	-0,315	0,343	-0,013
Sat. Al	**-0,711**	**-0,829**	-0,436	**-0,756**	**-0,523**	**0,993**	**-0,658**	**1**	-0,027	0,090	-0,121	-0,006
C	-0,107	0,002	0,392	0,313	**0,376**	0,021	**0,390**	-0,027	**1**	-0,119	0,066	-0,296
FF	-0,025	-0,120	-0,135	-0,309	-0,105	0,087	-0,315	0,090	-0,119	**1**	0,027	-0,205
P	0,123	0,157	0,310	0,301	0,242	-0,117	0,343	-0,121	0,066	0,027	**1**	-0,174
Arcilla	-0,019	-0,016	-0,073	0,001	-0,077	-0,043	-0,013	-0,006	-0,296	-0,205	-0,174	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 2. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en elementos del suelo en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

Variables	pH H_2O	pH KCl	CE_a	Ca	K	Al	CICe	Sat. Al	C	FF	P	Arcilla
pH H_2O	**1**	**0,960**	-0,196	**0,652**	0,200	**-0,794**	**0,523**	**-0,711**	-0,153	-0,023	-0,482	-0,348
pH KCl	**0,960**	**1**	0,003	**0,739**	0,317	**-0,815**	**0,624**	**-0,736**	-0,010	-0,084	-0,434	-0,325
P	-0,482	-0,434	0,342	0,028	0,068	0,343	0,167	0,224	0,115	0,024	**1**	-0,107
Arcilla	-0,348	-0,325	0,118	-0,033	0,136	0,188	0,004	0,095	-0,031	-0,146	-0,107	**1**
CE_a	-0,196	0,003	**1**	0,263	**0,607**	-0,139	0,338	-0,226	0,297	-0,291	0,342	0,118
Ca	**0,652**	**0,739**	0,263	**1**	0,492	**-0,683**	**0,975**	**-0,720**	0,199	-0,067	0,028	-0,033
K	0,200	0,317	**0,607**	0,492	**1**	**-0,541**	**0,507**	**-0,642**	0,076	-0,050	0,068	0,136
Al	**-0,794**	**-0,815**	-0,139	**-0,683**	**-0,541**	**1**	**-0,543**	**0,966**	0,187	-0,023	0,343	0,188
CICe	**0,523**	**0,624**	0,338	**0,975**	**0,507**	**-0,543**	**1**	**-0,608**	0,253	-0,116	0,167	0,004
Sat. Al	**-0,711**	**-0,736**	-0,226	**-0,720**	**-0,642**	**0,966**	**-0,608**	**1**	0,160	-0,007	0,224	0,095
C	-0,153	-0,010	0,297	0,199	0,076	0,187	0,253	0,160	**1**	-0,245	0,115	-0,031
FF	-0,023	-0,084	-0,291	-0,067	-0,050	-0,023	-0,116	-0,007	-0,245	**1**	0,024	-0,146

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS FOLIARES:

Tabla V. 3. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	C (p)	N (p)	P (p)	Ca (p)	Mg (p)	Zn (p)	Na (p)
C (l)	**1**	**0,644**	**0,539**	0,370	0,103	-0,079	0,193	0,184	0,132	-0,026	0,190	0,269	0,130	0,380	0,308	0,163	-0,051	0,073	0,384
N (l)	**0,644**	**1**	**0,811**	0,170	**0,521**	0,475	0,269	0,101	-0,027	0,205	0,439	-0,080	-0,299	**0,678**	0,495	0,184	0,274	**0,568**	**0,562**
P (l)	**0,539**	**0,811**	**1**	0,323	0,462	0,279	0,397	0,335	0,232	0,296	**0,602**	0,093	-0,340	**0,557**	**0,738**	0,136	0,097	0,470	**0,664**
K (l)	0,370	0,170	0,323	**1**	0,051	-0,281	**0,752**	**0,664**	**0,812**	**0,569**	0,093	**0,689**	0,222	0,028	0,120	0,039	-0,087	-0,394	0,272
Ca (l)	0,103	**0,521**	0,462	0,051	**1**	0,400	-0,043	0,188	0,056	0,342	0,176	-0,081	-0,265	0,263	0,277	**0,727**	**0,424**	0,452	0,380
Mg (l)	-0,079	**0,475**	0,279	-0,281	0,400	**1**	-0,041	-0,187	-0,295	0,175	0,307	-0,455	**-0,529**	0,344	0,072	-0,181	**0,784**	**0,812**	0,189
B (l)	0,193	0,269	0,397	**0,752**	-0,043	-0,041	**1**	0,426	**0,600**	0,418	0,296	0,408	0,086	0,354	0,131	-0,176	-0,049	-0,112	0,384
Cu (l)	0,184	0,101	0,335	**0,664**	0,188	-0,187	0,426	**1**	**0,662**	0,459	0,309	**0,618**	0,191	-0,168	0,102	0,169	-0,004	-0,223	0,304
Fe (l)	0,132	-0,027	0,232	**0,812**	0,056	-0,295	**0,600**	**0,662**	**1**	**0,550**	0,239	**0,648**	0,199	-0,250	0,006	-0,010	-0,082	**-0,378**	0,281
Mn (l)	-0,026	0,205	0,296	**0,569**	0,342	0,175	0,418	**0,459**	**0,550**	**1**	0,107	**0,371**	-0,239	-0,016	-0,039	-0,040	0,090	-0,004	0,122
Zn (l)	0,190	0,439	**0,602**	0,093	0,176	0,307	0,296	0,309	0,239	0,107	**1**	-0,155	-0,357	0,322	0,331	-0,127	0,048	**0,428**	**0,689**
Na (l)	0,269	-0,080	0,093	**0,689**	-0,081	-0,455	0,408	**0,618**	**0,648**	0,371	-0,155	**1**	0,397	-0,269	-0,048	0,080	-0,207	**-0,509**	0,050
C (p)	0,130	-0,299	-0,340	0,222	-0,265	**-0,529**	0,086	0,191	0,199	-0,239	-0,357	0,397	**1**	-0,095	-0,123	0,177	-0,142	**-0,479**	-0,024
N (p)	0,380	**0,678**	**0,557**	0,028	0,263	0,344	0,354	-0,168	-0,250	-0,016	0,322	-0,269	-0,095	**1**	**0,515**	0,148	0,053	**0,545**	**0,567**
P (p)	0,308	0,495	**0,738**	0,120	0,277	0,072	0,131	0,102	0,006	-0,039	0,331	-0,048	-0,123	**0,515**	**1**	0,190	-0,035	0,326	**0,612**
Ca (p)	0,163	0,184	0,136	0,039	**0,727**	-0,181	-0,176	0,169	-0,010	-0,040	-0,127	0,080	0,177	0,148	0,190	**1**	0,011	-0,013	0,244
Mg (p)	-0,051	0,274	0,097	-0,087	0,424	**0,784**	-0,049	-0,004	-0,082	0,090	0,048	-0,207	-0,142	0,053	-0,035	0,011	**1**	**0,560**	0,114
Zn (p)	0,073	**0,568**	0,470	-0,394	0,452	**0,812**	-0,112	-0,223	-0,378	-0,004	0,428	**-0,509**	-0,479	**0,545**	0,326	-0,013	**0,560**	**1**	0,448
Na (p)	0,384	**0,562**	**0,664**	0,272	0,380	0,189	0,384	0,304	0,281	0,122	**0,689**	0,050	-0,024	**0,567**	**0,612**	0,244	0,114	0,448	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 4. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	C (p)	N (p)	P (p)	Ca (p)	Mg (p)	Zn (p)	Na (p)
C (l)	**1**	**0,652**	-0,214	-0,360	-0,352	0,073	-0,473	0,144	**-0,511**	-0,288	-0,477	-0,335	**0,660**	0,397	-0,252	-0,450	-0,419	-0,072	**-0,518**
N (l)	**0,652**	**1**	-0,016	-0,421	-0,196	0,444	-0,392	0,218	**-0,500**	-0,046	**-0,674**	**-0,534**	0,242	**0,638**	0,143	-0,264	-0,207	0,220	-0,499
P (l)	-0,214	-0,016	**1**	0,341	0,111	-0,346	0,430	**0,553**	-0,022	-0,069	0,363	0,354	-0,323	-0,075	**0,869**	-0,012	-0,288	0,380	0,296
K (l)	-0,360	-0,421	0,341	**1**	0,203	-0,430	**0,668**	0,267	**0,731**	**0,502**	**0,824**	**0,856**	**-0,638**	-0,401	0,180	0,183	0,148	0,066	0,489
Ca (l)	-0,352	-0,196	0,111	0,203	**1**	-0,012	0,144	-0,078	**0,564**	0,074	0,424	0,239	**-0,544**	**-0,375**	0,054	**0,676**	**0,559**	-0,005	**0,413**
Mg (l)	0,073	0,444	-0,346	-0,430	-0,012	**1**	-0,398	-0,114	-0,226	-0,063	-0,489	-0,480	-0,027	0,244	-0,133	-0,141	0,440	0,085	-0,221
B (l)	-0,473	-0,392	0,430	**0,668**	0,144	-0,398	**1**	0,099	0,416	0,349	**0,563**	**0,610**	**-0,501**	-0,298	0,290	0,157	0,002	0,073	0,430
Cu (l)	0,144	0,218	**0,553**	0,267	-0,078	-0,114	0,099	**1**	-0,063	-0,055	0,132	0,404	-0,149	0,190	**0,551**	-0,197	-0,215	0,254	0,237
Fe (l)	**-0,511**	**-0,500**	-0,022	**0,731**	**0,564**	-0,226	0,416	-0,063	**1**	0,487	**0,735**	**0,650**	**-0,659**	-0,443	-0,133	**0,549**	**0,540**	-0,048	0,499
Mn (l)	-0,288	-0,046	-0,069	**0,502**	0,074	-0,063	0,349	-0,055	0,487	**1**	0,225	0,373	-0,446	-0,032	-0,037	0,143	0,170	-0,086	0,176
Zn (l)	-0,477	**-0,674**	0,363	**0,824**	0,424	-0,489	**0,563**	0,132	**0,735**	0,225	**1**	**0,855**	**-0,581**	**-0,616**	0,164	0,365	0,242	-0,022	**0,622**
Na (l)	-0,335	**-0,534**	0,354	**0,856**	0,239	-0,480	**0,610**	0,404	**0,650**	0,373	**0,855**	**1**	-0,482	-0,472	0,172	0,130	0,111	0,004	**0,569**
C (p)	**0,660**	0,242	-0,323	**-0,638**	**-0,544**	-0,027	**-0,501**	-0,149	**-0,659**	-0,446	**-0,581**	-0,482	**1**	0,272	-0,402	-0,493	**-0,547**	-0,067	**-0,551**
N (p)	0,397	**0,638**	-0,075	-0,401	-0,375	0,244	-0,298	0,190	-0,443	-0,032	**-0,616**	-0,472	0,272	**1**	0,059	-0,287	-0,377	0,171	-0,462
P (p)	-0,252	0,143	**0,869**	0,180	0,054	-0,133	0,290	**0,551**	-0,133	-0,037	0,164	0,172	-0,402	0,059	**1**	0,052	-0,167	0,393	0,351
Ca (p)	-0,450	-0,264	-0,012	0,183	**0,676**	-0,141	0,157	-0,197	**0,549**	0,143	0,365	0,130	-0,493	-0,287	0,052	**1**	**0,636**	0,041	0,493
Mg (p)	-0,419	-0,207	-0,288	0,148	**0,559**	0,440	0,002	-0,215	**0,540**	0,170	0,242	0,111	-0,547	-0,377	-0,167	**0,636**	**1**	-0,035	0,373
Zn (p)	-0,072	0,220	0,380	0,066	-0,005	0,085	0,073	0,254	-0,048	-0,086	-0,022	0,004	-0,067	0,171	0,393	0,041	-0,035	**1**	0,206
Na (p)	**-0,518**	-0,499	0,296	0,489	0,413	-0,221	0,430	0,237	0,499	0,176	**0,622**	**0,569**	**-0,551**	0,462	0,351	0,493	0,373	0,206	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 5. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	C (p)	N (p)	P (p)	Ca (p)	Mg (p)	Zn (p)	Na (p)
C (l)	**1**	0,295	-0,004	-0,386	-0,363	0,292	-0,145	-0,112	0,190	-0,103	-0,076	0,126	0,173	0,445	0,098	-0,150	0,005	0,181	0,092
N (l)	0,295	**1**	0,350	0,213	0,002	**0,601**	**0,627**	0,078	0,047	0,365	-0,140	-0,042	-0,233	0,463	0,194	0,090	0,196	0,297	0,072
P (l)	-0,004	0,350	**1**	0,218	0,202	0,186	0,282	0,273	0,025	0,096	0,215	**0,519**	-0,309	0,164	0,485	0,081	0,176	0,256	0,153
K (l)	-0,386	0,213	0,218	**1**	0,159	-0,029	0,359	0,440	0,108	0,563	0,264	0,165	-0,152	-0,346	-0,153	0,192	0,109	0,013	0,087
Ca (l)	-0,363	0,002	0,202	0,159	**1**	0,232	-0,011	0,456	0,390	0,379	0,210	0,109	-0,277	-0,305	0,068	**0,539**	0,204	0,092	0,009
Mg (l)	0,292	**0,601**	0,186	-0,029	0,232	**1**	**0,356**	0,215	0,395	0,457	0,173	0,022	-0,199	0,207	0,251	0,110	0,407	0,206	0,142
B (l)	-0,145	**0,627**	0,282	0,359	-0,011	0,356	**1**	-0,155	-0,021	0,453	-0,068	-0,049	-0,286	0,325	0,065	-0,099	0,078	0,091	-0,220
Cu (l)	-0,112	0,078	0,273	0,440	0,456	0,215	-0,155	**1**	0,336	0,187	0,095	0,356	0,144	**-0,531**	0,095	0,168	0,188	-0,182	0,292
Fe (l)	0,190	0,047	0,025	0,108	0,390	0,395	-0,021	0,336	**1**	**0,515**	0,320	0,355	-0,262	-0,034	0,043	0,381	0,286	0,018	0,318
Mn (l)	-0,103	0,365	0,096	**0,563**	0,379	0,457	0,453	0,187	**0,515**	**1**	0,374	0,125	-0,432	0,072	-0,124	0,258	0,318	0,130	0,154
Zn (l)	-0,076	-0,140	0,215	0,264	0,210	0,173	-0,068	0,095	0,320	0,374	**1**	0,360	-0,419	-0,086	0,184	0,167	0,262	0,181	0,298
Na (l)	0,126	-0,042	**0,519**	0,165	0,109	0,022	-0,049	0,356	0,355	0,125	0,360	**1**	-0,194	0,026	0,398	0,201	0,268	0,031	**0,545**
C (p)	0,173	-0,233	-0,309	-0,152	-0,277	-0,199	-0,286	0,144	-0,262	-0,432	-0,419	-0,194	**1**	-0,417	-0,131	-0,356	-0,347	-0,406	-0,230
N (p)	0,445	0,463	0,164	-0,346	-0,305	0,207	0,325	**-0,531**	-0,034	0,072	-0,086	0,026	-0,417	**1**	0,071	-0,114	-0,108	0,438	-0,091
P (p)	0,098	0,194	0,485	-0,153	0,068	0,251	0,065	0,095	0,043	-0,124	0,184	0,398	-0,131	0,071	**1**	0,270	0,111	0,047	0,431
Ca (p)	-0,150	0,090	0,081	0,192	**0,539**	0,110	-0,099	0,168	0,381	0,258	0,167	0,201	-0,356	-0,114	0,270	**1**	0,499	0,247	0,458
Mg (p)	0,005	0,196	0,176	0,109	0,204	0,407	0,078	0,188	0,286	0,318	0,262	0,268	-0,347	-0,108	0,111	0,499	**1**	0,123	**0,537**
Zn (p)	0,181	0,297	0,256	0,013	0,092	0,206	0,091	-0,182	0,018	0,130	0,181	0,031	-0,406	0,438	0,047	0,247	0,123	**1**	-0,044
Na (p)	0,092	0,072	0,153	0,087	0,009	0,142	-0,220	0,292	0,318	0,154	0,298	**0,545**	-0,230	-0,091	0,431	0,458	**0,537**	-0,044	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE ELEMENTOS EN MOSTO:

Tabla V. 6. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

Variables	Cu	Mg	Na	Zn
Cu	**1**	0,365	-0,128	0,074
Mg	0,365	**1**	0,099	0,165
Na	-0,128	0,099	**1**	-0,348
Zn	0,074	0,165	-0,348	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 7. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

Variables	Cu	Mg	Na	Zn	Al	Fe
Cu	**1**	0,353	-0,017	0,063	-0,302	-0,167
Mg	0,353	**1**	0,018	0,386	0,236	-0,118
Na	-0,017	0,018	**1**	0,203	-0,136	-0,189
Zn	0,063	0,386	0,203	**1**	0,229	-0,170
Al	-0,302	0,236	-0,136	0,229	**1**	**0,578**
Fe	-0,167	-0,118	-0,189	-0,170	**0,578**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 8. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

Variables	Cu	Mg	Na	Zn	Al	Fe
Cu	**1**	-0,237	-0,037	-0,168	-0,091	0,064
Mg	-0,237	**1**	0,348	0,201	0,154	0,009
Na	-0,037	0,348	**1**	0,105	0,104	-0,196
Zn	-0,168	0,201	0,105	**1**	0,452	0,437
Al	-0,091	0,154	0,104	0,452	**1**	0,389
Fe	0,064	0,009	-0,196	0,437	0,389	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE PARÁMETROS CLÁSICOS DE MOSTO:

Tabla V. 9. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

Variables	N. Alpha A.	N Amoniac	A. Total	pH	A. Malico	A Pod. Ac.
N. Alpha A.	**1**	**0,880**	-0,335	**0,547**	-0,328	0,008
N Amoniac	**0,880**	**1**	0,002	0,149	-0,104	-0,283
A. Total	-0,335	0,002	**1**	**-0,810**	**0,929**	**-0,810**
pH	**0,547**	0,149	**-0,810**	**1**	**-0,693**	**0,678**
A. Malico	-0,328	-0,104	**0,929**	**-0,693**	**1**	**-0,695**
A Pod. Ac.	0,008	-0,283	**-0,810**	**0,678**	**-0,695**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 10. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

Variables	N. Alpha A.	N Amoniac	A. Total	pH	A. Malico	A Pod. Ac.
N. Alpha A.	**1**	**0,725**	0,194	-0,331	0,136	-0,045
N Amoniac	**0,725**	**1**	0,373	-0,422	0,349	-0,105
A. Total	0,194	0,373	**1**	**-0,817**	**0,984**	**-0,759**
pH	-0,331	-0,422	**-0,817**	**1**	**-0,729**	**0,456**
A. Malico	0,136	0,349	**0,984**	**-0,729**	**1**	**-0,786**
A Pod. Ac.	-0,045	-0,105	**-0,759**	**0,456**	**-0,786**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 11. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

Variables	N. Alpha A.	N Amoniac	A. Total	pH	A. Malico	A Pod. Ac.
N. Alpha A.	**1**	**0,799**	0,404	0,038	**0,528**	**-0,560**
N Amoniac	**0,799**	**1**	**0,829**	**-0,503**	**0,869**	**-0,879**
A. Total	0,404	**0,829**	**1**	**-0,831**	**0,968**	**-0,950**
pH	0,038	**-0,503**	**-0,831**	**1**	**-0,737**	**0,725**
A. Malico	**0,528**	**0,869**	**0,968**	**-0,737**	**1**	**-0,953**
A Pod. Ac.	**-0,560**	**-0,879**	**-0,950**	**0,725**	**-0,953**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN:

Tabla V. 12. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Lobeira (campaña 2018).

Variables	Nº Rac.	Produc.	IR
Nº Rac.	**1**	**0,849**	**0,671**
Produc.	**0,849**	**1**	**0,527**
IR	**0,551**	**0,609**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 13. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Lobeira (campaña 2019).

Variables	Nº Rac.	Produc.	IR
Nº Rac.	**1**	**0,946**	**0,551**
Produc.	**0,946**	**1**	**0,609**
IR	**0,551**	**0,609**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 14. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Lobeira (campaña 2020).

Variables	Nº Rac.	Produc.	IR
Nº Rac.	**1**	**0,958**	**0,771**
Produc.	**0,958**	**1**	**0,827**
IR	**0,771**	**0,827**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PARCELA MONTEVEIGA

ANÁLISIS DE SUELOS:

Tabla V. 15. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

Variables	Mg	Na	K	Arcilla
Mg	**1**	-0,067	0,388	0,189
Na	-0,067	**1**	-0,283	-0,024
K	0,388	-0,283	**1**	0,320
Arcilla	0,189	-0,024	0,320	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 16. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis del suelo en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

Variables	Mg	Na	K	Arcilla
Mg	**1**	0,449	**0,800**	0,120
Na	0,449	**1**	**0,573**	**0,515**
K	**0,800**	**0,573**	**1**	0,215
Arcilla	0,120	**0,515**	0,215	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS FOLIARES:

Tabla V. 17. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

Variables	N (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	C (p)	N (p)	K (p)	Mg (p)	Cu (p)	Mn (p)	Na (p)
N (l)	**1**	**0,588**	**0,676**	**0,639**	0,199	-0,308	0,403	0,395	0,158	-0,478	**-0,610**	0,391	0,192	**0,757**	**-0,609**	0,331	-0,216
K (l)	**0,588**	**1**	0,270	0,373	**0,518**	0,104	0,309	0,060	0,445	-0,020	**-0,592**	0,229	**0,656**	0,411	-0,268	0,070	0,386
Ca (l)	**0,676**	0,270	**1**	**0,843**	0,062	-0,187	0,401	0,306	-0,114	**-0,634**	**-0,736**	0,058	0,181	**0,803**	-0,467	0,046	-0,258
Mg (l)	**0,639**	0,373	**0,843**	**1**	0,176	0,037	**0,597**	0,452	-0,013	**-0,537**	**-0,713**	0,151	0,325	**0,828**	-0,338	0,167	-0,010
B (l)	0,199	**0,518**	0,062	0,176	**1**	-0,050	0,011	0,137	0,222	-0,191	-0,382	0,159	0,487	0,205	-0,117	0,136	0,420
Cu (l)	-0,308	0,104	-0,187	0,037	-0,050	**1**	0,195	-0,189	-0,014	0,462	0,024	-0,292	0,256	-0,265	**0,831**	-0,291	0,401
Fe (l)	0,403	0,309	0,401	**0,597**	0,011	0,195	**1**	**0,503**	0,333	-0,075	-0,277	0,304	-0,007	0,493	-0,095	0,330	0,158
Mn (l)	0,395	0,060	0,306	0,452	0,137	-0,189	**0,503**	**1**	0,104	-0,404	-0,044	0,316	-0,186	0,410	-0,296	**0,891**	-0,144
Zn (l)	0,158	0,445	-0,114	-0,013	0,222	-0,014	0,333	0,104	**1**	0,312	-0,034	0,298	0,079	0,038	-0,160	0,121	0,417
Na (l)	-0,478	-0,020	**-0,634**	**-0,537**	-0,191	0,462	-0,075	-0,404	0,312	**1**	0,458	0,064	-0,020	**-0,645**	**0,533**	-0,285	0,437
C (p)	**-0,610**	**-0,592**	**-0,736**	**-0,713**	-0,382	0,024	-0,277	-0,044	-0,034	0,458	**1**	-0,101	**-0,583**	**-0,641**	0,310	0,154	-0,187
N (p)	0,391	0,229	0,058	0,151	0,159	-0,292	0,304	0,316	0,298	0,064	-0,101	**1**	0,082	0,259	-0,360	0,438	-0,035
K (p)	0,192	**0,656**	0,181	0,325	0,487	0,256	-0,007	-0,186	0,079	-0,020	**-0,583**	0,082	**1**	0,148	0,088	-0,281	0,470
Mg (p)	**0,757**	0,411	**0,803**	**0,828**	0,205	-0,265	0,493	0,410	0,038	**-0,645**	**-0,641**	0,259	0,148	**1**	**-0,591**	0,317	-0,192
Cu (p)	**-0,609**	-0,268	-0,467	-0,338	-0,117	**0,831**	-0,095	-0,296	-0,160	**0,533**	0,310	-0,360	0,088	**-0,591**	**1**	-0,334	0,375
Mn (p)	0,331	0,070	0,046	0,167	0,136	-0,291	0,330	**0,891**	0,121	-0,285	0,154	0,438	-0,281	0,317	-0,334	**1**	-0,198
Na (p)	-0,216	0,386	-0,258	-0,010	0,420	0,401	0,158	-0,144	0,417	0,437	-0,187	-0,035	0,470	-0,192	0,375	-0,198	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 18. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

Variables	N (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	Al (l)	C (p)	N (p)	K (p)	Mg (p)	Cu (p)	Mn (p)	Na (p)
N (l)	**1**	0,368	0,436	0,438	-0,382	0,181	0,113	0,250	0,064	0,072	-0,004	**-0,619**	**0,671**	0,396	0,411	0,072	0,206	-0,315
K (l)	0,368	**1**	**0,714**	**0,707**	0,352	0,341	**0,664**	0,381	0,446	0,470	0,492	-0,349	0,073	0,341	0,280	0,208	0,092	0,132
Ca (l)	0,436	**0,714**	**1**	**0,869**	0,182	0,437	**0,632**	**0,543**	0,428	0,461	**0,511**	-0,450	0,107	0,125	0,498	0,269	0,139	0,156
Mg (l)	0,438	**0,707**	0,869	**1**	0,047	0,366	**0,649**	0,402	**0,502**	0,361	**0,512**	**-0,563**	0,173	0,315	**0,702**	0,136	0,086	0,013
B (l)	-0,382	0,352	0,182	0,047	**1**	0,002	0,118	0,204	-0,144	0,156	0,035	0,326	-0,377	-0,341	**-0,441**	0,153	-0,085	0,188
Cu (l)	0,181	0,341	0,437	**0,366**	0,002	**1**	0,443	0,218	**0,506**	0,268	0,414	-0,254	-0,008	0,005	0,203	0,364	0,083	0,156
Fe (l)	0,113	**0,664**	**0,632**	**0,649**	0,118	0,443	**1**	0,135	**0,888**	**0,656**	**0,953**	-0,304	-0,062	0,107	0,264	0,131	-0,141	0,178
Mn (l)	0,250	0,381	**0,543**	**0,402**	0,204	0,218	0,135	**1**	-0,006	-0,091	0,045	-0,144	0,008	-0,168	0,249	0,301	**0,820**	0,188
Zn (l)	0,064	0,446	0,428	**0,502**	-0,144	0,506	**0,888**	-0,006	**1**	**0,516**	**0,886**	-0,301	-0,037	0,131	0,314	-0,012	-0,156	0,146
Na (l)	0,072	0,470	0,461	**0,361**	0,156	0,268	**0,656**	-0,091	**0,516**	**1**	**0,718**	-0,239	0,154	0,327	0,086	0,074	-0,247	0,181
Al (l)	-0,004	0,492	**0,511**	**0,512**	0,035	0,414	**0,953**	0,045	**0,886**	**0,718**	**1**	-0,268	0,104	0,104	0,219	0,096	-0,150	0,179
C (p)	**-0,619**	-0,349	-0,450	**-0,563**	0,326	-0,254	-0,304	-0,144	-0,301	-0,239	-0,268	**1**	**-0,534**	**-0,612**	**-0,603**	-0,095	-0,159	0,219
N (p)	**0,671**	0,073	0,107	0,173	-0,377	-0,008	-0,062	0,008	-0,037	0,154	-0,079	**-0,534**	**1**	0,486	0,316	-0,085	0,173	-0,334
K (p)	0,396	0,341	0,125	0,315	-0,341	0,005	0,107	-0,168	0,131	0,327	0,104	**-0,612**	0,486	**1**	0,420	-0,138	-0,049	-0,226
Mg (p)	0,411	0,280	0,498	**0,702**	-0,441	0,203	0,264	0,249	0,314	0,086	0,219	**-0,603**	0,316	0,420	**1**	0,176	0,271	0,197
Cu (p)	0,072	0,208	0,269	0,136	0,153	0,364	0,131	0,301	-0,012	0,074	0,096	-0,095	-0,085	-0,138	0,176	**1**	0,248	0,489
Mn (p)	0,206	0,092	0,139	0,086	-0,085	0,083	-0,141	**0,820**	-0,156	-0,247	-0,150	-0,159	0,173	-0,049	0,271	0,248	**1**	0,170
Na (p)	-0,315	0,132	0,156	0,013	0,188	0,156	0,178	0,188	0,146	0,181	0,179	0,219	-0,334	-0,226	0,197	0,489	0,170	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 19. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

Variables	N (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	B (l)	Cu (l)	Fe (l)	Mn (l)	Zn (l)	Na (l)	Al (l)	C (p)	N (p)	K (p)	Mg (p)	Cu (p)	Mn (p)	Na (p)
N (l)	**1**	**0,632**	**0,686**	**0,650**	0,061	0,355	0,421	**0,570**	-0,292	**-0,601**	0,062	**0,506**	0,192	**0,542**	0,368	0,146	0,088	**-0,601**
K (l)	**0,632**	**1**	**0,572**	0,495	0,416	0,479	0,290	0,429	0,052	-0,282	0,175	0,482	0,290	**0,576**	0,176	0,336	0,136	-0,282
Ca (l)	**0,686**	**0,572**	**1**	**0,676**	-0,003	**0,585**	**0,657**	**0,560**	0,141	-0,164	0,410	**0,801**	0,454	0,432	0,413	0,276	0,198	-0,164
Mg (l)	**0,650**	0,495	**0,676**	**1**	0,073	0,127	0,287	0,446	-0,403	**-0,573**	-0,194	**0,502**	0,231	**0,552**	**0,627**	0,039	-0,114	**-0,573**
B (l)	0,061	0,416	-0,003	0,073	**1**	-0,005	-0,038	-0,185	-0,109	0,005	-0,073	0,102	0,350	0,321	0,017	0,222	0,150	0,005
Cu (l)	0,355	0,479	**0,585**	0,127	-0,005	**1**	0,426	0,404	0,410	0,145	**0,763**	0,415	0,222	0,032	-0,251	**0,554**	0,288	0,145
Fe (l)	0,421	0,290	**0,657**	0,287	-0,038	0,426	**1**	**0,530**	0,315	0,059	**0,530**	**0,532**	0,169	-0,007	0,247	0,199	0,234	0,059
Mn (l)	**0,570**	0,429	**0,560**	0,446	-0,185	0,404	**0,530**	**1**	-0,019	-0,359	0,291	**0,404**	-0,126	0,208	0,151	0,080	-0,029	-0,359
Zn (l)	-0,292	0,052	0,141	-0,403	-0,109	0,410	0,315	-0,019	**1**	**0,762**	**0,737**	0,135	0,166	-0,319	-0,258	0,279	**0,537**	**0,762**
Na (l)	**-0,601**	-0,282	-0,164	**-0,573**	0,005	0,145	0,059	-0,359	**0,762**	**1**	**0,522**	-0,055	0,219	-0,471	-0,340	-0,005	0,391	**1,000**
Al (l)	0,062	0,175	0,410	-0,194	-0,073	**0,763**	**0,530**	0,291	**0,737**	**0,522**	**1**	0,261	0,204	-0,305	-0,274	0,259	0,447	**0,522**
C (p)	**0,506**	0,482	**0,801**	**0,502**	0,102	0,415	**0,532**	0,404	0,135	-0,055	0,261	**1**	0,479	**0,536**	**0,525**	0,492	0,399	-0,055
N (p)	0,192	0,290	0,454	0,231	0,350	0,222	0,169	-0,126	0,166	0,219	0,204	0,479	**1**	0,291	0,276	0,206	0,461	0,219
K (p)	**0,542**	**0,576**	0,432	**0,552**	0,321	0,032	-0,007	0,208	-0,319	-0,471	-0,305	**0,536**	0,291	**1**	**0,533**	0,329	-0,079	-0,471
Mg (p)	**0,368**	0,176	0,413	**0,627**	0,017	-0,251	0,247	0,151	-0,258	-0,340	-0,274	**0,525**	0,276	**0,533**	**1**	-0,012	-0,023	-0,340
Cu (p)	0,146	0,336	0,276	0,039	0,222	**0,554**	0,199	0,080	0,279	-0,005	0,259	0,492	0,206	0,329	-0,012	**1**	0,407	-0,005
Mn (p)	0,088	0,136	0,198	-0,114	0,150	0,288	0,234	-0,029	**0,537**	0,391	0,447	0,399	0,461	-0,079	-0,023	0,407	**1**	0,391
Na (p)	**-0,601**	-0,282	-0,164	-0,573	0,005	0,145	0,059	**-0,359**	**0,762**	**1,000**	**0,522**	-0,055	0,219	-0,471	-0,340	-0,005	0,391	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

ANÁLISIS ELEMENTOS EN MOSTO:

Tabla V. 20. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

Variables	Cu	Na	Ca	Al	Fe	K	Mg	P
Cu	**1**	0,375	0,122	-0,334	**0,600**	0,071	0,223	-0,327
Na	0,375	**1**	0,027	-0,198	-0,004	0,291	0,113	0,214
Ca	0,122	0,027	**1**	0,059	0,242	-0,108	0,425	0,269
Al	-0,327	0,214	0,269	**1**	-0,146	0,135	0,185	-0,146
Fe	-0,334	-0,198	0,059	0,230	**1**	-0,049	-0,275	0,230
K	0,071	0,291	-0,108	-0,049	0,114	**1**	0,126	0,135
Mg	0,223	0,113	0,425	-0,275	0,410	0,126	**1**	0,185
P	**0,600**	-0,004	0,242	-0,232	-0,232	0,114	0,410	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 21. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

Variables	Cu	Na	Ca	Al	Fe	K	Mg	P
Cu	**1**	0,489	-0,081	-0,025	0,038	-0,052	-0,066	0,051
Na	0,489	**1**	0,067	0,080	-0,062	0,129	-0,111	-0,148
Ca	-0,081	0,067	**1**	-0,013	0,066	0,168	0,263	0,184
Al	-0,025	0,080	-0,013	**1**	-0,189	-0,310	-0,240	0,021
Fe	0,051	-0,148	0,184	0,021	**1**	-0,158	0,177	0,015
K	-0,052	0,129	0,168	-0,310	0,321	**1**	-0,018	-0,158
Mg	-0,066	-0,111	0,263	-0,240	-0,089	-0,018	**1**	0,177
P	0,248	0,170	-0,170	0,014	-0,263	-0,248	-0,312	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 22. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

Variables	Cu	Na	Ca	Al	Fe	K	Mg	P
Cu	**1**	0,407	0,492	0,078	0,140	0,329	-0,012	0,206
Na	0,407	**1**	0,399	0,345	0,290	-0,079	-0,023	0,461
Ca	0,492	0,399	**1**	-0,172	-0,150	**0,536**	**0,525**	0,479
Al	0,078	0,345	-0,172	**1**	**0,948**	-0,347	-0,303	-0,178
Fe	0,140	0,290	-0,150	**0,948**	**1**	-0,340	-0,325	-0,185
K	0,329	-0,079	**0,536**	-0,347	-0,340	**1**	**0,533**	0,291
Mg	-0,012	-0,023	**0,525**	-0,303	-0,325	**0,533**	**1**	0,276
P	0,206	0,461	0,479	-0,178	-0,185	0,291	0,276	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE PARÁMETROS CLÁSICOS DE MOSTO:

Tabla V. 23. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

Variables	pH H_2O	pH KCl	CE	Ca	Al	Sat. Al	C	N	MO	FF	FG	Arcilla
pH H_2O	**1**	**0,972**	0,109	**0,636**	**-0,814**	**0,532**	**-0,775**	0,164	0,289	0,028	-0,028	0,147
pH KCl	**0,972**	**1**	0,288	**0,730**	**-0,844**	**0,623**	**-0,826**	0,277	0,388	-0,049	0,049	0,167
CE	0,109	0,288	**1**	0,487	-0,264	0,492	-0,347	**0,574**	**0,501**	-0,390	0,390	0,224
Ca	**0,636**	**0,730**	0,487	**1**	**-0,518**	**0,980**	**-0,563**	**0,706**	**0,706**	-0,314	0,314	0,243
Al	**-0,814**	**-0,844**	-0,264	**-0,518**	**1**	-0,407	**0,987**	-0,231	-0,334	-0,034	0,034	-0,164
Sat. Al	**0,532**	**0,623**	0,492	**0,980**	-0,407	**1**	-0,465	**0,730**	**0,722**	-0,348	0,348	0,240
C	**-0,775**	**-0,826**	-0,347	**-0,563**	**0,987**	-0,465	**1**	-0,312	-0,368	0,025	-0,025	-0,140
N	0,164	0,277	**0,574**	**0,706**	-0,231	**0,730**	-0,312	**1**	**0,861**	**-0,711**	**0,711**	0,355
MO	0,289	0,388	**0,501**	**0,706**	-0,334	**0,722**	-0,368	**0,861**	**1**	**-0,552**	**0,552**	0,531
FF	0,028	-0,049	-0,390	-0,314	-0,034	-0,348	0,025	**-0,711**	**-0,552**	**1**	**-1,000**	**-0,584**
FG	-0,028	0,049	0,390	0,314	0,034	0,348	-0,025	**0,711**	**0,552**	**-1,000**	**1**	**0,584**
Arcilla	0,147	0,167	0,224	0,243	-0,164	0,240	-0,140	**0,355**	**0,531**	-0,584	**0,584**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 24. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	Cu (l)	Mn (l)	Zn (l)	C (p)	N (p)	Ca (p)	B (p)	Cu (p)	Zn (p)	Na (p)
C (l)	**1**	0,467	0,129	0,153	0,015	-0,202	-0,123	0,102	0,023	-0,073	0,147	0,379	0,123	0,113	0,289	0,231
N (l)	0,467	**1**	**0,528**	**0,595**	**0,548**	**0,540**	0,203	0,214	0,413	**-0,606**	**0,716**	0,277	0,079	0,090	0,214	0,142
P (l)	0,129	**0,528**	**1**	**0,578**	0,228	0,130	0,343	0,137	0,429	-0,204	0,307	0,123	0,105	0,240	0,412	0,257
K (l)	0,153	**0,595**	**0,578**	**1**	0,011	0,168	0,324	0,147	**0,504**	-0,302	**0,549**	0,190	0,358	0,307	0,394	0,337
Ca (l)	0,015	**0,548**	0,228	0,011	**1**	**0,784**	-0,158	-0,075	0,141	**-0,714**	0,163	0,076	-0,288	-0,362	-0,277	-0,262
Mg (l)	-0,202	**0,540**	0,130	0,168	**0,784**	**1**	0,039	0,081	0,207	**-0,699**	0,315	-0,108	-0,214	-0,293	-0,274	-0,290
Cu (l)	-0,123	0,203	0,343	0,324	-0,158	0,039	**1**	**0,646**	0,396	0,312	0,342	0,174	0,307	**0,691**	0,390	0,488
Mn (l)	0,102	0,214	0,137	0,147	-0,075	0,081	**0,646**	**1**	0,246	0,240	0,249	0,282	0,312	0,485	0,412	0,405
Zn (l)	0,023	0,413	0,429	**0,504**	0,141	0,207	0,396	0,246	**1**	-0,085	0,444	0,093	0,069	0,343	0,288	0,284
C (p)	-0,073	**-0,606**	-0,204	-0,302	**-0,714**	**-0,699**	0,312	0,240	-0,085	**1**	-0,362	-0,076	0,104	0,318	0,212	0,238
N (p)	0,147	**0,716**	0,307	**0,549**	0,163	0,315	0,342	0,249	0,444	-0,362	**1**	0,194	0,184	0,246	0,251	0,188
Ca (p)	0,379	0,277	0,123	0,190	0,076	-0,108	0,174	0,282	0,093	-0,076	0,194	**1**	**0,816**	**0,686**	**0,654**	**0,813**
B (p)	0,123	0,079	0,105	0,358	-0,288	-0,214	0,307	0,312	0,069	0,104	0,184	**0,816**	**1**	**0,791**	**0,797**	0,888
Cu (p)	0,113	0,090	0,240	0,307	-0,362	-0,293	**0,691**	0,485	0,343	0,318	0,246	**0,686**	**0,791**	**1**	**0,782**	0,906
Zn (p)	0,289	0,214	0,412	0,394	-0,277	-0,274	0,390	0,412	0,288	0,212	0,251	**0,654**	**0,797**	**0,782**	**1**	0,852
Na (p)	0,231	0,142	0,257	0,337	-0,262	-0,290	0,488	0,405	0,284	0,238	0,188	**0,813**	**0,888**	**0,906**	**0,852**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 25. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	Cu (l)	Mn (l)	Zn (l)	Al (l)	C (p)	N (p)	Ca (p)	B (p)	Cu (p)	Zn (p)	Na (p)	Al (p)
C (l)	**1**	**0,532**	0,073	-0,009	0,027	0,121	0,134	0,263	0,168	0,455	0,129	-0,014	0,119	-0,034	-0,056	0,068	0,136	-0,062
N (l)	**0,532**	**1**	0,110	-0,051	0,179	0,299	0,282	0,334	0,229	0,168	-0,307	0,152	**0,522**	0,183	-0,001	0,331	0,050	-0,010
P (l)	0,073	0,110	**1**	**0,745**	**0,795**	**0,774**	**0,573**	0,334	**0,718**	0,304	0,064	-0,037	0,126	0,154	-0,005	0,166	-0,371	-0,413
K (l)	-0,009	-0,051	**0,745**	**1**	**0,703**	**0,740**	**0,557**	0,328	**0,763**	0,165	0,234	-0,139	-0,252	0,010	-0,166	-0,149	-0,246	-0,404
Ca (l)	0,027	0,179	**0,795**	**0,703**	**1**	**0,931**	**0,605**	0,388	**0,688**	0,046	0,013	-0,095	0,342	0,196	0,160	0,033	-0,323	**-0,503**
Mg (l)	0,121	0,299	**0,774**	**0,740**	**0,931**	**1**	**0,634**	0,416	**0,721**	0,094	0,033	-0,124	0,247	0,158	0,061	0,078	-0,246	-0,477
Cu (l)	0,134	0,282	**0,573**	**0,557**	**0,605**	**0,634**	**1**	**0,616**	**0,724**	0,005	0,036	0,236	0,088	0,175	0,262	0,284	-0,258	-0,423
Mn (l)	0,263	0,334	0,334	0,328	0,388	0,416	**0,616**	**1**	**0,576**	0,158	0,059	0,328	-0,040	-0,187	0,317	**0,506**	-0,047	0,045
Zn (l)	0,168	0,229	**0,718**	**0,763**	**0,688**	**0,721**	**0,724**	**0,576**	**1**	0,201	0,255	0,007	-0,112	-0,131	0,006	0,128	-0,140	-0,308
Al (l)	0,455	0,168	0,304	0,165	0,046	0,094	0,005	0,158	0,201	**1**	0,067	-0,153	-0,089	-0,339	-0,060	0,034	0,286	0,249
C (p)	0,129	-0,307	0,064	0,234	0,013	0,033	0,036	0,059	0,255	0,067	**1**	-0,433	**-0,608**	-0,400	-0,086	-0,248	-0,072	0,063
N (p)	-0,014	0,152	-0,037	-0,139	-0,095	-0,124	0,236	0,328	0,007	-0,153	-0,433	**1**	0,238	0,297	0,433	**0,649**	-0,105	0,015
Ca (p)	0,119	**0,522**	0,126	-0,252	0,342	0,247	0,088	-0,040	-0,112	-0,089	**-0,608**	0,238	**1**	**0,573**	0,343	0,210	-0,048	-0,242
B (p)	-0,034	0,183	0,154	0,010	0,196	0,158	0,175	-0,187	-0,131	-0,339	-0,400	0,297	**0,573**	**1**	0,323	0,071	-0,185	-0,442
Cu (p)	-0,056	-0,001	-0,005	-0,166	0,160	0,061	0,262	0,317	0,006	-0,060	-0,086	0,433	0,343	0,323	**1**	0,367	0,111	0,027
Zn (p)	0,068	0,331	0,166	-0,149	0,033	0,078	0,284	**0,506**	0,128	0,034	-0,248	**0,649**	0,210	0,071	0,367	**1**	0,017	0,296
Na (p)	0,136	0,050	-0,371	-0,246	-0,323	-0,246	-0,258	-0,047	-0,140	0,286	-0,072	-0,105	-0,048	-0,185	0,111	0,017	**1**	**0,595**
Al (p)	-0,062	-0,010	-0,413	-0,404	**-0,503**	-0,477	-0,423	0,045	-0,308	0,249	0,063	0,015	-0,242	-0,442	0,027	0,296	**0,595**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN:

Tabla V. 26. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Monteveiga (campaña 2018).

Variables	Nº Rac.	Produc.
Nº Rac.	**1**	**0,646**
Produc.	**0,646**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 27. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Monteveiga (campaña 2019).

Variables	Nº Rac.	Produc.
Nº Rac.	**1**	**0,853**
Produc.	**0,853**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 28. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Monteveiga (campaña 2020).

Variables	Nº Rac.	Produc.
Nº Rac.	**1**	**0,648**
Produc.	**0,648**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PARCELA RIBADULLA

ANÁLISIS DE SUELOS:

Tabla V. 29. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

Variables	pH H_2O	pH KCl	CE	Ca	Al	Sat. Al	C	N	MO	FF	FG	Arcilla
pH H_2O	**1**	**0,923**	0,381	**0,681**	**-0,838**	**-0,832**	0,305	0,426	**-0,838**	-0,258	0,258	0,086
pH KCl	**0,923**	**1**	**0,541**	**0,770**	**-0,879**	**-0,855**	0,427	**0,526**	**-0,879**	-0,324	0,324	0,074
CE	**0,381**	**0,541**	**1**	**0,810**	-0,389	-0,382	**0,708**	**0,703**	-0,389	-0,415	0,415	0,342
Ca	**0,681**	**0,770**	**0,810**	**1**	**-0,614**	**-0,626**	**0,750**	**0,765**	**-0,614**	-0,410	0,410	0,315
Al	**-0,838**	**-0,879**	-0,389	**-0,614**	**1**	**0,984**	-0,350	-0,399	**1,000**	0,264	-0,264	-0,025
Sat. Al	**-0,832**	**-0,855**	-0,382	**-0,626**	**0,984**	**1**	-0,345	**-0,371**	**0,984**	0,295	-0,295	-0,038
C	0,305	0,427	**0,708**	**0,750**	-0,350	-0,345	**1**	**0,874**	-0,350	**-0,500**	**0,500**	**0,477**
N	**0,426**	**0,526**	**0,703**	**0,765**	-0,399	-0,371	**0,874**	**1**	-0,399	-0,332	0,332	**0,563**
MO	**-0,838**	**-0,879**	-0,389	**-0,614**	**1,000**	**0,984**	-0,350	-0,399	**1**	0,264	-0,264	-0,025
FF	-0,258	-0,324	-0,415	-0,410	0,264	0,295	**-0,500**	-0,332	0,264	**1**	**-1,000**	-0,458
FG	0,258	0,324	0,415	0,410	-0,264	-0,295	**0,500**	0,332	-0,264	**-1,000**	**1**	0,458
Arcilla	0,086	0,074	0,342	0,315	-0,025	-0,038	0,477	**0,563**	-0,025	-0,458	0,458	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 30. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis del suelo en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

Variables	pH H_2O	pH KCl	CE	Ca	Al	Sat. Al	C	N	MO	FF	FG	Arcilla
pH H_2O	1	**0,972**	0,109	**0,636**	**-0,814**	**0,532**	**-0,775**	0,164	0,289	0,028	-0,028	0,147
pH KCl	**0,972**	1	0,288	**0,730**	**-0,844**	**0,623**	**-0,826**	0,277	0,388	-0,049	0,049	0,167
CE	0,109	0,288	1	0,487	-0,264	0,492	-0,347	**0,574**	**0,501**	-0,390	0,390	0,224
Ca	**0,636**	**0,730**	0,487	1	**-0,518**	**0,980**	**-0,563**	**0,706**	**0,706**	-0,314	0,314	0,243
Al	**-0,814**	**-0,844**	-0,264	**-0,518**	1	-0,407	**0,987**	-0,231	-0,334	-0,034	0,034	-0,164
Sat. Al	**0,532**	**0,623**	0,492	**0,980**	-0,407	1	-0,465	**0,730**	**0,722**	-0,348	0,348	0,240
C	**-0,775**	**-0,826**	-0,347	**-0,563**	**0,987**	-0,465	1	-0,312	-0,368	0,025	-0,025	-0,140
N	0,164	0,277	**0,574**	**0,706**	-0,231	**0,730**	-0,312	1	**0,861**	**-0,711**	**0,711**	0,355
MO	0,289	0,388	**0,501**	**0,706**	-0,334	**0,722**	-0,368	**0,861**	1	**-0,552**	**0,552**	0,531
FF	0,028	-0,049	-0,390	-0,314	-0,034	-0,348	0,025	**-0,711**	**-0,552**	1	**-1,000**	**-0,584**
FG	-0,028	0,049	0,390	0,314	0,034	0,348	-0,025	**0,711**	**0,552**	**-1,000**	1	**0,584**
Arcilla	0,147	0,167	0,224	0,243	-0,164	0,240	-0,140	**0,355**	**0,531**	-0,584	**0,584**	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS FOLIARES:

Tabla V. 31. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	Cu (l)	Mn (l)	Zn (l)	C (p)	N (p)	Ca (p)	B (p)	Cu (p)	Zn (p)	Na (p)
C (l)	**1**	0,467	0,129	0,153	0,015	-0,202	-0,123	0,102	0,023	-0,073	0,147	0,379	0,123	0,113	0,289	0,231
N (l)	0,467	**1**	**0,528**	**0,595**	**0,548**	**0,540**	0,203	0,214	0,413	**-0,606**	**0,716**	0,277	0,079	0,090	0,214	0,142
P (l)	0,129	**0,528**	**1**	**0,578**	0,228	0,130	0,343	0,137	0,429	-0,204	0,307	0,123	0,105	0,240	0,412	0,257
K (l)	0,153	**0,595**	**0,578**	**1**	0,011	0,168	0,324	0,147	**0,504**	-0,302	**0,549**	0,190	0,358	0,307	0,394	0,337
Ca (l)	0,015	**0,548**	0,228	0,011	**1**	**0,784**	-0,158	-0,075	0,141	**-0,714**	0,163	0,076	-0,288	-0,362	-0,277	-0,262
Mg (l)	-0,202	**0,540**	0,130	0,168	**0,784**	**1**	0,039	0,081	0,207	**-0,699**	0,315	-0,108	-0,214	-0,293	-0,274	-0,290
Cu (l)	-0,123	0,203	0,343	0,324	-0,158	0,039	**1**	**0,646**	0,396	0,312	0,342	0,174	0,307	**0,691**	0,390	0,488
Mn (l)	0,102	0,214	0,137	0,147	-0,075	0,081	**0,646**	**1**	0,246	0,240	0,249	0,282	0,312	0,485	0,412	0,405
Zn (l)	0,023	0,413	0,429	**0,504**	0,141	0,207	0,396	0,246	**1**	-0,085	0,444	0,093	0,069	0,343	0,288	0,284
C (p)	-0,073	**-0,606**	-0,204	-0,302	**-0,714**	**-0,699**	0,312	0,240	-0,085	**1**	-0,362	-0,076	0,104	0,318	0,212	0,238
N (p)	0,147	**0,716**	0,307	**0,549**	0,163	0,315	0,342	0,249	0,444	-0,362	**1**	0,194	0,184	0,246	0,251	0,188
Ca (p)	0,379	0,277	0,123	0,190	0,076	-0,108	0,174	0,282	0,093	-0,076	0,194	**1**	**0,816**	**0,686**	**0,654**	**0,813**
B (p)	0,123	0,079	0,105	0,358	-0,288	-0,214	0,307	0,312	0,069	0,104	0,184	**0,816**	**1**	**0,791**	**0,797**	0,888
Cu (p)	0,113	0,090	0,240	0,307	-0,362	-0,293	**0,691**	0,485	0,343	0,318	0,246	**0,686**	**0,791**	**1**	**0,782**	0,906
Zn (p)	0,289	0,214	0,412	0,394	-0,277	-0,274	0,390	0,412	0,288	0,212	0,251	**0,654**	**0,797**	**0,782**	**1**	0,852
Na (p)	0,231	0,142	0,257	0,337	-0,262	-0,290	0,488	0,405	0,284	0,238	0,188	**0,813**	**0,888**	**0,906**	**0,852**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,0

Tabla V. 32. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	Cu (l)	Mn (l)	Zn (l)	Al (l)	C (p)	N (p)	Ca (p)	B (p)	Cu (p)	Zn (p)	Na (p)	Al (p)
C (l)	**1**	**0,532**	0,073	-0,009	0,027	0,121	0,134	0,263	0,168	0,455	0,129	-0,014	0,119	-0,034	-0,056	0,068	0,136	-0,062
N (l)	**0,532**	**1**	0,110	-0,051	0,179	0,299	0,282	0,334	0,229	0,168	-0,307	0,152	**0,522**	0,183	-0,001	0,331	0,050	-0,010
P (l)	0,073	0,110	**1**	**0,745**	**0,795**	**0,774**	**0,573**	0,334	**0,718**	0,304	0,064	-0,037	0,126	0,154	-0,005	0,166	-0,371	-0,413
K (l)	-0,009	-0,051	**0,745**	**1**	**0,703**	**0,740**	**0,557**	0,328	**0,763**	0,165	0,234	-0,139	-0,252	0,010	-0,166	-0,149	-0,246	-0,404
Ca (l)	0,027	0,179	**0,795**	**0,703**	**1**	**0,931**	**0,605**	0,388	**0,688**	0,046	0,013	-0,095	0,342	0,196	0,160	0,033	-0,323	**-0,503**
Mg (l)	0,121	0,299	**0,774**	**0,740**	**0,931**	**1**	**0,634**	0,416	**0,721**	0,094	0,033	-0,124	0,247	0,158	0,061	0,078	-0,246	-0,477
Cu (l)	0,134	0,282	**0,573**	**0,557**	**0,605**	**0,634**	**1**	**0,616**	**0,724**	0,005	0,036	0,236	0,088	0,175	0,262	0,284	-0,258	-0,423
Mn (l)	0,263	0,334	0,334	0,328	0,388	0,416	**0,616**	**1**	**0,576**	0,158	0,059	0,328	-0,040	-0,187	0,317	**0,506**	-0,047	0,045
Zn (l)	0,168	0,229	**0,718**	**0,763**	**0,688**	**0,721**	**0,724**	**0,576**	**1**	0,201	0,255	0,007	-0,112	-0,131	0,006	0,128	-0,140	-0,308
Al (l)	0,455	0,168	0,304	0,165	0,046	0,094	0,005	0,158	0,201	**1**	0,067	-0,153	-0,089	-0,339	-0,060	0,034	0,286	0,249
C (p)	0,129	-0,307	0,064	0,234	0,013	0,033	0,036	0,059	0,255	0,067	**1**	-0,433	**-0,608**	-0,400	-0,086	-0,248	-0,072	0,063
N (p)	-0,014	0,152	-0,037	-0,139	-0,095	-0,124	0,236	0,328	0,007	-0,153	-0,433	**1**	0,238	0,297	0,433	**0,649**	-0,105	0,015
Ca (p)	0,119	**0,522**	0,126	-0,252	0,342	0,247	0,088	-0,040	-0,112	-0,089	**-0,608**	0,238	**1**	**0,573**	0,343	0,210	-0,048	-0,242
B (p)	-0,034	0,183	0,154	0,010	0,196	0,158	0,175	-0,187	-0,131	-0,339	-0,400	0,297	**0,573**	**1**	0,323	0,071	-0,185	-0,442
Cu (p)	-0,056	-0,001	-0,005	-0,166	0,160	0,061	0,262	0,317	0,006	-0,060	-0,086	0,433	0,343	0,323	**1**	0,367	0,111	0,027
Zn (p)	0,068	0,331	0,166	-0,149	0,033	0,078	0,284	**0,506**	0,128	0,034	-0,248	**0,649**	0,210	0,071	0,367	**1**	0,017	0,296
Na (p)	0,136	0,050	-0,371	-0,246	-0,323	-0,246	-0,258	-0,047	-0,140	0,286	-0,072	-0,105	-0,048	-0,185	0,111	0,017	**1**	**0,595**
Al (p)	-0,062	-0,010	-0,413	-0,404	**-0,503**	-0,477	-0,423	0,045	-0,308	0,249	0,063	0,015	-0,242	-0,442	0,027	0,296	**0,595**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 33. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis foliares en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

Variables	C (l)	N (l)	P (l)	K (l)	Ca (l)	Mg (l)	Cu (l)	Mn (l)	Zn (l)	Al (l)	C (p)	N (p)	Ca (p)	B (p)	Cu (p)	Zn (p)	Na (p)	Al (p)
C (l)	**1**	0,103	-0,090	0,034	-0,265	-0,166	-0,304	0,143	-0,045	0,207	0,402	-0,160	-0,010	0,027	0,150	0,187	0,156	0,220
N (l)	0,103	**1**	0,260	0,299	0,220	0,286	0,304	0,221	0,141	-0,044	-0,396	0,390	-0,123	0,179	-0,210	-0,143	-0,183	-0,212
P (l)	-0,090	0,260	**1**	**0,701**	0,313	0,408	0,361	0,234	0,341	0,250	-0,057	0,223	-0,091	**0,795**	-0,067	0,054	-0,153	0,138
K (l)	0,034	0,299	**0,701**	**1**	0,210	0,330	0,155	0,089	0,275	0,245	-0,061	0,134	-0,228	**0,703**	-0,159	0,051	-0,095	-0,076
Ca (l)	-0,265	0,220	0,313	0,210	**1**	**0,891**	0,467	0,152	0,126	-0,205	-0,222	0,145	0,477	0,245	0,038	-0,166	**-0,564**	-0,001
Mg (l)	-0,166	0,286	0,408	0,330	**0,891**	**1**	0,480	0,288	0,163	-0,236	-0,139	0,057	0,291	**0,931**	-0,036	-0,080	-0,369	0,019
Cu (l)	-0,304	0,304	0,361	0,155	0,467	0,480	**1**	0,438	0,480	0,116	-0,441	0,449	0,362	**0,605**	0,282	0,107	-0,222	0,411
Mn (l)	0,143	0,221	0,234	0,089	0,152	0,288	0,438	**1**	**0,506**	0,138	0,005	0,016	0,097	0,388	0,372	**0,516**	-0,184	0,418
Zn (l)	-0,045	0,141	0,341	0,275	0,126	0,163	0,480	**0,506**	**1**	**0,733**	-0,177	0,023	0,108	**0,688**	0,382	0,461	-0,077	0,428
Al (l)	0,207	-0,044	0,250	0,245	-0,205	-0,236	0,116	0,138	**0,733**	**1**	0,143	-0,048	-0,090	0,046	0,277	0,334	0,100	0,283
C (p)	0,402	-0,396	-0,057	-0,061	-0,222	-0,139	-0,441	0,005	-0,177	0,143	**1**	-0,410	-0,203	0,013	0,033	0,059	0,091	0,053
N (p)	-0,160	0,390	0,223	0,134	0,145	0,057	0,449	0,016	0,023	-0,048	-0,410	**1**	0,101	-0,095	0,078	-0,037	-0,062	0,015
Ca (p)	-0,010	-0,123	-0,091	-0,228	0,477	0,291	0,362	0,097	0,108	-0,090	-0,203	0,101	**1**	0,342	**0,736**	0,331	-0,419	**0,523**
B (p)	-0,045	0,141	0,341	-0,210	-0,143	-0,183	0,245	0,221	0,141	-0,044	0,275	0,126	0,163	**1**	0,245	0,143	0,221	0,234
Cu (p)	0,150	-0,210	-0,067	-0,159	0,038	-0,036	0,282	0,372	0,382	0,277	0,033	0,078	**0,736**	0,196	**1**	**0,737**	-0,264	**0,643**
Zn (p)	0,187	-0,143	0,054	0,051	-0,166	-0,080	0,107	**0,516**	0,461	0,334	0,059	-0,037	0,331	0,160	**0,737**	**1**	0,110	**0,544**
Na (p)	0,156	-0,183	-0,153	-0,095	**-0,564**	-0,369	-0,222	-0,184	-0,077	0,100	0,091	-0,062	-0,419	-0,323	-0,264	0,110	**1**	0,081
Al (p)	0,220	-0,212	0,138	-0,076	-0,001	0,019	0,411	0,418	0,428	0,283	0,053	0,015	**0,523**	0,033	**0,643**	**0,544**	0,081	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

ANÁLISIS ELEMENTOS EN MOSTO:

Tabla V. 34. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

Variables	Ca	Cu	Mg	Mn	Al
Ca	**1**	**0,528**	**0,763**	-0,108	0,269
Cu	**0,528**	**1**	**0,678**	0,209	0,186
Mg	**0,763**	**0,678**	**1**	-0,002	0,081
Mn	-0,108	0,209	-0,002	**1**	-0,184
Al	0,269	0,186	0,081	-0,184	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 35. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

Variables	Ca	Cu	Mg	Mn	Al
Ca	**1**	0,253	**0,826**	-0,097	**0,661**
Cu	0,253	**1**	0,379	0,242	0,167
Mg	**0,826**	0,379	**1**	-0,215	0,454
Mn	-0,097	0,242	-0,215	**1**	0,111
Al	**0,661**	0,167	0,454	0,111	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 36. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de elementos en mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

Variables	Ca	Cu	Mg	Mn	Al
Ca	**1**	0,029	**0,758**	-0,096	0,153
Cu	0,029	**1**	0,099	**0,666**	0,194
Mg	**0,758**	0,099	**1**	-0,031	-0,272
Mn	-0,096	**0,666**	-0,031	**1**	0,099
Al	0,271	0,286	0,269	0,099	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE PARÁMETROS CLÁSICOS DE MOSTO:

Tabla V. 37. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

Variables	A. Total	A. Malico	N. Amoniac.	A Pod. Ac.	Ethanol
A. Total	**1**	**0,963**	**0,703**	**-0,911**	**-0,574**
A. Malico	**0,963**	**1**	**0,774**	**-0,924**	**-0,633**
N. Amoniac	**0,703**	**0,774**	**1**	**-0,735**	-0,485
A Pod. Ac.	**-0,911**	**-0,924**	**-0,735**	**1**	**0,671**
Ethanol	**-0,574**	**-0,633**	-0,485	**0,671**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 38. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

Variables	A. Total	A. Malico	N. Amoniac.	A Pod. Ac.	Ethanol
A. Total	**1**	**0,981**	**0,702**	**-0,696**	**-0,562**
A. Malico	**0,981**	**1**	**0,745**	**-0,685**	**-0,594**
N. Amoniac	**0,702**	**0,745**	**1**	-0,482	-0,390
A Pod. Ac.	**-0,696**	**-0,685**	-0,482	**1**	0,156
Ethanol	**-0,562**	**-0,594**	-0,390	0,156	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla V. 39. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros clásicos de mosto en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

Variables	A. Total	A. Malico	N. Amoniac.	A Pod. Ac.	Ethanol
A. Total	**1**	**0,956**	**0,561**	**-0,873**	**-0,827**
A. Malico	**0,956**	**1**	**0,607**	**-0,861**	**-0,862**
N. Amoniac	**0,561**	**0,607**	**1**	**-0,585**	**-0,616**
A Pod. Ac.	**-0,873**	**-0,861**	**-0,585**	**1**	**0,876**
Ethanol	**-0,827**	**-0,862**	**-0,616**	**0,876**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN:

Tabla V. 40. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Ribadulla (campaña 2018).

Variables	Peso racim.	IR
Peso racim.	**1**	-0,049
IR	-0,049	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 41. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Ribadulla (campaña 2019).

Variables	Peso racim.	IR
Peso racim.	**1**	**0,571**
IR	**0,571**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

Tabla V. 41. Matriz de correlación de Pearson de las variables que han presentado diferencias significativas en análisis de parámetros de producción en la parcela de Ribadulla (campaña 2020).

Variables	Peso racim.	IR
Peso racim.	**1**	0,244
IR	0,244	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa > 0,05

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

A lo largo de los últimos años, ha aumentado el interés de la agricultura de precisión, como conjunto de técnicas y herramientas que proporcionan información de utilidad en el menor tiempo posible.

La utilización de una viticultura de precisión, para tratar de forma eficaz cada parte del terreno, es la clave para aplicar lo que es necesario, donde se necesite y en el momento oportuno, permitiendo una mayor eficacia para no malgastar los recursos, mejorar la eficiencia y crear una agricultura más sostenible.

El ensayo experimental, se ha realizado en tres viñedos comerciales, para la realización de una zonificación, así como, para el diseño de un modelo inteligente, que permita la predicción de parámetros clave para el viticultor.