



ESCUELA DE DOCTORADO
INTERNACIONAL DE LA USC

José
Cuevas González

Tesis doctoral

Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades fúngicas de las variedades de vid asturiana (*Vitis vinifera* L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana.

Lugo, 2023



TESIS DE DOCTORADO

Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades fúngicas de las variedades de vid asturiana (*Vitis vinifera* L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana

José Cuevas González

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y FORESTAL

LUGO

2023



D./Dna. **José Cuevas González**

Título da tese: **Comportamiento agronómico e incidencia de enfermidades fúngicas de las variedades de vid asturiana (Vitis vinifera L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana**

Presento a miña tese, seguindo o procedemento axeitado ao Regulamento, e declaro que:

- 1) A tese abarca os resultados da elaboración do meu traballo.
- 2) De ser o caso, na tese faise referencia ás colaboracións que tivo este traballo.
- 3) Confirmo que a tese non incorre en ningún tipo de plaxio doutros autores nin de traballos presentados por min para a obtención doutros títulos.
- 4) A tese é a versión definitiva presentada para a súa defensa e coincide a versión impresa coa presentada en formato electrónico

E comprométo-me a presentar o Compromiso Documental de Supervisión no caso de que o orixinal non estea na Escola.

En Insira cidade aquí, Seleccione a data.

Sinatura electrónica

D./Dna. **Cristina Cabaleiro Sobrino**

En condición de: **Titor/a**

Título da tese: **Comportamiento agronómico e incidencia de enfermidades fúngicas de las variedades de vid asturiana (Vitis vinifera L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por D/Dna José Cuevas González, baixo a miña dirección/titorización, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En Insira cidade aquí, Seleccione a data

Sinatura electrónica

D./Dna. **Carmen Martínez Rodríguez**

En condición de: **Director/a**

Título da tese: **Comportamiento agronómico e incidencia de enfermidades fúngicas de las variedades de vid asturiana (Vitis vinifera L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por D/Dna José Cuevas González, baixo a miña dirección/titorización, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En Insira cidade aquí, Seleccione a data

Sinatura electrónica

D./Dna. **Susana Boso Alonso**

En condición de: **Director/a**

Título da tese: **Comportamiento agronómico e incidencia de enfermidades fúngicas de las variedades de vid asturiana (Vitis vinifera L.) de Albarín Blanco y Verdejo Negro, cultivada en distintos puntos de la zona vitícola asturiana**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por D/Dna José Cuevas González, baixo a miña dirección/titorización, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En Insira cidade aquí, Seleccione a data

Sinatura electrónica

En memoria de

Mi madre, Guadalupe González Marrodán
y de mi padre, Casto Cuevas González

AGRADECIMIENTOS

Tras cuatro años de labores de campo en la montaña del suroccidente asturiano, en los cuales me dediqué a la toma de datos (climáticos, de suelo, agronómicos en racimos, bayas y semillas, de enfermedades de la vid, y de vendimia), y una vez redactado el documento final, es necesario en este instante, recordar a todas aquellas personas que me tendieron su mano, y me apoyaron al emprender la marcha por un camino desconocido para mí en aquel momento inicial.

Este recorrido, no hubiese sido posible, sin mis apreciadas y admiradas directoras de tesis, las doctoras Carmen Martínez Rodríguez y Susana Boso Alonso. Ellas siempre me guiaron y me ayudaron de una forma generosa y cercana, a pesar de sus enormes ocupaciones y su elevado nivel profesional.

Me inculcaron y acrecentaron la pasión por esa planta prodigiosa llamada vid, y despertaron de nuevo mi ilusión por trabajar en el terruño. Por todo ello, mi agradecimiento deberá prolongarse en el tiempo y recordarlas siempre que esté en un viñedo o acompañado de un vaso de vino, sea cual sea su procedencia. Siempre os recordaré pase lo que pase. Gracias por vuestro tiempo, enseñanzas, amabilidad y cercanía. Esta tesis es vuestra antes que mía.

En segundo lugar, debo mencionar, a quien ha sufrido más de cerca mis idas y venidas por los viñedos asturianos, acompañándome en algunas ocasiones, y aguantando mis encierros delante de mi mesa de estudio. Esa es Isabel, mi mujer, a la que nunca podré agradecer suficiente sus desvelos y sacrificios. Por ello, muchas gracias cariño.

Debo continuar, con los viticultores de la zona de Cangas, en cuyas parcelas se establecieron las cepas objeto de este estudio, y que me facilitaron en todo momento, mis trabajos de toma de muestras y datos. A ellos, Fernando y Lucía de Carballo, José de Tremado, Carmen y Joaquín de Fondos de Villa y Domingo de la parcela del Acebo, muchas gracias.

A la Dra. Cristina Cabaleiro, mi tutora en la USC, que a pesar de poco tiempo libre en la universidad, me atendió muy amablemente siempre que lo necesité y me aconsejó en múltiples cuestiones. Muchas gracias por todo Cristina.

Gracias encarecidamente también, a todo el equipo de la Misión Biológica de Galicia que me ayudó en múltiples tareas, entre ellas, en el análisis de la cantidad ingente de muestras y su tratamiento. Vuestra labor ha sido inestimable. ¡Muchísimas gracias Elena, Jorge, Pilar y Santi!

No debo olvidar a toda mi familia y a mi gran amigo Juan García. A todos ellos, muchas gracias por su aliento y ánimo al emprender y desarrollar este trabajo.

Por último, y no menos importante, debo mostrar mi gratitud, a mis padres ya fallecidos. Ellos fueron el ejemplo que viví cada día de mi vida. Siempre los dos, trabajando sin descanso para darme una educación y estudios. Esos sin duda, fueron sus primordiales objetivos en la vida. Siempre me animaron apasionadamente en todo lo que emprendía.

El principal motivo de este trabajo, aunque pueda parecer extraño para el lector, es rendir honor a mi padre, Casto Cuevas González, Dr. Ingeniero Industrial, y que tanto esfuerzo debió realizar en aquellos tiempos, junto a mi madre, para darnos la felicidad que vivimos todos los hermanos. Siempre quise tomar su ejemplo y parecerme a él. Muchas gracias Mamá y Papá. Todo lo que soy, os lo debo a vosotros. Siempre pensé que las personas no mueren mientras se las recuerda. Así, que siempre os llevaré en mi corazón y estaréis presentes en mi día a día.

Todo lo que he logrado, ha sido con el esfuerzo y dedicación que me enseñó mi padre desde que era un niño.

Cuando empecé la Ingeniería Técnica Superior Agrónoma, puse una nota en el panel de corcho que había colgado en la pared, encima de mi mesa de estudio.

Aquella nota, manuscrita de mi puño y letra, y que leía todas las tardes al sentarme a la mesa, decía:

“Hay una fuerza más intensa que la energía nuclear y la electricidad, y es la voluntad”

Albert Einstein

CITAS DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA

1. *"La mejor tierra, para legumbres y cereales, la mediana, para viña y olivares"*
2. *"El buen viñadero, poda en enero y cava en febrero"*
3. *"La viña preciada, en la solana"*
4. *"La labor de la viña, ella lo paga en la vendimia"*
5. *"Si pones vides junto a caminos, perderás muchos racimos"*
6. *"Ni río por vecino, ni viña junto a camino"*
7. *"Viña y moza por casar, son difíciles de guardar"*
8. *"Parra que no brota en abril, poco vino da al barril"*
- 9.- *"Viña muy pamposa, poco racimosa"*
10. *"Da buena cava a tu viña, y tendrás buena vendimia"*
11. *"De viña que no se labra, ni palabra"*
12. *"Tu viña preciada, entrando marzo, labrada"*
13. *"Tu vieja viña, amugronando la harás niña"*
14. *"En tiempo de lluvias y lloviznas, no entres en la viña"*
15. *"Poda corto tu viña, y siempre será niña"*
16. *"Buen podador, buen viñador"*
17. *"El mejor vino no es necesariamente el más caro, sino el que se comparte", George Brassens*
18. *"El vino es la luz del sol, unida por el agua", Galileo Galilei*
19. *"El vino es la leche de los ancianos", Platón*
20. *"El vino siembra poesía en los corazones", Dante Alighieri*
21. *"Si bien la penicilina cura a los hombres, el vino les hace felices", Alexander Fleming*
22. *"Hay más filosofía y sabiduría en una botella de vino que en todos los libros", Louis Pasteur.*
- 23.- *"El vino es la cosa más civilizada del mundo", Ernest Hemingway*
24. *"El vino es poesía embotellada", Robert Louis Stevenson*
25. *"Vieja madera para arder, viejo vino para beber, viejos amigos en quien confiar y viejos autores para leer", Francis Bacon*
26. *"El vino cuando se bebe con inspiración sincera solo puede compararse con el beso de una doncella", Nicanor Parra*
27. *"El vino da brillantez a las campiñas, exalta los corazones, enciende las pupilas y enseña a los pies la danza" José Ortega y Gasset*
28. *"Sé templado en el beber, considerando que el vino demasiado ni guarda secreto ni cumple palabra", Miguel de Cervantes*

RESUMEN

La zona vitícola asturiana, se sitúa en el suroccidente del Principado de Asturias. Se enmarca en la denominada viticultura heroica, por desarrollarse en zona de montaña y fuerte pendiente. Existen diferencias microclimáticas, en función de la ubicación y orografía de cada parcela. Desde tiempos inmemoriales los habitantes locales diferenciaban en el entorno las zonas que consideraban más aptas para la obtención de vinos de mayor calidad, aunque no existía ningún estudio al respecto.

Entre las variedades autóctonas utilizadas en la zona, destacan mayoritariamente el Albarín Blanco y el Verdejo Negro. Estudios previos realizados por investigadores del CSIC no solo describieron las variedades autóctonas (incluidas las dos citadas anteriormente) para que fuesen reconocidas oficialmente, sino que realizaron también una selección clonal de algunas de ellas. Algunos de estos clones fueron transferidos al sector productivo en 2002 e iniciada su comercialización en 2007. La venta de la planta iba asociada a un contrato de experimentación con los viticultores, gracias a lo cual, se pudo establecer una red de cuarenta parcelas, que abarcaban todo el abanico geográfico del área vitícola. En cada una de ellas se plantó un clon de Albarín Blanco y/o otro de Verdejo Negro. Cuatro de estas parcelas se han utilizado para llevar a cabo la parte experimental de esta tesis. En cada una de ellas y para cada variedad, se han tomado datos climáticos y se han estudiado diversos parámetros agronómicos, además de la concentración de polifenoles y la incidencia a diversas enfermedades fúngicas.

Los resultados mostraron que la calidad de la uva viene determinada por el microclima de cada parcela concreta y que los lugares en los que se ubicaban tradicionalmente los viñedos en esta zona (laderas soleadas, en pendiente, etc..), son los más adecuados para obtener vinos de calidad.

La fauna salvaje fuera de control constituye una amenaza de primer orden para la viticultura del suroccidente asturiano, afectando sobre todo a la variedad Albarín Blanco, de maduración temprana y de gran calidad.

Se ha observado una mayor concentración de polifenoles en los mostos de esta zona de montaña y para estas dos variedades, en comparación con los descritos en la bibliografía científica de otras áreas vitícolas.

La concentración de esporas en el aire de los patógenos objeto de estudio, parece no estar ligada a la incidencia de la enfermedad. Existen otros factores con mayor influencia (manejo de cultivo, condiciones microclimáticas, fenología de la planta, residuos en el suelo...).

El mantenimiento en producción de estos viñedos evitará una nueva pérdida de biodiversidad agraria en la especie *Vitis vinifera*, a través de la conservación de estas variedades que forman parte del patrimonio agrícola europeo. Paralelamente contribuirá a la conservación del patrimonio inmaterial asociado a los conocimientos, cultura y tradiciones ligadas a esta vitivinicultura del suroccidente asturiano, y transmitidas de padres a hijos durante muchas generaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. La viticultura asturiana desde la antigüedad hasta finales del S. XX	3
1.2. Viticultura de montaña. Influencia de la orografía y el microclima en el comportamiento agronómico, calidad del vino, composición polifenólica y otros aspectos.....	15
1.3. Enfermedades fúngicas de la vid	23
1.3.1. Mildiu	26
1.3.2. Oidio	30
1.3.3. Podredumbre Gris o Botrytis.....	33
1.3.4. Black-rot o Podredumbre Negra	35
1.3.5. Métodos de lucha	38
1.3.6. Cuantificación de esporas en el aire: Aerobiología y modelos de predicción de enfermedades.....	39
2. OBJETIVOS	45
2.1. Objetivos generales.....	45
2.2. Objetivos específicos	45
3. MATERIAL Y MÉTODOS	49
3.1. Área geográfica y situación de las parcelas de muestreo.....	49
3.1.1. Ubicación de las parcelas experimentales, marco de plantación y otros aspectos	50
3.2. Características climáticas generales de la zona de estudio y datos climáticos recogidos en cada parcela	59
3.3. Características edafológicas generales de la zona y de cada parcela.....	65
3.4. Material vegetal	68
3.5. Manejo del cultivo	69
3.6. Métodos de muestreo y parámetros agronómicos medidos	70
3.7. Método de análisis de los polifenoles en mosto	75
3.8. Métodos de estudio de enfermedades	78
3.8.1. Identificación y cuantificación de la concentración de esporas de los patógenos responsables del Mildiu (<i>P. viticola</i>), Oidio (<i>E. necator</i>) y Botrytis (<i>B. cinerea</i>) en el aire.....	78
3.8.2.- Evaluación de la susceptibilidad a Mildiu, Oidio y Botrytis en campo	82
3.9. Análisis estadísticos.....	83

4.-RESULTADOS	87
4.1. Climatología	87
4.1.1. Temperaturas máximas, mínimas y medias	87
4.1.1.1. Temperaturas medias de las máximas diarias por mes	87
4.1.1.2. Temperaturas medias de las mínimas diarias por mes.....	90
4.1.1.3. Temperaturas medias diarias por mes.....	92
4.1.2. Precipitaciones	95
4.1.2.1. Precipitaciones anuales acumuladas en cada parcela.....	95
4.1.2.2. Precipitaciones mensuales acumuladas en cada parcela.....	95
4.1.3. Humedad media relativa en las parcelas.....	97
4.1.4. Radiación solar media observada en las parcelas	99
4.1.5. Fenómenos adversos críticos	101
4.2. Análisis del suelo	103
4.3. Parámetros agronómicos	106
4.3.1. Parámetros agronómicos en racimo	106
4.3.1.1. Parámetros medidos en racimos en Albarín Blanco	106
4.3.1.2. Parámetros medidos en racimos en Verdejo Negro.....	120
4.3.2. Datos agronómicos en bayas y semillas	128
4.3.2.1. Parámetros medidos en bayas y semillas en Albarín Blanco.....	128
4.3.2.2. Parámetros medidos en bayas y semillas en Verdejo Negro	136
4.4. Parámetros químicos básicos en mosto y rendimiento en mosto yema	144
4.4.1. Parámetros químicos medidos en mosto de Albarín Blanco	144
4.4.2. Parámetros químicos medidos en mosto de Verdejo Negro	149
4.5. Polifenoles en mosto	154
4.5.1. Polifenoles medidos en mosto de Albarín Blanco	154
4.5.2. Polifenoles medidos en mosto de Verdejo Negro.....	158
4.6. Enfermedad	163
4.6.1. Concentración de esporas en el aire.....	163
4.6.2. Evaluación de la enfermedad en campo	171
4.6.2.1. Parámetros medidos en Albarín Blanco.....	171
4.6.2.2. Parámetros medidos en Verdejo Negro	178

5. DISCUSIÓN	189
6. CONCLUSIONES	209
7. BIBLIOGRAFÍA	213

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LA VITICULTURA ASTURIANA DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA FINALES DEL S.XX

La zona vitícola asturiana se localiza en el suroeste del Principado de Asturias. Diferentes barreras montañosas protegen el área vitícola de la entrada de las masas húmedas de la costa. En las laderas soleadas y abrigadas de estos valles, en las que hasta hace pocos años solo quedaban salpicadas pequeñas viñas, vuelven a resurgir otras nuevas, reconquistando poco a poco algunas de las grandes superficies del territorio, que en épocas anteriores estaban tapizadas de viñedos y que ahora se encuentran abandonadas y cubiertas de maleza. La mayoría de ellos se sitúan en zonas de fuerte pendiente, a una altitud superior a los 500 metros sobre el nivel del mar (Martínez y López-Alvárez, 2015).

Desde el siglo IX se encuentra documentada la existencia del cultivo de la vid en el occidente asturiano, aunque se cree que con anterioridad a la época romana ya existía (López-Álvarez, 2022). La expansión de su cultivo fue impulsada en diferentes momentos a lo largo de la historia. Primeramente con la llegada de los monjes benedictinos del monasterio de San Juan de Corias, que contribuyeron a extender las plantaciones en la zona, tal y como relata García (1980a,b), en su magnífico estudio sobre la historia del Monasterio de Corias. Aunque tal y como indica López-Álvarez (2022), en los estudios sobre la expansión del viñedo asturiano solo se menciona el citado monasterio y nunca se hace referencia al papel de otros habitantes de la zona, debido a que no hay, o no ha sido estudiada la documentación medieval al respecto. Lo cierto es que también jugaron un papel importante ciertos nobles y propietarios de grandes extensiones de viñedo en distintos puntos del Concejo de Cangas del Narcea. Así, linajes y familias como los Omaña, Queipo de Llano, Sierra, Pambley, Coque, Llano, Alfonso, Valdés, Florez-Valdés, etc, se agruparon a partir de 1255 en la Puebla de Cangas, fundada por Alfonso X el Sabio siendo propietarios de numerosas viñas en las laderas de los valles de los ríos Narcea, Luíña, El Couto y Cíbea. Muestra de la enorme importancia económica que tuvo en la zona este cultivo y el vino allí elaborado, es el privilegio otorgado por Carlos V (vigente desde 1527 hasta 1834), por medio del cual quedaba prohibida la entrada de vino de León, Bierzo, Castilla, Galicia, o procedente de puerto de mar, en el entorno de una legua, de los lugares donde hubiese viña. Solo una vez agotado todo el vino local, podía entrar vino de fuera, previo pago de un impuesto. Uno de los descendientes de aquellas familias nobles, Álvaro Queipo de Llano,

recibió en 1657 el título de Conde de Toreno, siendo los sucesivos herederos de este título, los mayores productores de vino del Concejo y de Asturias, hasta el siglo XIX. A mediados del siglo XVIII, según el catastro del marqués de la Ensenada (1752), las viñas ocupaban 350 hectáreas y había un total de 68 lagares. Tal y como relata Jovellanos en sus diarios, tras una visita realizada a Cangas durante la vendimia, el 30 de septiembre de 1796, invitado por el Conde de Toreno, el Verdejo Negro era la variedad tinta más extendida en la zona (Jovellanos, 1992).

El siguiente gran impulso vino de la mano de una serie de ilustrados y estudiosos de finales del S. XIX y principios del S. XX como José F. Uría, Nicolás Suárez Cantón, Anselmo González del Valle y José Gómez López-Braña. El primero de ellos, muy interesado por el desarrollo agrario de la zona y que vivió entre 1819-1842, era empleado del Ministerio de la Gobernación, y diputado en Cortes del Partido Moderado por el distrito electoral de Cangas del Narcea. En 1858 fue nombrado director general de Obras Públicas, cargo desde el que hizo una meritoria labor de desarrollo agrario. El segundo, que vivió entre 1815-1878, fue amigo, correligionario político y cuñado del primero. También ocupó importantes cargos en la administración del Estado en Madrid, fue diputado a Cortes por el distrito electoral de Cangas del Narcea y se interesó por la agricultura. En 1866 se jubiló y se retiró a vivir en la villa de Cangas del Narcea, poniendo en práctica las ideas de Uría sobre el cultivo del viñedo y la elaboración del vino, que éste no había podido desarrollar debido a su fallecimiento prematuro. Dichas ideas se basaban en el conocimiento técnico y científico de la época sobre ambos aspectos, información que les llegaba fundamentalmente a través de libros y revistas procedentes de Francia. La puesta en práctica de estos conocimientos, le llevó a elaborar un vino que pronto comenzó a obtener reconocimiento. Así en la Exposición Nacional de 1873, que se celebró en Madrid para productos de agricultura, minería, química y artes gráficas, obtuvo una “mención honorífica”. También en la Exposición Provincial Asturiana, organizada en Oviedo en 1875, recibió un diploma de primera clase. Estos fueron los primeros reconocimientos públicos que obtuvo el vino de Cangas en su historia (Martínez y Pérez, 1999; López-Álvarez, 2022).

Anselmo González del Valle, que vivió entre 1852-1911, fue el siguiente en impulsar, en esta época, la viticultura del suroccidente asturiano (Martínez y Pérez, 1999; Martínez y López-Álvarez, 2015; López-Álvarez, 2022). Compró fincas en la zona hasta reunir una superficie de más de 21 Ha y construyó en la villa una bodega con todos los adelantos de la época. En 1882, contrató en Burdeos a varios técnicos franceses para el cuidado de la viña y la elaboración del

vino, introduciendo en Cangas del Narcea los máximos adelantos y conocimientos de la época, en estos ámbitos. En los veinte años que duró su actividad vitícola no escatimó en gastos y sus prácticas vitícolas y enológicas eran seguidas con máximo interés y copiadas por los viticultores de la época, entre ellos el Conde de Toreno, cuya familia contaba con grandes viñedos y bodega en la zona, desde muchas generaciones atrás (Martínez y López-Álvarez, 2015, López-Álvarez, 2022).

González del Valle músico de profesión y con gran reconocimiento nacional e internacional en este ámbito, fue sin duda el gran modernizador del viñedo en Cangas del Narcea. Promovió el azufrado para prevenir el oídio; practicó la poda temprana de las vides; introdujo la colocación de espalderas con postes de madera e hilos de alambre para sujetar la vegetación, así como la poda Guyot, hecho que cambiará el paisaje del viñedo cangués, antes dominado por las cepas plantadas en vaso (sistema de conducción denominado localmente como de “cepa redonda”). En 1895, dos años después de hacerse pública la presencia de la Filoxera en el concejo, gracias al protagonista del que hablaremos a continuación, González del Valle importó de Burdeos vides americanas, sobre las que injertó las viníferas locales, para evitar esta plaga.

Los vinos de Anselmo González del Valle fueron reconocidos y premiados en diversas exposiciones agrícolas y vitícolas de Francia y España, dando así un gran salto al exterior. En 1895 solicitó «la distinción de una marca de fábrica para sus vinos blancos y tintos, aguardiente y coñac, denominada “Pelagius Rex” (Boletín de la Propiedad Industrial, n.º 216, 16 de agosto de 1895). En estos mismos años, otros personajes colaboraron en la presentación de los vinos asturianos fuera de nuestras fronteras, como Porfirio Ordás Sanmarful, que envió en 1893 una docena de botellas de vino tinto a la Exposición Mundial Colombina de Chicago (López-Álvarez, 2022).

El último impulsor de la viticultura asturiana en esta época fue José Gómez López-Braña, médico de profesión contemporáneo del anterior y que vivió entre 1850-1921. Además de la medicina ejerció otras actividades, siendo por ejemplo profesor de agricultura en el Colegio de Segunda Enseñanza que existía en la villa a finales del siglo XIX. Pero, sobre todo, José Gómez López-Braña dedicó su tiempo a la viña y al vino, que eran labores muy familiares para él, porque las había conocido desde la infancia en su casa. Comenzó esta dedicación hacia 1885. Su formación fue autodidacta, basada en la lectura de los mejores libros y revistas de viticultura franceses, publicados en aquella época. Fue quien descubrió e informó de la primera aparición

de la Filoxera en Cangas del Narcea en 1893 (30 años después de su aparición en Francia y 15 años después de su primera aparición en España), plaga que al año siguiente estaría completamente extendida en la zona. También fue el primer particular que estableció en Asturias un vivero de cepas americanas resistentes a este parásito de la vid. Desde este vivero suministraba planta injertada a toda la zona vitícola asturiana, a diferentes zonas limítrofes de Galicia y León, y a otras. La existencia y radio de acción comercial de este vivero, junto con otros aspectos que actualmente están siendo objeto de estudio y análisis por parte del Grupo VIOR (Misión Biológica de Galicia-CSIC), podrían explicar la existencia de la variedad autóctona asturiana Verdejo Negro y otras, bajo nombres locales diferentes, en distintas áreas vitícolas de comunidades autónomas limítrofes y otras mucho más distantes (Martínez, com. pers.). Lo que le interesaba sobre todo a nuestro viticultor era el cuidado del viñedo, más que la elaboración del vino. En el cultivo de la vid fue donde él puso toda su “inteligencia y actividad” con el fin de perfeccionar e innovar las prácticas habituales de aquellos años, tal y como dejó plasmado en un precioso diario o cuaderno de viña que se ha conservado hasta nuestros días y donde su autor recoge diariamente, con todo detalle, lo que acontecía en sus viñas, variedad por variedad, así como las distintas prácticas que iba utilizando, dejando incluso constancia de sus dudas y pensamientos. Dicho diario ha sido publicado recientemente por López-Álvarez (2022), acompañado por un amplio estudio en el que se describe el contexto en el que fue escrito y que aporta importantes datos sobre la historia de la viticultura asturiana.

Las aportaciones y conocimientos de las personas que se citan en estos últimos párrafos, situaron a la viticultura asturiana entre las técnicamente más avanzadas, en la España de finales del siglo XIX y principios del XX.

La llegada de la minería del carbón a la zona en los años 50 y el éxodo del campo a la ciudad producido en los años 60, llevó al abandono de los viñedos del suroccidente asturiano y a su práctica desaparición en los años 80 del siglo XX (Martínez y Pérez, 1999, 2000). El problema además es que no solo fueron desapareciendo los viñedos, sino también la memoria histórica de la viticultura asturiana, tan floreciente y avanzada en épocas anteriores, tal y como se acaba de exponer. Con las cepas que año tras año se arrancaban o simplemente se abandonaban, iban quedando también en el olvido todos los conocimientos técnicos de los viticultores locales y la experiencia acumulada, que durante muchas generaciones se había ido transmitiendo de padres a hijos y que destacaba por su alto nivel técnico y de conocimiento (Martínez, com. pers.), debido sin duda a la gran influencia que tuvieron en la zona los personajes descritos. Asturias

no aparecía en el catálogo de zonas vitícolas españolas y era frecuente escuchar en los medios de comunicación, o incluso ver escrito en algunos artículos sobre la viticultura de España, que todas las comunidades autónomas tenían viñedo, excepto Asturias. Las generaciones más jóvenes se fueron alejando totalmente de la agricultura y especialmente de la viticultura. La mayoría de los nacidos a partir de los años 60 se dedicaron a la minería del carbón, o a estudiar para marcharse fuera a ejercer distintas profesiones. No tenían ya conocimiento alguno del cultivo del viñedo, ni de las podas y menos de nombres de variedades, y lo que es peor, no les interesaba en absoluto. Únicamente un reducido grupo de ancianos y románticos viticultores, guardaban aún en su memoria, como un gran tesoro, los nombres de las viejas variedades, o las enseñanzas y las historias de los franceses de Don Anselmo, mientras seguían cuidando las pocas viñas que quedaban, y viendo con tristeza que todo aquello desaparecería con ellos y que las laderas antiguamente antes cubiertas de viñedo estaban ahora siendo invadidas por la maleza o por plantaciones de arbolado en el mejor de los casos (Figura 1).

Junto a este grupo, convivía otro que, resistiéndose a perder la tradición y la fiesta que la elaboración del vino suponía, año tras año traían uva de fuera (fundamentalmente de León) y elaboraban su propio vino para autoconsumo.

Ante este panorama y conscientes del tesoro que la antigua viticultura asturiana escondía, a finales de los años 80 (siglo XX), concretamente desde finales de 1986, se inicia la recuperación de este patrimonio perdido (Martínez, 2005; Martínez et al., 2005b, 2009) y con ello el nuevo impulso de esta viticultura de la mano de M^a del Carmen Martínez, científica del CSIC, que comenzó un trabajo de prospección por los pocos viñedos que quedaban, recogiendo las variedades y describiéndolas para que fuesen reconocidas oficialmente en el marco legal establecido para la viticultura, tras la entrada de España en la Unión Europea (1986) (Martínez y Pérez, 1999, 2000; Martínez et al., 2005b; 2007; 2009; 2013; Gago et al., 2009a, b; Santiago et al., 2010). Paralelamente realizó entrevistas a los viticultores locales más ancianos, con el fin de recuperar también la memoria histórica perdida sobre los aspectos técnicos y manejos del viñedo llevados a cabo en la viticultura asturiana, hasta la primera mitad del siglo XX, que habían permitido alcanzar un alto nivel de modernización y de adaptación a las características de particulares de la zona (“Carmen Martínez, la maga de las cepas centenarias”, https://www.facebook.com/elpaise semanal/videos/carmen-mart%C3%ADnez-la-maga-de-las-cepas-centenarias/10155702760052184/?locale=es_LA).

Tras más de doce años de prospecciones y estudios, la primera descripción de estas variedades y el reconocimiento del carácter autóctono y único de algunas de ellas como el Albarín Blanco, Albarín Negro, Verdejo Negro y Carrasquín fue publicada en la revista científica *American Journal of Enology and Viticulture* bajo el título “The forgotten vineyard of the Asturias principedom (North of Spain) and ampelographic description of its grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.)” en el año 1999, seguido de un libro al año siguiente (Martínez y Pérez, 2000), en el que se recogían imágenes de los diferentes órganos de cada variedad (hojas, racimos, bayas,...) así como otros aspectos de la desaparecida viticultura asturiana. Es importante señalar en este punto, que la legislación europea que entró en vigor con la incorporación de España a la Unión Europea, no permitía ni permite plantar cualquier variedad de vid en cualquier lugar y que para que se autorice a cultivar una variedad concreta en cualquier punto del territorio, y poner después el nombre en la etiqueta de sus vinos, debe estar previamente descrita e incluida en el registro español y europeo de variedades de vid de interés comercial. Las variedades asturianas no aparecían ni siquiera descritas, aunque Suarez Cantón (1879a, b) citase el nombre de algunas de ellas en un artículo de tres páginas publicado en la *Revista de Asturias*, a finales del siglo XIX. Los trabajos realizados por los científicos del CSIC, fueron por lo tanto claves e imprescindibles para la recuperación de los viñedos asturianos y para que los actuales viticultores y bodegueros puedan hoy vivir de ello y comercializar sus vinos, amparados bajo una Denominación de Origen, como se explicará más adelante. Siguiendo con los estudios realizados desde el CSIC sobre la recuperación de la viticultura asturiana, otro paso importante fue el establecimiento en 1989 de una pequeña parcela experimental (en colaboración con un propietario de la zona) en el corazón del área vitícola asturiana (Carballo-Cangas del Narcea), en la que se plantaron, en igualdad de condiciones, ejemplares de todas las variedades recogidas en el suroccidente asturiano. En 1993, se estableció en Pontevedra en la Misión Biológica de Galicia (CSIC), la colección de variedades de vid del CSIC, en la que además de las variedades gallegas, se introdujeron las asturianas (<https://vior.mbg.csic.es/variedad-vid/>). De igual modo, desde el CSIC se enviaron, en distintas épocas, ejemplares de estas variedades asturianas a la colección nacional de “El Encín” (actualmente IMIDRA), en Alcalá de Henares (Madrid) y a la del “Rancho de la Merced” (actualmente IFAPA), en Jerez de la Frontera (Cádiz), así como a la estación de “Viticultura y Enología de Galicia”, en Leiro (Orense). En las instalaciones de la Misión Biológica de Galicia (CSIC), se conserva además una colección de fotografías y dibujos científicos descriptivos de

los diferentes órganos (brotes, hojas, racimos, bayas, semillas,...) de cada una de éstas variedades, junto con un herbario y una colección de semillas, procedentes de las cepas originales que fueron localizadas y estudiadas en campo entre 1986 y 1992.

A partir del año 2000, en que la Dra. Martínez funda el Grupo de Viticultura (actualmente Grupo VIOR-Viticultura, Olivo y Rosa), junto con los científicos que se van incorporando en distintas épocas, se realizaron numerosos trabajos sobre diferentes aspectos relacionados con la viticultura asturiana, tales como comportamiento agronómico (Martínez et al., 2005b, 2007; Santiago et al., 2005a, b; Gago et al., 2009 a, b; Alonso-Villaverde et al., 2010; Santiago et al., 2010) perfil molecular de cada variedad (Santiago et al., 2005a, b; Gago et al., 2009b; Martínez et al., 2010; 2018), evaluación de su nivel de sensibilidad a las enfermedades de mayor incidencia en la viticultura mundial (Boso et al., 2013; Boso et al., 2015, 2016), selección clonal (Martínez et al., 2005a, b, 2007; 2010), etc.

Conscientes de la necesidad de dar a conocer la importancia de la viticultura de esta zona, no solo en el ámbito científico, sino también al público en general, a los agricultores de la zona y a las administraciones, los científicos llevaron a cabo diversas actividades de divulgación de estos resultados, a través de la organización “*in situ*” de talleres, jornadas, conferencias, y otras iniciativas, como la donación en octubre de 2010, al recién creado museo del vino de Cangas del Narcea, del siguiente material: 8 láminas de dibujos científicos originales, a color, de los racimos y las hojas típicas de las distintas variedades; 16 fichas descriptivas; 160 fotografías de los distintos órganos de cada variedad (brote, inflorescencia, hoja, pubescencia de hoja al microscopio, cepa con racimos, racimo, baya y semilla); 48 carpetas con brotes, hojas y raspones herborizados, de cada variedad, así como algunos ejemplares vivos como planta de algunas variedades que se plantaron alrededor del museo (Figura 2).

Paralelamente a todo ello, se llevaron a cabo también diversas actividades de transferencia. Así, tras realizar una selección clonal de las variedades autóctonas asturianas que los científicos consideraron de mayor interés comercial por la calidad de los vinos que producían, bajo las condiciones edafoclimáticas de esta zona vitícola de montaña, varios de estos clones se transfirieron en febrero de 2002, mediante la firma de un contrato de licencia de explotación entre el CSIC y Viveros Provedo S.A., que era de los pocos que estaban oficialmente reconocidos en España como vivero multiplicador y seleccionador de vid en aquel momento. Se iniciaron así los trámites de certificación y posterior comercialización de dichos clones, a

través del citado vivero, obteniendo 8 de ellos el sello de material certificado e iniciando su comercialización en el año 2007 (Martínez et al., 2007). Durante los primeros años, la venta era restringida, de manera que solo se vendían en la zona vitícola asturiana y se firmaba un contrato de experimentación con cada uno de los compradores. Estos a su vez se comprometían a facilitar a los científicos en el futuro, la entrada en las parcelas en las que habían sido plantados estos clones para la realización de observaciones y la toma de datos y pequeñas cantidades de muestras. Entre 2007 y 2011, se firmaron más de 40 contratos de experimentación con otros tantos viticultores locales, procurando dar preferencia a aquellos cuyas parcelas estaban situadas en distintos puntos geográficos. El objetivo era disponer en el futuro de una red de parcelas que recogiese todo el abanico de la geografía vitícola de la zona, de manera que posteriormente se pudiesen realizar diferentes estudios (tales como esta Tesis) en distintas ubicaciones.

Conforme los resultados de los trabajos científicos se iban divulgando e iban llegando al público en general, a los agricultores, a la administración, a los políticos, asociaciones, etc, comenzó a surgir el interés por plantar de nuevo viñas en el suroccidente asturiano, aunque de la mano, en muchos casos, de personas que nunca habían tenido contacto con el cultivo del viñedo. Algunos procedían de la minería, que en esa época ya había entrado de lleno en la crisis del carbón y buscaban otras alternativas diferentes en la zona, ya no solo para ellos, sino para sus descendientes. La primera viña que se estableció en esta nueva etapa, además de la parcela experimental de Carballo, en la que los científicos del CSIC llevaban trabajando desde el año 1989, fue la de la bodega Chacón Buelta en el año 2001, en el Concejo de Ibias y para cuya plantación, el grupo de investigación del CSIC no solo cedió planta, sino que fue personalmente a plantarla, junto con el joven viticultor (que compaginaba este trabajo con la minería) y su familia (Figura 2). Paralelamente, desde la administración asturiana se había iniciado el proceso legal de solicitud de una Denominación de Origen. En el año 1999 fue aprobada la Indicación Geográfica Protegida, “Vino de la tierra de Cangas”; En el año 2014 la Denominación de Origen (D.O.) protegida de “Cangas” (<https://docangas.es/las-bodegas/>). Actualmente hay ocho bodegas dentro de esta D.O y una que no está en D.O., pero que cultiva también el viñedo en la zona y elabora vinos de mesa, dentro de la normativa establecida para ello. Otras iniciativas como la creación de la cofradía del vino o la fiesta de la vendimia en 2009, el establecimiento de la ruta del vino en 2009, o la inauguración del museo del vino en 2010, han contribuido también a recuperar esta zona vitícola y ponerla en valor.

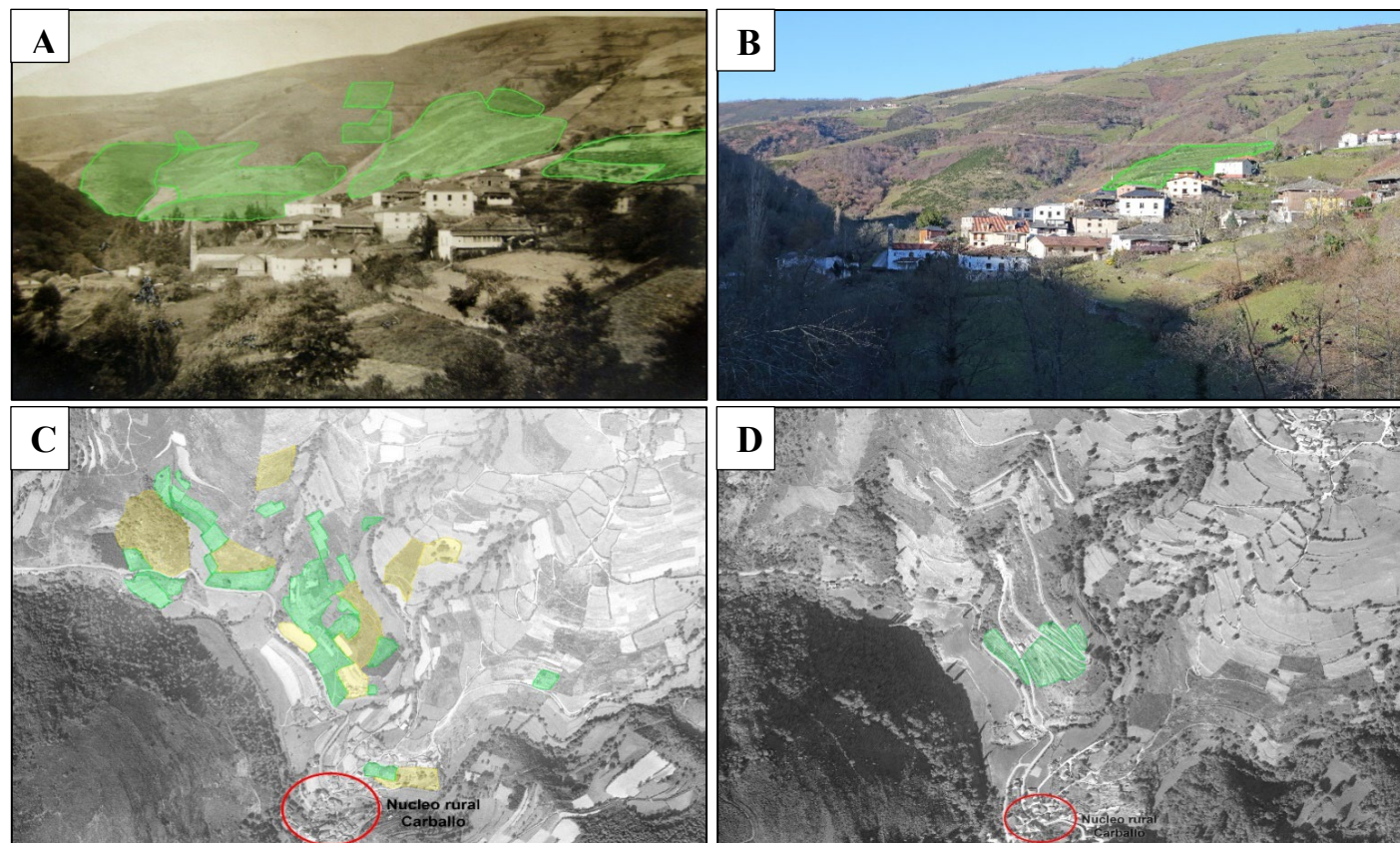


Figura 1. Imágenes antiguas sobre la existencia del cultivo de la vid, en diferentes épocas, en la parroquia de Carballo (Cangas del Narcea). A: Pueblo de Carballo en 1878, con laderas cubiertas de viñedo, corroborado con testimonios de vecinos locales. B: Pueblo de Carballo en 2023, con las actuales parcelas de viñedo marcadas C: Pueblo de Carballo en 1970, ortofoto obtenida por vuelo 1 de enero de 1970 (https://sig.asturias.es/fototeca/V1970T/V1970T_0001_0201_4337.jpg) con las parcelas de viñedo existentes en la época marcadas (información corroborada con testimonios de vecinos locales). D: Pueblo de Carballo en la actualidad (2023), imagen obtenida por Google Earth Pro en febrero de 2023 con las parcelas de viñedo actuales marcadas.



Figura 2. Divulgación de los trabajos científicos por parte del grupo VIOR. A y B: Talleres científicos; C y D: Charlas y conferencias al público en general, a los agricultores, a la administración, a los políticos, asociaciones, etc. E: Plantación por parte del grupo VIOR de la primera viña establecida por la bodega Chacón Buelta en el año 2001, en el Concejo de Ibias. F: Inauguración del museo del vino en 2010. (Imágenes cedidas por el grupo VIOR-CSIC).

Tal y como apuntaba Martínez y Pérez (1999) en su libro “La vid en el Principado de Asturias. Descripción ampelográfica de las variedades”, la política de arranque de viñedos por la Unión Europea emprendida en los años 90 no intentaba llevar a cabo un arranque indiscriminado sino eliminar aquellas zonas vitícolas y variedades que producían vinos de baja calidad y sustituir

esas superficies por otras con variedades y un manejo de cultivo que permitiese obtener vinos originales y de alta calidad. Señalaban estos mismos autores que:

“Según el informe sobre delimitación de las zonas vitícolas de la Comunidad, y para hacer el reglamento enteramente aplicable a España desde la campaña 1986/1987, el Consejo (CEE) estimó necesario determinar las zonas vitícolas de España con efecto al primero de septiembre de 1986, denominando como “zona Cla” en España a las superficies plantadas de viñedo de las provincias de Asturias, Cantabria, Guipúzcoa, A Coruña y Vizcaya (OIV, 1987).

Según el artículo 29 del R. (CEE) 337/79, modificado por R. (CEE) 454/80 y CEE 1987/80, en lo que afecta a la zona vitícola CI, la categoría “a” incluye las superficies (INFE, 1986):

- Para las que los estados miembros hubieran reconocido o tengan intención de reconocer la aptitud para la producción de “vinos de calidad producidos en regiones determinadas”.*
- En colinas o laderas.*
- En terrenos poco profundos, con buen drenaje y con numerosos elementos gruesos y adecuados para la producción de vino con un grado alcohólico volumétrico natural medio no inferior al 9%*

A su vez, la Oficina Internacional de la Vid y el Vino (OIV) de la que España es miembro, en su 67 Asamblea General (Roma, 1987), afirmada en la Resolución nº 4 (OIV, 1988), que “la viticultura de montaña (en fuerte pendiente) representaba una actividad particularmente meritoria, que constituía un elemento de patrimonio de antiguas civilizaciones, una forma insustituible de agricultura para la salvaguarda del territorio, para el mantenimiento de la estabilidad del suelo, de la ruralidad y del equilibrio socioeconómico de las poblaciones de montaña”. De igual modo se pone de manifiesto en dicha Resolución “que la viticultura de montaña es una rama especializada que demanda atenciones específicas en la preparación de los suelos para plantar viñedos, en la selección y adaptación de las variedades de montaña, en la adopción de los diferentes tipos de mecanización de los viñedos, de la profesionalidad y del amor del viticultor de montaña por su trabajo”.

Este mismo Organismo, en las resoluciones de su 69 Asamblea General (Luxemburgo, 1989), reconoció a los países miembros “evitar la banalización de los vinos de todas las variedades autóctonas de vid” (OIV, 1989).

- *“Por medio de la búsqueda de la mejor adaptación de las variedades al terreno”.*
- *“Por medio del redescubrimiento y la salvaguarda de las variedades autóctonas de vino de calidad original en los países de larga tradición vitícola”.*
- *“Por el equilibrio del rendimiento y vigor de las vides y por la mejora de las condiciones de la recolección y vinificación de las variedades de vino de calidad media, actualmente plantadas sobre superficies importantes, con vistas a obtener productos de mejor calidad”.*

Sin embargo, por lo que se refiere a los datos oficiales y a la legislación española que afecta al viñedo asturiano, la confusión es de tal magnitud, que ni siquiera se sabe a ciencia cierta que variedades se cultivan, cuales son autóctonas, cuales son capaces de producir vinos de buena calidad y cuales no, etc.

Una muestra clara de esta confusión son los datos que aparecen en el Catastro vitivinícola de la Provincia de Oviedo (Ministerio de Agricultura, 1981). De la lista de nueve variedades que figuran en dicho Catastro, seis de ellas (Cariñena Blanco, Fogonell, Monastrell, Perruno, Picapoll blanco, Verdejo Blanco), no se conocen en la zona con ese nombre, ni con sinónimos de los que allí se cultivan, mientras que otras que están ampliamente extendidas y cultivadas (Albarín Blanco, Albarín negro, Albarín francés, Albillo, Cabernet, Carrasco, Negrona, Moscatel de grano pequeño blanco y rojo y Verdejo tinto), no aparecen en la lista.”

1.2. VITICULTURA DE MONTAÑA. INFLUENCIA DE LA OROGRAFÍA Y EL MICROCLIMA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO, CALIDAD DEL VINO, COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA Y OTROS ASPECTOS.

Las perspectivas de futuro y las propuestas de recuperación señaladas por los citados autores, a finales de los años 90, fueron puestas en práctica posteriormente, evitando así su total desaparición y dando lugar al resurgimiento de la viticultura del suroccidente asturiano.

Actualmente la viticultura asturiana está incluida en lo que se denomina “viticultura heroica”, término que incluye los viñedos de montaña, en fuerte pendiente y de pequeñas islas y que supone un 5% de la viticultura mundial. Dicho término fue propuesto en 1987 por el CERVIM (Centro de Investigación, Estudio, Salvaguarda, Coordinación y Valorización de la Viticultura de Montaña), con sede en el Valle de Aosta (Italia), bajo los auspicios de la OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino) (<https://www.cervim.org/fr/a-propos/cervim>).

Entre las características comunes de los viñedos amparados bajo esta categoría, destacan las siguientes: su pequeño tamaño, condiciones climáticas limitantes, variedades autóctonas y con un alto nivel de adaptación a la zona, difícil o imposible mecanización, etc (<https://www.cervim.org/fr/a-propos/cervim>). Aunque se sabe que las características climáticas de los concejos asturianos que conforman la zona vitícola, son idóneas para el desarrollo de la vid, no se conocen con exactitud las condiciones concretas de las distintas subáreas de cada uno de ellos, debido a la ausencia de estaciones agroclimáticas, hasta hace apenas unos años. Por consiguiente, no se dispone de una secuencia histórica mínima de parámetros climáticos de las zonas sometidas a estudio.

Por otro lado, en la viticultura de montaña, no solo influyen las condiciones climáticas generales de la zona, sino que el microclima de cada viñedo juega un papel muy importante en el desarrollo del cultivo. Así en función de la altitud, la orografía, o la pendiente del terreno, una parcela puede estar más o menos abrigada de los vientos, recibir mayor o menor insolación, soportar un mayor o menor riesgo de heladas, etc. Todo ello no solo afecta a la maduración de la uva y por lo tanto a las características agronómicas, enológicas, concentración de polifenoles, etc, sino también a las condiciones de desarrollo y multiplicación de los distintos patógenos causantes de las enfermedades de la vid.

Según Martínez y Perez (1999, 2000), las viníferas existentes en estos viñedos a finales del siglo XX, eran las autóctonas Albarín Blanco (Blanca), Albarín Negro (Tinta), Verdejo Negro (Tinta) y Carrasquín (Tinta), además de otras foráneas llegadas a la zona en distintas épocas. Algunas de estas últimas mantuvieron sus nombres originarios completos al llegar a la zona vitícola asturiana como el Moscatel de Grano Menudo Blanco (Blanca), o el Moscatel de Grano Menudo Rojo (Rosada). En otros casos, mantuvieron solo parte del nombre, como el Cabernet (Cabernet Sauvignon) (Tinta), o adquirieron nombres locales distintos, como la Garnacha Tintorera (Alicante Henri-Bouschet) (Tinta), Albillo (Chasselas Doré) (Blanca), o Blanca Extra (Palomino Fino) (Blanca). Caso aparte es la Mencía (Tinta), cuyo origen todavía no está claro, aunque se sabe que llegó a Galicia (concretamente al Barco de Valdeorras), a finales del siglo XIX y que en Asturias los viticultores diferenciaban varios tipos de Mencías (Mencía Pata de Perdiz, Menciona...) (Martínez et al., 2006). Las variedades autóctonas de cultivo mayoritario actualmente en la D.O. Cangas son el Albarín Blanco y el Verdejo Negro, además del Albarín Negro y Mencía. Algunas de las variedades existentes en esta zona como es el caso del Albarín Blanco entre las blancas y el Verdejo Negro entre las tintas, presentan un alto nivel de adaptación al microclima característico de esta área vitícola de montaña, tal y como han demostrado diferentes autores (Gago et al., 2009a, b; Santiago et al., 2005b; Santiago et al., 2010). Otras, sin embargo, son de ciclo más largo y algunos años presentan problemas de corrimiento en primavera como es el caso del Albarín Negro, o de maduración como Carrasquín (Martínez et al., 2013).

La relación suelo-clima-planta conforma en su conjunto lo que se denomina “*terroir*”. La influencia del “*terroir*” en el comportamiento agronómico de una variedad ha sido estudiada por diversos autores (Murisier et al., 1982; Fregoni, 2000; Fregoni y Marengi, 2005; Andrés de Prado et al., 2007; Van Leeuwen y Seguin, 2006; Mezzatesta et al., 2022) y determina la adecuación para su cultivo o la potencialidad que puede alcanzar una variedad de vid en uno u otro ambiente. Asimismo, las diferencias que a menudo se pueden observar al comparar el comportamiento agronómico de una misma variedad cultivada en distintos lugares, dan idea de la adaptación de las variedades a su zona de origen o cultivo tradicional, pudiéndose observar desequilibrios en los parámetros agronómicos en muchos casos, cuando se intenta iniciar el cultivo de una variedad, exportándola a otra área vitícola de características edafoclimáticas completamente diferentes a las de su lugar de origen (Maigre *et al.*, 1998, 1999, Andrés de Prado et al., 2007; Perin et al., 2019; Lubin et al., 2022).

Tal y como indica Martínez (2021), es frecuente que cada zona vitícola española cuente con una o varias viníferas con larga tradición de cultivo y alto nivel de adaptación a su área de origen. Algunas de ellas ocupan amplias extensiones de viñedo como Airén, que es la variedad con la mayor superficie plantada en un solo país (España). Otros casos como son Bobal en La Mancha y diversas zonas de Levante; Palomino en Andalucía; Parellada en Cataluña; Tempranillo en Rioja y Ribera del Duero; Albariño en Galicia; Mencía en León y Galicia; Verdejo Blanco en Rueda; o Garnacha en Aragón, ocupan extensiones más o menos grandes, estando su conservación y continuidad completamente asegurada hoy por hoy. Hay sin embargo otras minoritarias que han sido recuperadas gracias al trabajo laborioso y de muchos años de los científicos españoles, que en la antigüedad incluso eran muy apreciadas, pero que en la actualidad únicamente se conservan en colecciones o bancos de germoplasma. Se trata en muchas ocasiones de variedades que producen vinos de la máxima calidad, pero que son poco fértiles o extremadamente delicadas de manejo, o muy sensibles a alguna de las enfermedades llegadas a Europa en los últimos 150 años, o que simplemente están adaptadas a zonas de difícil orografía y es exclusivamente allí donde expresan sus mejores propiedades.

La experiencia acumulada después de muchos años trabajando en la conservación en colecciones o bancos de germoplasma vivos, de las variedades de vid recuperadas, llevan a concluir según la citada autora que no es suficiente con mantenerlas en este tipo de instalaciones y aconsejan compaginar este tipo de conservación con el cultivo por parte de los viticultores de distintas zonas, aunque sea a pequeña escala, éste es precisamente el objetivo de la iniciativa alemana “*on farm*” (Maul et al., 2019) en la que también está incluida alguna de las bodegas de la zona vitícola asturiana (<https://www.ecpgr.cgiar.org/working-groups/vitis/grapeonfarm>).

Afortunadamente, a pesar de las dificultades y del riesgo que supone, ciertos viticultores y bodegueros han apostado por cultivar algunas de ellas y comercializar sus vinos. Este es el caso del Albarín Blanco o Verdejo Negro en Asturias.

En estas zonas vitícolas de montaña, algunos de los parámetros climáticos como la temperatura, la humedad, las horas de sol, la intensidad lumínica, etc., varían enormemente, en distancias de pocos metros, en función de la orografía. Existen diferentes múltiples trabajos sobre zonas vitícolas de montaña que demuestran como las condiciones edafoclimáticas (Bergqvist et al., 2001; Cortell y Kenedy, 2006; Chorti et al., 2010; Guidoni et al., 2012; Tomasi et al., 2015; Vaudour et al., 2015; Van Leeuwen et al., 2018; Mezzatesta et al., 2022), las condiciones de la

parcela (altitud, orientación) (Berly et al., 2010, 2015; Alonso et al., 2016; Doupis et al., 2020) así como el manejo de cultivo (poda o sistema de conducción) (Reynolds et al., 2013; Brillante et al., 2016; Lu et al., 2021; Gatti et al., 2022; Sams et al., 2022), tienen efectos en la composición de los mostos y vinos.

Resulta por tanto fundamental, disponer de estaciones agroclimáticas instaladas en los propios viñedos, que suministren datos, que a su vez, permitan entender y controlar el comportamiento del cultivo, en unas condiciones tan particulares.

Con relación a la influencia del microclima en los polifenoles presentes en la uva, comenzaremos diciendo que desde el punto de vista químico, los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas. Se clasifican como compuestos no flavonoides y flavonoides (Zamora, 2003). A su vez, los No flavonoides se dividen en ácidos fenólicos (ácidos benzoicos y ácidos cinámicos) y estilbenos. Por otro lado, los flavonoides se dividen en flavonoles, flavonas, flavanoles (catequinas y taninos condensados), antocianos, flavanonas, isoflavononas (Figura 3).

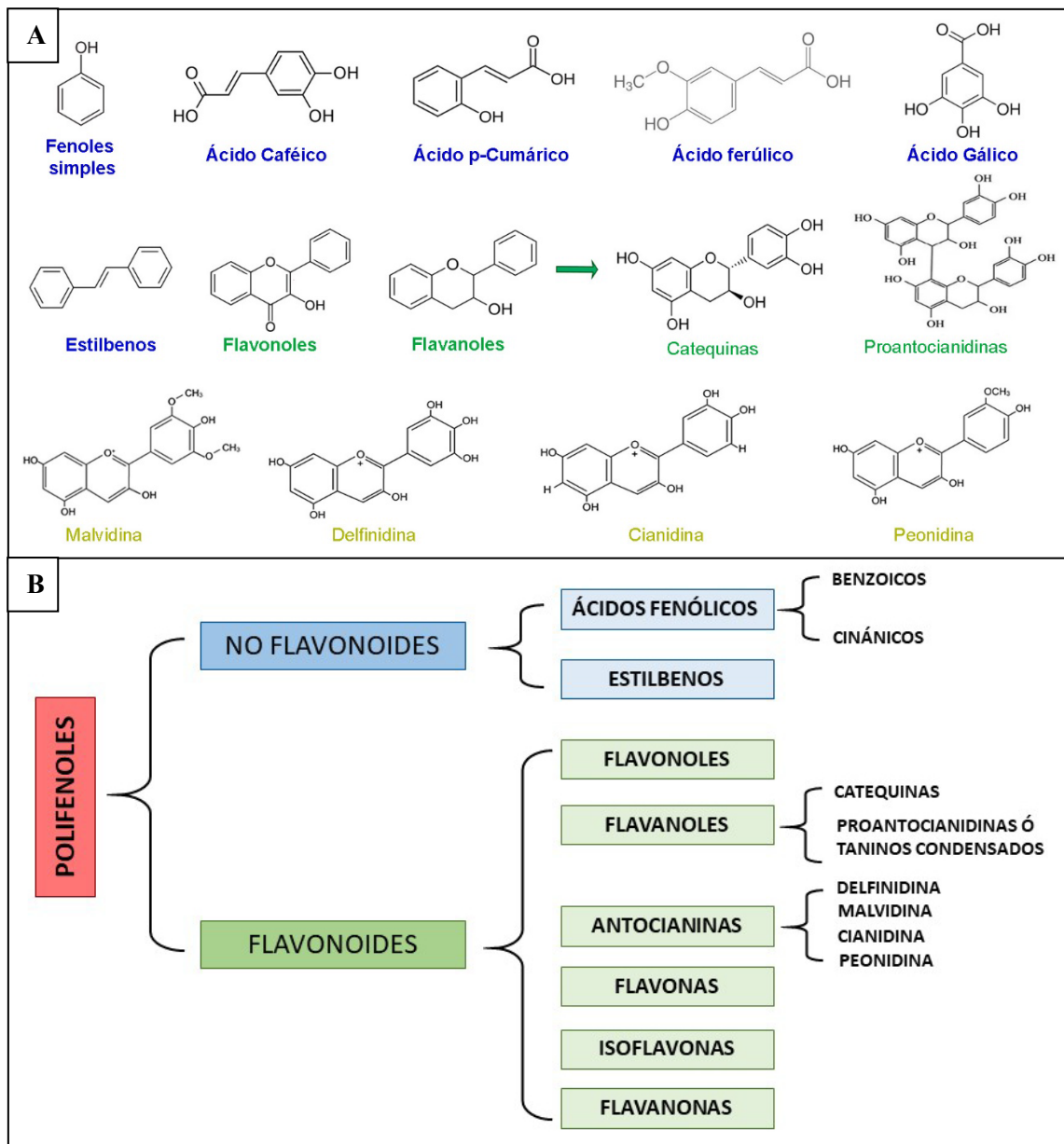


Figura 3. A: Estructura química de diversos polifenoles, los cuales aparecen en las plantas de vid B: Clasificación de los polifenoles presentes en la uva y el vino. (Imágenes decidas por el grupo VIOR-CSIC).

Los polifenoles son compuestos que están presentes de forma natural en prácticamente todos los vegetales, cereales y frutas, y en gran parte de los productos obtenidos a partir de ellas tales como el vino, el vinagre y otros obtenidos de la uva (Alonso et al., 2002; Skrede y Wrolstad, 2002; Zhu et al., 2014). Las propiedades antioxidantes de los polifenoles se estudian actualmente con gran interés, tanto en la industria de la alimentación, debido a su actividad como conservantes, como en campos relacionados con la salud, por sus propiedades

beneficiosas para muchas cuestiones relacionadas con este ámbito. En la región Mediterránea, el vino y las uvas constituyen una de las fuentes más importantes de estos compuestos. *Vitis vinifera*, contiene una gran variedad de polifenoles, y son numerosos los estudios aparecidos en los últimos años sobre su elevada actividad antioxidante, antitumoral e inmuno-estimulante (Craig, 1999; Middleton et al., 2000; Manach et al., 2004; Schroeter et al., 2006; Potenza et al., 2007; Perez-Vizcaino et al., 2009; Brunetti et al., 2013; Sharma et al. 2018, Durazzo et al. 2019; Lucarini et al. 2021; Núñez-Iglesias et al. 2021; Boso et al., 2022). Son también importantes para la fisiología de las plantas, pues forman parte de los mecanismos de defensa de estas frente a diversos patógenos, insectos, y distintos estreses ambientales (altas temperaturas, radiación ultravioleta, salinidad, ...) (Mori et al., 2007; Ahma et. al 2015; Song et al., 2015 ; Carew et al., 2013 ; Zarrouk et al., 2016; Nel, 2018 ; Lubin et al., 2022).

Diferentes autores han identificado y estudiado estos compuestos en las semillas de vid, en los hollejos, mosto o en el vino (Escribano Bailón et al., 1995; Santos-Buelga et al., 1995; Cheynier et al., 2000; González-Manzano et al., 2004; Gómez-Míguez et al., 2007; Lu et al., 2021). El interés en estos compuestos, en los últimos años, ha ido en aumento a medida que se conocían sus excelentes propiedades antioxidantes y efectos beneficiosos para la salud.

Las bayas, contienen compuestos no flavonoides en la pulpa, hollejos y semillas (Figura 4). Los compuestos flavonoides se encuentran también en todas las partes citadas anteriormente excepto en la pulpa. El 60-70% de los polifenoles que poseen las uvas se encuentran en las semillas y son derivados de flavan-3-ol. Se sabe que las semillas de vid contienen flavonoides (4-5%), incluyendo kaempferol-3-O-glucósidos, quercetin-3-O-glucósidos, quercetina y miricetina. También son una importante fuente de compuestos fenólicos monoméricos como el ácido gálico, catequinas, epicatequinas, procianidinas, etc... (Jordão et al., 1998; Nassiri-Asl et al., 2016).

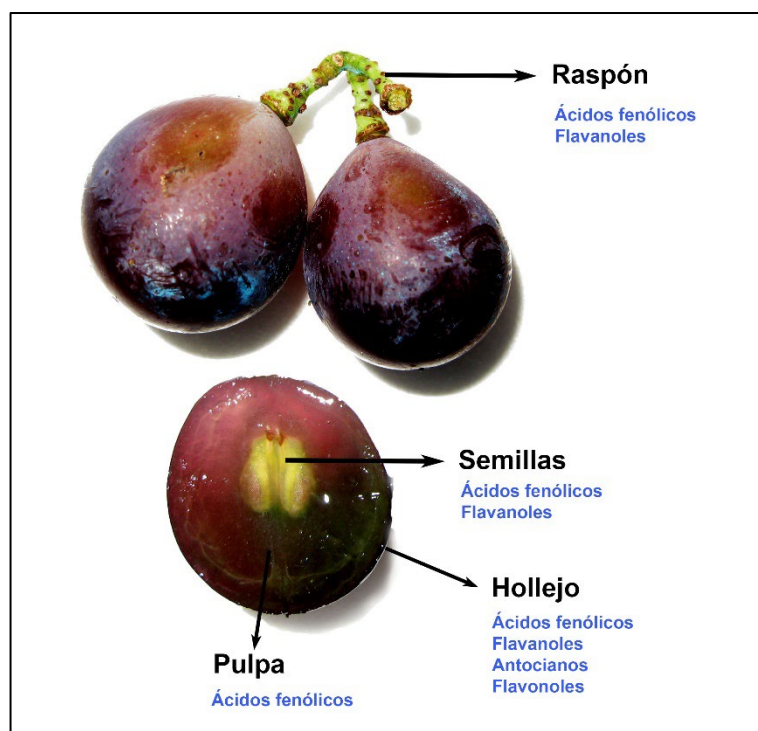


Figura 4. Distribución de los principales compuestos fenólicos presentes en la uva de Verdejo Negro. (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

Por otro lado, el color del vino tinto se debe a la presencia de las antocianinas, en forma libre y combinada con las procianidinas, que aportan los componentes que dan color rojo, amarillo y azul al vino. Las procianidinas y flavonoles aportan los colores amarillos al vino.

Trabajos realizados por diferentes autores en variedades blancas como Albariño, Loureira, Viura, Savagnin Blanc, (González-Manzano et al., 2004; Lomolino et al., 2010; Ruzic et al., 2011) demuestran que éstas presentan mayor concentración de proantocianidinas en la piel (hollejos), en las semillas y en los mostos que las variedades tintas, las cuales poseen mayor cantidad de antocianos. Estos mismos autores y otros como Boso et al. (2022), demuestran sin embargo que, por un lado, la concentración en proantocianidinas es baja en los vinos con respecto a la que presentan las semillas y hollejos de las uvas. Boso et al. (2022) y otros autores (Rodríguez-Montealegre et al. 2006; Baiano et al., 2009; Atanacković et al., 2012; Darra et al., 2016; Piccardo et al., 2019; Izcara et al., 2021), también señalan que los vinos tintos presentan una mayor concentración de proantocianidinas que los blancos, debido al proceso de elaboración, ya que en blancos el mosto fermenta sin el contacto con el bagazo (pasta formada por hollejos y semillas), mientras que en tintos la fermentación del mosto se lleva a cabo en presencia del bagazo. En cuanto las levaduras fermentativas comienzan a transformar el azúcar

del mosto en alcohol, éste, debido a su alto poder extractivo, provoca la salida hacia el vino de determinados compuestos presentes en los hollejos y semillas que constituyen el bagazo. En algunos casos estos compuestos, entre los que se encuentran los polifenoles, pueden desnaturalizarse o transformarse, debido a los cambios de temperatura, que aumenta durante la fermentación, o a su interacción con otros compuestos.

La mayor o menor concentración de polifenoles en la uva está ligada a diversos factores como la variedad, las condiciones climáticas en las que crece y madura (clima, suelo, orientación, altitud,...), o el manejo de cultivo (tipo de poda, tipo de conducción, riego, abonado, aclareos, deshojado...), que por tanto van a determinar la composición final de mostos y vinos (Seguin, 1986; Van Leeuwen y Seguin, 2006; Rebolo et al., 2007).

Diferentes trabajos (Jones y Davis, 2000; Chuine et al., 2004; Jones et al., 2005; Jones, 2007, 2010, 2015; Mori et al., 2007; Dalla Marta et al., 2008; de Orduña, 2010; Caffarra y Eccel, 2010, 2011; Bock et al., 2011; Eccel et al., 2016; Pieri et al., 2016; Wu et al., 2016; Gashu et al., 2020; Morales-Castilla et al., 2020; Suter et al., 2021) demuestran que el aumento de la temperatura acelera la maduración de la uva, afectando a sus características y propiedades condicionando por tanto las características del vino. En condiciones de temperaturas elevadas, el contenido en azúcares de la uva aumenta respecto al contenido de antocianos, y como consecuencia, los vinos alcanzan un mayor grado alcohólico y un menor contenido en polifenoles totales. Cada vez son más los estudios que indican que las características climáticas (temperatura y humedad del aire) y de los suelos (composición mineral y propiedades fisico-químicas) en zonas altas o de montaña, podrían ser las más adecuadas para obtener vinos con ciertas características atractivas para los mercados actuales (menor graduación alcohólica), que no se pueden obtener en viñedos situados a menor altitud y con temperaturas y grados de insolación más elevados (Berli et al., 2010; Sánchez-Monfort et al., 2020; Droulia et al., 2022; Mezzatesta et al., 2022).

Berli et al. (2008, 2013, 2015), ha demostrado que el alto nivel de radiación UV-B aumenta los algunos polifenoles en los hollejos de las bayas de diferentes variedades tintas y que también afecta al crecimiento vegetativo y al rendimiento en frutos (Kg uva/cepa). Además, los altos niveles de estas radiaciones en combinación con otros estreses abióticos, como un moderado estrés hídrico, puede causar una mayor reducción de los pigmentos fotosintéticos de clorofila y un aumento en la acumulación de algunos polifenoles en los hollejos de la baya, aunque con

una disminución en el rendimiento (kg uva/cepa) (Berli et al., 2015; Alonso et al., 2016; Doupis et al., 2020).

1.3. ENFERMEDADES FÚNGICAS DE LA VID

La especie *Vitis vinifera*, es sensible a numerosas enfermedades causadas por diferentes patógenos, como Mildiu (*Plasmopara viticola* (Berk & Curtis) Berl. & de Toni1), Oídio (*Erysiphe necator* Schw. (sinónimo *Uncinula necator*) Burr.), Black-rot (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz) o Botrytis (*Botrytis cinerea* Pers.) (Pérez Marín, 1998; Galet, 2000; Hidalgo e Hidalgo, 2011). Las tres primeras llegaron a Europa a finales del siglo XIX, procedentes de América. Rápidamente se extendieron por todo el continente y en pocos años invadieron todos los viñedos incluidos los asturianos (Martínez et al., 2013). Entre la llegada del Oídio y del Mildiu, llegó la Filoxera, producida por un insecto (*Phylloxera vastatrix*) que atacaba a las raíces de las viníferas y que obligó a injertar las cepas de los viejos viñedos europeos en portainjertos de especies americanas que eran resistentes a esta plaga. Entró en Europa con plantas importadas de los Estados Unidos, alrededor de 1863. A partir de 1868 destruyó rápidamente los viñedos del sur de Francia, provocando una espectacular exportación de vinos de España y la gran expansión y desarrollo del viñedo de nuestro país. La plaga entró en España diez años más tarde, en 1878, por tres focos: Gerona, Málaga y la frontera portuguesa del Duero, pero su difusión fue relativamente lenta, pues tardó más de 45 años en llegar al corazón de La Mancha. Las zonas más tardíamente afectadas (Rioja, Cariñena, Requena, Jumilla, Tierra de Barros y La Mancha) conocieron una fuerte expansión de sus viñedos, aprovechando la destrucción que padecían los de Cataluña, Andalucía o la cuenca del Duero (Piqueras-Haba, 2005). En los viñedos asturianos de Cangas del Narcea, como ya se ha indicado, fue detectada por primera vez por Gómez López-Braña, 30 años más tarde de su entrada en Francia (López-Álvarez, 2022). Según Piqueras-Haba (2005), llegó al suroccidente asturiano desde el foco procedente de Portugal, que una vez atravesada la frontera se dividió en dos vías. Una de ellas continuó por los viñedos del Barco de Valdeorras (1887) y El Bierzo (1889), atravesó las fuentes del Sil y cruzó la cordillera Cantábrica hasta llegar al valle del Narcea. La segunda vía continuó río abajo desde Trives, invadió los viñedos de Quiroga y Monforte y llegó al Ribeiro del Miño en 1887 (Chantada y Ourense).

U3C En los viñedos asturianos la entrada de la Filoxera no fue quizá tan devastadora como en otras zonas, porque durante esos treinta 30 años que tardó en llegar, los ilustrados viticultores

asturianos de los que se ha hablado en capítulos anteriores, que eran ávidos lectores de todo cuanto se publicaba en Francia sobre esta plaga y que estaban al día de todos los adelantos que los científicos franceses de la época iban publicando (López-Álvarez, 2022), se fueron preparando y poniendo en práctica en sus viñedos las últimas técnicas y conocimientos. Sobradamente conocido era ya el remedio contra la Filoxera y en cuanto se detectó la primera planta contaminada, se emprendió de inmediato el proceso del injerto con patrones americanos. Algo parecido ocurrió también en muchas otras zonas de España, tal y como recogen diversos autores ya en aquella época (Janini, 1923) y muchos otros en la actualidad (Martínez y López-Álvarez, 2015; Piqueras-Haba, 2005), que hablan de los beneficios de la citada crisis fitosanitaria (Filoxera) y otras que la precedieron (Oídio) y la siguieron (Mildiu, Black-rot), en el plazo de muy pocos años. Esta situación límite y de emergencia en el viñedo, al igual que lo que vivimos actualmente con la crisis del COVID en humanos, trajo por un lado la implicación de todos los científicos y expertos de la época en la búsqueda de soluciones y por otro la inmediata puesta en práctica por parte de los viticultores de todo el mundo, remedios que se iban desarrollando. Todo ello dio lugar a grandes avances en la viticultura, como jamás antes se había hecho con ningún otro cultivo, situándolo a partir de entonces en la vanguardia del ámbito agrario.

Como se indica en el párrafo anterior, antes de la Filoxera, había llegado a Europa el Oídio, en 1845, a través de unos invernaderos de Margate (Inglaterra). Durante un tiempo se experimentaron, sin éxito, numerosos remedios hasta que Keyle, un horticultor inglés, propuso el uso del azufre en 1846 como remedio contra este hongo. Su uso se puso en duda durante mucho tiempo, hasta que Charmeaux en 1853 demostró su eficacia, siendo aplicado masivamente a partir de 1857 (Pouget, 1990). Planchon (1878), describió por primera vez su presencia en Europa (Francia), parece ser que, buscando soluciones a la Filoxera, se introdujo el Mildiu en plantas de especies americanas, que ellos utilizaban para realizar los injertos de *Vitis vinífera*, extendiéndose por toda Francia y después resto de Europa, entre 1878 y 1884. En 1885 Millardet publicaba la eficacia del cobre como tratamiento preventivo y Vermorel presentaba en el mercado la sulfatadora para aplicar el denominado caldo bordelés (Foëx, 1891).

El Black-rot o podredumbre negra, cuenta Foëx (1891) que fue descubierta en Europa por Viala, Ravaz y él mismo en Francia en el mes de agosto de 1885, en unos racimos que envió a la

escuela de agricultura de Montpellier un viticultor de Ganges (departamento del Hérault). A partir de 1887, comenzó a aparecer en muchos otros puntos de Francia y desde allí se extendió al resto de Europa. La enfermedad había llegado también desde América, en algunas de cuyas regiones estaba ampliamente extendida y provocaba, junto con el Mildiu, grandes pérdidas. Poco después de su llegada, los científicos de la época comprobaron que los mismos tratamientos aplicados al Mildiu, eran eficaces también contra el Black-rot.

La Botrytis sin embargo, es una enfermedad que existía ya desde la antigüedad en nuestro continente. De los problemas que causaba este hongo en determinadas variedades, y en distintas zonas, de cómo el hombre seleccionaba para su cultivo las menos sensibles, o cómo utilizaba determinadas técnicas para disminuir su efecto en los racimos, nos dan ya cuenta autores como Plinio el Viejo (23–79 d.C.) (Traducción Hernández y Huerta, 1999) o Abu Zaccaria (siglo XII) (Abú Zacaria, 1878) (Edición Bouteleau, 1878, basado en traducción de Banqueri, 1802). Independientemente de su antigüedad en los cultivos (poco más de 150 años las dos primeras enfermedades), lo que es cierto, es que actualmente, tanto unas como otras, constituyen un gran problema en la viticultura mundial, provocando grandes pérdidas cada campaña y acrecentándose sobre todo en zonas de montaña., ya no por sus condiciones climáticas, que en general tampoco son las más óptimas para el desarrollo e infección por parte de estos patógenos, salvo en algunos puntos concretos donde se generan microclimas especialmente óptimos, sino por lo dificultoso y caro que resulta la aplicación de tratamientos en zonas como éstas, prácticamente imposibles de mecanizar.

Los síntomas de cada una de estas enfermedades (tal y como se detalla a continuación) son variables dependiendo del órgano que afecten (hoja, brote, y racimo...) (Galet, 1995; Pérez Marín, 1998).

Los trabajos que viene desarrollando el grupo VIOR del CSIC en la zona objeto de estudio (Boso et al., 2013, 2014b, 2016; Fernández, 2014), ponen de manifiesto que algunos años, las condiciones climáticas son propicias para que se produzcan ataques de mayor o menor severidad de algunas de estas enfermedades. La temperatura y la humedad son los dos factores más importantes para su desarrollo, aunque también influyen otros como la luz, el viento, el tipo de suelo, las prácticas culturales, etc.

1.3.1. Mildiu

El Mildiu es una de las enfermedades criptogámicas que mayores daños causa en las cosechas a nivel mundial, está provocado por el oomycete *Plasmopara viticola* (Berk & Curtis) Berl. & de Toni. Se conoce también con otros nombres locales como “Mildeu” o “Mildíu”, “niebla”, “añublo”, “falso Oídio”, etc., dependiendo de la zona vitícola. Como ya se ha indicado, aparece en Europa en épocas relativamente recientes, concretamente fue Planchon quien lo observó por primera vez en Francia (Gironde) en 1878. Su llegada a Europa causó grandes daños en la especie *Vitis vinifera*, a la que pertenecen todas las variedades utilizadas para la elaboración de vinos y a que son todas sensibles a este patógeno, aunque unas en mayor medida que otras (Boso et al., 2006). Esta enfermedad puede ocasionar grandes pérdidas de producción y de calidad en las plantas afectadas. Donde más a menudo y con mayor facilidad ataca el Mildiu a la planta de vid, es en las hojas y en los racimos. Este patógeno, tiene dos fases, una asexual y otra sexual (Figura 5). Al llegar el otoño, inverna en forma de oosporas (formas de resistencia sexuales) que permanecen en el suelo o en los sarmientos durante la época invernal, mientras las condiciones son adversas. En primavera, cuando los brotes han alcanzado una longitud entre 8 y 10 cm y las condiciones climáticas son las idóneas (temperatura mínima 11–13 °C y precipitación de al menos 10 mm durante 1 o 2 días), las oosporas germinan, emitiendo esporangios que a su vez liberan zoosporas que se transportan por el aire, agua, etc hasta las distintas partes verdes de la planta. Una vez allí, pueden germinar y penetrar a través de un estoma, (siendo imprescindible para ello la presencia de agua líquida), desarrollándose un micelio que se introduce y se ramifica entre las células que conforman los tejidos de las hojas. Este micelio está compuesto por una serie de filamentos denominados hifas y dotados de unos órganos chupadores (haustorios), a partir de los cuales extraen las sustancias nutritivas de las células. Cuando el micelio adquiere un desarrollo conveniente, aparecen por el envés de la hoja las fructificaciones del hongo, esporangióforos y esporangios, en cuyo interior se sitúan las zoosporas que constituyen el inóculo para ciclos sucesivos de infecciones secundarias. La duración de cada ciclo varía entre 5–18 días, dependiendo de la temperatura, humedad o susceptibilidad de cada variedad (Rumbolz et al., 2002). Para que tenga lugar una contaminación primaria, es necesaria la existencia de oosporas maduras, precipitaciones superiores a 10 mm y temperaturas superiores a 12 °C.

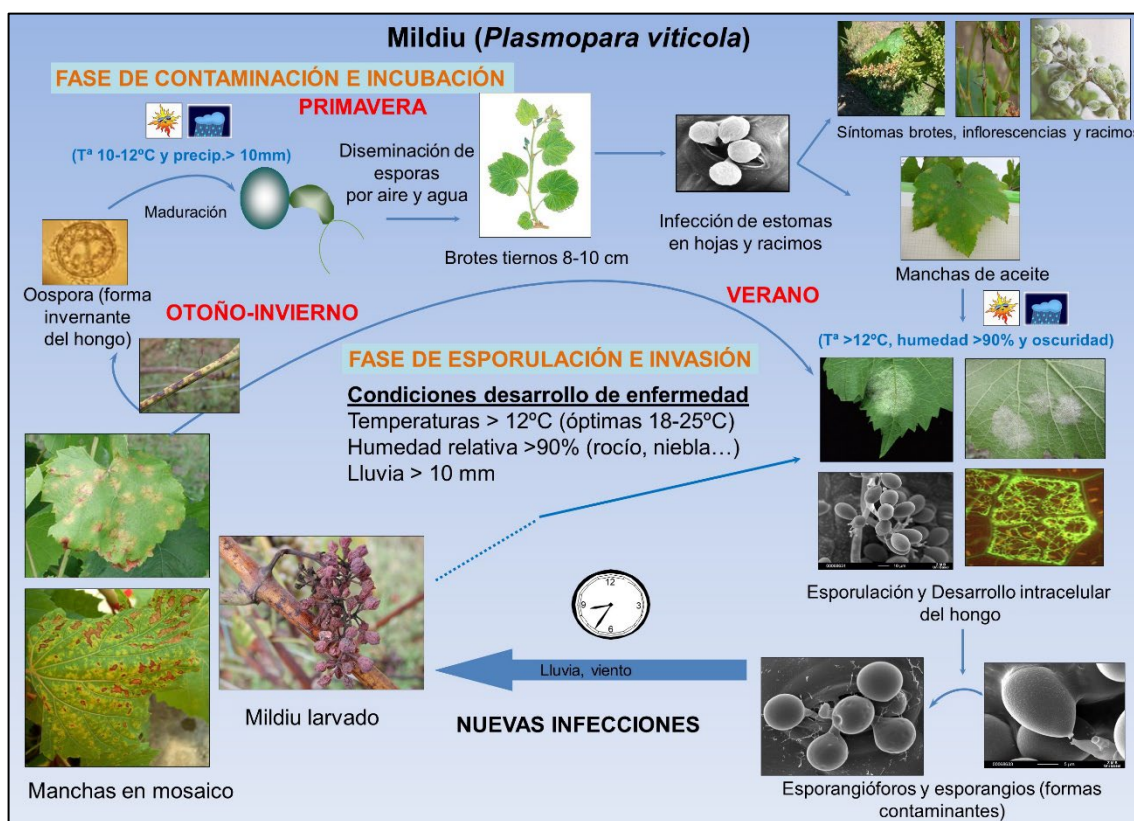


Figura 5. Ciclo biológico del Mildiu (*Plasmopara viticola*). (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

Las condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de *P. viticola* son una temperatura de 25 °C, con una humedad relativa superior al 75 %. Temperaturas inferiores a 10 °C o superiores a 30 °C, inhiben la germinación de los esporangios. (Pearson & Goheen, 1996; Pérez Marín, 1998).

La sintomatología que presenta es muy diversa (Figura 6). En hoja, los síntomas se observan primeramente sobre el haz, en la parte del limbo situada entre los nervios principales y, con mayor frecuencia, en la parte más próxima al borde de la hoja. Se distinguen fácilmente por la aparición de las denominadas «manchas de aceite», circulares y de color amarillento, como consecuencia de la interrupción de la llegada de la clorofila. Más tarde, adquieren un color pardo-rojizo y, al final del ciclo vegetativo, aparecen manchas de forma poligonal, que son más pequeñas y no localizadas (necrosis de las células), lo que se conoce también con el nombre de «Mildiu de otoño» o «Mildiu de mosaico». En el envés de la hoja, se observa a los pocos días de la infección, la presencia de una pelusilla blanquecina, constituida por numerosos filamentos ramificados, que son las hifas del patógeno. En racimo, esta enfermedad se manifiesta de dos

formas, dependiendo de su estado vegetativo. Cuando los racimos son atacados de forma precoz, antes de la floración, se observa un polvillo grisáceo, que continúa con la típica curvatura en “S”, así como el oscurecimiento del raquis. Este período se conoce con el nombre de “Mildiu gris del racimo”. Después del cuajado el ataque se puede iniciar en el raquis y pasar a las bayas a través de los pedicelos. Cuanto más jóvenes sean los racimos, más graves son los ataques. En el caso de ataques tardíos, cuando el grano ha alcanzado el tamaño de un guisante, los racimos no se recubren de la típica pelusilla blanquecina, sino que se arrugan, adquieren un color pardo y se secan, dando lugar a lo que se denomina “Rot marrón”. Esta fase de la enfermedad es la que se conoce con el nombre de “Mildiu larvado” (Galet, 1995).

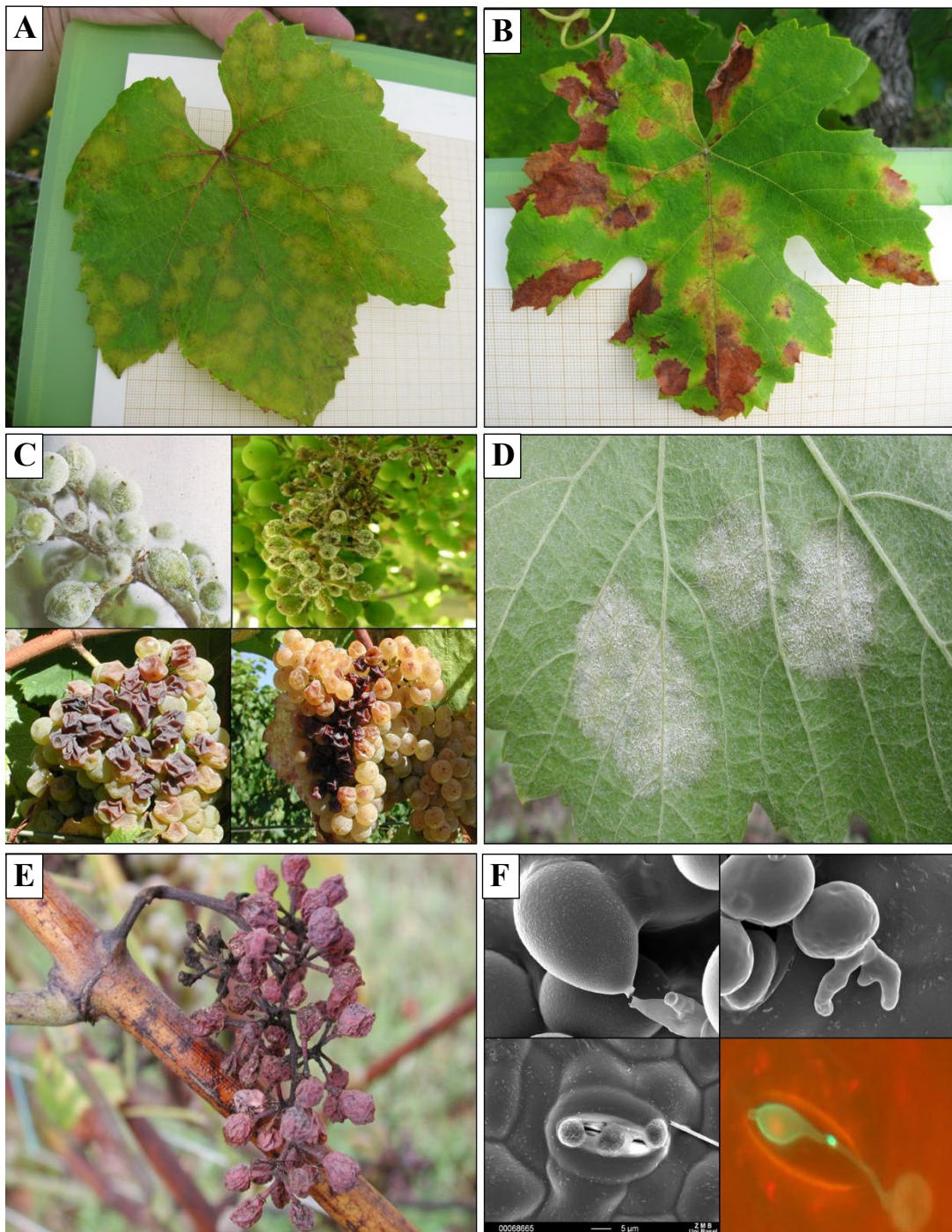


Figura 6. Síntomatología del Mildiu en hojas y racimos. A: Manchas de aceite; B: Mildiu en mosaico; C: Mildiu en racimo; D: Esporulación envés de la hoja; E: Mildiu larvado; F: Detalle de esporangióforos y penetración de la zoospora por las estomas. (Imágenes cedidas por el grupo VIOR-CSIC).

1.3.2. Oídio

El Oídio, causado por el patógeno *E. necator*, es una de las enfermedades fúngicas más comunes en los viñedos de zonas cálidas, aunque en determinados años también provoca numerosos daños en zonas vitícolas más húmedas, como Asturias o Galicia (norte y noroeste de España). Se la conoce también localmente con otros nombres como «ceniza», o «cenicilla». Su presencia entre las viníferas es relativamente reciente, ya que como se indica anteriormente, llegó en Europa a finales del siglo XIX (Galet, 1995). Las especies americanas son resistentes, mientras que todas las variedades pertenecientes a la especie *Vitis vinifera*, son sensibles en mayor o menor medida. *E. necator* se puede conservar bien como micelio, asociado a yemas infectadas del año anterior, y/o como cleistotecios, los cuales se desarrollan en hojas y otros órganos aéreos de la vid (Figura 7). En zonas húmedas es posible que las ascosporas constituyan la principal fuente de inóculo primario (Pearson & Gadoury, 1987; Jarvis et al., 2002), mientras que en zonas más secas es el micelio asociado a yemas infectadas, la principal fuente de inóculo primario (Pearson & Gärtel, 1985). El ataque del hongo sobre las hojas y brotes se traduce en un menor desarrollo de estos órganos con el consiguiente debilitamiento de la planta (Figura 8). En los racimos los ataques son mucho más dañinos y la susceptibilidad varía a lo largo del ciclo vegetativo, alcanzando la máxima susceptibilidad entre cuajado y el envero (Ypema & Gubler, 2000; Gadoury et al., 2001a). En esta fase, las bayas sufren un daño considerable, empezando por cubrirse de un polvo grisáceo, deteniendo su crecimiento y terminando por agrietarse y dejando la semilla al descubierto. Este proceso favorece además la entrada de otros patógenos como la Botrytis (*B. cinerea*). En algunos casos, el daño puede afectar muy negativamente a las cualidades organolépticas del vino (Amati et al., 1996; Gadoury et al., 2001b). Entre los factores ambientales que limitan el desarrollo del Oídio, se encuentran la temperatura, la precipitación y la humedad relativa. Temperaturas mayores de 15 °C favorecen el desarrollo y propagación del hongo, encontrándose el rango óptimo entre 24 y 27 °C. Por encima de 33 °C se inhibe la germinación de las conidias. La existencia de un cierto grado de humedad es suficiente para la germinación y desarrollo de *E. necator*, mientras que la precipitación excesiva tiene un efecto negativo en el desarrollo del Oídio. Por este motivo la infección es más severa en climas secos.

Tal y como ya se ha comentado en párrafos anteriores, para esta enfermedad y para Mildiu, la mayoría de las variedades de la especie *Vitis vinifera*, L. son altamente susceptibles, mientras que por el contrario, las variedades de las especies americanas o asiáticas (*V. aestivalis*, *V. arizonica*, *V. berlandieri*, *V. rupestris*, *V. candicans*, *V. cinerea*, *V. cordifolia*, *V. riparia*, *V. rotundifolia*) son altamente resistentes. Sin embargo, dentro de viníferas se puede hablar de diferentes niveles o grados de susceptibilidad varietal. Así, por ejemplo, la variedad Albariño es más susceptible a Mildiu y Oídio que el Cabernet Sauvignon que es una de las viníferas menos susceptible a ambas enfermedades. En algunos casos el nivel de susceptibilidad incluso puede ser diferente entre los clones de una misma variedad (Boso et al., 2004, 2006; 2008). Dentro de las variedades resistentes también existen diferentes niveles de resistencia (Wan et al., 2007; Cadle-Davidson et al. 2011; Prajongjai et al., 2014; Gaforio et al., 2015; Atak, 2017).

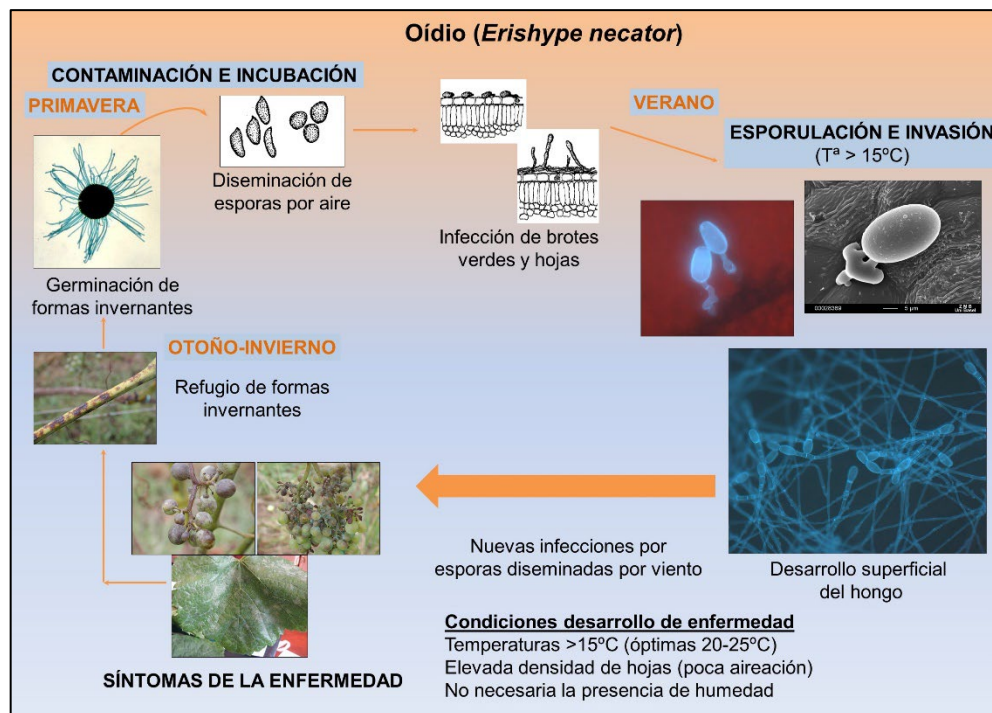


Figura 7. Ciclo biológico del Oídio (*Erisshype necator*). (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

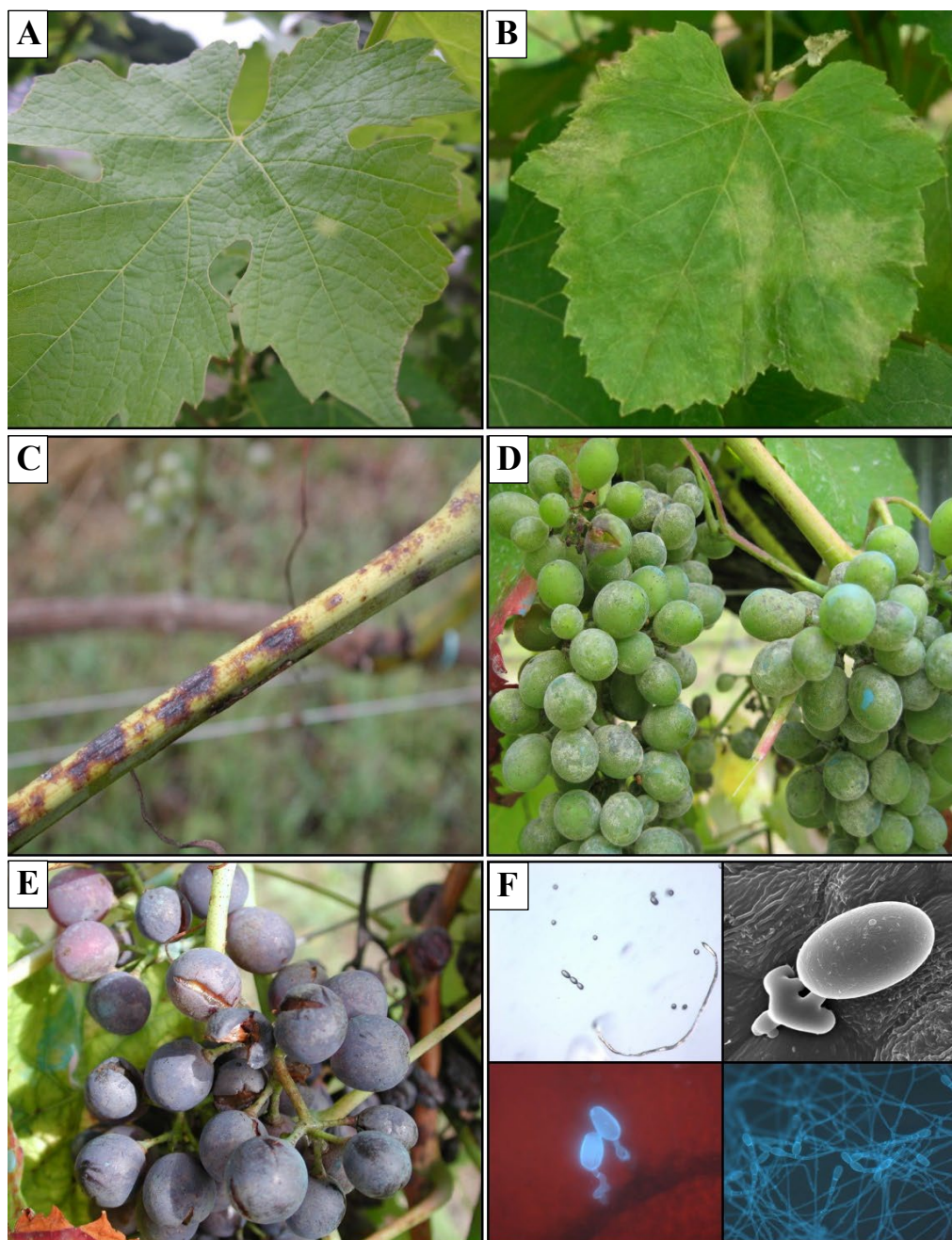


Figura 8. Síntomas de Oídio en diferentes órganos de la planta. A y B: hojas con manchas de aceite; C: tallo del pámpano con manchas de color pardo rojizo por la presencia de esclerocios; D: racimos con polvillo gris debido a las esporas del Oídio; E: detalle de racimo con bayas agrietadas por el efecto del hongo. F: foto superior izquierda conidias del hongo a microscopía óptica; foto superior derecha detalle de una conidia a microscopía electrónica introduciendo su apresorio en el tejido de la hoja; foto inferior izquierda detalle de conidias mediante microscopía de fluorescencia; foto inferior derecha detalle de micelio mediante microscopía de fluorescencia. (Imágenes cedidas por el grupo VIOR-CSIC).

1.3.3. Podredumbre gris o Botrytis

La Botrytis, producida por el hongo *B. cinerea* (Galet, 2000), existía en Europa desde la antigüedad. De hecho, algunos de sus síntomas ya aparecen descritos por Plinio el viejo (23-79 d C) en su obra “Historia natural”, en el capítulo referido a la vid (Plinio Segundo, Cayo (23-79dC), traducido por Hernández y Huerta (1999), por Abu Zacaria en el siglo XII, cuyo libro de agricultura fue traducido del árabe por Banqueri en 1802 y posteriormente publicado un “arreglo” por Boutelou, a partir de la traducción de Banqueri (Abu Zacaria/Banqueri, 1878), o por Alonso de Herrera en 1513 en su libro “Agricultura General”, del que la Real Sociedad Económica Matritense, publicó una edición en 1818, adicionada en el capítulo de viticultura, por Simón de Rojas Clemente (Alonso de Herrera, 1818). Es una de las enfermedades más importantes a nivel vitícola mundial, con especial incidencia en zonas húmedas donde generalmente produce daños muy significativos en las cosechas, además de reducir considerablemente la calidad del fruto y del vino. Aunque puede afectar a todos los órganos verdes de la planta, donde realmente se producen daños importantes es en los racimos. El hongo se conserva durante el invierno en forma de esclerocios, restos de micelio, o esporas en sarmientos y residuos infectados de la temporada anterior (Figura 9), de aquí que se desaconseje la práctica de reincorporar al suelo, triturada o en forma de compost la madera de poda o los restos de la vendimia y de la elaboración del vino. En primavera, cuando se producen las condiciones óptimas, estas estructuras invernales germinan produciendo gran cantidad de esporas (conidias), que son diseminadas por las gotas de lluvia y viento, infectando los tejidos de hojas, flores y racimos. Las condiciones óptimas para la infección son: temperaturas entre 15 a 20°C y presencia de agua, o al menos 90% de humedad relativa, durante unas 15 horas. Una vez producida la infección, el tubo germinativo de las conidias penetra en las bayas, por lo general, a través de microfisuras producidas por la caída de partes florales, y por los estomas, en el período previo al cierre de racimo. Además, el daño producido por otras enfermedades como el Mildiu o el Oídio, o por heridas causadas por insectos y pájaros, facilita la entrada de la enfermedad en el fruto. A partir del envero o en vendimia, el hongo segrega enzimas que facilitan la penetración directa a través de la epidermis de las bayas, pudiendo provocar la pérdida total de la cosecha en muy pocos días, si no se han aplicado los tratamientos fitosanitarios adecuados, en el momento de mayor riesgo y con la suficiente antelación para mantener el plazo de seguridad asociado al producto que se haya aplicado.

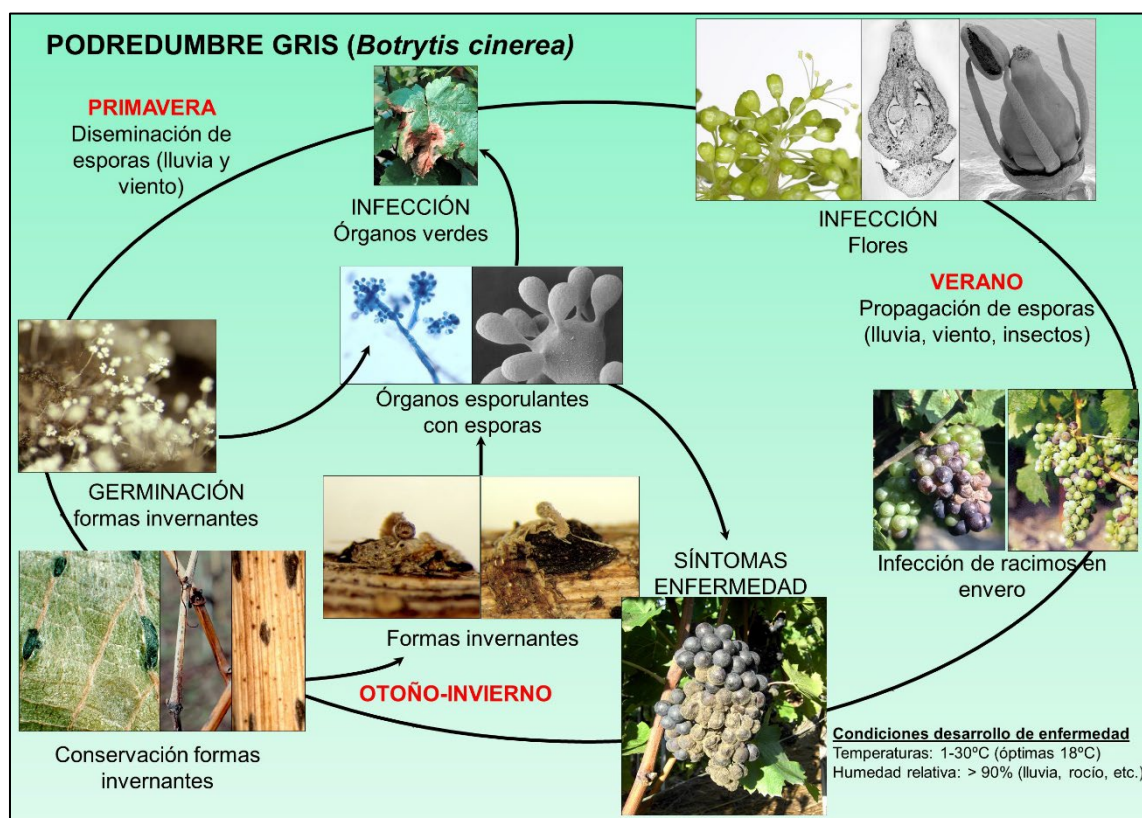


Figura 9. Ciclo biológico de *Botrytis* (*Botrytis cinerea*). (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

La sintomatología de la *Botrytis* es muy diversa (Figura 10). En hoja se producen necrosis, con aspecto de quemaduras, por el borde del limbo y recubiertas de un polvillo gris oscuro, en condiciones de humedad. Los brotes jóvenes presentan manchas alargadas de color chocolate recubiertas de pelusilla gris, y los sarmientos, manchas negras y alargadas sobre fondo blanquecino, que producen un mal agostado y poca consistencia de los mismos. En los racimos, durante el periodo entre la floración y el cuajado, aparecen manchas de color chocolate sobre las inflorescencias y en los raspones. En el periodo entre el envero y la maduración, se desarrolla un moho grisáceo característico sobre los granos, apareciendo éstos con un aspecto de pudrición (Galet, 1995).

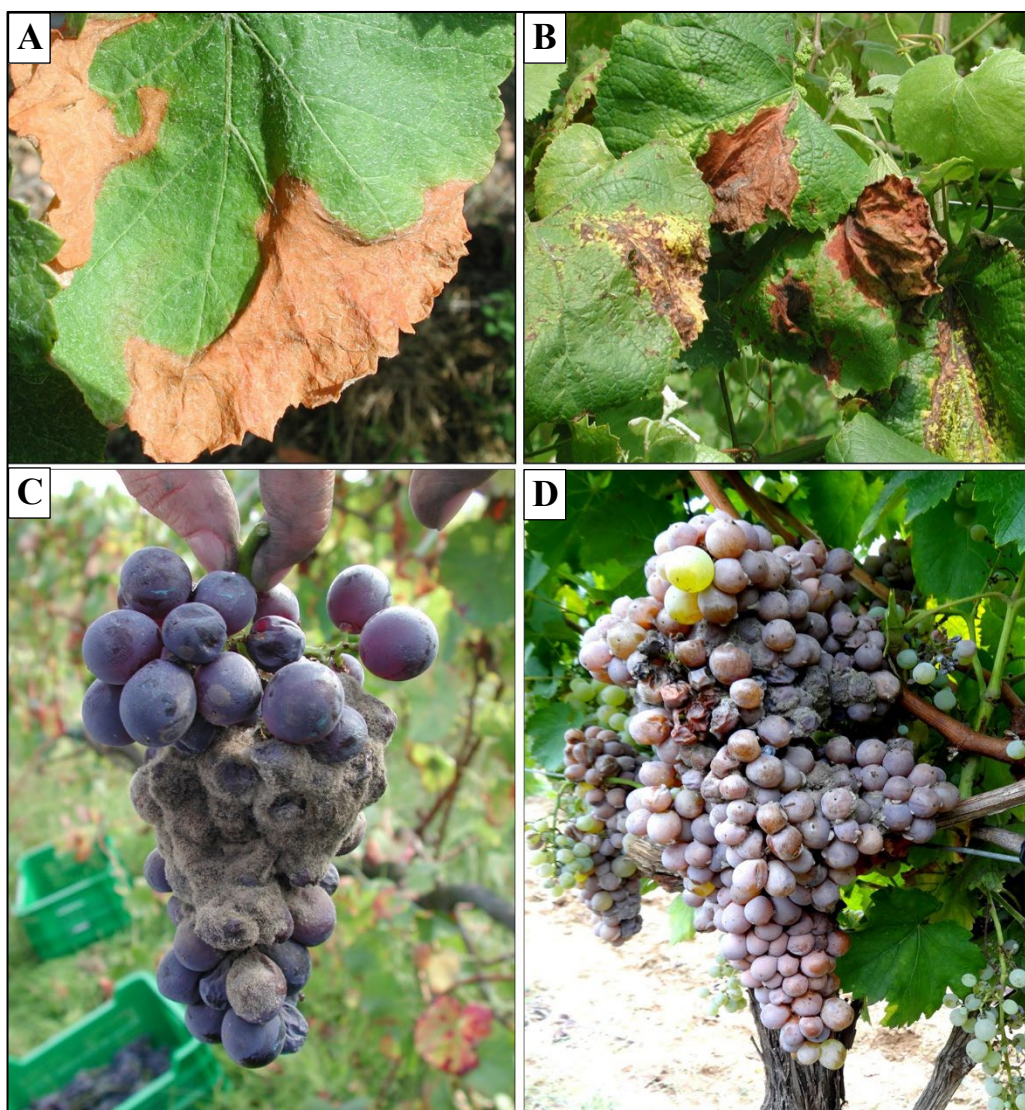


Figura 10. Sintomatología de Botrytis en hojas (A y B) y en racimo (C y D). (Imágenes cedidas por el grupo VIOR-CSIC).

1.3.4. Black-Rot o Podredumbre Negra

El Black-rot es una enfermedad originaria de América del Norte, causada por el hongo *Guignardia Bidwellii*. Provoca daños en distintas partes de la planta, como los pámpanos, racimos, zarcillos o flores y es especialmente visible en las hojas. Al igual que el Mildiu, el hongo pasa el invierno en los restos vegetales infectados del año anterior que se encuentran sobre el terreno, bajo las cepas, en forma de peritecas o de picnidios sobre bayas momificadas (Figura 11). Al igual que en los casos anteriores, por ello se desaconsejan las prácticas de incorporación al suelo de podas o vendimias. Son las lluvias primaverales las que hidratan los tejidos del hongo, con lo que se favorece la formación de ascosporas y su

liberación, produciéndose la infección de las partes jóvenes de la vid (pámpanos, hojas y racimos). Realizada la infección primaria se forman unas estructuras llamadas picnidios (pueden observarse sobre las manchas necrosadas), en las cuales se crean las conidias, que una vez liberadas se dispersan mediante las salpicaduras del agua de lluvia y el viento. Se produce entonces la infección secundaria que puede oscilar entre los 8 a 28 días, en función de las temperaturas (más tiempo si el tiempo es frío). La temperatura óptima para el desarrollo del Black-rot parece estar en torno a los 27°C y debe estar acompañada de cierta humedad ambiental. Por debajo de los 7 °C y por encima de los 32°C, el desarrollo del hongo se paraliza (Galet, 1995; Pérez Marin, 1998).

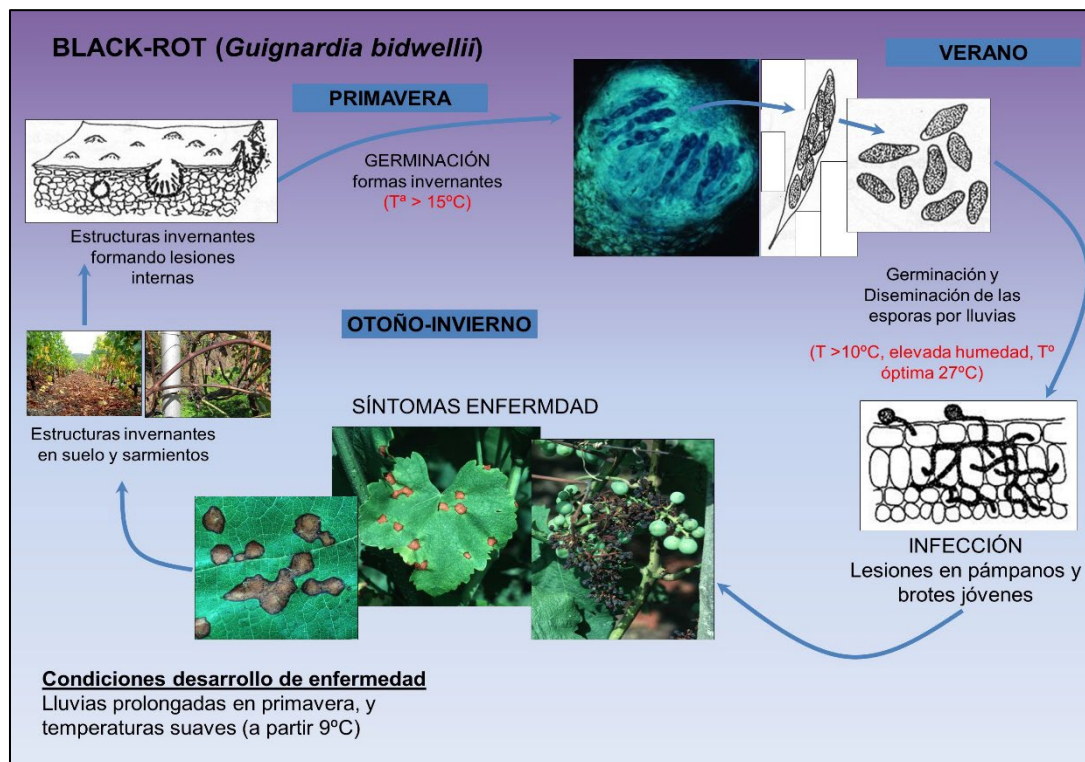


Figura 11. Ciclo biológico del Black-rot (*Guignardia Bidwellii*). (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

Esta enfermedad afecta a las hojas jóvenes y a los racimos, hasta justo antes del envero (Figura 12). Los daños en las hojas se caracterizan por necrosis que desecan las partes verdes, apareciendo chancros de color marrón claro. En los racimos pueden aparecer lesiones que terminan por marchitar y desecar las bayas. Los daños en las bayas, pueden confundirse fácilmente con el Mildiu larvado, pues las condiciones para su desarrollo son muy parecidas.

Lluvias y temperaturas a partir de los 10° C, hasta un máximo de 30-32°C, si bien en el caso del Mildiu, la temperatura mínima para la infección primaria es de 10-11°C, y en el Black-rot, un poco superior, en torno a los 15°C. En las infecciones secundarias, las temperaturas de infección son más similares. Las diferencias entre una y otra enfermedad, es que en el caso del Black-rot, aparecen unos puntitos negros sobre las bayas (son los picnidios), pues ambas enfermedades producen pudrición, arrugamiento y deshidratado de las bayas (Hidalgo e Hidalgo, 2011).

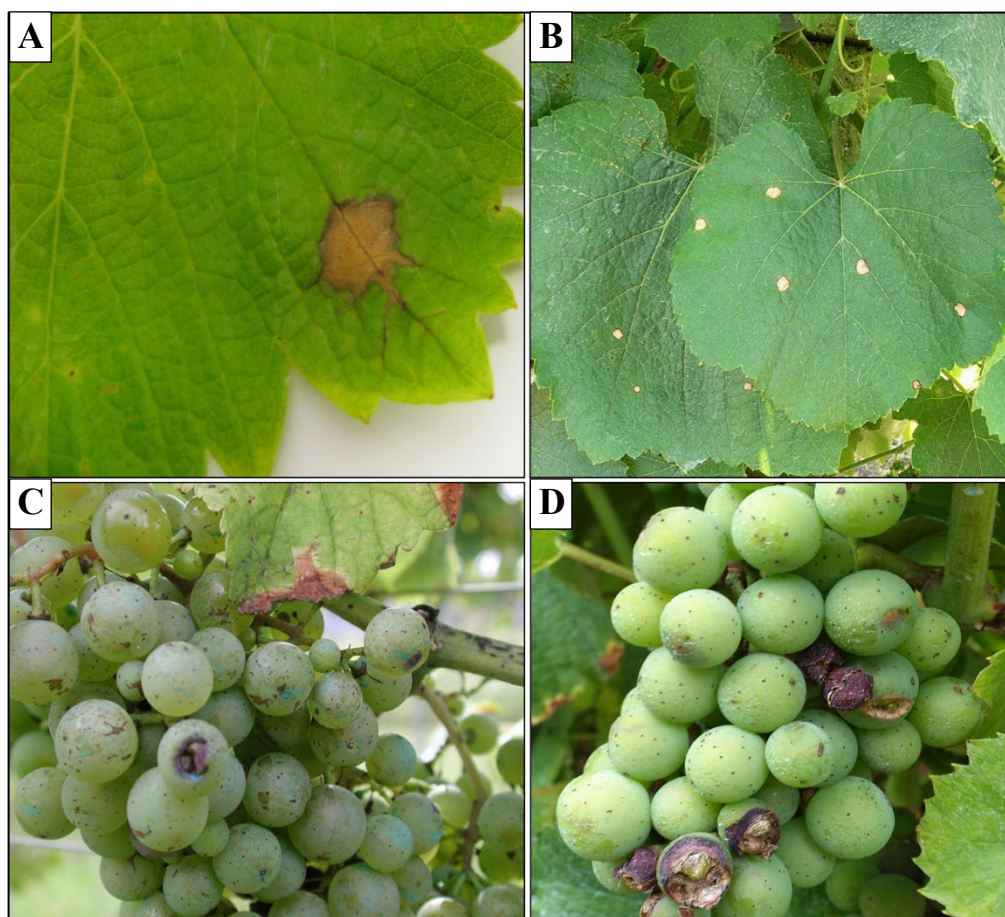


Figura 12. Sintomatología del Black-rot en hojas (A y B) y en racimos (C y D). (Imágenes cedidas por el grupo VIOR-CSIC).

1.3.5. Métodos de lucha

Actualmente, se intenta controlar estas enfermedades desde diferentes perspectivas y de distintas maneras:

- **Prácticas culturales:** determinadas técnicas de cultivo, la fuerte fertilización, el riego excesivo, o el uso de portainjertos que aumentan el vigor de la cepa, dan lugar a un exuberante crecimiento de la vegetación, favoreciendo así la multiplicación de los hongos y la expansión de éstas enfermedades. Al inicio de una nueva plantación se aconseja la elección de material vegetal apropiado, utilizando variedades menos susceptibles, eligiendo parcelas ubicadas en lugares soleados y abiertos, de manera que la vegetación esté suficientemente ventilada. También es aconsejable elegir sistemas de conducción que a la vez de ser adecuados a la variedad y al lugar, ayuden a mantener la vegetación ventilada. La aplicación de aclareos, deshojados, desnietados o podas en verde también pueden ayudar a reducir la incidencia de las enfermedades.
- **Aplicación de fitosanitarios:** las aplicaciones de fungicidas, bien de contacto o sistémicos, realizadas con conocimiento y en el momento adecuado, constituyen prácticas agronómicas que disminuyen considerablemente la pérdida de cosecha y el riesgo de ataque en las campañas siguientes.

Dependiendo del estado fenológico de la planta o del patógeno en cuestión, se pueden utilizar productos de contacto o sistémicos y preventivos o curativos.

Los fungicidas de contacto no penetran en la planta, solo permanecen en la superficie del órgano vegetal en que se aplique el producto estando su actuación limitada a la zona impregnada con el tratamiento. Son preventivos, por lo que deben aplicarse antes de que ocurra la infección ya que lo que hacen es impedir la entrada del hongo en los tejidos vegetales o la formación de esporangióforos y esporangios.

Los productos sistémicos penetran en el interior de la planta y circulan por la savia hacia todos los órganos. Son preventivos, pero también curativos en los primeros días de incubación de la enfermedad. La persistencia es generalmente de 12 a 14 días. Protege los nuevos órganos formados después del tratamiento. Lo ideal es iniciar las intervenciones con fungicidas sistémicos (alternándolos para no crear resistencias), y continuar con los de contacto.

Dependiendo del estado fenológico de la planta, y de las condiciones climáticas en que se desarrolla el viñedo, se elegirán un tipo de producto u otro y serán aplicados en diferentes momentos a lo largo del ciclo vegetativo.

En general contra el Mildiu y Black-rot se utilizan formulados a base de cobre. Al principio del S. XX se utilizaba el famoso caldo bordelés. En la actualidad existen numerosas casas comerciales con productos en los que se incluye cobre y otros compuestos. En el caso del Oídio los productos son a base de azufre tanto en polvo como líquido. Para Botrytis se utilizan diferentes antibotríticos preparados a base de diferentes materias activas como carbendazima metil tiofanato, carbendazima, vinclozolina, diclofuanida, folpet, etc.

- **Control integrado y apoyo de nuevas tecnologías:** Aunque no son completamente eficaces, la utilización de diferentes extractos vegetales (aceites, ortigas, jabones, *equisetum*), el control biológico (*Bacillus thuringensis*, *Ampelomyces*, *Trichoderma*, *Streptomyces*), la utilización de bioestimulantes (algas, fosfitos de potasio), el uso de nuevos formulados bajos en cobre combinados con otros compuestos naturales que potencian el efecto antifúngico (azúcares, quitosano, terpenos, ozono), etc, ayudan a disminuir la incidencia de estas enfermedades (Jermini, 2006). Por su parte, las nuevas tecnologías (TICs, IoT, robótica, cartografía, sistemas teledetección, gps, pantallas espectrales...) permiten la monitorización de las cepas y el conocimiento a tiempo real de las circunstancias que les afectan en cada momento. Gracias a ello, se puede desarrollar una viticultura de precisión, que en el caso de los tratamientos fitosanitarios permite la aplicación puntal de fungicidas u otro tipo de productos, en unas cepas o zonas concretas, sin necesidad de aplicarlo en todo el viñedo. Estas tecnologías también permiten el desarrollo de modelos de predicción de enfermedades adaptados a cada parcela, tal y como se expondrá en el siguiente capítulo.

1.3.6. Cuantificación de esporas en el aire: Aerobiología y modelos de predicción de enfermedades

Uno de los momentos más importantes en las fases de contaminación del hongo, es la formación y la liberación de esporas o conidias, que son transportadas principalmente a través del aire y que al depositarse sobre un nuevo huésped (hojas, brotes, racimos...), producen contaminación

y actúan a la vez como una nueva fuente de inóculo. La mayor o menor concentración de inóculo (esporas) en el aire, es determinante para predecir la agresividad del ataque. Esta concentración puede ser detectada y cuantificada gracias a diferentes técnicas aerobiológicas, como la instalación en los viñedos de captadores de esporas, que permiten conocer el número de esporas en el aire por semanas, días u horas. La existencia de esporas en el aire sin embargo, no siempre desemboca en infección y presencia de síntomas en la planta, puesto que la multiplicación de los distintos patógenos, su desarrollo y su entrada en los tejidos vegetales, viene condicionada por la climatología circundante y el estado de crecimiento de la planta. Una buena interpretación, análisis y correlación de estos datos, en cada zona vitícola, permite conocer el riesgo real de aparición de las distintas enfermedades, y determinar el nivel de urgencia en la aplicación de fitosanitarios. Gracias a todo ello, se pueden reducir notablemente y planificar los calendarios de tratamientos, de una forma racional y eficaz para cada una de las zonas vitícolas (Montesinos et al, 1995, Bugiani et al., 1996), o parcelas concretas, en el caso de viticultura de montaña. Existen diferentes modelos de predicción de enfermedades fúngicas que conjugan factores agroclimáticos y estados fenológicos, tales como los de Calonne et al. (2008) y Caffi et al. (2009), para el control de *E. necator* en Italia, el de Gubler et al. (1999) para Mildiu y Oídio en Francia, o el de Magarey et al. (1991) para Mildiu en Australia. A estos se suman otros como el modelo Vitimeteo, que lleva funcionando desde el 2006 en Suiza y Alemania con gran éxito, ya que además de los citados factores, tiene en cuenta también las diferentes fases del patógeno y la interacción con la planta. Son escasos los modelos que tienen en cuenta la concentración de esporas en el aire, destacando para Oídio el propuesto por Carisse et al. (2009), quienes desarrollaron un modelo de predicción en Quebec (Canadá), teniendo en cuenta la concentración de conidias de *E. necator*, la temperatura y el estado fenológico de las plantas.

Todos estos modelos sin embargo, no son eficaces al cien por cien en sus predicciones en zonas de montaña, debido a la existencia de áreas, o incluso parcelas, con microclimas muy diversos, provocados por las diferencias orográficas, de altitud, orientación, etc. La información suministrada por las estaciones agroclimáticas en viticultura de montaña, solo es válida para áreas geográficas muy pequeñas y por ello es necesario instalar una buena red de estaciones y captadores, que permitan tener una imagen real de lo que ocurre en cada subzona. Obviamente, la mera colocación de una estación agroclimática o un captador tiene poca utilidad, si no se tienen también en cuenta los factores citados anteriormente y que provocan la infección por

parte del patógeno en cuestión. Cuando esto se consigue sin embargo, el viticultor puede reducir considerablemente el número de tratamientos, aplicándolos solo en caso de riesgo y en el momento de máxima eficacia del producto. Esta cuestión es de vital importancia en áreas vitícolas de montaña, no solo porque se reduce la contaminación del medio ambiente, sino también porque reduce considerablemente el gasto que supone la compra de los productos fitosanitarios y la mano de obra necesaria para su aplicación, que en gran parte de estas zonas montañosas es manual, debido a la difícil mecanización de algunas de ellas.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

Estudiar la influencia de la orografía, el microclima, el manejo del cultivo y otros aspectos, en el comportamiento agronómico, la calidad de la uva, la incidencia de enfermedades fúngicas, etc., de un mismo clon de las variedades autóctonas asturianas Albarín Blanco (Clon CSIC-AS-AB01) y Verdejo Negro (Clon CSIC-AS-V19), en el área vitícola del suroccidente asturiano.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ En función de la orografía, se estudiará el comportamiento de estos clones en cuatro parcelas, con distintas altitudes y orientaciones, ubicadas en diferentes laderas montañosas dentro del Concejo de Cangas del Narcea (Principado de Asturias).
- ✓ Se determinará el microclima en cada una de las parcelas en función de ciertos parámetros climáticos que se recogerán diariamente (temperaturas, precipitación, humedad relativa, radiación solar, etc.)
- ✓ Se estudiarán ciertas características agronómicas y calidad de la uva, además del contenido en compuestos polifenólicos, en función de la orografía y del microclima existente en cada parcela.
- ✓ En función de las condiciones microclimáticas de cada parcela, se analizará la incidencia y severidad a las enfermedades Mildiu, Oídio, Botrytis y Black-rot. Paralelamente se identificarán y cuantificarán mediante técnicas de microscopía óptica, la concentración de esporas en el aire de los patógenos responsables de estas enfermedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. AREA GEOGRÁFICA Y SITUACIÓN DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

El área geográfica de estudio se situó en el Concejo de Cangas del Narcea (Principado de Asturias), adscrito a la Denominación de Origen (D.O.) Cangas, situado en el norte de la península Ibérica (Figura 13).

Es el concejo de mayor extensión de la comunidad autónoma y el segundo de España con 823 km². Limita al norte con los concejos de Tineo y Allande, al sur con Degaña y provincia de León, al este con Somiedo y al Oeste con Ibias y Allande.

Se trata de una zona con montañas escarpadas y valles muy angostos que apenas tienen más llanura que por donde discurren los ríos. El 67% tiene una superficie superior a los 800 m y el 83,6% una pendiente mayor del 30%.

Las barreras montañosas que rodean este concejo son la Sierra del Palo situada al oeste, la sierra de Rañadoiro de Carondio y de Muriellos, situadas al noroeste, la sierra de Tineo, de Begega y de Courio, situadas al nordeste, y la cordillera Cantábrica al sur. Todas ellas a excepción de esta última, actúan como barrera con estancamiento de nubes en la ladera septentrional, produciendo un marcado efecto foehn, que da lugar a la aparición de vientos secos y recalentados. Al mismo tiempo da lugar a un microclima diferente al del resto de Asturias con la existencia incluso de vegetación típica de climas mediterráneos (vid, higueras, madroños, alcornoques etc.).



Figura 13. Ubicación en la Península Ibérica del Concejo de Cangas del Narcea. (imágenes obtenidas en LYFESTYLE 5 días.elpais.com y el servicio de cartografía del Principado de Asturias).

3.1.1. Ubicación de las parcelas experimentales, marco de plantación y otros aspectos.

Se seleccionaron 4 parcelas, situadas en diferentes ubicaciones de dicho concejo, con distintas altitudes y orientaciones, tal y como se muestra en las Figuras 14, 15, 16, 17 y 18.

A cada parcela se le asignó un nombre para su identificación: Carballo, Tremado, Fondos de Villa y Acebo. A su vez en la de mayor superficie y fuerte pendiente (parcela Acebo), se establecieron dos subzonas: Acebo Superior e Acebo Inferior (Figura, 18).

La parcela de Carballo está situada a 529 m de altitud sobre el nivel del mar y tiene orientación suroeste. Acebo Superior e Inferior constituyen ambas una única parcela orientada al sur-sudeste, que nosotros hemos dividido en dos para llevar a cabo el estudio, por las grandes diferencias orográficas que se observaban a simple vista entre una parte de la parcela y otra. La que hemos denominado Acebo Superior está situada a una altitud de 508 m sobre el nivel del mar y es casi llana, mientras que Acebo Inferior está situada a 472 m en su parte más alta y presenta una fortísima pendiente. La parcela de Tremado está a 473 m de altitud sobre el nivel del mar y presenta orientación oeste-suroeste. Por último, Fondos de Villa está a 548

m sobre el nivel del mar y cuenta con orientación oeste. La máxima distancia entre las distintas parcelas, es de 6,61 km en línea recta y de 14,61 km de conducción entre Acebo Superior e Inferior y Carballo. La distancia entre las dos primeras parcelas con respecto a Tremado es de 5,18 km en línea recta y 12,67 km de conducción. Tanto Carballo como Tremado, están ubicadas en distintos puntos de la carretera CN 4, que corre paralela al río Cibeá por el valle del mismo nombre. La distancia entre Acebo Superior e Inferior y la parcela de Fondos de Villa, es en línea recta de 5,99 km y 14,98 km de conducción por la carretera AS 213, que discurre por el valle contiguo. La distancia en línea recta entre Fondos de Villa y Carballo, pasando de un valle a otro a través de una montaña de 792 m altitud, es de 2,53 km, y entre Fondos de Villa y Tremado de 1,75 km (<https://earth.google.com/web/search/>). A pesar de la corta distancia que separa las parcelas objeto de estudio, la orientación, altitud y orografía de cada una, explican las diferencias observadas en los datos correspondientes a los parámetros climáticos recogidos, dando lugar a la creación de microclimas distintos en cada una de ellas.

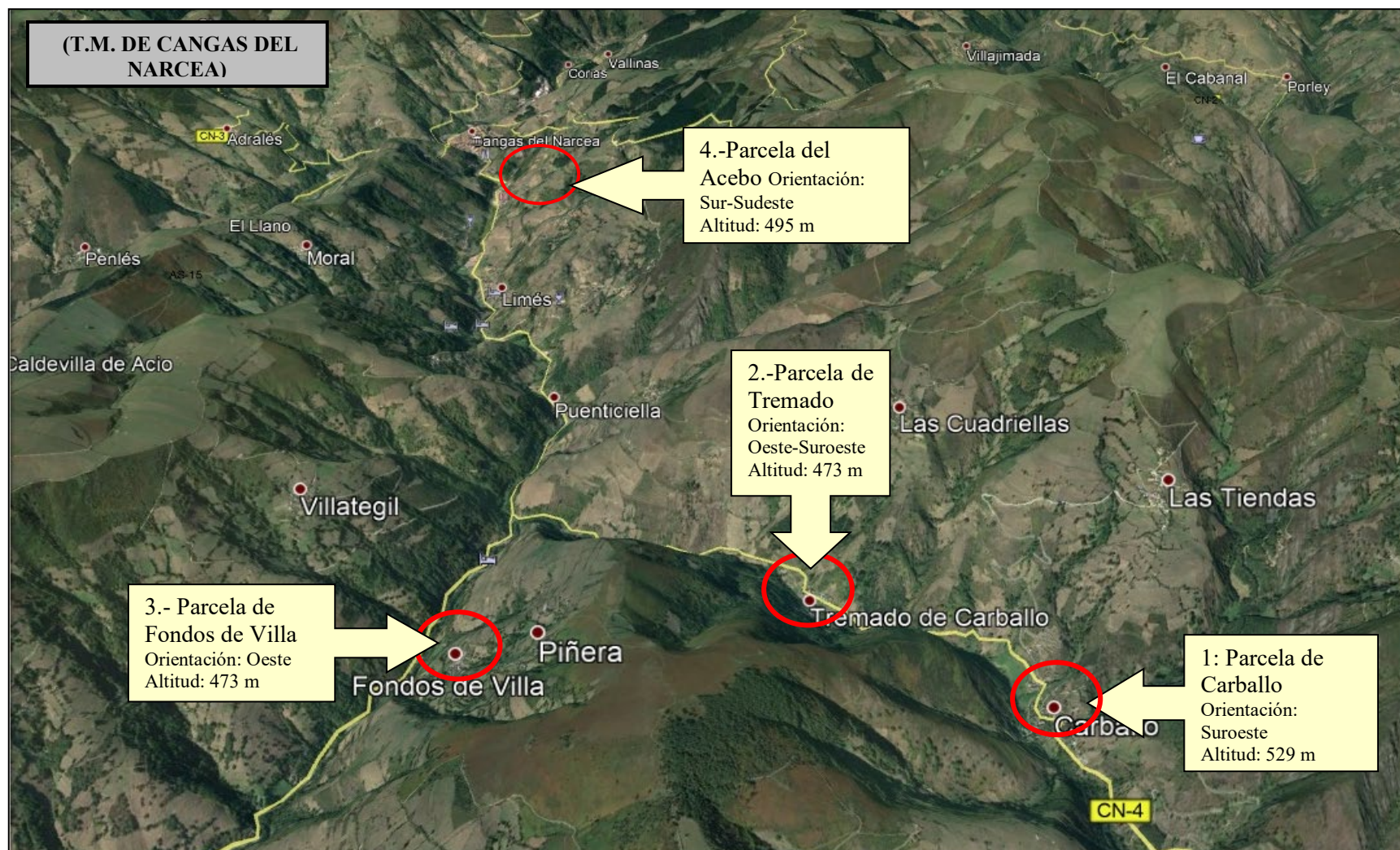


Figura 14: Localización de todas las parcelas en el área de estudio. Orientación y altitud de cada parcela. (Imagen obtenida del Google Earth).

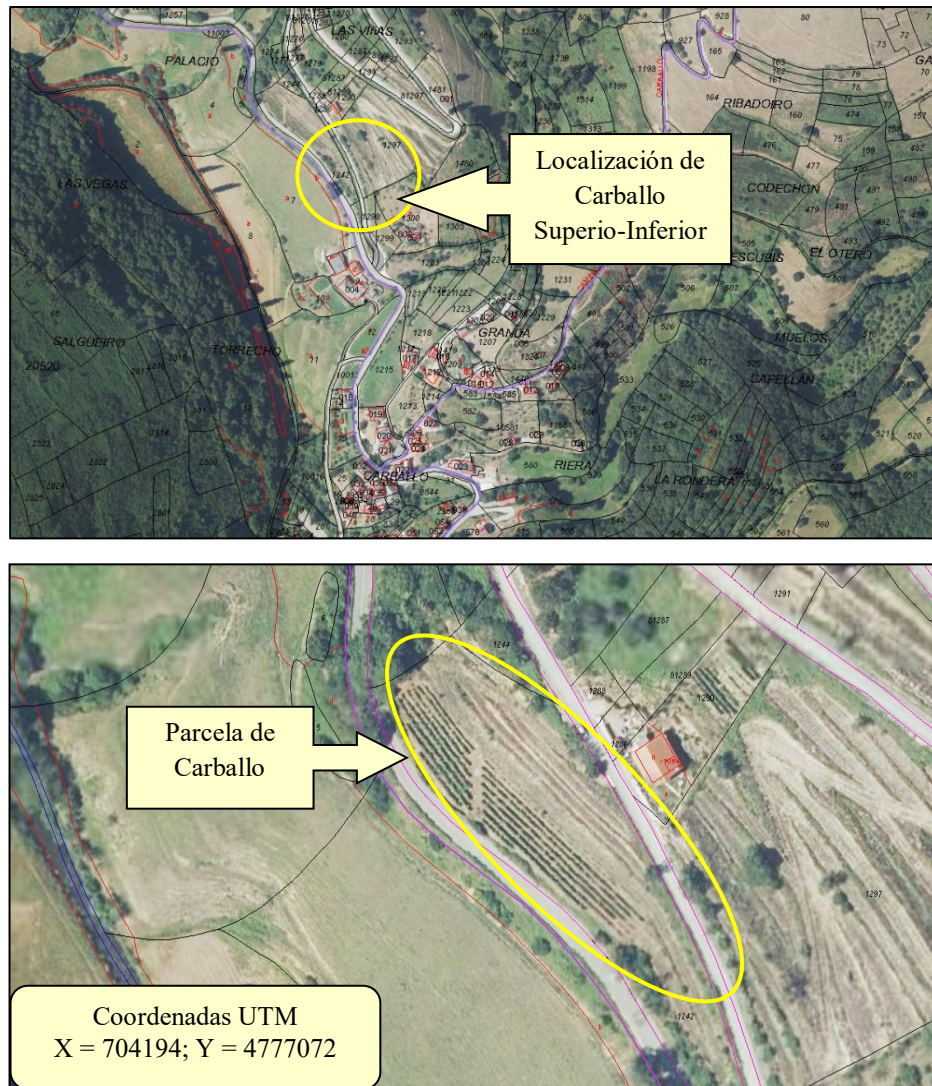


Figura 15.- Localización y ubicación de la parcela de Carballo. Detalles del aspecto de la zona de plantación de Albarin Blanco y de Verdejo Negro. (Imágenes aéreas obtenidas de sedecastro.gob.es).

Material y métodos

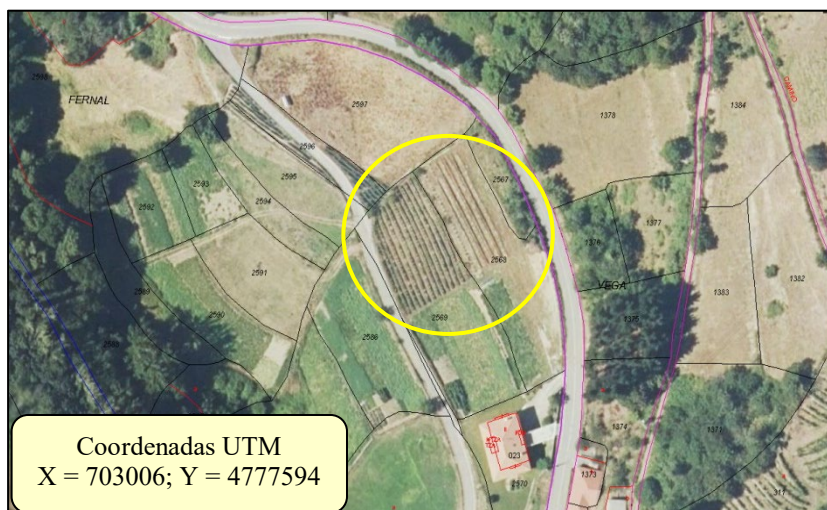
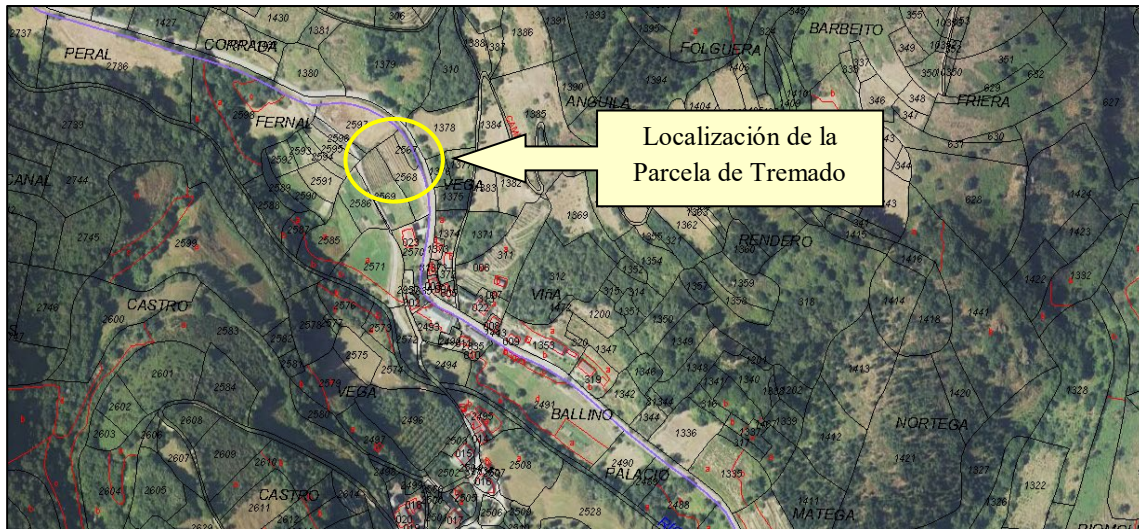


Figura 16.- Localización y ubicación de la parcela de Tremado. Detalle del aspecto de la parcela de Tremado. (Imágenes aéreas obtenidas de sedecastro.gob.es).

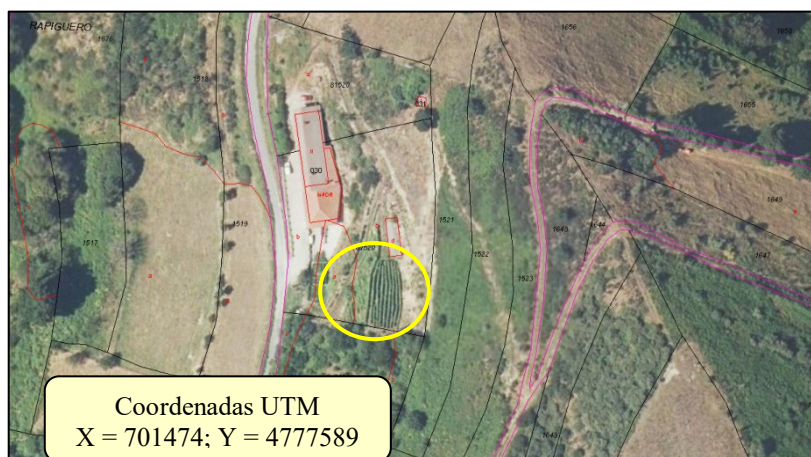
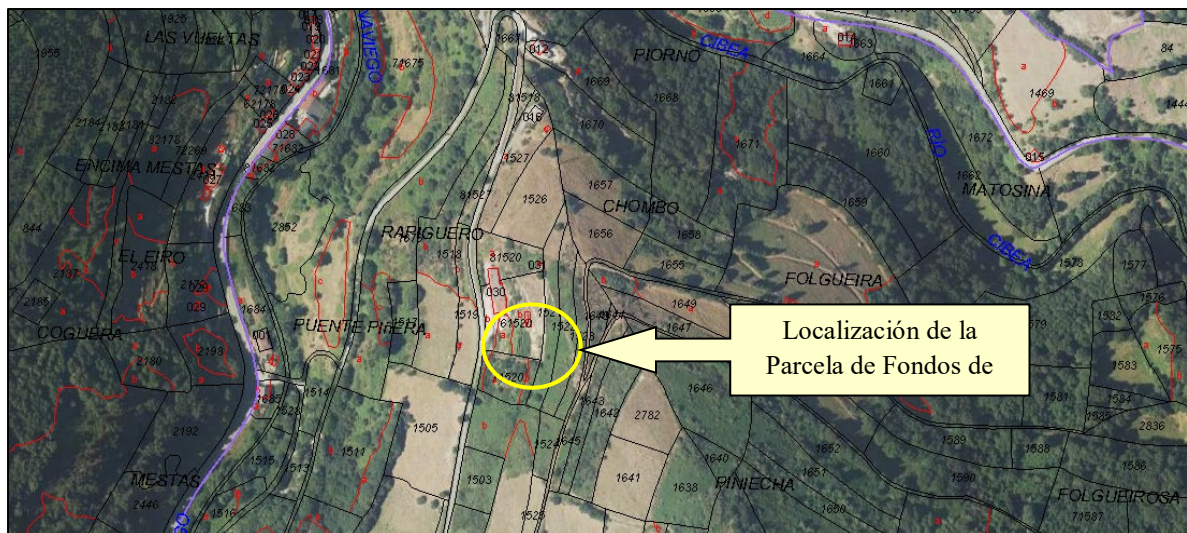


Figura 17.- Localización y ubicación de la parcela de Fondos de Villa. Detalle de las cepas en la parcela de Fondos de Villa. (Imágenes aéreas obtenidas de sedecastro.gob.es).

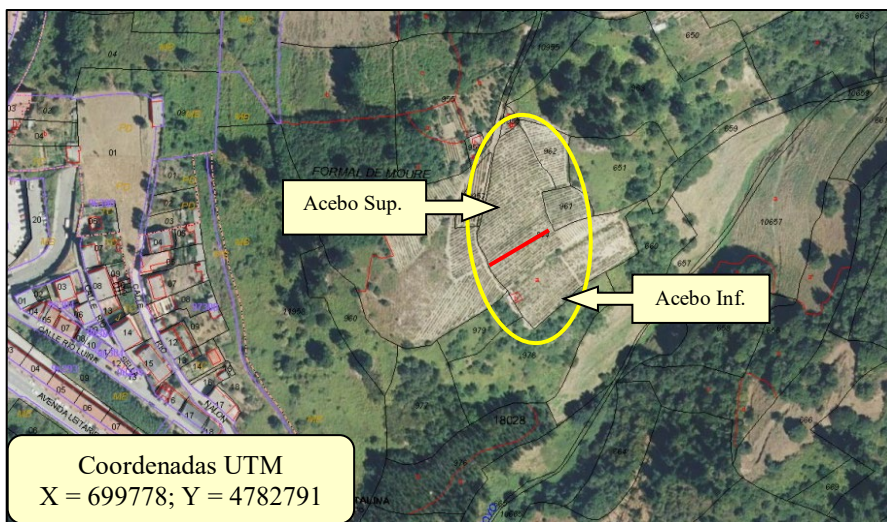
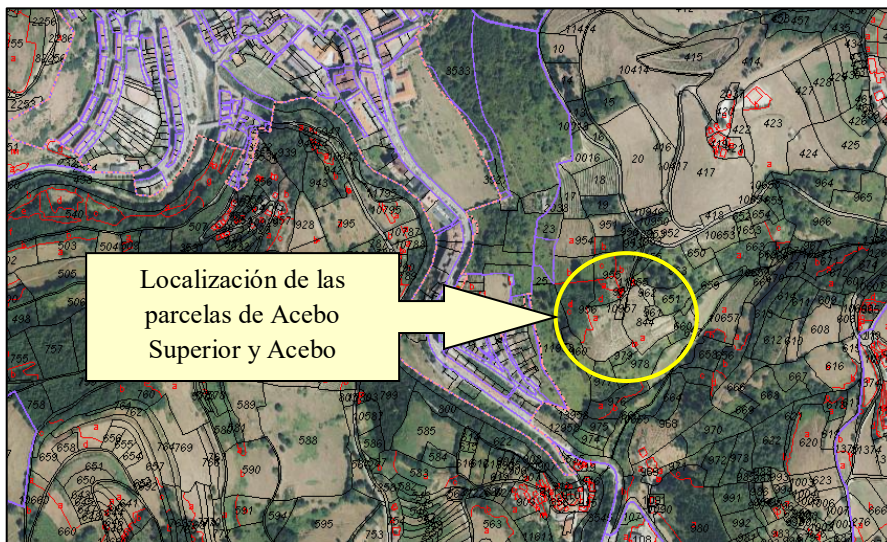


Figura 18.- Localización y ubicación de la parcela de del Acebo. Detalle de las cepas en Acebo superior y en Acebo inferior. (Imágenes aéreas obtenidas de sedecastro.gob.es).

Los marcos de plantación y otras características de cada parcela (Figura 19) son las siguientes:

1.-Parcela de Carballo:

Sita a la entrada de dicho pueblo llegando desde Cangas del Narcea, en una de las laderas más soleadas y dedicada tradicionalmente a viñedo. En la parte izquierda de la parcela, se encuentra plantado el Albarín Blanco y en la parte derecha el Verdejo Negro. En ambos casos, las cepas se encuentran distribuidas filas de una espaldera de 1,70 m de alto, situándose el cuerpo de la cepa a 0,50 m del suelo. El ancho de las calles entre las filas es de 2 m y dentro de cada fila las plantas están situadas a una distancia entre ellas de 0,50 m. el Albarín Blanco y 1m. el Verdejo Negro. El terreno presenta una pendiente media.

2.-Parcela de Tremado:

Sita a la entrada del pueblo de Tremado, llegando desde Cangas. La parcela se ubica fuera de la zona tradicionalmente dedicada a viñedo en este pueblo. De hecho, está situada en la parte más baja del valle donde se ubicaban las huertas. Está plantado con las variedades Albarín Blanco y Verdejo Negro.

Las cepas se encuentran distribuidas en espaldera de 1,40 m de alto y cuerpo de la cepa a 0,60 m del suelo. La parcela tiene una ligera pendiente en la zona en donde se encuentra el Verdejo Negro, y es más llana en donde se sitúa el Albarín Blanco. El ancho de las calles es de 2 m. Dentro de cada fila, las plantas están situadas a una distancia aproximada de 0,80 m en ambos casos.

3.-Parcela de Fondos de Villa:

Localizada en la parte alta del lugar de dicho nombre, en una pequeña parcela situada al lado de una casa que se utilizaba para huerta. En esta parcela solo hay cepas de Albarín Blanco. Las cepas se encuentran distribuidas en filas de espalderas de 1,50 m de alto y cuerpo de la cepa situado a 0,55 m del suelo. El ancho de las calles es de 2 m. Dentro de cada fila, las plantas están situadas a una distancia 1 m entre ellas. La parcela es prácticamente llana.

4.-Parcela de carretera del Acebo:

Situada en las proximidades de la localidad de Cangas del Narcea, por la carretera que sube al santuario del Acebo. Se trata de una zona dedicada tradicionalmente al cultivo del viñedo. La subzona Acebo Superior, se encuentra plantada con cepas de Albarín Blanco y Verdejo

Material y métodos

Negro. En Acebo Inferior, solamente con cepas de Verdejo Negro. En Acebo superior las cepas se encuentran distribuidas en filas de espalderas de 1,10 m de alto, estando el cuerpo de la cepa a 0,55 m del suelo. El ancho de las calles es 1,50 m. Dentro de cada fila las plantas están situadas a una distancia de 1,50m entre ellas. Esta parte de la parcela es bastante llana.

La subzona Acebo Inferior, presenta una fuerte pendiente. La espaldera es de 1,20 m de alto y el cuerpo de la cepa se sitúa a 0,50 m del suelo. El ancho de las calles es de 1,50 m y dentro de cada fila las plantas están situadas a una distancia entre 1m entre ellas.



Figura 19. Marcos de plantación y otras características del cultivo en cada una de las parcelas. 1.- Carballo 2.-Tremado 3.-Fondos de Villa 4 y 5.-Acebo Superior e Acebo Inferior.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DATOS CLIMÁTICOS RECOGIDOS EN CADA PARCELA

El Concejo de Cangas del Narcea, está protegido por las sierras del Rañadoiro y Carondio, de los vientos y borrascas de componente norte y noroeste, presentando una de las climatologías más óptimas para la vid, dentro del Principado de Asturias.

Las altitudes de concejo oscilan entre los 310 m sobre el nivel del mar en Villar de Lantero, hasta los 2007 m del Cueto de Arbás.

En cuanto a la climatología, tal y como se puede observar en el mapa de climas de la península Ibérica del Instituto Geográfico Nacional (Figura 20), el Concejo de Cangas del Narcea se encuentra situado en la región de clima Templado Mediterráneo, presentando distintas variantes en los diferentes puntos del concejo, dentro de esta gran categoría.

Así nos encontramos con áreas de clima de montaña, al lado de otras de clima Mediterráneo continentalizado subhúmedo o de clima oceánico de transición. En dicha Figura 21 se muestra también el mapa de las actuales D.O. de vinos de España, que permite comprobar la gran diversidad de climas en los que se asientan las zonas vitícolas españolas.



Figura 20: Mapa de zonas climáticas españolas (mapa del Instituto Geográfico Nacional).



Figura 21: mapa de las D.O. de vinos de España (mapa Ministerio Agricultura Pesca y Alimentación).

En la Figura 22, 23, 24 y 25, se pueden observar en los mapas del Instituto Geográfico Nacional sobre temperatura media anual, precipitación media anual, radiación solar global anual, y media anual de la oscilación térmica diaria, las características de la zona en relación con el resto de la península Ibérica, parámetros todo ellos que ejercen una gran influencia en la viticultura y calidad de los vinos.

Al tratarse sin embargo de una zona de montaña, el conocimiento de las características climáticas generales no es suficiente, ya que la orografía, la pendiente, la orientación de cada parcela, provocan la aparición de microclimas muy diferentes en un mismo valle o incluso en dos parcelas contiguas. Así, por ejemplo, es de todos conocidos, desde tiempos inmemoriales, en la zona vitícola que nos ocupa, que los lugares óptimos para establecimiento de los viñedos son las laderas soleadas y en fuerte pendiente de las montañas, ya que es ahí donde madura bien la uva.

Por el contrario, según la tradición, nunca se instalaban viñedos en el fondo de los valles, ni en las laderas sombrías. Todo ello hace absolutamente necesario conocer los datos climáticos concretos de cada una de las parcelas en las que se va a realizar el estudio.

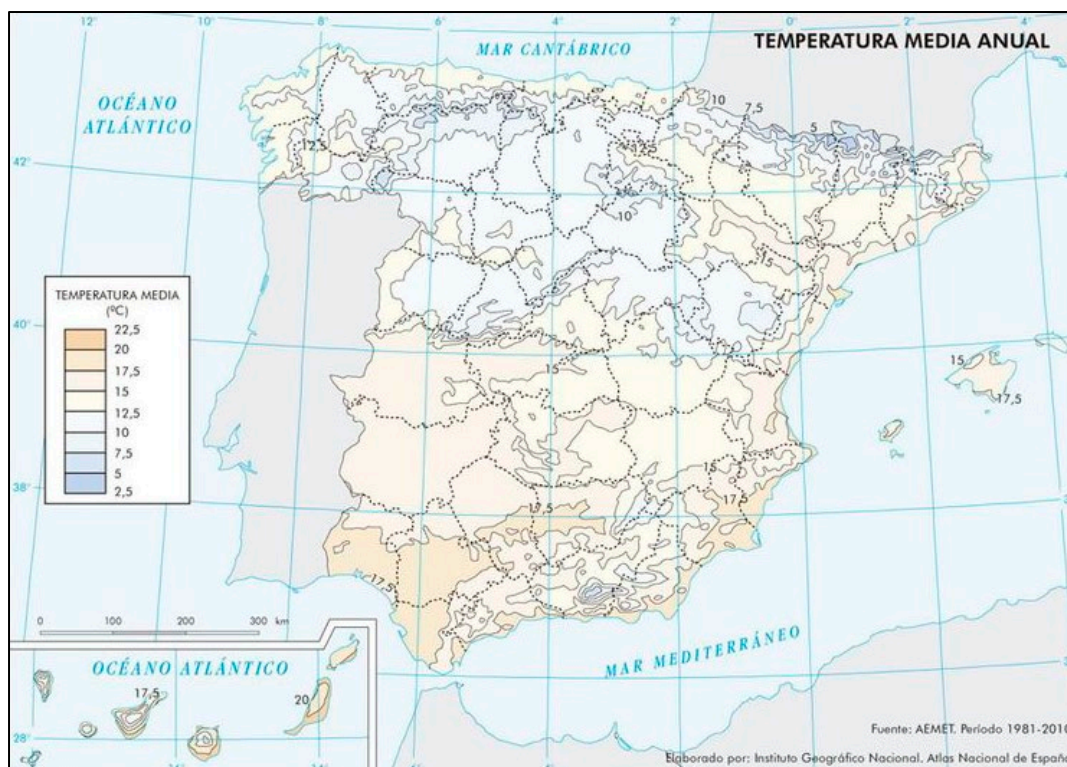


Figura 22: Mapa de Temperatura media anual (Instituto Geográfico Nacional).

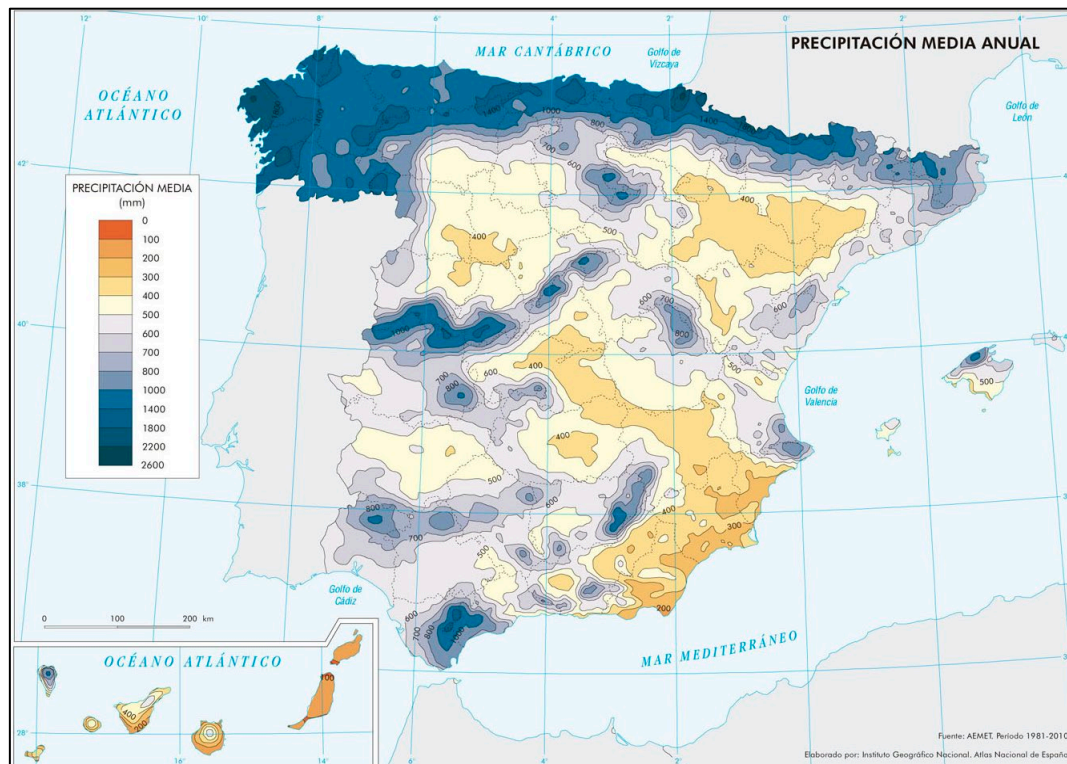


Figura 23: Mapa de Precipitación media anual (Instituto Geográfico Nacional).

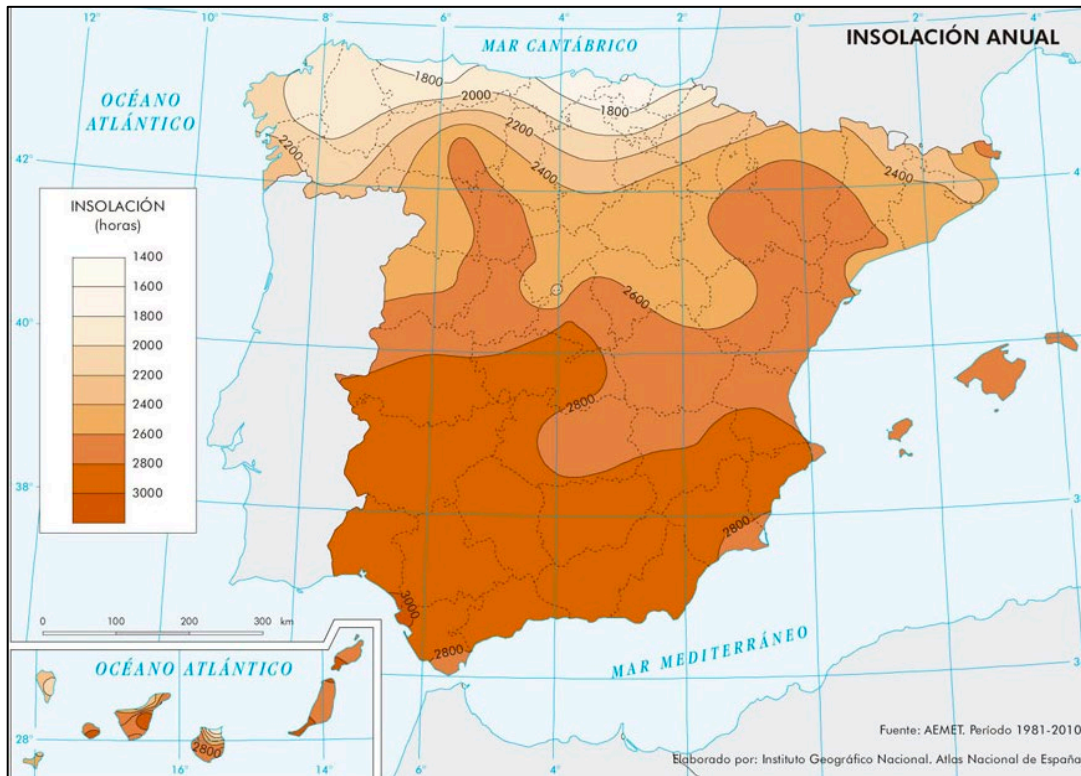


Figura 24: Mapa de radiación solar anual (Instituto Geográfico Nacional).



Figura 25: Mapa de oscilación térmica diaria anual (Instituto Geográfico Nacional).

Cada una de las 4 parcelas en las que se llevó a cabo el estudio, estaba dotada con una estación agroclimática de medición automática (modelo μ MCR200 IMETOS, Pessl Instruments Ltd.) (Figura 26) que recoge datos en un intervalo de medida cada hora (Figura 27). La estación cuenta con seis sensores, que envían diariamente los datos a la página web Fieldclimate, donde el grupo de investigación VIOR (Viticultura, Olivo y Rosa) de la Misión Biológica de Galicia (CSIC) los tiene disponibles para su descarga, mediante una clave de acceso.

Durante los años de estudio, se recogieron datos de los siguientes parámetros:

- 1.-Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): se procesan los datos de temperaturas por la estación agroclimática. Se calcularon las temperaturas máximas, mínimas y medias diarias. A partir de éstas se calculó la media mensual.
- 2.-Pluviometría (mm): se analizan las precipitaciones diarias acumuladas (mm). Con la precipitación acumulada por día se calcula la precipitación mensual y anual.
- 3.-Humedad relativa (%): se analizan los datos de humedad media relativa de cada parcela. A partir de la humedad relativa por horas obtenida en el registro se calcula la humedad relativa por día. A partir de éstas se calcula la humedad relativa por mes y posteriormente la anual.
- 4.-Radiación solar (W/m^2): A partir de los datos suministrados por la estación agroclimática por horas, se calcula la media de la radiación solar diaria y a partir de esta la mensual y anual.

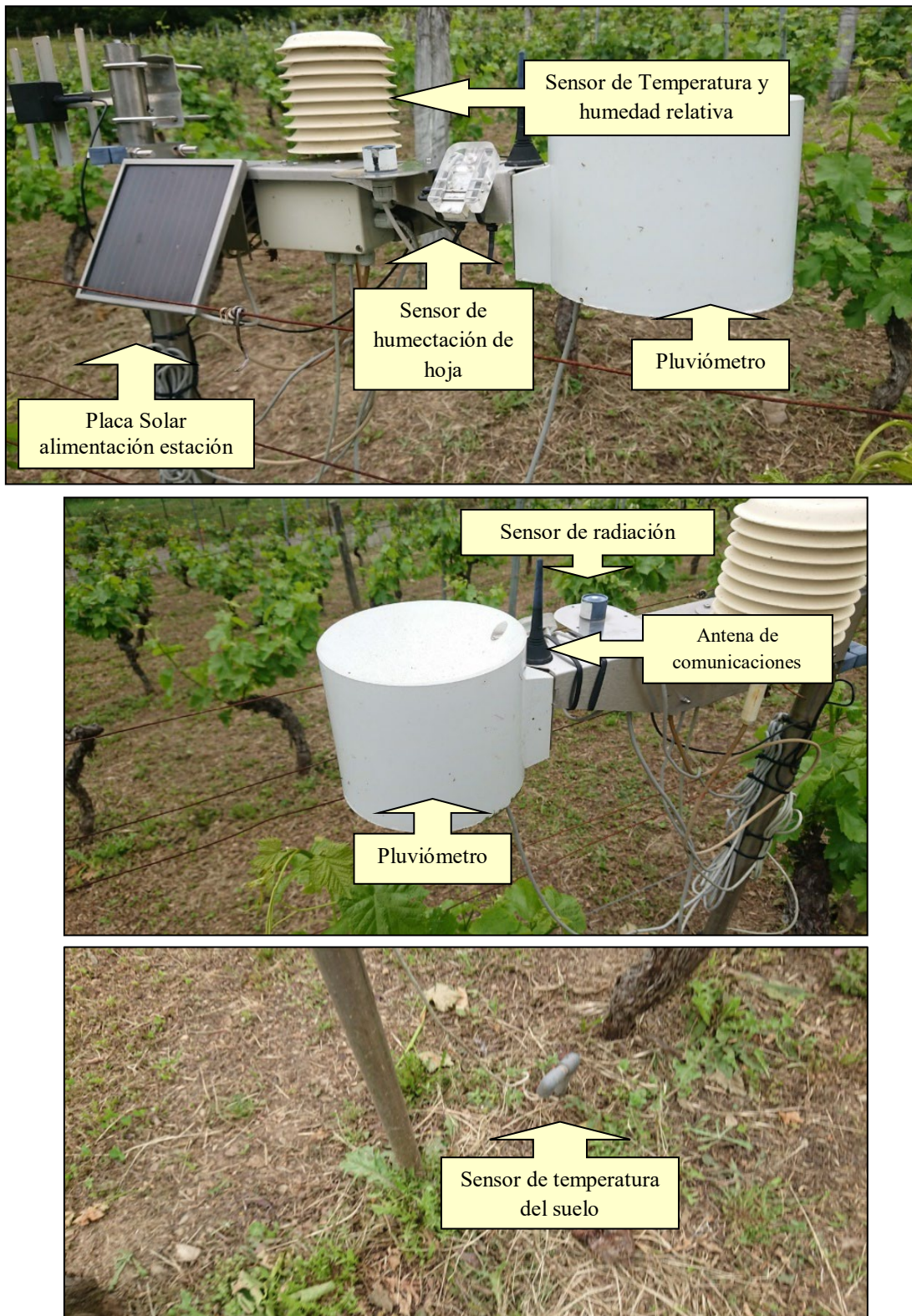


Figura 26: Detalles de las estaciones agroclimáticas IMETOS de PESSL instaladas en cada una de las parcelas.

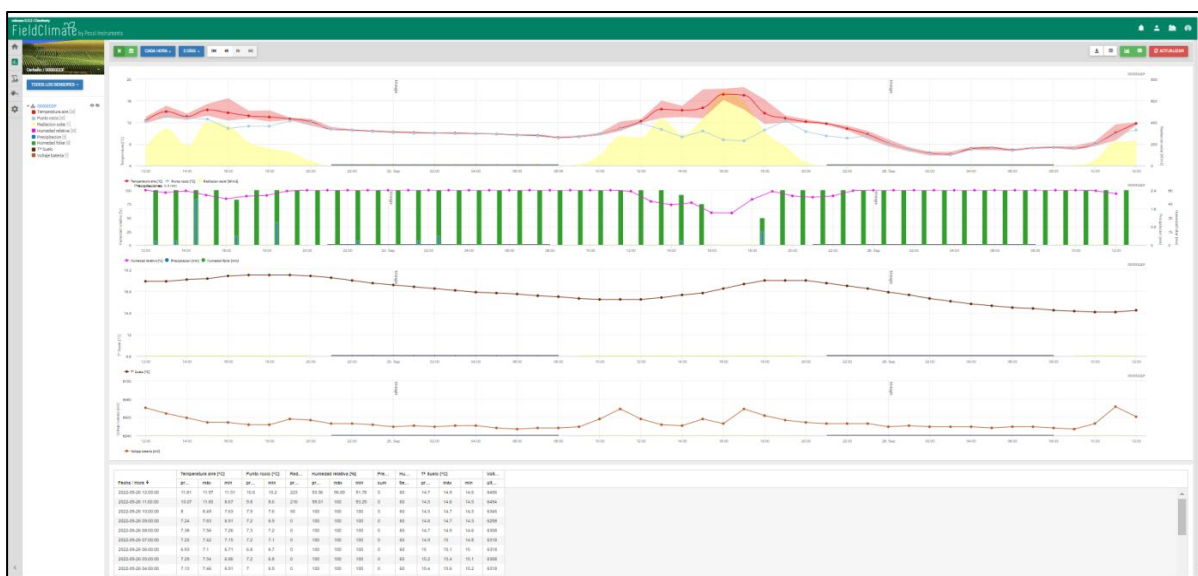


Figura 27: Detalle de la descarga de los datos de cada una de las parcelas a través de la web de Fieldclimate.

3.3. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS GENERALES DE LA ZONA Y DE CADA PARCELA

En general, el valle del Narcea está formado por pizarras precámbricas. Sus suelos están clasificados como de “Tierra Parda Húmeda”. Su perfil general es del tipo A (B) C.

El horizonte de humus es rico en materia orgánica y corresponde al tipo mull con un grado de humificación desarrollado. El total de los horizontes orgánicos puede alcanzar hasta 20-25 cm de espesor y los horizontes minerales 60-80 cm.

La textura es de tipo medio, tienen buena permeabilidad, con la estructura bien desarrollada y una reacción del suelo próxima a la neutralidad, características todas ellas que permiten calificarlos como favorables para el viñedo (Martínez y Pérez, 1999).

En la figura 28 se muestran los tipos de suelos generales de la zona frente al de otras zonas de España.



Figura 28: Mapa del suelo de España (Instituto Geográfico Nacional).

Dada la gran importancia que tiene el suelo de viñedo en la calidad de la uva y puesto que se trata de una zona vitícola de montaña, dónde las características del terreno cambian considerablemente en función de la orografía, la pendiente, la erosión a la que está sometida, etc, será necesario realizar análisis de suelo en cada una de las parcelas en las que se van a desarrollar los estudios.

Para ello, se recogieron al inicio del estudio muestras de suelo en distintos puntos de las parcelas en las que se encontraban ubicadas las plantas.

Dichas muestras fueron posteriormente sometidas a distintos análisis para conocer sus características tanto físicas como químicas.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Edafología de la Estación Fitopatológica de Areeiro (Certificado por AENOR según Norma UNE- EEN ISO 9001). Los parámetros estudiados fueron los siguientes:

- pH H₂O (1:2.5)
- pH KCL (1:2.5)
- % materia orgánica
- Acidez de cambio (Cmol/ (+) /kg)
- Fósforo disponible (ppm). Método Olsen
- Potasio asimilable (ppm) (Desplazamiento con CIHN)
- Magnesio cambiante (ppm) (Desplazamiento con CIHN)
- Conductividad eléctrica 1:1 (mmho/cm)
- Cationes del complejo de cambio (cmol (+) /kg) = Ca⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Al³⁺
- Capacidad de intercambio catiónico CiCe. (Desplazamiento con CIHN)
- Relación de cationes Ca/Mg; K/Mg; Ca: Mg-K

Para el mantenimiento de la cubierta vegetal en las parcelas estudiadas, los viticultores realizan anualmente labores culturales consistentes en la eliminación de éstas, combinado operaciones de desbroce mecánico, con la aplicación de herbicidas (3-4 al año).

3.4. MATERIAL VEGETAL

Se ha trabajado con las variedades autóctonas Albarín Blanco y Verdejo Negro, pertenecientes ambas a la especie *Vitis vinifera* L. (Figura 29).

Estas variedades fueron descritas y recuperadas, en un trabajo de prospección y estudio iniciado en 1987 y cuyos primeros resultados fueron publicados diez años más tarde por Martínez y Pérez (1999, 2000). Paralelamente y para aquellas variedades autóctonas que producían la mejor calidad de vinos (Albarín Blanco y Verdejo Negro entre ellas) se realizó una selección clonal que finalizó en el 2001.

Dicha selección fue realizada a partir de cepas centenarias que se habían marcado durante varios años en distintos puntos geográficos del área de estudio (Martínez y Pérez, 1999).

En febrero de 2002, mediante la firma de un contrato entre CSIC y Viveros Provedo, se iniciaron los trámites de certificación de dichos clones que culminó en el año 2007. Se inició a partir de entonces la comercialización, a través de Viveros Provedo.

Cada comprador firmaba un contrato de experimentación con dicho vivero y el CSIC, dejando constancia del número de plantas, la parcela en las que se establecía el viñedo, etc, además de su compromiso de poner a disposición de la investigadora responsable de la selección clonal (Martínez), las parcelas para poder realizar ensayos de experimentación e investigación. Se firmaron en total 47 contratos de experimentación, entre ellos los correspondientes a las parcelas incluidas en esta Tesis doctoral.

Todas estas parcelas están plantadas con el clon de Verdejo Negro CSIC-AS-V19 y el clon de Albarín Blanco CSIC-AS-AB01, injertados en el portainjerto 110-Ritcher.

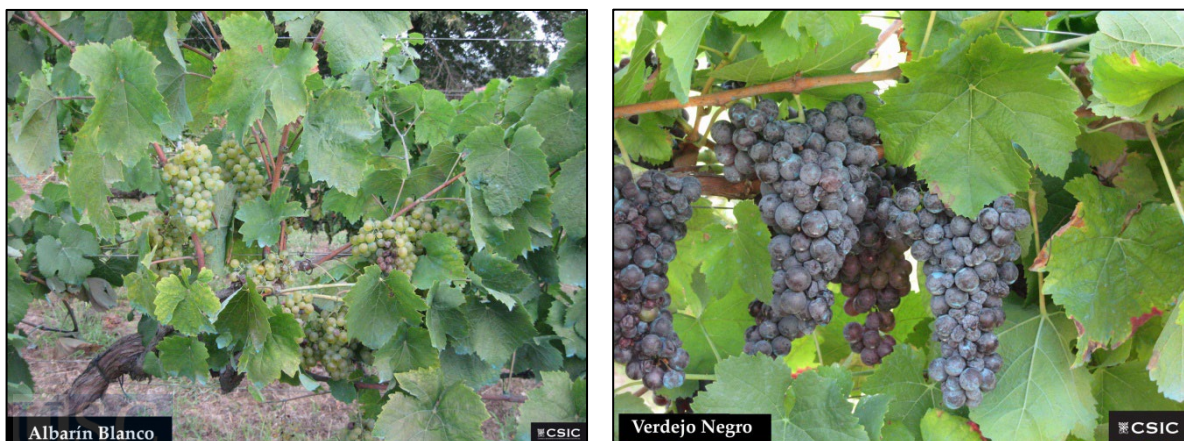


Figura 29. A la izquierda racimos de la variedad Albarín Blanco; a la izquierda racimos de Verdejo Negro.

3.5. MANEJO DEL CULTIVO

En cuanto al manejo de cultivo se conservó el que utilizaba cada viticultor de forma habitual en su viñedo, incluyendo los tratamientos fitosanitarios, para tener así una imagen lo más real posible de la conjugación entre manejo de cultivo, orografía de la viña, características de suelo, microclima, y prácticas de manejo de los viticultores locales, etc.

En todas las parcelas, el sistema de conducción era la espaldera y la poda Guyot simple (Figura 30) o doble, que había sido introducida en la zona a finales del siglo XIX por Anselmo González del Valle (Martínez y López, 2014, López Álvarez, 2022), en sustitución del antiguo cultivo en vaso o cepa redonda, como de denominaba localmente dicho sistema.

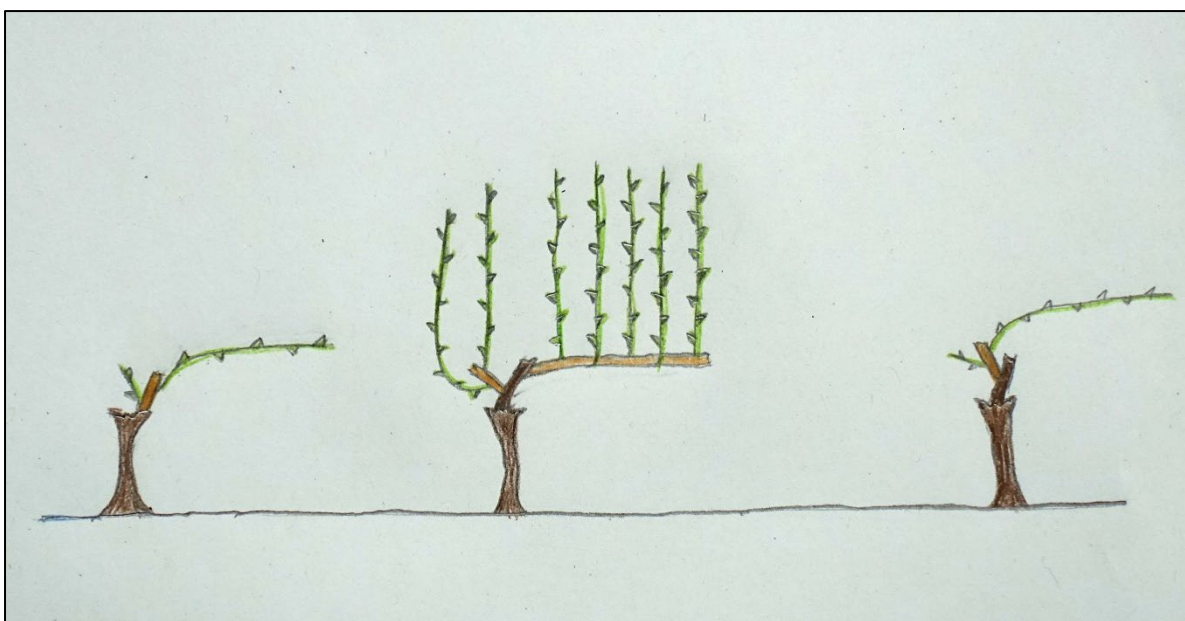


Figura 30. Poda Guyot (Elaboración propia).

Los tratamientos fitosanitarios, en todos los casos fueron productos a base de cobre contra el Mildiu y el Black-rot, diversos preparados a base de azufre frente al Oidio y antibottríticos durante el mes de agosto, contra la podredumbre. La marca comercial utilizada, número de tratamientos, dependía de cada viticultor, siendo las parcelas de Carballo y Acebo las que recibían los tratamientos de una forma más racional y con mayor conocimiento por parte del viticultor (Figura 31).



Figura 31. Aplicación de los tratamientos fitosanitarios. (Imagen cedida por el grupo VIOR-CSIC).

3.6. MÉTODOS DE MUESTREO Y PARÁMETROS AGRONÓMICOS MEDIDOS

Para la caracterización agronómica, se recogieron datos en los años 2016, 2017, 2018 y 2019. En la época de vendimia, se recogió toda la cosecha de cada cepa por separado, en una caja debidamente etiquetada. Los racimos se cortaron a ras de pámpano, de manera que quedaba la totalidad del pedúnculo. A continuación, se pesaron los kilogramos de uva por cada cepa y se contó el número de racimos de cada una de ellas.

Por cada una de las variedades y parcela, se seleccionaron veinte racimos representativos, para medir posteriormente en laboratorio, los siguientes parámetros:

- ✘ *Peso del racimo representativo de cada cepa (g)*: medido mediante balanza electrónica compacta (Sartorius BL 610).
- ✘ *Longitud del racimo representativo de cada cepa (cm)*: medido mediante calibre milimétrico (30 cm) de lectura digital (código 5900601). (Figura 32).
- ✘ *Anchura del racimo representativo de cada cepa (cm)*: medido de igual manera que en el caso anterior (Figura 32).
- ✘ *Longitud del pedúnculo del racimo representativo de cada cepa (cm)*: medido de la misma manera que la longitud y anchura del racimo.
- ✘ *Número de bayas por racimo*: en cada racimo se contó el número de bayas totales.

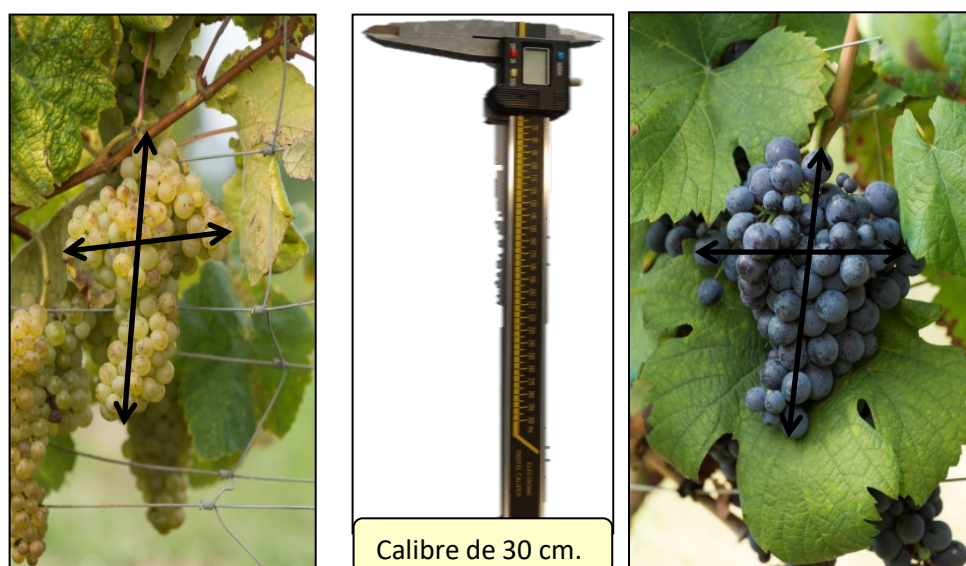


Figura 32: Medición del largo y ancho de los racimos, mediante un calibre de 30 cm.

De entre los racimos recogidos por cada variedad y parcela, se eligieron 50 bayas en las que se midieron los siguientes parámetros (Figura 33):

- ✘ *Longitud de pedicelo de cada baya (cm)*: medido mediante calibre milimétrico de lectura digital (15 cm) (código 5900601).
- ✘ *Longitud de cada baya (cm)*: medido de igual modo que el pedicelo.
- ✘ *Anchura de cada baya (cm)*: medido igual que el anterior.
- ✘ *Peso de cada baya (g)*: se pesó baya por baya mediante balanza electrónica de precisión (B Sartorius BP 110S).
- ✘ *Número de semillas en cada baya*: se abrió baya por baya con un bisturí y se extrajeron y contaron las semillas que había en su interior. De esta manera se obtuvo para cada variedad y parcela el número medio de semillas que hay en cada baya.
- ✘ *Peso de cada semilla (g)*: medido mediante balanza electrónica de precisión (B Sartorius BP 110S). (Figura 34).
- ✘ *Longitud de cada semilla (cm)*: medido mediante calibre milimétrico de lectura digital (30 cm) (código 5900601).
- ✘ *Anchura de cada semilla (cm)*: medido igual que el anterior.



Figura 33: Pesado de bayas en balanza de precisión y medida de diversos parámetros de baya, mediante calibre de 15 cm.

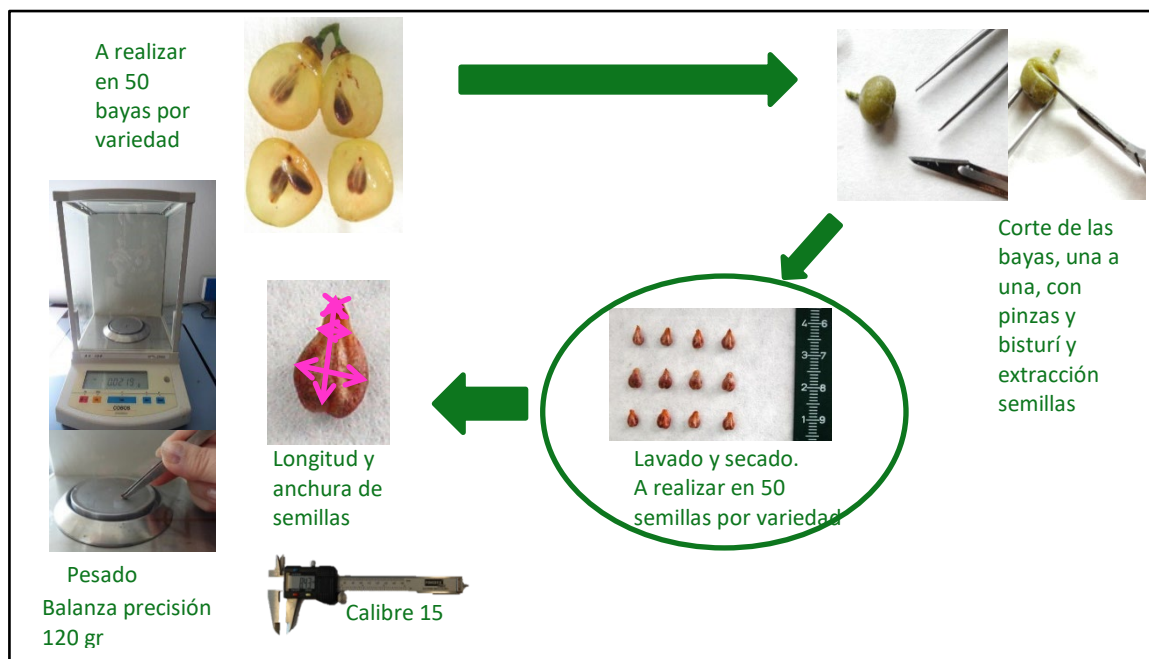


Figura 34: Pesado de semillas en balanza de precisión y medida de diversos parámetros de semilla, mediante calibre de 15 cm.

De entre los racimos recogidos por cada variedad y parcela, se seleccionó otra tanda de 50 bayas para medir los siguientes parámetros del mosto:

Rendimiento en mosto yema (%): se escogieron 10 bayas, cinco veces, se pesaron y se puso cada una de ellas en un tubo de centrífuga.

A continuación, con un tubo de vidrio más delgado, se trituraron levemente y fueron centrifugadas durante 3 minutos a 3.000 r.p.m. (Figura 35). Se recogió el sobrenadante en una probeta graduada y se midió el volumen (ml) de mosto obtenido. Por último, se calculó el rendimiento en mosto yema según la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento en mosto yema (\%)} = \frac{\text{Volumen de mosto obtenido}}{\text{Peso de 10 bayas}} \times 100$$

Debe tenerse en cuenta que éste es el rendimiento en mosto yema, ya que como se ha señalado, fueron sometidas a un triturado que correspondería al estrujado leve, no a un prensado fuerte.

Grado alcohólico probable (°Baumé): en el sobrenadante obtenido para la determinación del rendimiento, se midió la concentración de azúcar de cada una de las variedades (°Brix), con ayuda de un refractómetro (portable refractometer 0-32%, Labolan S.L. RHB-32ATC-02021089) (Figura 35). Posteriormente, mediante una tabla de conversión, se obtuvo el grado alcohólico probable (° Baumé).

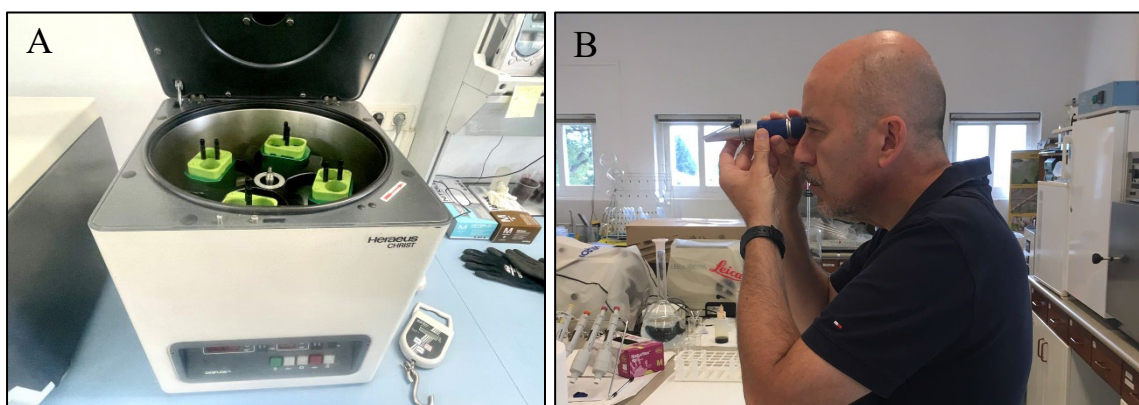


Figura 35: A. Centrifuga para medición de rendimiento en mosto yema; B. Medición de grado alcohólico probable con refractómetro.

Material y métodos

Acidez total (g/l ác. tartárico): se seleccionaron otras 10 bayas y se trituraron en un mortero de vidrio. Del mosto resultante se separaron 10 ml a un matraz aforado, y el resto del mosto obtenido se reservó en un frasco debidamente etiquetado.

La acidez total del mosto se determinó según el Método Volumétrico con Patrón de Coloración (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, D.O.C.E., 1990) (Figura 36).



Figura 36: Medición de la acidez total.

pH: el mosto sobrante de la determinación de la acidez total y que se había reservado en frascos, fue utilizado para medir el pH en cada una de las cepas con un pHmetro (Crison micro pH 2000) (Figura 37).



Figura 37: Medición del pH.

3.7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS POLIFENOLES EN MOSTO

En el caso de los polifenoles, sólo fueron analizados en 2017, 2018 y 2019. Para el análisis de polifenoles en mosto, se recogieron bayas de cada una de las parcelas y se sometieron a estrujado para obtener el mosto, que fue almacenado en recipientes de plástico y guardados en el frigorífico (a 4°C). Dichos mostos fueron enviados inmediatamente, por mensajería en frío, al Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC) para el análisis de polifenoles (Figura 38).

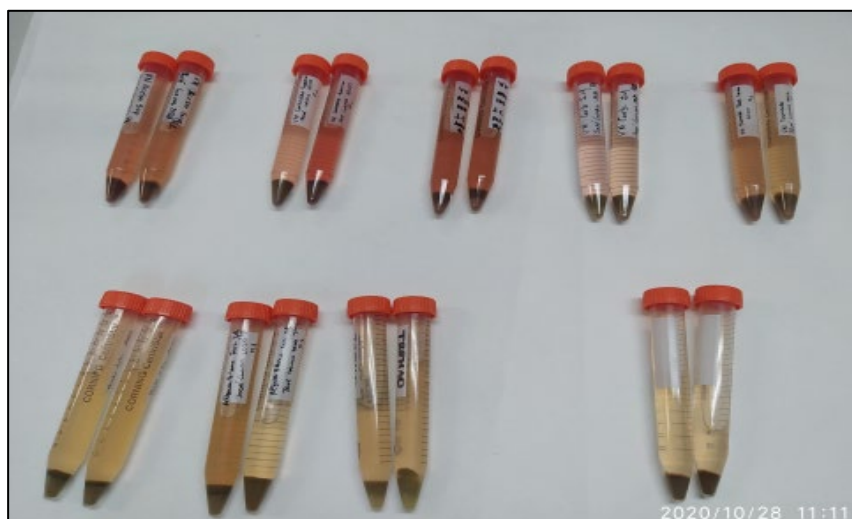


Figura 38: Muestras de mostos preparados en la MBG-CSIC, para su envío al laboratorio de análisis de polifenoles (ICTAN-CSIC).

Una vez llegados los mostos al laboratorio del ICTAN-CSIC, se diluyeron en primer lugar al 50% (1:1) con agua desionizada en un eppendorf (900 ul de H₂O y 900 ul de cada muestra). Posteriormente se decantaron en viales y se procedió a su análisis mediante un acoplamiento de un equipo de Cromatografía de alta resolución con Espectrómetro de Masas Cuadrupolo-Tiempo de vuelo (HPLC-MS-QTOF) (Agilent serie 1200): (Figura 39).

- ✓ Cromatógrafo de Líquidos Agilent 1200: bomba cuaternaria (G1311A), desgasificador acoplado (G1322A), inyector automático termostatzado (G1367B), módulo de columna termostatzado (G1316A).
- ✓ Detector Diodo Array (G1315B).
- ✓ Espectrómetro de Masas QTOF Agilent G6530A Accurate Mass Q-TOF LCMS, con fuente de ionización a presión atmosférica electrospray (ESI) con tecnología JetStream.

- ✓ Software de control: Masshunter Data Acquisition B.05.00, Masshunter Qualitative Analysis B.07.00

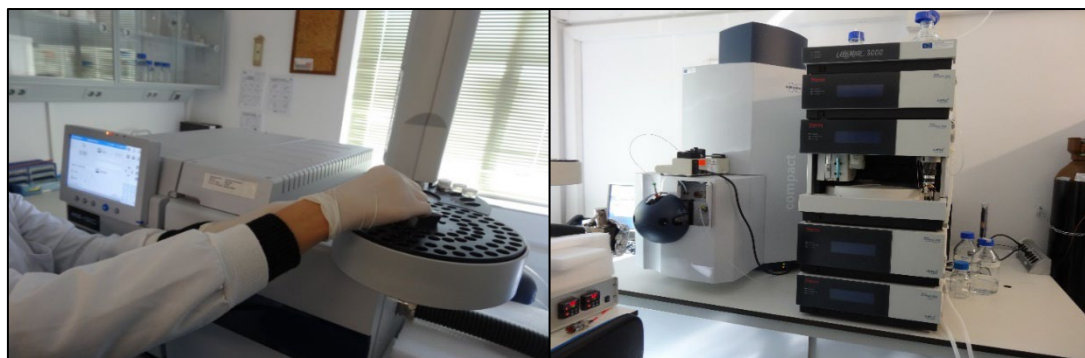


Figura 39: Detección de polifenoles en mosto. Espectrómetro de masas, cromatógrafo de líquidos.

Este aparato está equipado con una columna Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18 (4,6 mm × 150 mm × 5 μm) a 40 °C. La fase móvil consistió en agua con un 1% de ácido fórmico (A) y acetonitrilo con un 1% de ácido fórmico (B). Todas las muestras fueron analizadas en polaridad positiva y negativa.

El gradiente de elución fue 5% B a los 0 min, 15% B a los 20 min, 25% B a los 30 min, 30% B a los 40 min y 5% a los 32 min a 35 min. El caudal fue de 1 ml/min.

Para la identificación y cuantificación de los componentes se realizaron experimentos MS y MS/MS.

El método de adquisición Q-TOF fue de 2 GHz y con las siguientes características: rango de masas bajo 1700 m/z, polaridad negativa, gas de secado 10 l/ 350 °C, gas envolvente 11 l/350 °C, nebulizador 45 psi, voltaje de tapa 4000 V y voltaje del fragmentador 150 V.

La identificación de los compuestos se realizó a través de su masa exacta y por su tiempo de retención coincidente con los patrones comerciales disponibles. Estos patrones se muestran en las tablas 1a y 1 b.

El patrón de referencia utilizado para los antocianos fue la malvidina 3-O-glucósido; para los flavonoides la quercitina 3-O-glucósido, para los ácidos fenólicos e hidroxibenzoicos el ácido cafeico (excepto para el ácido gálico que se utilizó el del ácido gálico).

Finalmente, en el caso de los hidrocarburos y flavanoles, todos los monómeros fueron cuantificados con el patrón (+)-catequina. Todos ellos son de la casa comercial Cymit Química (España). Los resultados fueron expresados en ng/ml de mosto.

Tabla 1a: Polifenoles analizados en mosto, tiempo de retención, polaridad, patrón de cuantificación, masa y fórmula correspondiente

Compuesto ng/ml	Tr/min	Polaridad	PATRON cuantificación	Masa (M-H)	Fórmula
Antocianos					
Delfinidina-3-O-glucósido	10,2	POS	Malvidina-3-O-glucósido	465,1028	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₂
Delfinidina-3-O-(6-O-coumaroil) glucósido	26,2	POS	Malvidina-3-O-glucósido	611,1395	C ₈₀ H ₂₇ O ₁₄
Delfinidina-3-metilglucósido		POS	Malvidina-3-O-glucósido	479,0838	C ₂₁ H ₁₉ O ₁₃
Cianidina-3-O-glucósido	12,4	POS	Malvidina-3-O-glucósido	449,1078	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁
Cianidina-3-O-(6-O-coumaroil) glucósido		POS	Malvidina-3-O-glucósido	695,1446	C ₃₀ H ₂₇ O ₁₃
Petunidina-3-O-glucósido	13,8	POS	Malvidina-3-O-glucósido	479,1184	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₂
Petunidina-3-O-(6-O-acetil) glucósido		POS	Malvidina-3-O-glucósido	521,1290	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₃
Petunidina-3-O-(6-O-coumaroil) glucósido	27,5	POS	Malvidina-3-O-glucósido	625,1552	C ₃₁ H ₂₉ O ₁₄
Peonidina-3-O-glucósido	16,2	POS	Malvidina-3-O-glucósido	463,1235	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁
Peonidina-3-O-(6-O-acetil) glucósido	25,3	POS	Malvidina-3-O-glucósido	505,1341	C ₂₄ H ₂₅ O ₁₂
Peonidina-3-O-(6-O-cafeoil) glucósido	26,7	POS	Malvidina-3-O-glucósido	625,1552	C ₃₁ H ₂₉ O ₁₄
Peonidina-3-O-(6-O-coumaroil) glucósido	28,6	POS	Malvidina-3-O-glucósido	609,1603	C ₃₁ H ₂₉ O ₁₃
Malvidina-3-O-glucósido	17	POS	Malvidina-3-O-glucósido	493,1341	C ₂₃ H ₂₅ O ₁₂
Malvidina-3-5-diglucósido		POS	Malvidina-3-O-glucósido	656,1997	C ₂₉ H ₃₅ O ₁₇
Malvidina-3-O-(6-O-acetil) glucósido	25,3	POS	Malvidina-3-O-glucósido	535,1446	C ₂₅ H ₂₇ O ₁₃
Malvidina-3-O-(6-O-caffeoil) glucósido		POS	Malvidina-3-O-glucósido	655,1657	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₅
Malvidina-3-O-(6-O-coumaroil) glucósido	28,5	POS	Malvidina-3-O-glucósido	639,1708	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₄
Flavonoides					
Apigenina	ND	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	269,0455	C ₁₅ H ₁₀ O ₅
Miricetín-3-O-glucoronido		NEG	Quercetín-3-O-glucósido	493,0624	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₄
Miricetín-3-O-galactósido		NEG	Quercetín-3-O-glucósido	479,0831	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃
Miricetín-3-O-glucósido	20	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	479,0831	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃
Quercetín-3-O-galactósido	23,8	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	463,0882	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂
Quercetín-3-O-glucósido	24,4	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	463,0882	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂
Quercetín-3-O-glucoronido	24,1	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	477,0675	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃
Quercetín-3-O-rutinósido	23,7	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	609,1461	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆
Laricitrín-3-O-galactósido	ND	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	493,0958	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₃
Laricitrín-3-O-glucósido	24,6	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	493,0988	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₃
Kaempherol-3-O-galactósido	ND	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	447,0933	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁
Kaempherol-3-O-glucoronido	ND	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	461,0725	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂
Kaempherol-3-O-glucósido	ND	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	447,0933	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁
Isoramnetín-3-O-glucósido	27,3	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	477,1038	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂
Syringetín-3-O-glucósido	27,5	NEG	Quercetín-3-O-glucósido	507,1144	C ₂₃ H ₂₄ O ₁₃

ND: no detectado; POS: positivo; NEG: negativo

Tabla 1b: Polifenoles analizados en mosto, tiempo de retención, polaridad, patrón de cuantificación, masa y fórmula correspondiente

Compuesto ng/ml	Tr/min	Polaridad	PATRON cuantificación	Masa (M-H)	Fórmula
Ácidos fenólicos- ácidos hidroxibenzóicos					
Ácido Gálico	2,9	NEG	Ac. Gálico	169,0142	C ₇ H ₆ O ₅
Ácido Cafeico	11,6	NEG	Ac. Cafeico	179,0350	C ₉ H ₈ O ₄
Ac. Protocatequino glucósido	4,4	NEG	Ac. Cafeico	315,0722	C ₁₃ H ₁₆ O ₉
Ác. Cafeoil tartárico isómero	5,7	NEG	Ac. Cafeico	311,0409	C ₁₃ H ₁₂ O ₉
Ác. Cafeoil tartárico isómero	6,3	NEG	Ac. Cafeico	311,0409	C ₁₃ H ₁₂ O ₉
Ácido p-cumárico	7,9	NEG	Ac. Cafeico	163,0401	C ₉ H ₈ O ₃
Ác. P-cumárico tartárico isómero	8,8	NEG	Ac. Cafeico	295,0459	C ₁₃ H ₁₂ O ₈
Ác. 2,5 di-S-glutationil-caftárico	ND	NEG	Ac. Cafeico	921,1772	C ₃₃ H ₄₂ O ₂₁ N ₆ S ₂
Ácido Fertartárico	11,5	NEG	Ac. Cafeico	325,0565	C ₁₄ H ₁₄ O ₉
Hidrocarburos aromáticos					
Resveratrol	31,8	NEG	Catequina	227,0714	C ₁₄ H ₁₂ O ₃
Resveratrol-3-O-glucósido	27,3	NEG	Catequina	389,1242	C ₂₀ H ₂₂ O ₈
Flavanoles					
Catequina	9,9	NEG	Catequina	289,0718	C ₁₅ H ₁₄ O ₆
Epicatequina	14,4	NEG	Catequina	289,0718	C ₁₅ H ₁₄ O ₆
Dímero Catequina PB1	8,4	NEG	Catequina	577,1351	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂
Dímero Catequina PB2	12,8	NEG	Catequina	577,1351	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂
Galocatequina	3,2	NEG	Catequina	305,0667	C ₁₅ H ₁₄ O ₇
Epigalocatequina	4,4	NEG	Catequina	305,0667	C ₁₅ H ₁₄ O ₇

ND: no detectado; POS: positivo; NEG: negativo

3.8. MÉTODOS DE ESTUDIO DE ENFERMEDADES

3.8.1 Identificación y cuantificación de la concentración de esporas de los patógenos responsables del Mildiu (*P. viticola*), Oidio (*E. necator*) y Botrytis (*B. cinerea*) en el aire.

Esta parte del trabajo se realizó mediante el uso de captadores de esporas y la utilización de diversas técnicas de identificación y cuantificación de la concentración de esporas de los patógenos responsables del Mildiu, Oidio y Botrytis en el aire mediante microscopía óptica, como se explica a continuación.

Toma de muestras: En cada parcela se instaló, contiguo a la estación agroclimática, un poste con dos captadores.

El primer captador se situó a la altura del cuerpo de la cepa, donde se concentra el máximo de vegetación y el segundo 1 metro más arriba, justo por encima de la vegetación en espaldera. Cada captador llevaba 8 portaobjetos cubiertos con vaselina y colocados con distintas orientaciones, para recibir las esporas traídas por las distintas corrientes de aire. El captador de la parte inferior llevaba los portaobjetos numerados del 1 al 8 y el de la parte superior numerados del 9 al 16 (Figura 40). Dichos captadores recogían las esporas de los diferentes patógenos, presentes en el aire, mediante el método de impactación. En las fincas que había dos subparcelas, se colocaron dos postes con dos captadores cada uno de ellos.

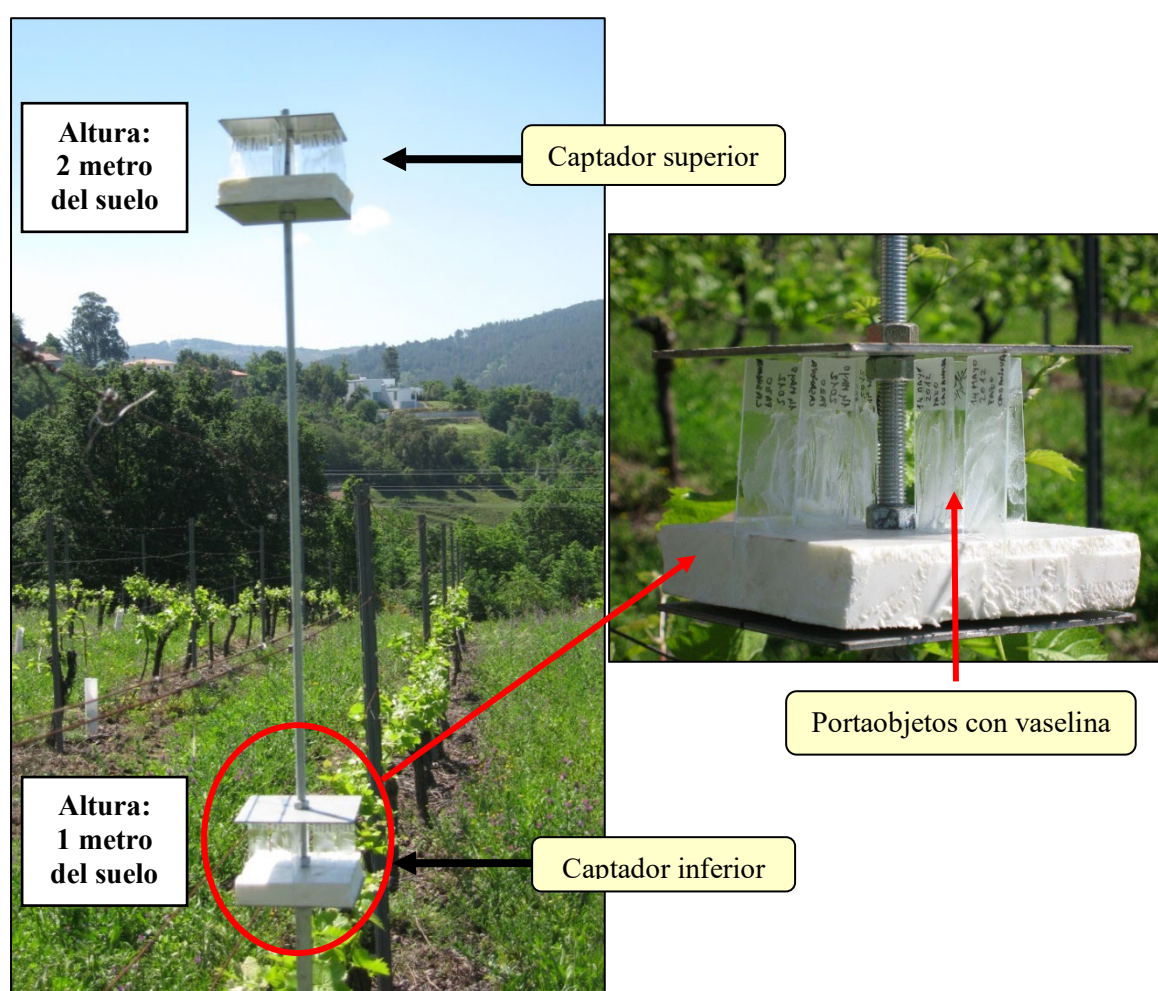


Figura 40. Poste con un captador superior y otro inferior. Detalle de un captador con los 8 portaobjetos cubiertos con vaselina y colocados con distintas orientaciones (Método de Diez-Navajas and Ortiz-Barredo, 2010).

La primera recogida de los portaobjetos con las muestras, se iniciaba con la brotación de la vid, en el mes de abril y la última unos días antes de la vendimia, en el mes de septiembre. A

lo largo de este tiempo se llevó a cabo, de manera paralela, un seguimiento de la presencia/ausencia de síntomas de las distintas enfermedades, en las plantas de Albarín Blanco y Verdejo Negro, en cada una de las parcelas. Los muestreos se realizaron en 20 cepas de cada una de las variedades y parcela objeto de estudio.

Los portaobjetos de cada muestreo se recogían y guardaban en cajas especiales, en la misma parcela, siendo transportadas posteriormente en nevera de campo hasta los laboratorios del Grupo VIOR en la Misión Biológica de Galicia (Figura 41).

El objetivo de trasladar las muestras en frío, es evitar que la vaselina se derrita durante el transporte y se puedan perder las esporas adheridas a ella.

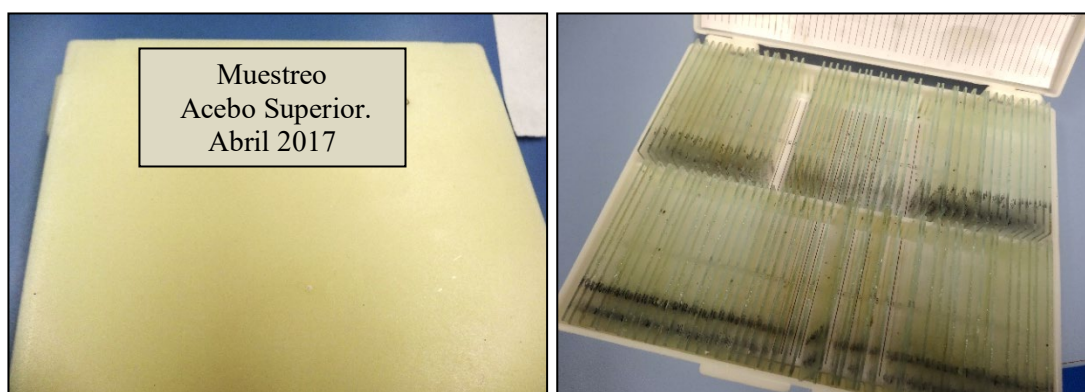


Figura 41. Cajas de recogida y transporte de los portaobjetos llenos de esporas adheridas a la vaselina que se les ha puesto.

Cuantificación y caracterización morfológica de las esporas mediante microscopía óptica

Una vez en el laboratorio las muestras, eran observadas, una por una, a través de microscopio óptico (Nikon Eclipse E200), conectado a un procesador de análisis de imágenes. En cada uno de los portaobjetos, se hicieron 12 observaciones y recuentos, en 12 campos visuales distribuidos según el esquema de la Figura 42.

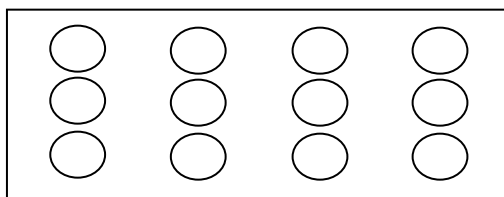


Figura 42. Esquema de distribución de los 12 campos visuales en cada uno de los portaobjetos estudiados.

En el caso del Mildiu y Oídio, los recuentos de esporas se hicieron con el objetivo de 10×, mientras que en el caso de la Botrytis se realizaron con el objetivo de 20×, para facilitar el recuento, dado que su tamaño es mucho más pequeño.

Al mismo tiempo que se realizaban los recuentos y observaciones, en cada uno de los portaobjetos analizados, se tomaron fotografías representativas de las esporas de cada tipo de hongo, con el objetivo de 40× y una cámara de microfotografía Nikon DS-Fi1 acoplada al microscopio (Figuras 43). Dichas fotografías se volcaron en un procesador de imágenes para ser almacenadas y posteriormente medir las esporas y analizarlas morfológicamente (software NIS-Elements Basic Research v.3.1.) (Figuras 43 y 44).

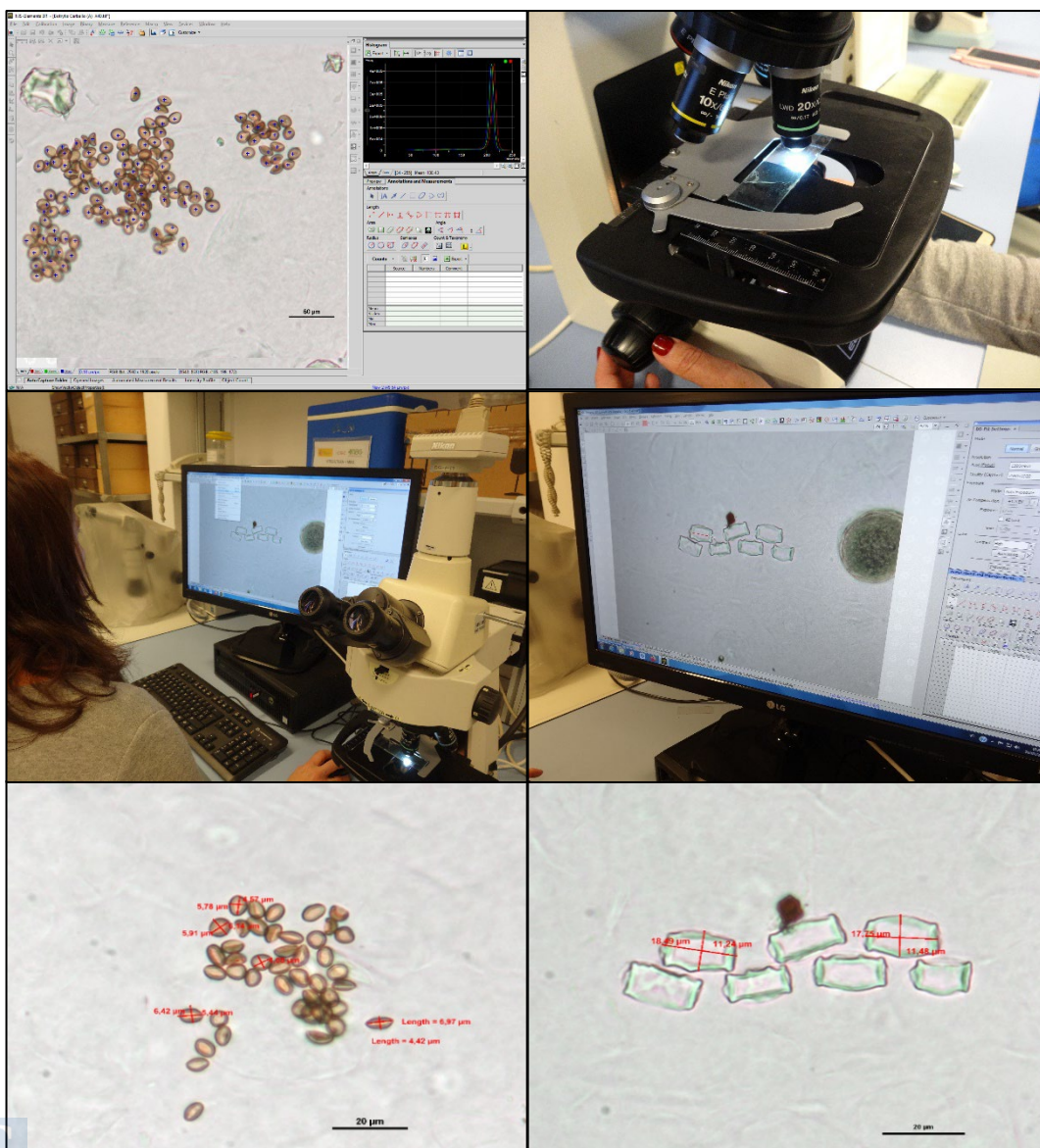


Figura 43. Detalle del conteo y medición de esporas (imagen izquierda esporas de Botrytis y derecha de Oídio, mediante microscopio óptico).

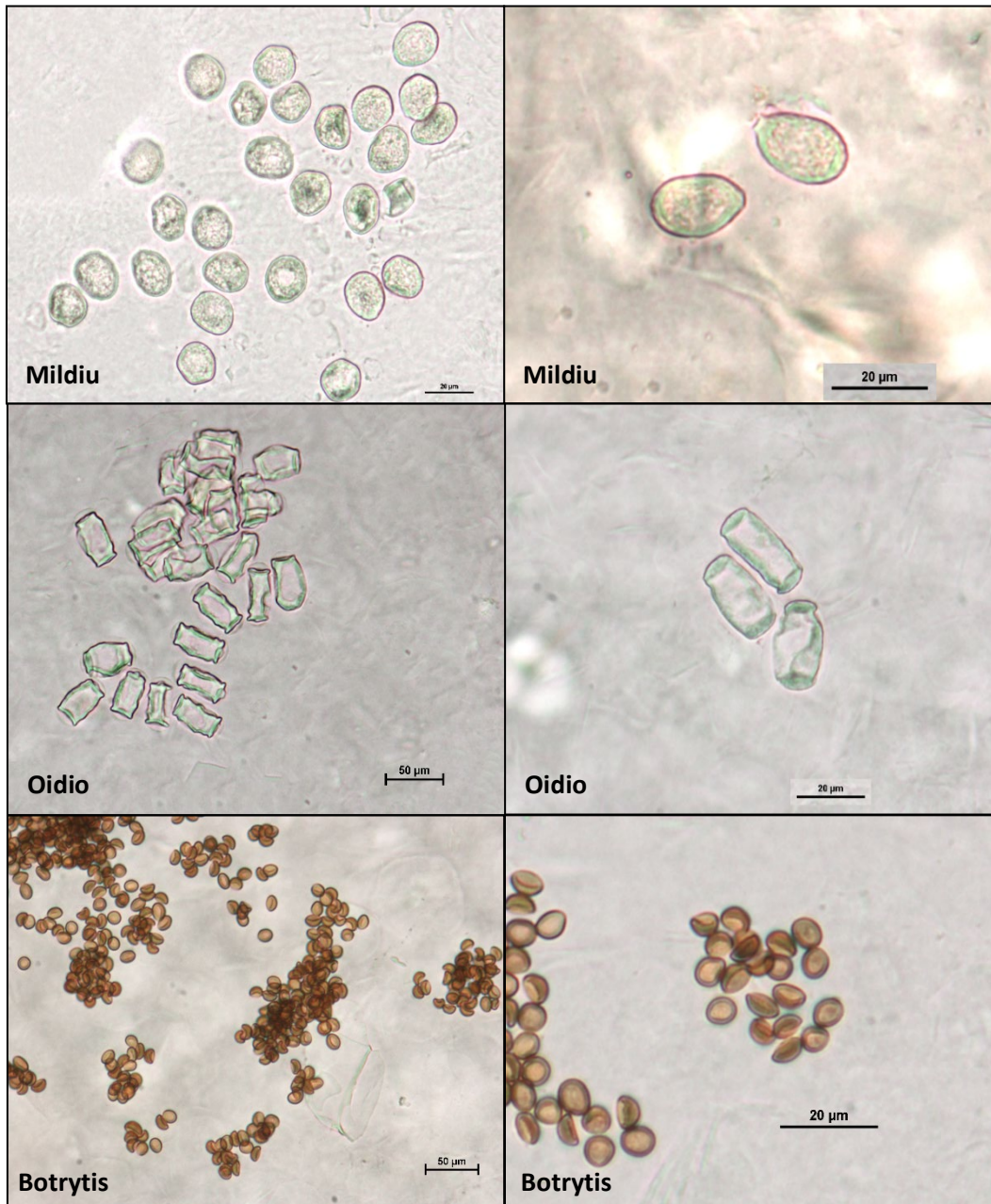


Figura 44. Esporas de Mildiu, Oidio y Botrytis, a través del microscopio óptico.

3.8.2. Evaluación de la susceptibilidad a Mildiu, Oidio y Botrytis en campo

Se realizó un muestreo en cada parcela, en el momento de la vendimia, para evaluar el nivel de afección en racimo de cada una de las enfermedades. La metodología utilizada fue la propuesta por Boso *et al.* (2005, 2011) y OIV (2009).

Para ello se tomó primero nota en campo, para cada parcela y variedad, del número total de racimos de cada cepa, así como del número de ellos que estaban afectados de cada una de las enfermedades y del nivel de la afección (Figura 45). A partir de estos datos base, se calculó la incidencia y severidad a Mildiu, Oidio y Botrytis, según las siguientes fórmulas:

Incidencia en racimo: Relación entre el número de racimos con síntomas y el número total de racimos en cada cepa, expresado en porcentaje.

Severidad en racimo: Porcentaje de la parte de racimo afectada por la enfermedad, expresado en porcentaje, según la siguiente escala visual:

0-25%: Baja severidad

25-50%: Media severidad

50-75%: Alta severidad

75-100: Muy alta severidad

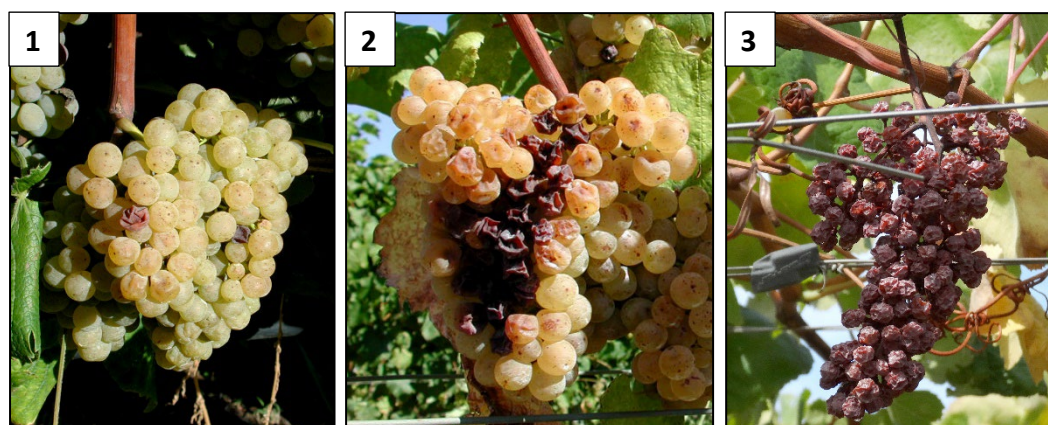


Figura 45. Racimos sanos (1) y otros afectados por Mildiu (2 y 3).

3.9. Análisis estadísticos

Con ayuda del paquete estadístico SAS System 9.4 (SAS, 2020), los datos de cada uno de los parámetros obtenidos (agronómicos, análisis físico-químicos de mosto, polifenoles de mosto, esporas en el aire y enfermedad en campo, se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), para comprobar si había diferencias significativas entre un mismo clon de las variedades plantadas en las diferentes zonas objeto de estudio. Se realizó la prueba F de significación contrastando cada factor fijo frente a su error.

Material y métodos

Todos los parámetros que en el análisis de varianza mostraron una F significativa, se sometieron a una comparación de medias, mediante la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS) protegida de Fisher (Steel et al., 1997).

Las fuentes de variación fueron “parcelas” como factor fijo y “años” como factor aleatorio. En caso de que la interacción “parcela” x “año” fuese significativa, se presentarán por separado, para cada uno de los cuatro años objeto de estudio, los resultados de los diferentes parámetros.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1. CLIMATOLOGÍA

A continuación, se muestran los datos climáticos obtenidos de las cinco estaciones agroclimáticas, situadas en las parcelas de Carballo, Tremado, Fondos de Villa y Acebo y para cada uno de los años de estudio.

4.1.1. Temperaturas máximas, mínimas y medias

En las siguientes Figuras se muestran los datos por mes de temperaturas medias de las máximas diarias (Figuras 46, 47 y 48), temperaturas medias de las mínimas diarias (Figuras 49, 50 y 51) y temperaturas medias de las medias diarias (Figuras 52, 53 y 54), para cada una de las parcelas y para cada uno de los años de estudio.

4.1.1.1 Temperaturas medias de las máximas diarias, por mes.

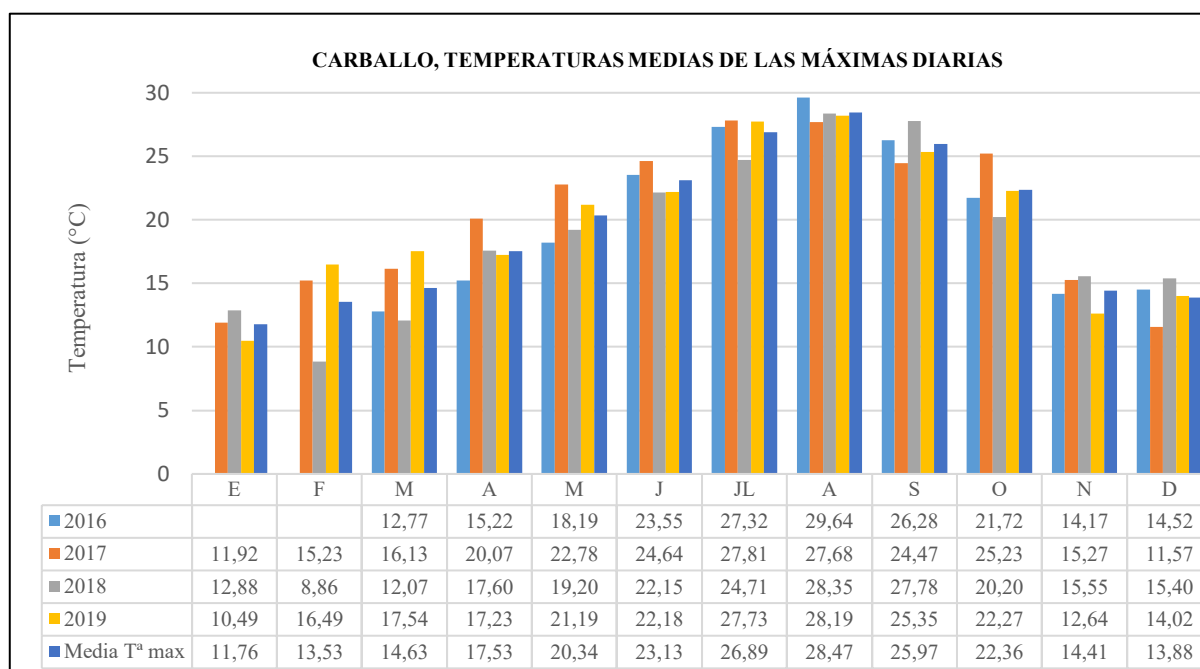


Figura 46. Temperatura media de las máximas diarias por mes, de la parcela de Carballo durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

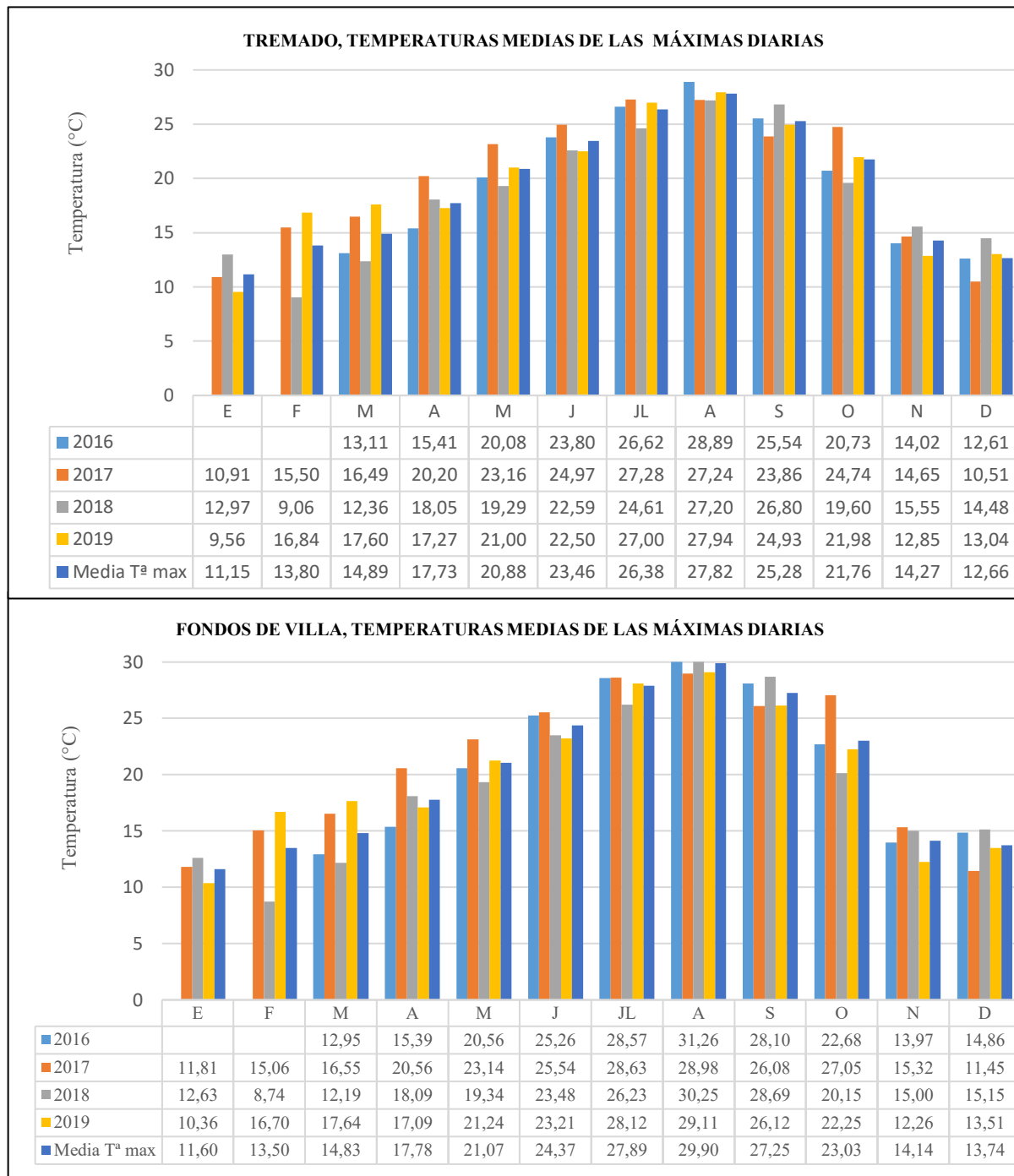


Figura 47. Temperatura media de las máximas diarias por mes de la parcela de Tremado y Fondos de Villa, durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

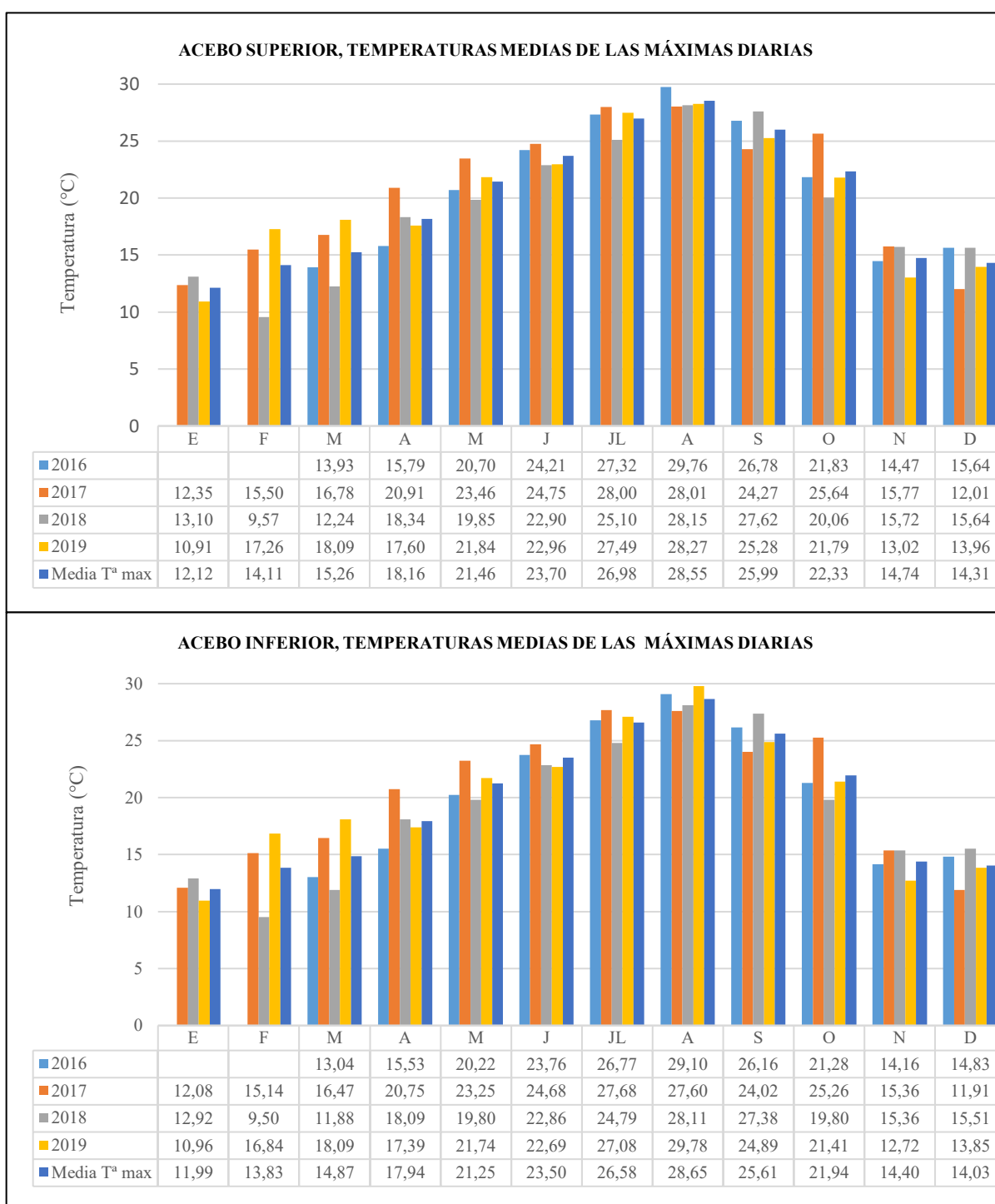


Figura 48. Temperatura media de las máximas por mes de la parcela de Acebo Superior y Acebo Inferior, durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

4.1.1.2 Temperaturas medias de las mínimas diarias, por mes.

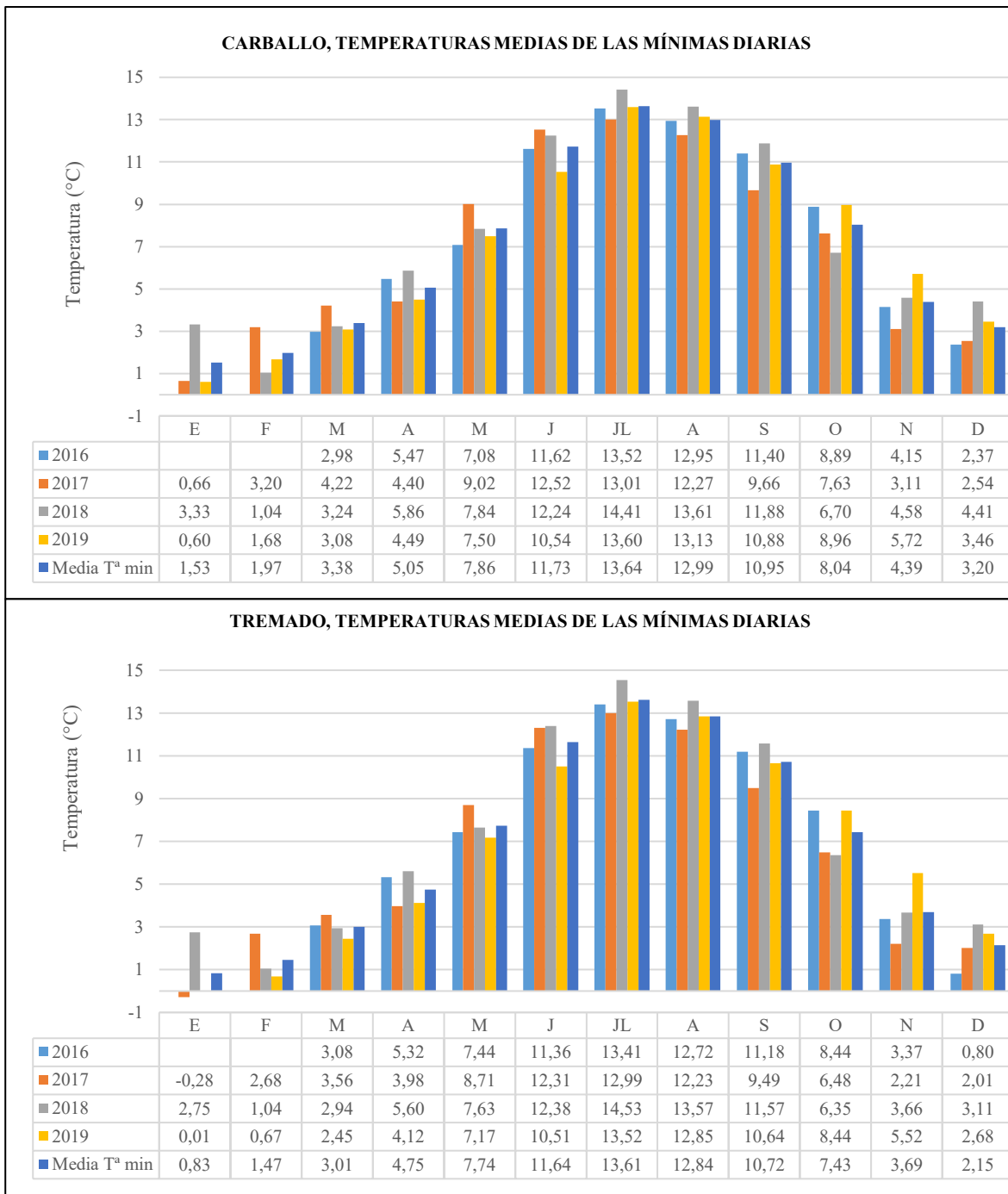


Figura 49. Temperatura media de las mínimas de la parcela de Carballo y Tremado durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

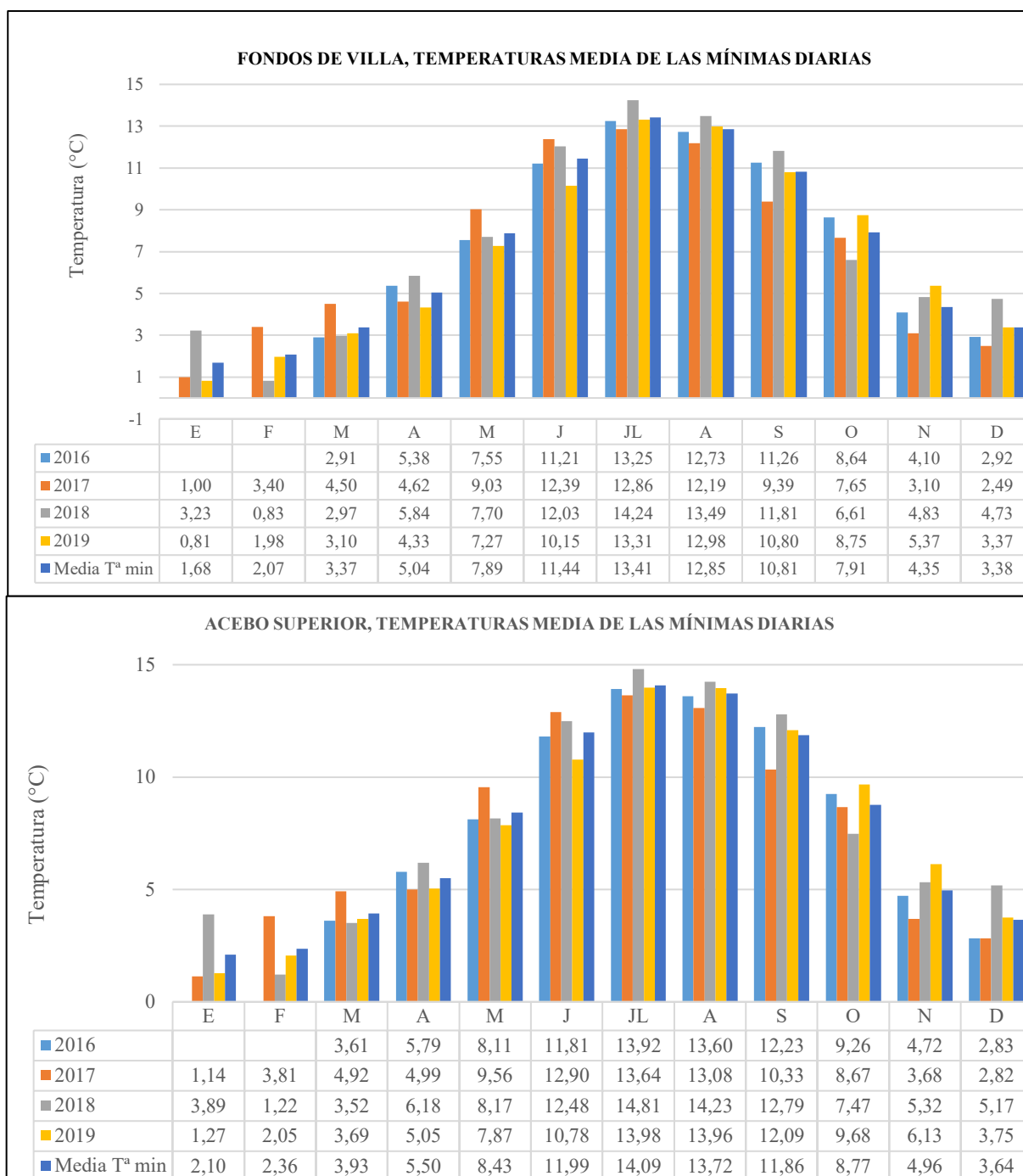


Figura 50. Temperatura media de las mínimas de la parcela de Fondos de Villa y Acebo Superior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

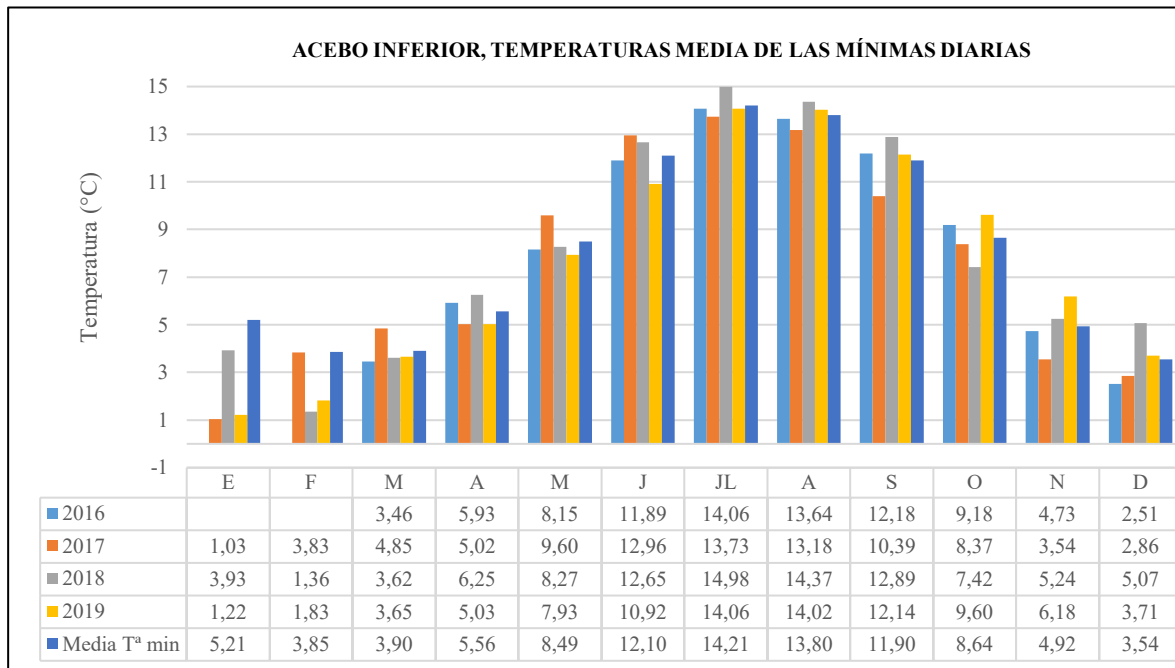


Figura 51. Temperatura media de las mínimas de la parcela de Acebo Inferior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

4.1.1.3 Temperaturas medias diarias, por mes.

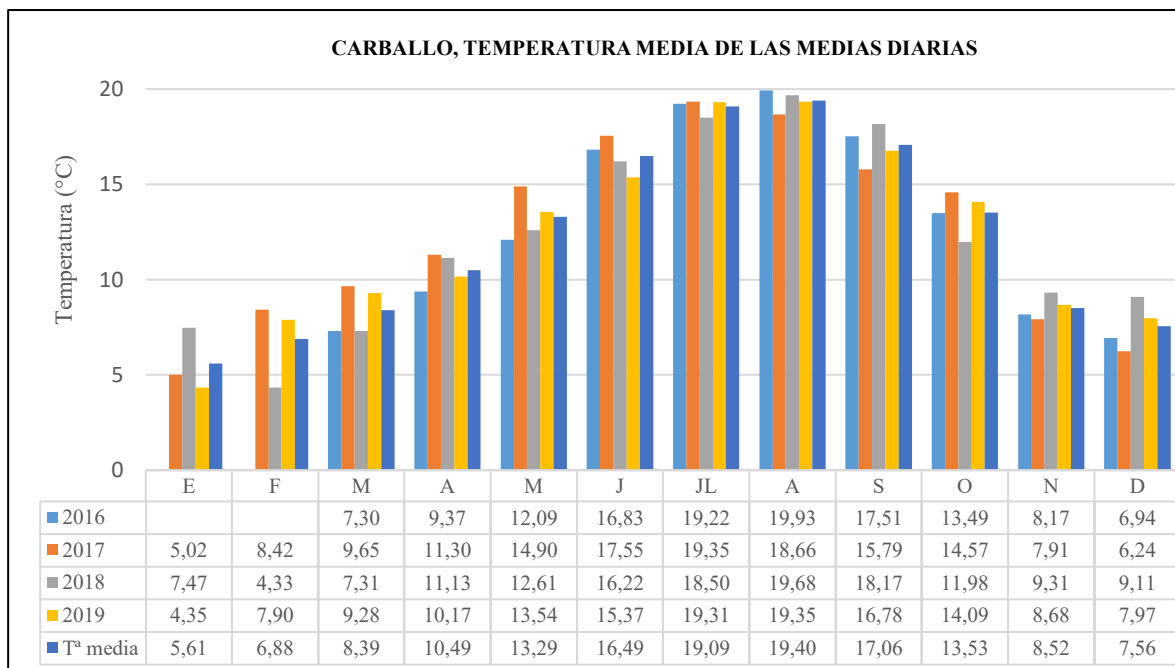


Figura 52. Media de temperatura media la parcela de Carballo durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

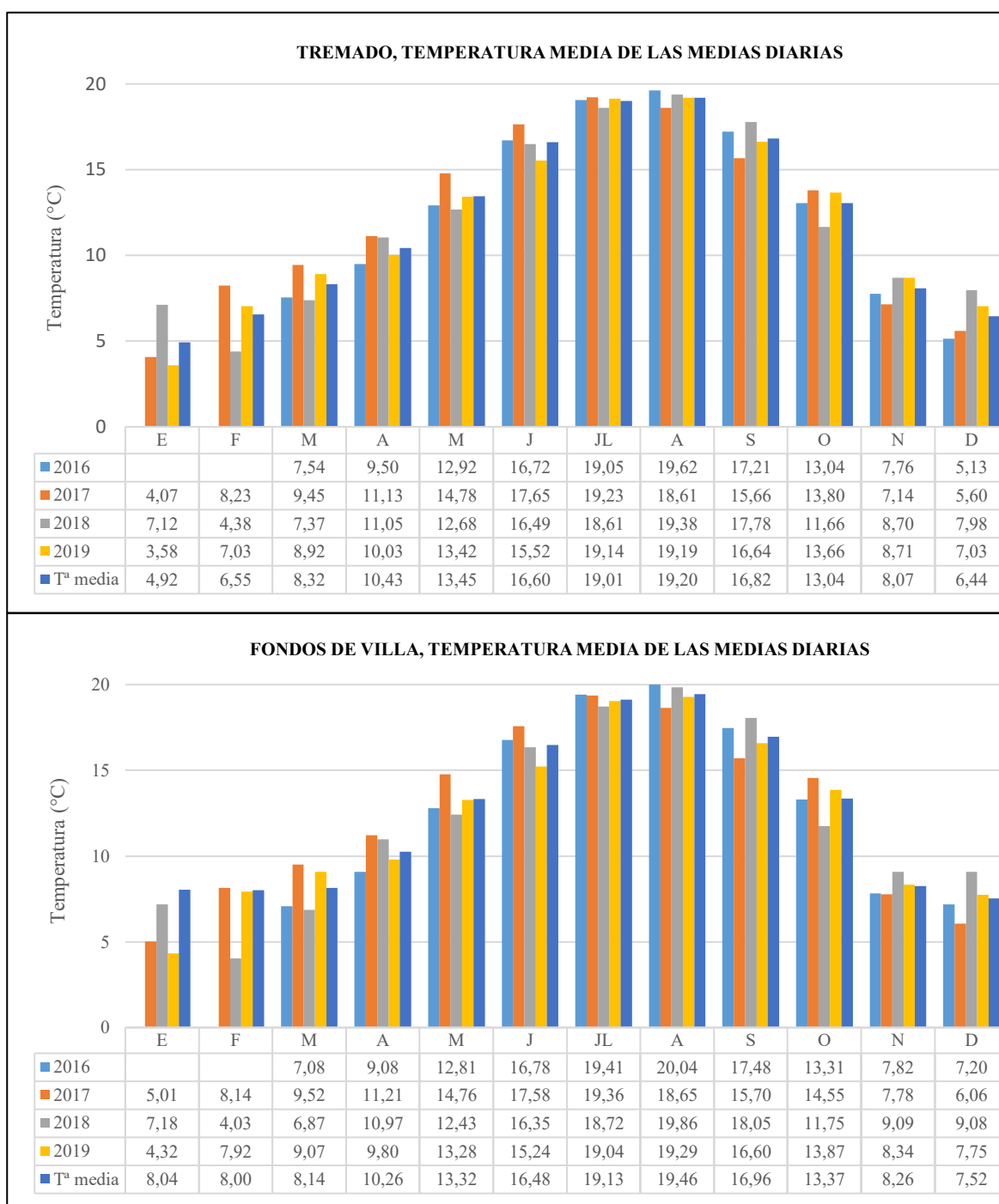


Figura 53. Media de temperatura media la parcela de Tremado y Fondos de Villa durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

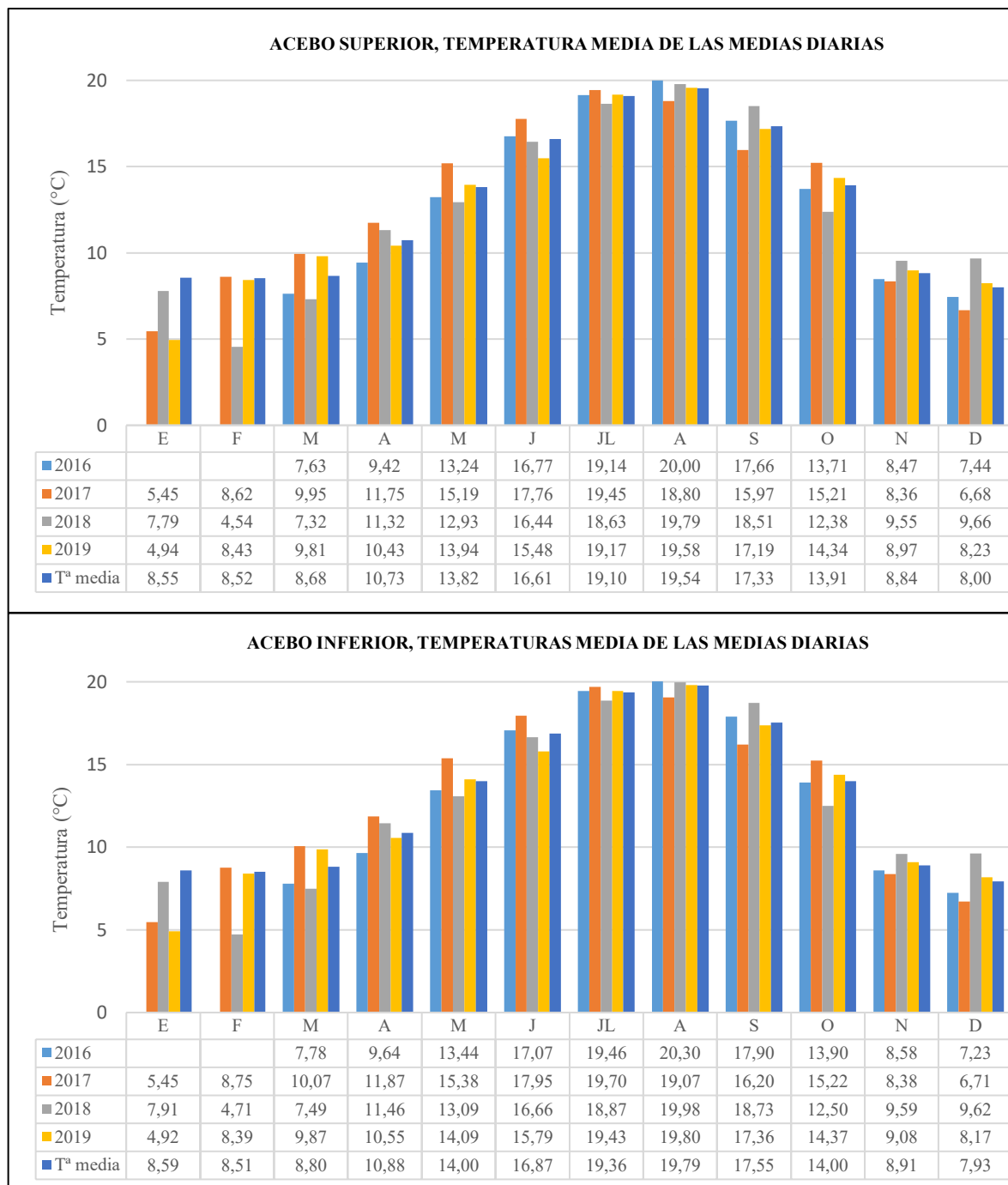


Figura 54. Media de temperatura media la parcela de Acebo Superior y Acebo Inferior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

4.1.2. Precipitaciones

En la Figura 55 se muestran los datos de precipitaciones anuales acumuladas recogidas en las diferentes estaciones localizadas en cada parcela objeto de estudio.

4.1.2.1 Precipitaciones anuales acumuladas en cada parcela.

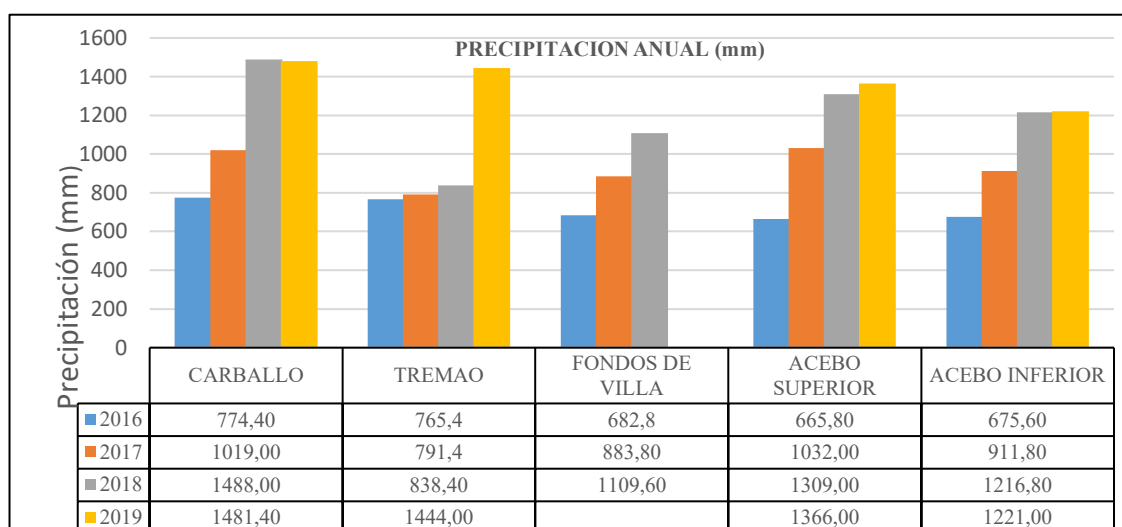


Figura 55. Precipitaciones anuales de todas las parcelas durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

4.1.2.2 Precipitaciones mensuales acumuladas en cada parcela.

En las figuras 56, 57 y 58, se muestran los gráficos de las precipitaciones acumuladas por parcela.

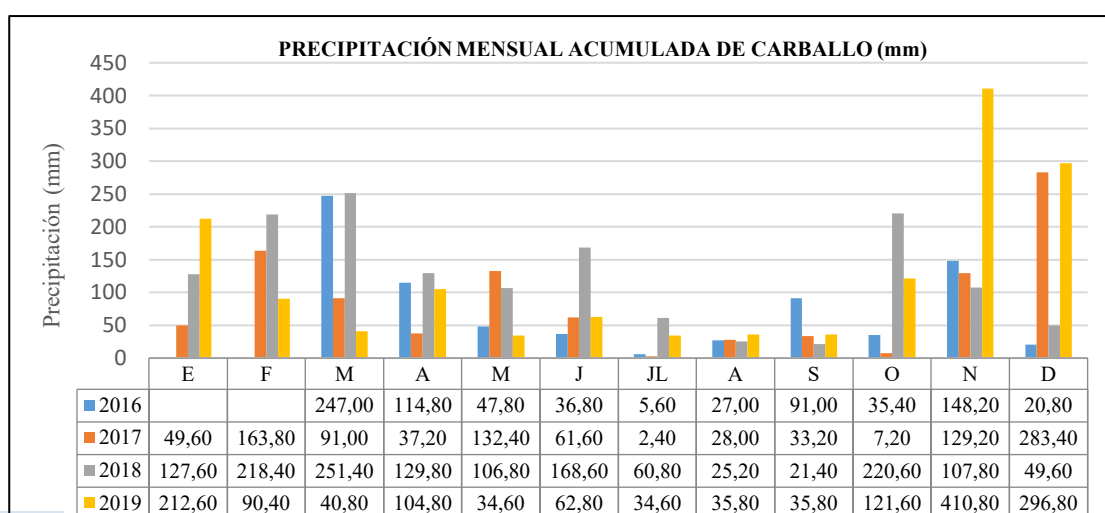


Figura 56. Precipitación mensual acumulada de la parcela de Carballo durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre



Figura 57. Precipitación mensual de la parcela de Tremado, Fondos de Villa y Acebo Superior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

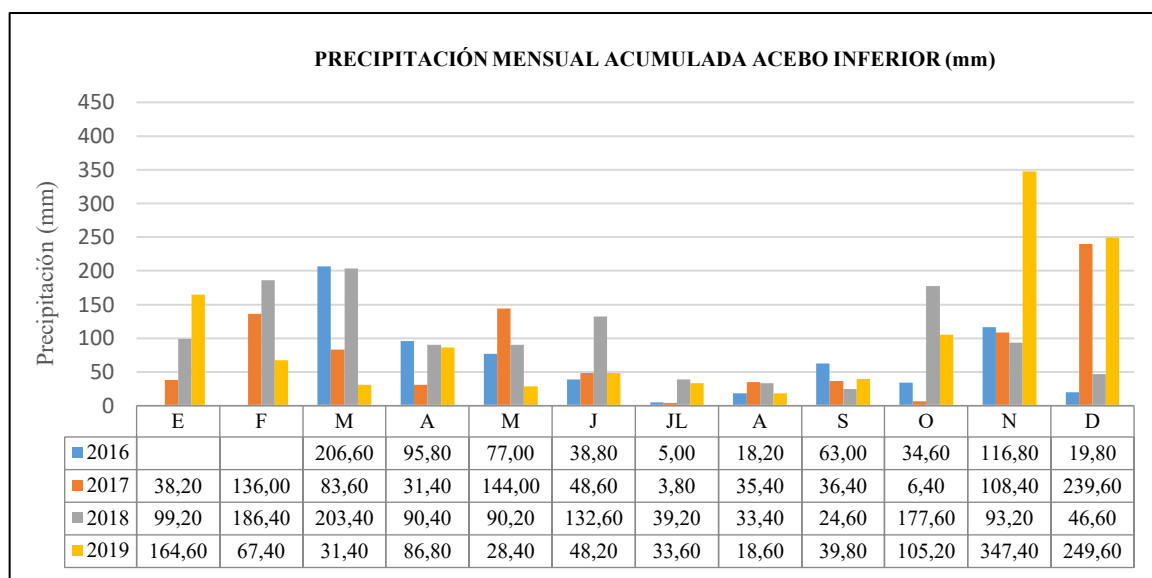


Figura 58. Precipitación mensual de la parcela de Acebo Inferior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre

4.1.3. Humedad media relativa en las parcelas.

Se muestran las tablas y gráficos de la humedad media relativa observada de las diferentes parcelas (Figuras 59, 60 y 61).

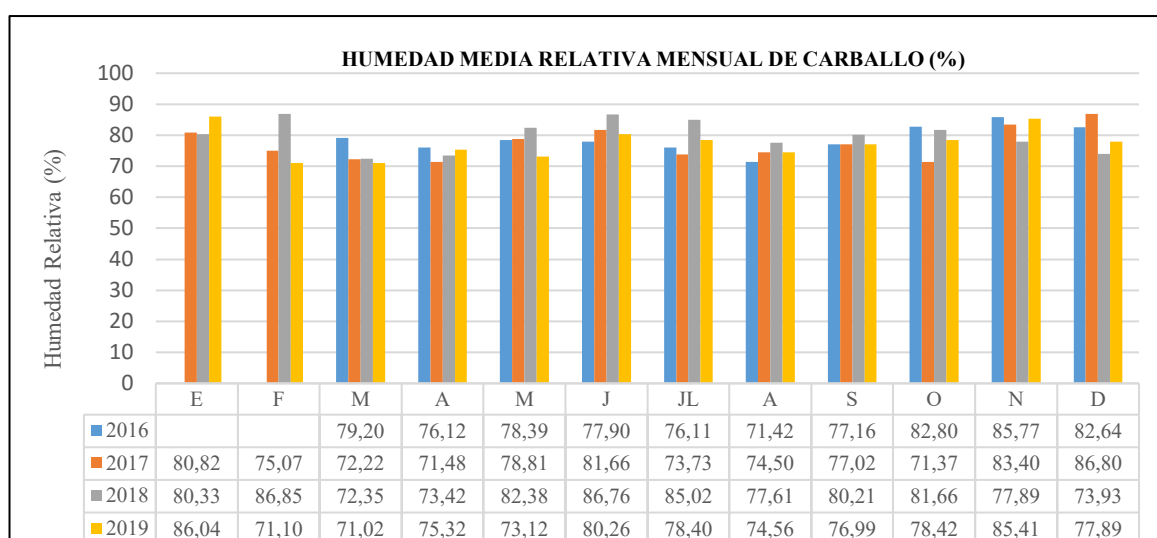


Figura 59. Humedad media relativa mensual de la parcela de Carballo durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

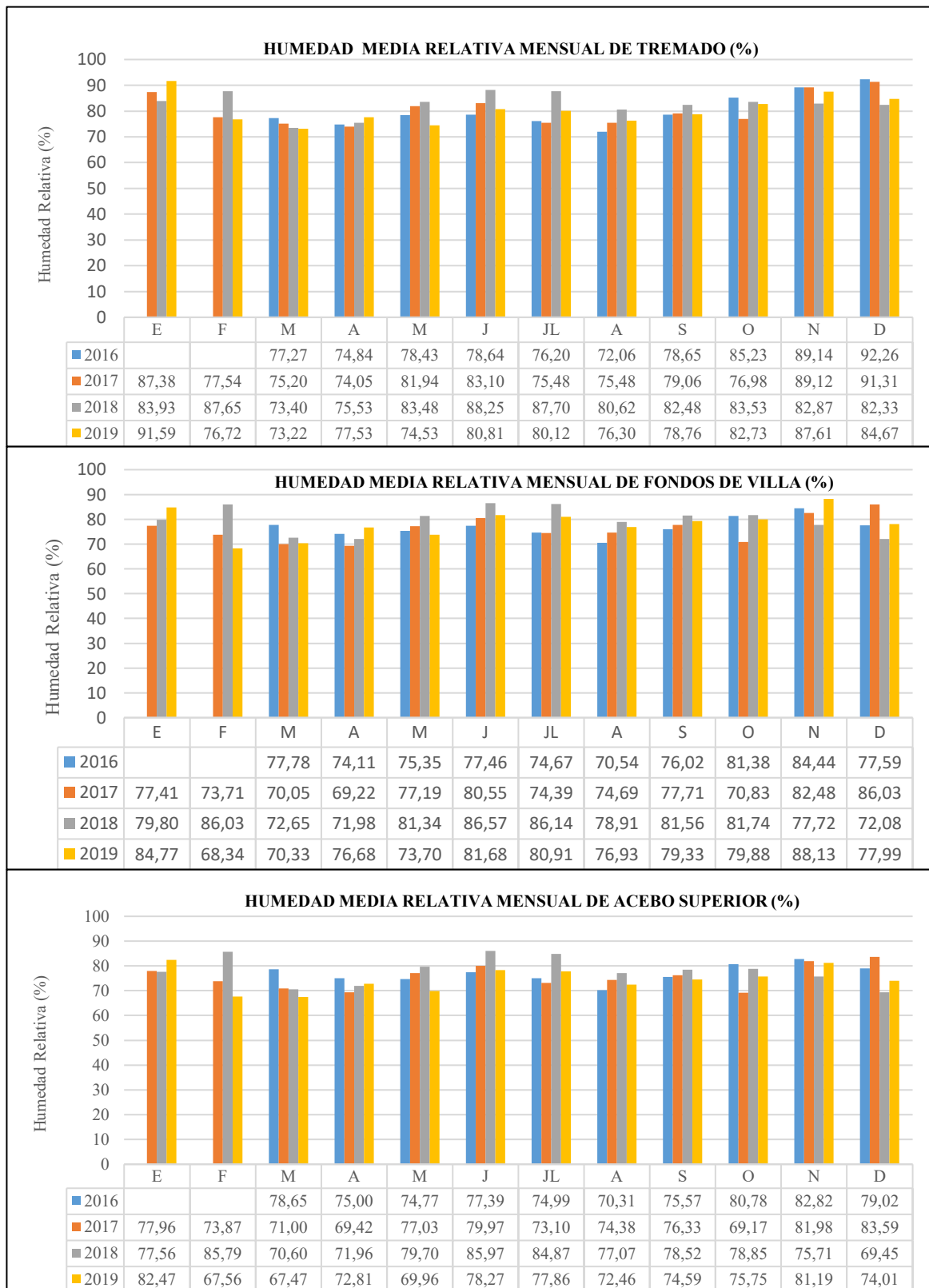


Figura 60. Humedad media relativa mensual de la parcela de Tremado, Fondos de Villa y Acebo Superior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

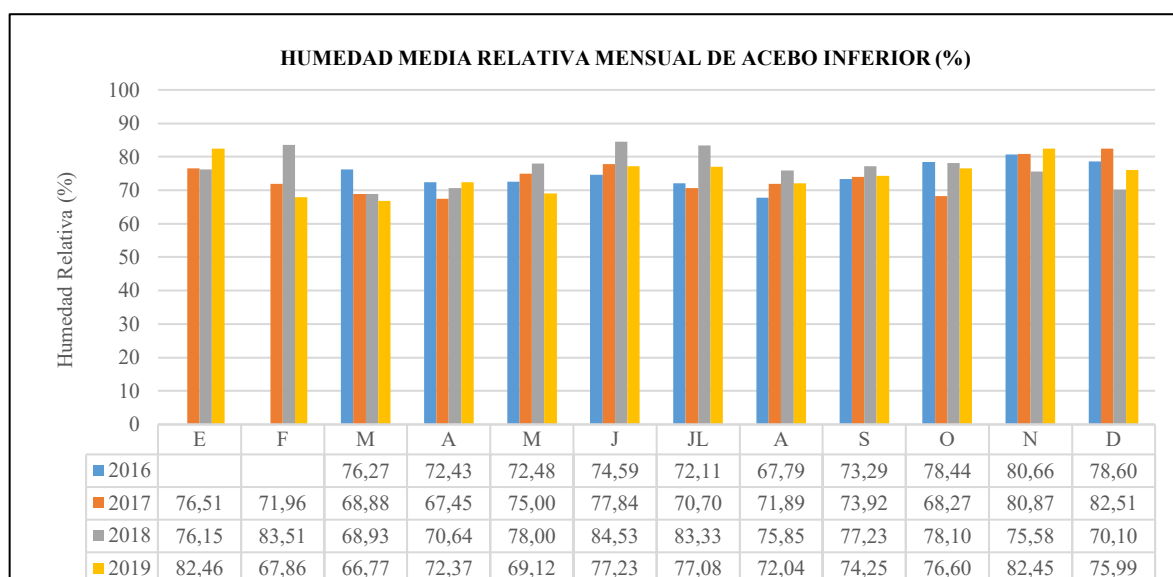


Figura 61. Humedad relativa mensual de la parcela de Acebo Inferior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

4.1.4. Radiación solar media observada en las parcelas.

Se muestran las Tablas y gráficos de la radiación media solar por mes, calculada a partir de la media diaria, para cada parcela (Figuras 62, 63, y 64).

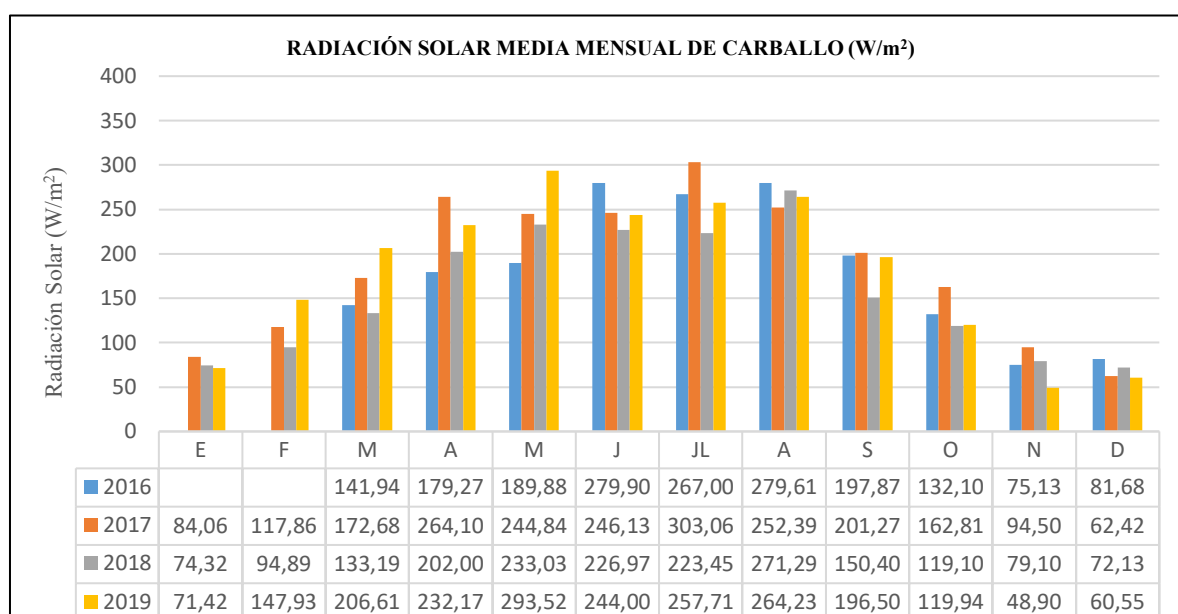


Figura 62. Radiación solar media mensual de la parcela de Carballo durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

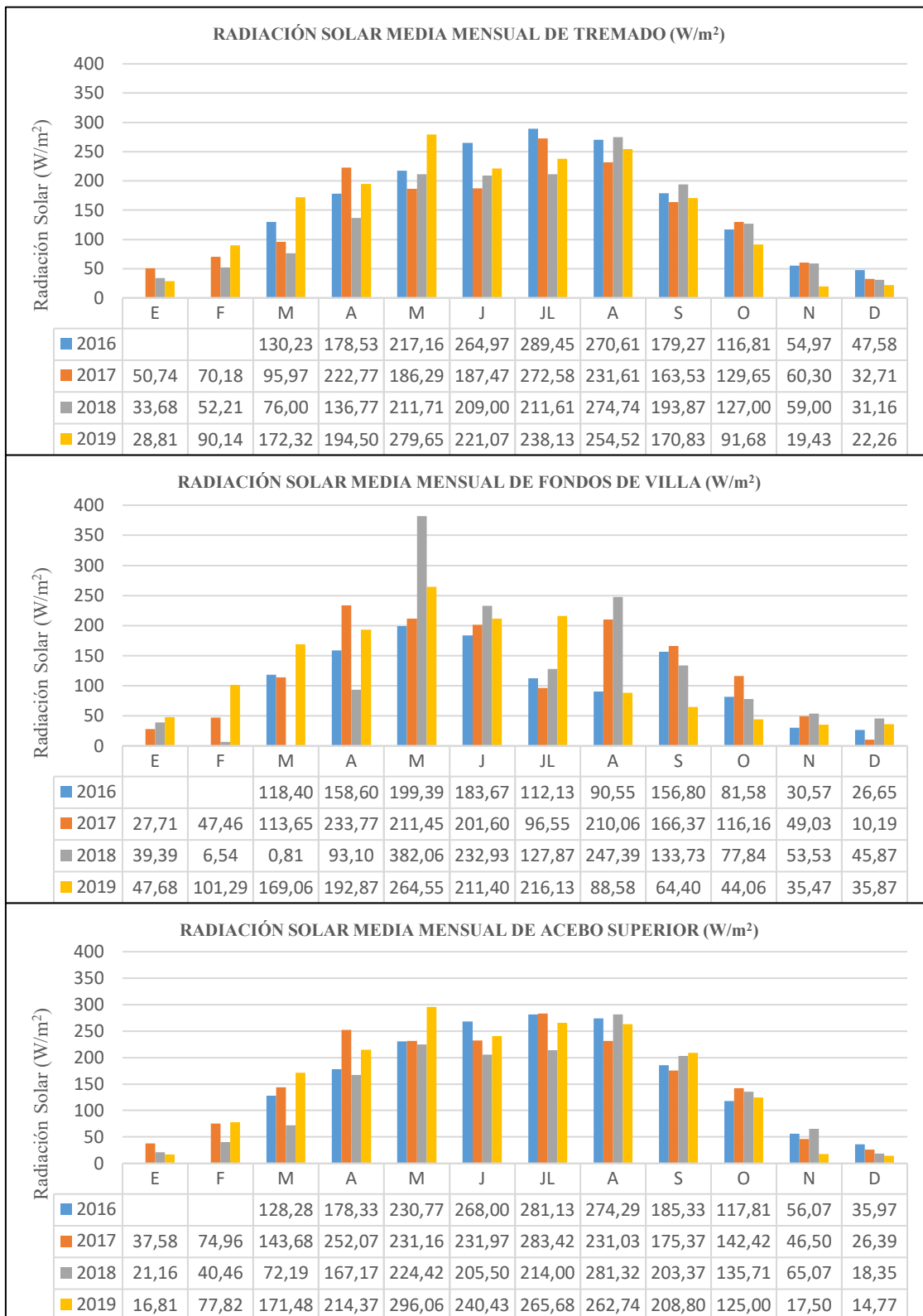


Figura 63. Radiación solar mensual de la parcela de Tremado, Fondos de Villa y Acebo Superior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

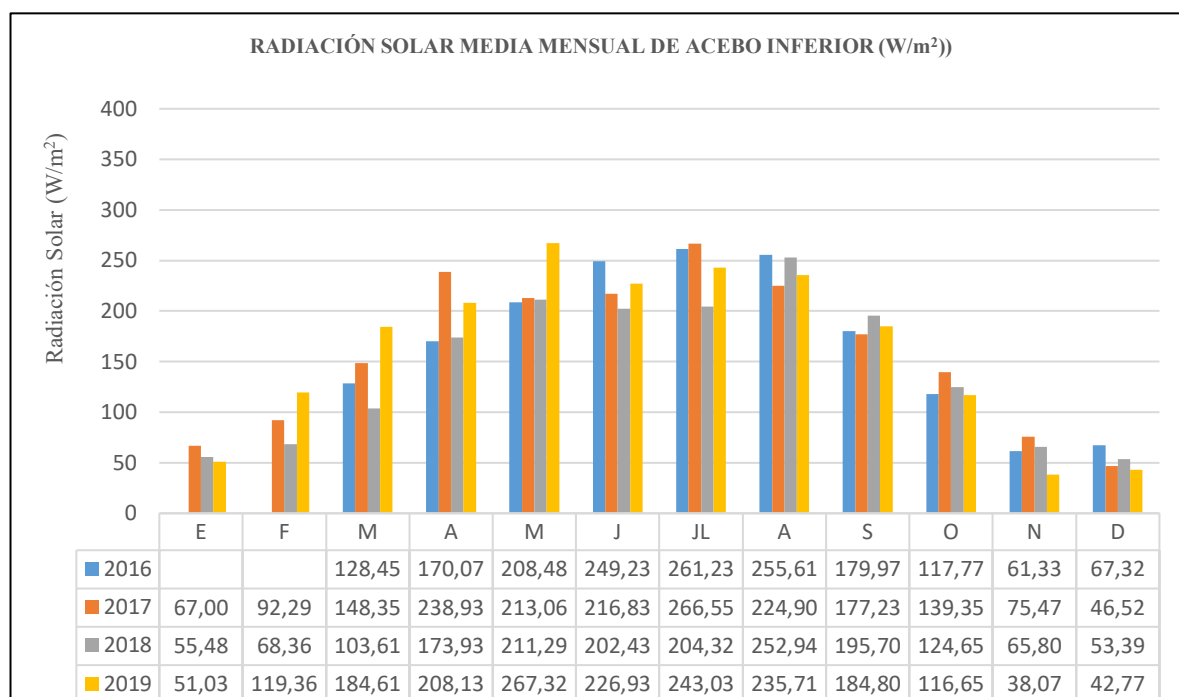


Figura 64. Radiación solar mensual de la parcela de Acebo inferior durante los años 2016 a 2019. E: Enero, F: Febrero, M: Marzo, A: Abril, M: Mayo, J: Junio, J: Julio, A: Agosto, S: Septiembre, O: Octubre, N: Noviembre, D: Diciembre.

4.1.5 Fenómenos adversos críticos

En los años 2016, 2017 y 2018 se produjeron fenómenos adversos que influyeron en el desarrollo de las yemas y posterior formación de los pámpanos, hojas y racimos (Figura 65).

En la Tabla 2, se detallan las heladas registradas por las estaciones meteorológicas en cada una de las parcelas estudiadas, en los meses de abril y mayo.

Si observamos los fenómenos adversos para la vid (heladas de cierta intensidad), a finales de abril se produjeron temperaturas bajo cero durante varias noches, que afectaron a las yemas y pequeños brotes.

Se observa también que el día 1 de mayo de 2018 se produjeron una helada de cierta intensidad térmica que afectó a las vides de la estación de Acebo Superior. El resto de las heladas no tuvieron incidencia reseñable sobre las vides, al ser de escasa intensidad y duración.



Figura 65. A: Imagen tomada a las diez de la mañana en una plantación. Fondo del valle en umbría cubierto de hielo, y cima de la montaña a pleno sol. B: Detalle de la vegetación cubierta de hielo de la misma parcela. (Fotos cedidas por el grupo VIOR).

Tabla 2. Anotación de la fecha de las heladas registradas y de las temperaturas (°C) por las estaciones meteorológicas en cada una de las parcelas estudiadas, en los meses de abril y mayo.

MESES	ABRIL				MAYO			
PARCELAS	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
CARBALLO		DÍA 12= -0,55 DÍA 13= -0,08 DÍA 14= -0,29	DÍA 16= -0,21		DÍA 1= -1,82			
TREMADO	DÍA 1=- 0,92	DÍA 27= -0,26 DÍA 28= -0,22 DÍA 29= - 0,77		DÍA 12= -0,08			DÍA 1= -0,27	
FONDOS DE VILLA	DÍA 1=- 0,90	DÍA 27= -1,53 DÍA 28= -014		DÍA 12= -0,08				
ACEBO SUPERIOR							DÍA 23= -2,44	
ACEBO INFERIOR		DÍA 23= -0,97						

4.2. ANÁLISIS DEL SUELO

Los resultados de los análisis físico-químicos y de granulometría del suelo de las cuatro parcelas objeto de estudio se muestran en las Tablas 3 y 4, y Figuras 66 y 67.

Tabla 3. Análisis físico-químicos de los suelos de cada una de las parcelas objeto de estudio.

PARCELAS/ PARÁMETROS	CARBALLO (Albarín Blanco)	CARBALLO (Verdejo Negro)	TREMADO (Albarín Blanco y Verdejo Negro)	FONDOS DE VILLA (Albarín Blanco)	ACEBO SUPERIOR (Albarín Blanco y Verdejo Negro)	ACEBO INFERIOR (Verdejo Negro)
pH H ₂ O (1:2,5)	5,4	6,8	5,5	7,4	4,6	4,4
pH KCL (1:2,5)	4,2	5,8	4,4	6,7	3,5	3,7
% Materia orgánica	3,2	3,5	3,5	6,8	2,8	2,7
Acidez de cambio (cmol ^(*) /kg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fósforo disponible (ppm) (1)	44	68	87	72	28	96
Potasio asimilable (ppm) (2)	186	376	288	632	94	122
Magnesio cambiable (ppm) (2)	46	280	86	140	20	10
Conductividad eléctrica 1:5 (mmho/cm)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cationes del complejo de cambio (cmol (+)/Kg	Ca ²⁺ =2,3 Mg ²⁺ =0,37 Na ⁺ =0,07 K ⁺ =0,47 Al ³⁺ =1,3	Ca ²⁺ =7,5 Mg ²⁺ =2,24 Na ⁺ =0,94 K ⁺ =0,94 Al ³⁺ =0,10	Ca ²⁺ =6 Mg ²⁺ =0,69 Na ⁺ =0,09 K ⁺ =0,72 Al ³⁺ =0,5	Ca ²⁺ =18,90 Mg ²⁺ =1,12 Na ⁺ =0,10 K ⁺ =1,58 Al ³⁺ =0,10	Ca ²⁺ =0,30 Mg ²⁺ =0,16 Na ⁺ =0,07 K ⁺ =0,23 Al ³⁺ =6,70	Ca ²⁺ =0,20 Mg ²⁺ =0,08 Na ⁺ =0,07 K ⁺ =0,31 Al ³⁺ =4,3
Capacidad de intercambio catiónico CIC	4,51	10,88	8	21,8	7,47	5,16
Relaciones entre cationes	Ca/Mg=6, K/Mg= 1,3 Ca:Mg:K=73: 12:15	Ca/Mg=3, K/Mg= 0,4 Ca:Mg:K=7 0:21:09	Ca/Mg=9 K/Mg= 1,0 Ca:Mg:K=81: 09:10	Ca/Mg=17, K/Mg= 1,4 Ca:Mg:K=87: 05:07	Ca/Mg=2, K/Mg= 1,5 Ca:Mg:K=43:23 :34	Ca/Mg=2, K/Mg= 3,8 Ca:Mg:K=34: 141:52

(1) = Método Olsen. (2) Desplazamiento con CLNH.

N.d: no detectado

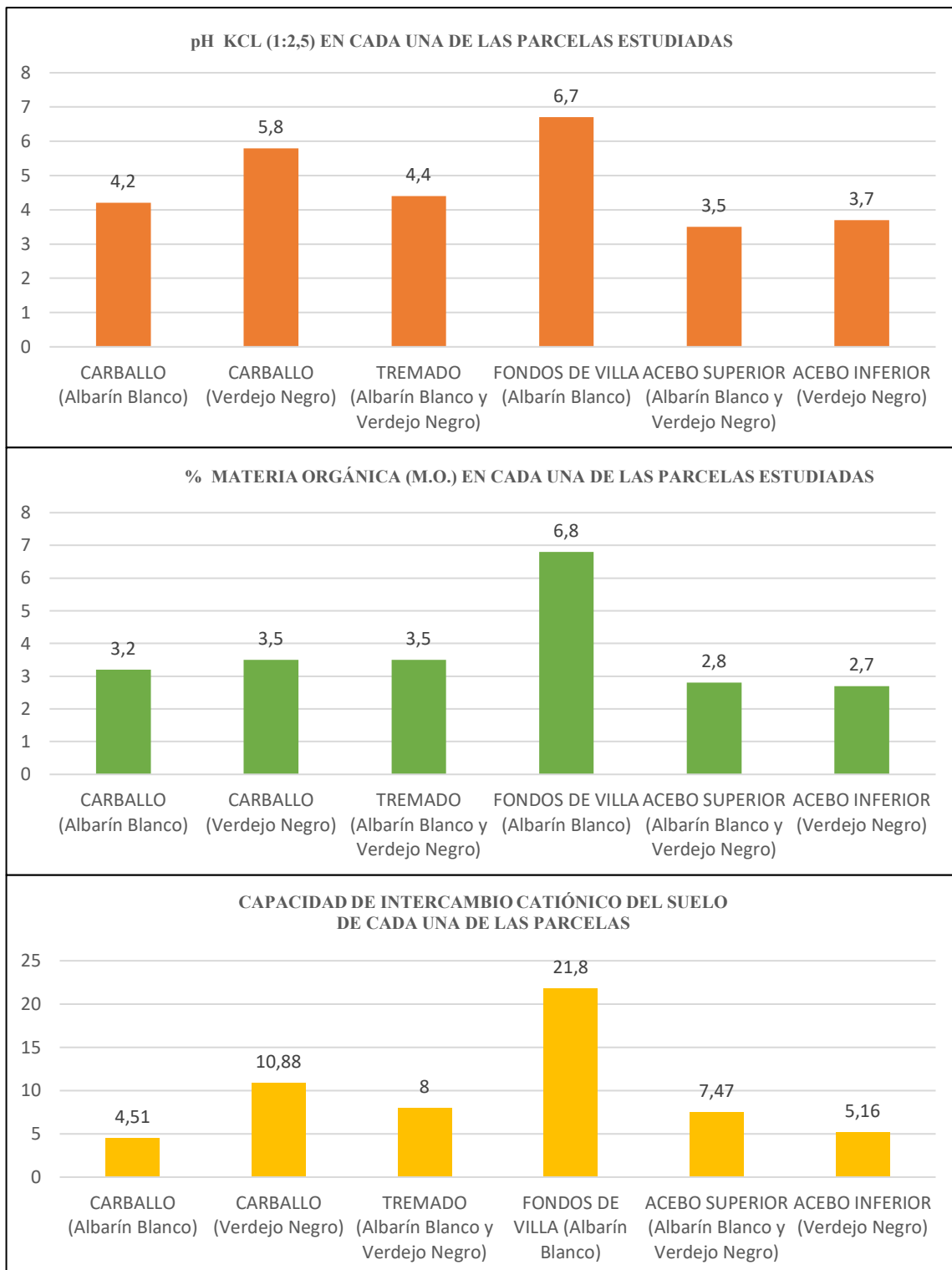


Figura 66. pH, porcentaje de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico del suelo en cada una de las parcelas estudiadas.

Tabla 4. Análisis de granulometría de los suelos de cada una de las parcelas objeto de estudio.

GRANULOMETRÍA DE LAS PARCELAS								
Parcela	% AG	% AF	% LG	% LF	% Arcilla	% Arena	% Limo	Textura
Carballo	34,94	15,35	6,32	22,31	21,08	50,28	28,63	Franca
Tremado	28,01	14,47	7,66	28,85	21,01	42,47	36,51	Franca
Fondos de Villa	35,58	11,76	5,59	29,28	17,79	47,34	34,87	Franca
Acebo Inferior	22,75	14,93	7,64	30,86	23,82	37,68	38,5	Franca
Acebo Superior	21,28	16,79	8,29	34,43	19,21	38,07	42,72	Franca

AG: Arena gruesa; AF: Arena fina; LG: Limo grueso; LF: Limo fino

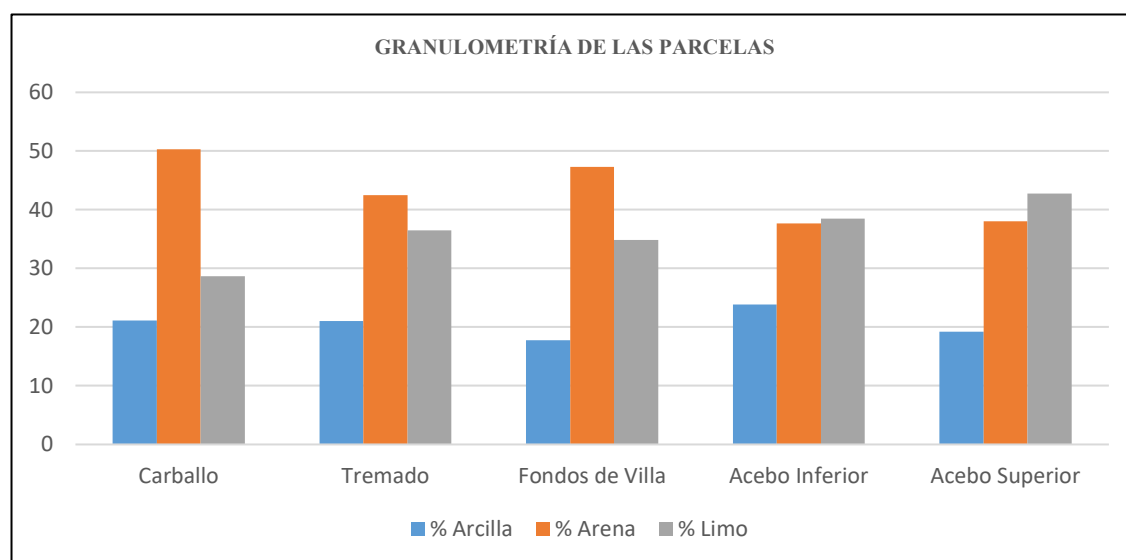


Figura 67. Porcentaje de arcilla, arena y limo, de los suelos de cada una de las parcelas objeto de estudio.

Los resultados muestran que las parcelas son muy diferentes entre sí. Destacando sobre todo, Fondos de Villa que es la que presenta los suelos más básicos, con elevado % de materia orgánica y elevada capacidad de intercambio catiónico. Por el contrario, Acebo Superior presenta los suelos más ácidos, menor % en materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico.

4.3 PARÁMETROS AGRONÓMICOS

Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias para todos los parámetros agronómicos medidos en racimos, bayas y semillas de Albarín Blanco y Verdejo Negro. Las fuentes de variación fueron las diferentes parcelas y los años. Se consideró año como factor aleatorio.

4.3.1 Parámetros agronómicos en racimo

4.3.1.1 Parámetros medidos en racimos en Albarín Blanco

En la Tabla 5 se muestran los resultados del análisis de varianza para Albarín Blanco. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 % entre las diferentes parcelas para todos los parámetros. La interacción clon×año fue significativa para todos los parámetros con una probabilidad del 99,99% y del 95%, por lo que es necesario analizar los resultados año a año.

Tabla 5. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros agronómicos de racimos. En Albarín Blanco y para los cuatro años de estudio.

ALBARÍN BLANCO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Kg de uva por cepa	4	6,2769***	3	44,1841***	11	3,9668***
Nº racimos totales	4	1154,0728***	3	88,9072*	11	216,2449***
Longitud pedúnculo (cm)	4	14,6162***	3	6,8101***	11	2,4038*
Peso del racimo (g)	4	39872,7012***	3	16919,142***	11	13341,0035***
Largo del racimo (cm)	4	31,3404***	3	25,0335***	11	9,1916*
Ancho del racimo (cm)	4	33,9112***	3	15,1988**	11	17,9008***
Nº bayas racimo	4	2752,6977	3	32256,5868***	11	3762,4729***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s.: no significativo.

En las Tablas 6, 7 y Figuras 74, 75, 76, 77, 78 y 79, se muestran los valores medios de los cuatro años, para todos los parámetros medidos en racimo en la variedad Albarín Blanco.

Tabla 6. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en racimos en las diferentes parcelas durante los años 2016 y 2017.

PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO								
2016		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	0,86 c	4,6 b	3,64 ab	131,49 bc	12,05 b	8,57 a	104,4 b
	D.E.	0,67	3,66	1,29	32,4	1,33	1,04	19,68
	C.V.	77,91	79,57	35,44	24,64	11,04	12,14	18,85
Tremado	X	2,9 a	15,35 a	4,17 a	203,59 a	13,1 ab	9,71 a	145,2 a
	D.E.	1,05	5,99	1,54	92,19	2,41	2,27	62,04
	C.V.	36,21	39,02	36,93	45,28	18,4	23,38	42,73
Fondos de Villa	X	2,36 ab	12,95 a	3,72 ab	171,94 ab	13,75 a	9,54 a	106,6 b
	D.E.	1,29	5,5	1,2	31,22	1,84	1,23	17,82
	C.V.	54,66	42,47	32,26	18,16	13,36	12,89	16,72
Acebo Superior	X	2,02 b	12,85 a	3,48 ab	144,62 bc	11,84 bc	9,37 a	132,6 ab
	D.E.	0,89	4,68	1,25	38,4	0,98	1,3	20,74
	C.V.	44,06	36,42	35,92	26,55	8,28	13,87	15,64
	M.D.S (0,05)	0,74	3,95	1,18	45,72	1,53	1,37	29,9
2017		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	0,8 b	8,25 b	3,72 a	154,16 ab	11,52 a	9,99 a	76,22 a
	D.E.	0,6	4,13	0,91	66,56	2,73	2,2	29,3
	C.V.	75	50,06	24,46	43,18	23,7	22,02	38,44
Tremado	X	1,11 b	6,7 b	3,83 a	174,84 a	11,6 a	9,83 a	69,2 a
	D.E.	0,62	2,43	1,35	66,38	2,14	1,39	24,46
	C.V.	55,86	36,27	35,25	37,97	18,45	14,14	35,35
Fondos de Villa	X	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
	D.E.	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
	C.V.	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
Acebo Superior	X	1,95 a	17,2 a	2,35 b	110,09 b	9,24 b	6,11 b	45,8 b
	D.E.	0,78	4,66	0,9	23,71	2,06	2,02	20,44
	C.V.	40	27,09	38,3	21,54	22,29	33,06	44,63
	M.D.S (0,05)	0,54	3,93	0,93	60,14	2,02	2,01	22,79

Kg/cepa: Kilogramos de uva por cepa; Nuraci: número de racimos totales; Lonpedi: longitud del pedúnculo (cm); Pesora: peso del racimo (g); Largra: largo del racimo (cm); Anra: ancho del racimo (cm); Nubaya: número de bayas en el racimo.

Tabla 7. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en racimos en las diferentes parcelas durante los años 2018 y 2019.

PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO								
2018		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	0,54 b	7,89 a	3,49 a	65,74 b	9,53 b	7 b	55,5 bc
	D.E.	0,32	4,68	1,18	31,79	1,4	2,14	23,48
	C.V.	59,26	59,32	33,81	48,36	14,69	30,57	42,31
Tremado	X	1,17 a	10,7 ab	3,03 a	201,69 a	12,65 a	11,17 a	69,2 ab
	D.E.	0,57	4,97	0,61	42,42	1,1	1,5	14,91
	C.V.	48,72	46,45	20,13	21,03	8,7	13,43	21,55
Fondos de Villa	X	0,35 c	7,6 b	2,9 a	185,31 a	11,39 ab	7,72 b	93,8 a
	D.E.	0,52	4,44	0,63	108,86	4,66	2,56	58,43
	C.V.	148,57	58,42	21,72	58,74	40,91	33,16	62,29
Acebo Superior	X	0,22 c	10,9 b	3,49 b	62,74 b	9,53 b	7 b	55,5 bc
	D.E.	0,21	5,58	1,18	32,94	1,4	2,14	23,48
	C.V.	95,45	51,19	33,81	52,5	14,69	30,57	42,31
	M.D.S (0,05)	0,31	3,5	0,77	51,16	2,18	1,74	27,81
2019		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	0,51 b	9,65 c	2,34 bc	121,1 b	11,3 a	7,89 b	58,2 c
	D.E.	0,34	5,22	0,62	28,45	1,81	1,38	14,53
	C.V.	66,67	54,09	26,5	23,49	16,02	17,49	24,97
Tremado	X	0,42 b	7,1 c	4,03 a	134,32 ab	11,5 a	10,72 a	90 ab
	D.E.	0,21	3,06	1,23	35,38	1,75	1,54	39,44
	C.V.	50	43,1	30,52	26,34	15,22	14,37	43,82
Fondos de Villa	X	0,21 c	7,05 b	2,58 b	90,6 c	11,78 a	8,31 b	69,9 bc
	D.E.	0,21	3,34	0,64	41,69	1,72	1,75	40,89
	C.V.	100	47,38	24,81	46,02	14,6	21,06	58,5
Acebo Superior	X	0,92 a	16,05 a	3,08 b	159,99 a	12,5 a	10,15 a	102,5 a
	D.E.	0,68	7,48	0,89	32,94	0,83	1,28	21,89
	C.V.	73,91	46,6	28,9	20,59	6,64	12,61	21,36
	M.D.S (0,05)	0,28	3,49	0,73	29,33	1,36	1,35	25,21

Kg/cepa: Kilogramos de uva por cepa; Nuraci: número de racimos totales; Lonpedi: longitud del pedúnculo (cm); Pesora: peso del racimo (g); Largra: largo del racimo (cm); Anra: ancho del racimo (cm); Nubaya: número de bayas en el racimo.

Tremado presentó el mayor número de **Kg/uva cepa** y **nº de racimos por cepa** en 2016 y 2018, mientras que Acebo Superior en 2017 y 2019. Carballo siempre presentó el menor valor de kg/uva por cepa y menor número de racimos por cepa, excepto en 2017 que ocupaba el segundo lugar en nº de racimos por cepa. En el caso de Carballo la menor cantidad de kg/uva por cepa se debe a la presencia de grandes bandadas de pájaros u otro tipo de fauna que en épocas próximas a la maduración se comían las uvas tal y como hemos comprobado “*in situ*” y se puede observar en las imágenes de la Figura 68. En la parte izquierda de dicha figura se puede observar la elevada carga de racimos que presentaban esas mismas cepas en años anteriores al inicio de esta tesis doctoral, frente a la figura de la derecha donde se observan las mismas cepas durante los años de toma de muestras de la tesis con los racimos totalmente comidos por pájaros, jabalíes u otro tipo de fauna silvestre. Este comportamiento por parte de la fauna, es desigual entre las cepas, provocando que algunas se vean más atacadas que otras por estos animales en función del estado de maduración de la uva y de la variedad. Esta cuestión se ve reflejada en los resultados de la tesis, provocando que algunos años se observe elevada variabilidad entre las cepas, con coeficientes de variación superiores al 50% y elevadas desviaciones estándar.

Por otro lado, se ha observado también que en la parcela de Carballo cada año se iba incrementando el nivel de destrucción por parte de la fauna. (Tablas 6 y 7).



Figura 68. Número de racimos que presentan las cepas de Albarín Blanco en la parcela de Carballo el 20 de octubre del 2013 (3 años antes del inicio de esta tesis doctoral). A la derecha imagen de esas mismas cepas el 8 de octubre del 2016 con los racimos totalmente comidos por pájaros y otra fauna silvestre.

Resultados

En el caso de la parcela de Fondos de Villa en el año 2017, un ataque grave de *Botrytis* impidió que los racimos llegasen a la vendimia (Tabla 6), no pudiendo tomar datos de racimo. El resto de los años de estudio, también hubo incidencia de *Botrytis*, con grandes diferencias entre unas cepas y otras, lo que queda reflejado en los valores elevados del coeficiente de variación de esta parcela.



Figura 69. Parcela de Acebo



Figura 70. Parcela de Carballo



Figura 71. Parcela de Fondos de Villa



Figura 72. Parcela de Tremado



Figura 73. Racimos de Verdejo Negro y Albarín Blanco en muestreo de enfermedad en vendimia.

En las figuras 69, 70, 71, 72 y 73 se muestran las diferentes parcelas de estudio.



Figura 74. Kg de uva/cepa y nº racimos totales de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

Resultados

En lo referente a la **longitud del pedúnculo**, la parcela de Tremado excepto en 2018 presentó siempre los pedúnculos de mayor longitud. En el resto de las parcelas, los pedúnculos fueron bastante similares. Tremado, como se comentó en el capítulo de Material y Métodos, era una antigua parcela que se dedicaba a huerta y donde se cultivaban hortalizas. Está situada en el fondo del valle mientras que las otras tres están en las laderas de las montañas en parcelas con mayor pendiente. Debido al efecto de la erosión tiene un mayor espesor de suelo y también una mayor materia orgánica y fertilidad tal y como reflejan los análisis de suelos.

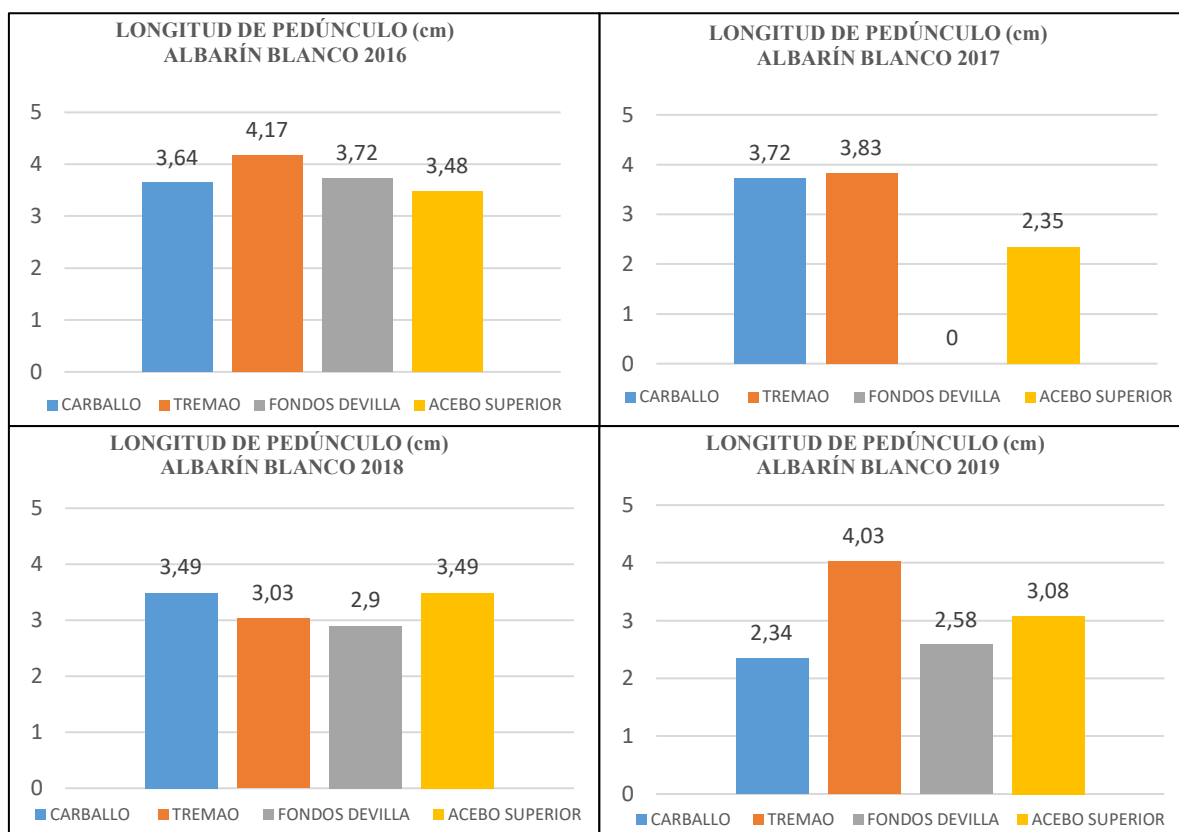


Figura 75. Longitud del pedúnculo de la variedad Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

El peso del racimo, fue siempre mayor en Tremado excepto en el año 2019 que los mayores racimos de mayor peso aparecieron en Acebo superior.

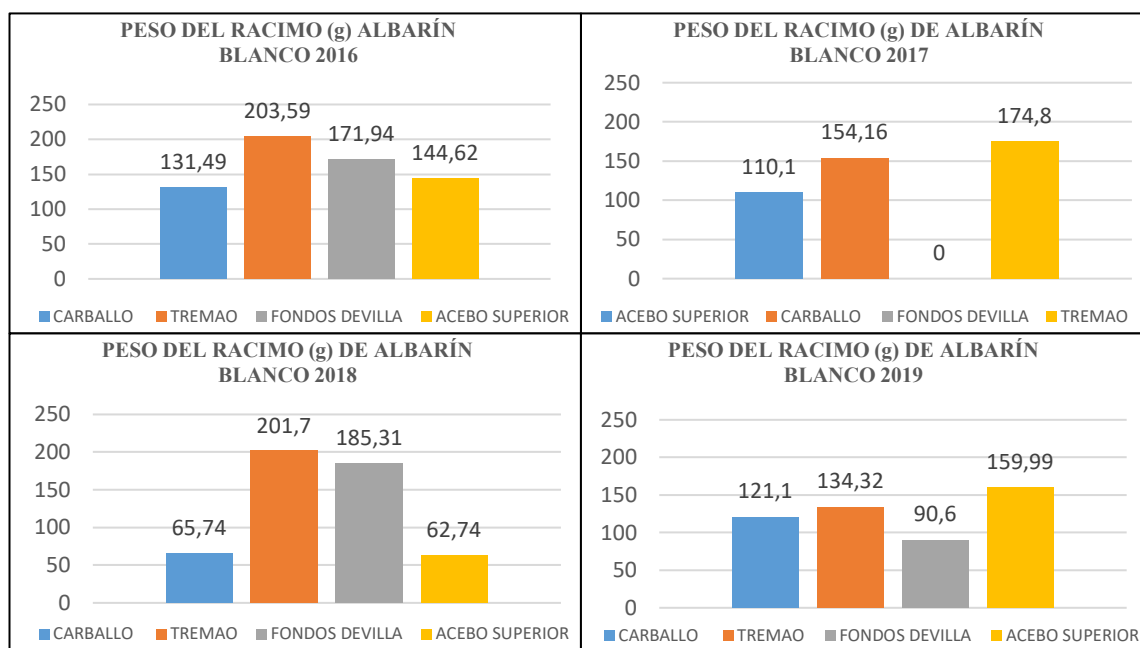


Figura 76. Peso del racimo de la variedad Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

Con respecto a la longitud y anchura del racimo son bastante similares entre las distintas parcelas y entre los distintos años, lo que demuestra que se trata de un parámetro con predominio varietal frente a las condiciones de suelo o clima.

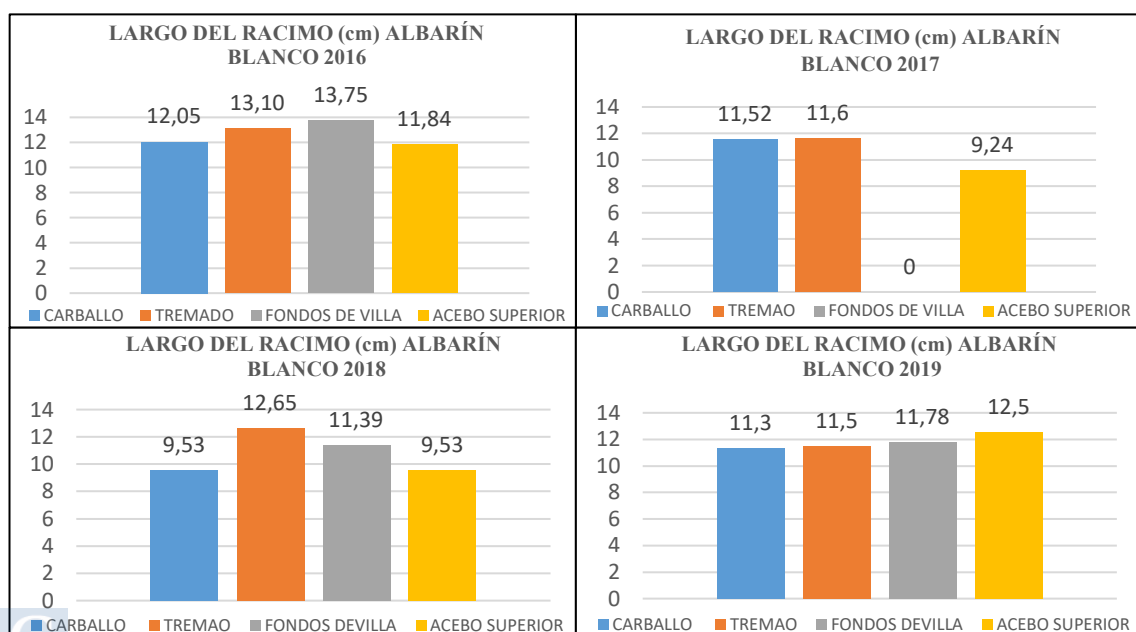


Figura 77. Largo del racimo de la variedad Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

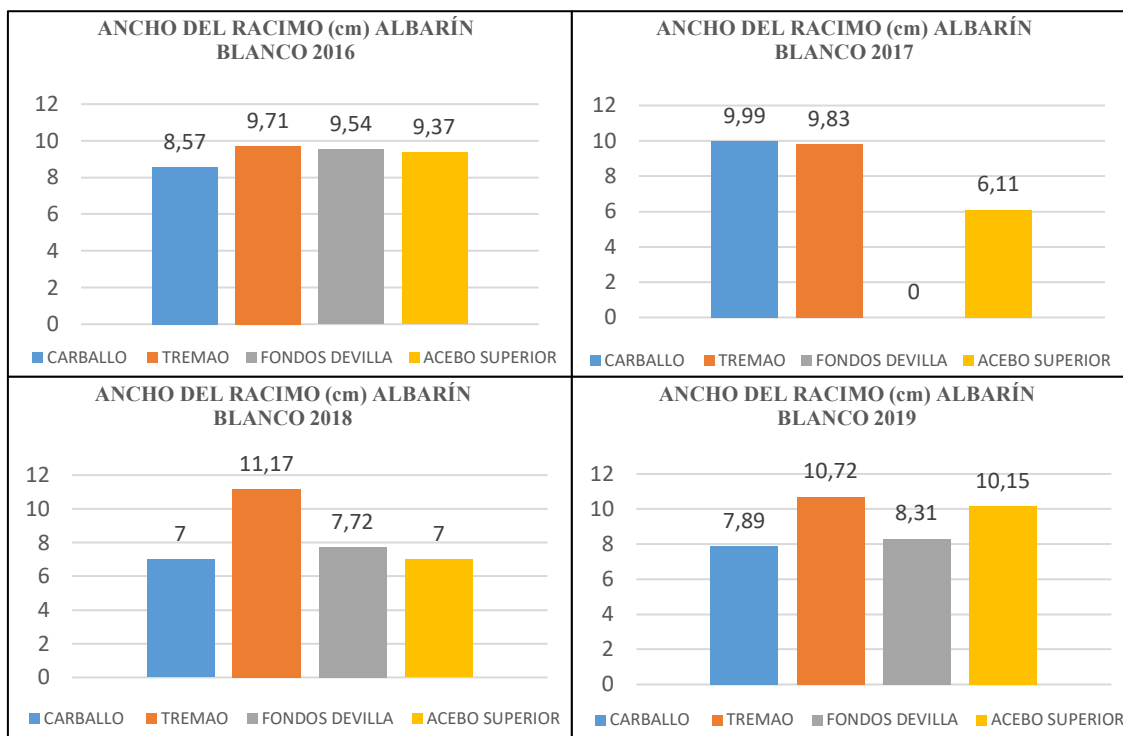


Figura 78. Ancho del racimo de la variedad Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

En cuanto al **número de bayas** por racimo, se observa que el 2016 fue el año que mayor nº de bayas por racimo hubo en todas las parcelas, pasando por encima de 100 bayas.

El resto de los años se observó una disminución considerable que fue debida a una mezcla de factores: problemas de corrimiento del racimo debido a probablemente a las lluvias ocurridas durante la floración, ataques de Mildiu larvado en la primavera, ataques de Botrytis entre envero y maduración. Por último, debido a la presión de la fauna salvaje que se alimenta de este fruto y ejerce una gran presión sobre el Albarín Blanco, comiendo los frutos antes de que los viticultores los puedan vendimiar. Se trata de una variedad de maduración temprana, con alta concentración de azúcar y muy aromática, lo que le confiere un sabor muy agradable. Estas características permiten por un lado elaborar vinos de gran calidad, originales y únicos, pero las hacen tan atractiva para los animales silvestres que es muy difícil para el viticultor recolectar el 100% de la cosecha en los viñedos que ha cultivado durante todo el ciclo vegetativo, cada año.

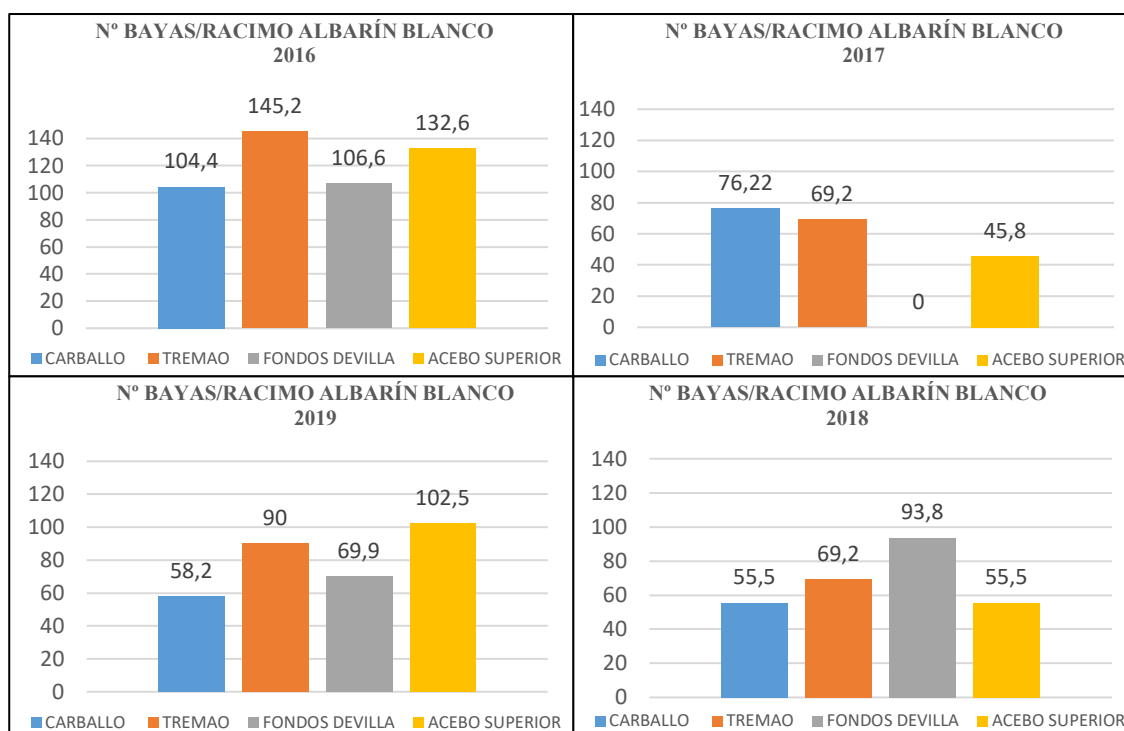


Figura 79. Número de bayas de la variedad Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019.

Según los datos recogidos en esta Tesis y la comparación con algunos publicados (Santiago *et al.*, 2005, 2010; Martínez *et al.*, 2007; Gago *et al.*, 2009), las pérdidas estimadas son en general superiores al 60% y se observa que va en aumento cada año.

Dentro de cada parcela, entre las distintas parcelas para un mismo año y entre los distintos años se observa una alta variabilidad para los parámetros de kg/uva por cepa, nº racimos por cepa, peso de racimo y en menor medida en el nº de bayas por racimo. La longitud del pedúnculo, largo y anchura del racimo muestran en general una menor variabilidad. Esto se debe al efecto de la fauna circundante que se comió los racimos antes de la vendimia o a ataques de enfermedades fúngicas como pueden ser *Botrytis* o mildiu larvado.



Figura 80. Imagen de la vendimia de racimos de la variedad Albarín Blanco.

4.3.1.2 Parámetros medidos en racimos en Verdejo Negro

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis de varianza para Verdejo Negro. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 %, 99% y 95% entre las diferentes parcelas para todos los parámetros. La interacción clon×año fue significativa para todos los parámetros, con una probabilidad del 99,99%, 99% y del 95%, excepto para el parámetro longitud de pedúnculo. Fue necesario, por tanto, analizar los resultados año por año.

Tabla 8. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros agronómicos de racimos. En Verdejo Negro y para los cuatro años de estudio.

VERDEJO NEGRO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Kg de uva por cepa	4	45,6514***	3	17,3753***	12	7,6677***
Nº racimos totales	4	1820,0872***	3	197,1485***	12	262,5296***
Longitud pedúnculo (cm)	4	3,4414 *	3	5,3599**	12	1,504 n.s.
Peso del racimo (g)	4	39164,3692***	3	37092,8574***	12	4930,3598*
Largo del racimo (cm)	4	15,8704**	3	38,1485***	12	7,7825*
Ancho del racimo (cm)	4	9,3812*	3	17,0856**	12	7,9227**
Nº bayas racimo	4	2889,7675**	3	21625,6983***	12	3678,6775***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 9, 10 y Figuras 81, 82, 83, 84, 85 y 86, se muestran los valores medios de los cuatro años, para todos los parámetros medidos en racimo en la variedad Verdejo Negro.

Tabla 9. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en racimos en las diferentes parcelas durante los años 2016 y 2017.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO						
2016		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	2,7 a	18,55 a	2,36 b	163,25 a	13,47 ab	8,7 a	105,8 a
	D.E.	1,35	7,72	0,69	40,17	1,65	2,29	16,4
	C.V.	50	41,62	29,24	24,61	12,25	26,32	15,5
Tremado	X	1,65 bc	9 bc	3,35 ab	164,44 a	13,75 a	8,23 a	108,6 a
	D.E.	0,86	3,84	0,85	67,09	2,09	1,92	35,27
	C.V.	52,12	42,67	25,37	40,8	15,2	23,33	32,48
Acebo Superior	X	2,23 ab	14,08 ab	2,76 ab	158,77 a	12,04 bc	9,08 a	121,6 a
	D.E.	1,2	7,08	0,98	37,87	2,38	1,72	35,15
	C.V.	53,81	50,28	35,51	23,85	19,77	18,94	28,91
Acebo Inferior	X	0,9 c	7,35 c	3,75 a	94,8 b	11,24 c	8,09 a	131,2 a
	D.E.	0,7	6,03	1,9	29,46	1,91	1,92	30,65
	C.V.	77,78	82,04	50,67	31,08	16,99	23,73	23,36
	M.D.S (0,05)	0,84	5,48	1,1	41,56	1,62	1,95	28,03
2017		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	4,02 a	27,32 a	1,95 b	228,18 a	12,88 a	8,04 a	95 ab
	D.E.	1,51	7,65	0,43	37,88	2,02	1,87	23,5
	C.V.	37,56	28	22,05	16,6	15,68	23,26	24,74
Tremado	X	0,67 c	5,45 c	3,49 a	176,09 a	12,58 a	9,29 a	81,4 b
	D.E.	0,34	2,01	2,08	60,23	2,54	2	22,67
	C.V.	50,75	36,88	59,6	34,2	20,19	21,53	27,85
Acebo Superior	X	2,27 b	16,83 b	2,32 b	196,03 a	12,56 a	8,88 a	109,9 a
	D.E.	1,16	8,49	0,41	37	1,47	1,54	35,35
	C.V.	51,1	50,45	17,67	18,87	11,7	17,34	32,17
Acebo Inferior	X	0,87 c	14,15 b	2,87 ab	118,87 b	11,51 a	7,83 a	86,2 ab
	D.E.	0,44	7,34	1,09	30,68	1,65	1,45	13,44
	C.V.	50,57	51,87	37,98	25,81	14,34	18,52	15,59
	M.D.S (0,05)	0,86	5,74	1,1	52,51	2,11	1,8	26,17

Kg/cepa: Kilogramos de uva por cepa; Nuraci: número de racimos totales; Lonpedi: longitud del pedúnculo (cm); Pesora: peso del racimo (g); Largra: largo del racimo (cm); Anra: ancho del racimo (cm); Nubaya: número de bayas en el racimo.

Resultados

Tabla 10. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en racimos en las diferentes parcelas, para los años 2018 y 2019.

PARÁMETROS VERDEJO NEGRO								
2018		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	1,19 b	14,42 b	2,64 a	148,17 a	10,66 bc	7,95 b	83,8 a
	D.E.	0,52	3,88	1,89	46,86	1,23	1,55	26,25
	C.V.	43,7	26,91	71,59	31,63	11,54	19,5	31,32
Tremado	X	1,69 a	13,8 b	2,63 a	179,74 a	12,71 a	9,32 a	72,2 a
	D.E.	0,54	3,12	0,43	43,37	1,39	1,39	25,41
	C.V.	31,95	22,61	16,35	24,13	10,94	14,91	35,19
Acebo Superior	X	0,42 c	19,77 a	3,34 a	93,33 b	11,08 b	7,75 bc	44,8 bc
	D.E.	0,42	8,73	1,03	26,5	2,33	1,89	15,3
	C.V.	100	44,16	30,84	28,39	21,03	24,39	34,15
Acebo Inferior	X	0,17 c	8,75 c	2,81 a	56,29 b	9,58 c	6,43 c	35,5 c
	D.E.	0,19	4,09	1,11	12,36	0,93	1,5	6,35
	C.V.	111,76	46,74	39,5	21,96	9,71	23,33	17,89
	M.D.S (0,05)	0,4	4,42	1,02	39,78	1,39	1,35	20,19
2019		Kg/cepa	Nuraci	Lonpedi	Pesora	Largra	Anra	Nubaya
Carballo	X	2,94 a	24,94 a	2,09 a	180,45 a	13,7 a	9,4 a	104,4 a
	D.E.	1,67	6,92	0,57	59,61	2,28	1,31	27,07
	C.V.	56,8	27,75	27,27	33,03	16,64	13,94	25,93
Tremado	X	0,8 b	9,52 c	2,55 a	145,12 ab	11,42 b	8,03 bc	77,6 b
	D.E.	0,38	2,14	0,56	30,58	3,49	0,89	20,13
	C.V.	47,5	22,48	21,96	21,07	30,56	11,08	25,94
Acebo Superior	X	1,3 b	19,31 b	2,53 a	150,47 ab	13,48 a	8,4 abc	120 a
	D.E.	0,87	4,87	0,65	22,39	1,66	1,33	25,82
	C.V.	66,92	25,22	25,69	14,88	12,31	15,83	21,52
Acebo Inferior	X	0,48 b	11,15 c	2,29 a	120,08 b	12,85 ab	7,66 c	100 a
	D.E.	0,34	6,05	0,6	14,94	0,7	1,44	0
	C.V.	70,83	54,26	26,2	12,44	5,45	18,8	0
	M.D.S (0,05)	0,84	4,83	0,5	38,89	1,89	1,54	20,02

Kg/cepa: Kilogramos de uva por cepa; Nuraci: número de racimos totales; Lonpedi: longitud del pedúnculo (cm); Pesora: peso del racimo (g); Largra: largo del racimo (cm); Anra: ancho del racimo (cm); Nubaya: número de bayas en el racimo.

Respecto a los **kg de uva** por cepa la parcela de Carballo presentó los valores más elevados en todos los años, excepto en 2018 que fue Tremado. En los años 2017 y 2019 la diferencia fue muy grande con respecto al resto. Acebo inferior presentó siempre, excepto en 2017 (que fue Tremado), los valores más bajos para este parámetro.

Con respecto al **número de racimos** por cepa, en la parcela de Carballo fue donde presentó los valores más elevados durante los años 2016, 2017 y 2019, seguido de Acebo Superior durante los cuatro años de estudio. En 2018 fue Acebo Superior el que presentó el mayor nº de racimos, seguido de la parcela de Carballo.



Figura 81. Kg de uva/cepa y nº racimos por cepa de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, en las diferentes parcelas.

Resultados

En cuanto a la **longitud del pedúnculo**, la parcela de Tremado presentó los mayores valores en 2017 y 2019.

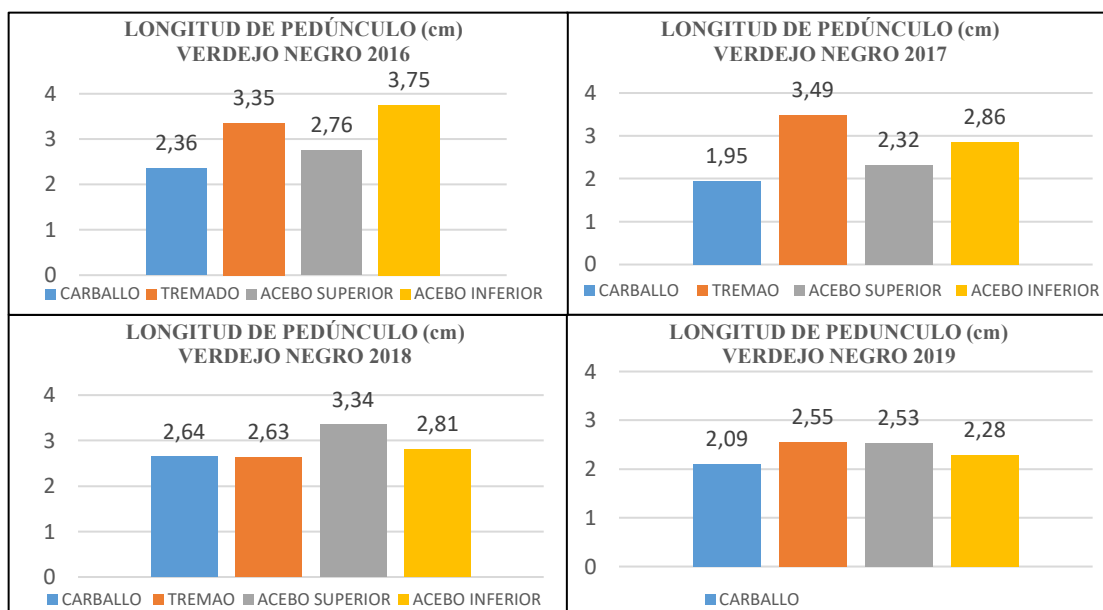


Figura 82. Longitud del pedúnculo de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, en las diferentes parcelas.

Carballo presentó el mayor **peso del racimo** en los años 2017, 2019 y Acebo Inferior los valores más pequeños durante los cuatro años de estudio. Las parcelas Carballo, Tremado y Acebo Superior mostraron, excepto en el año 2018, pesos de racimos muy similares.

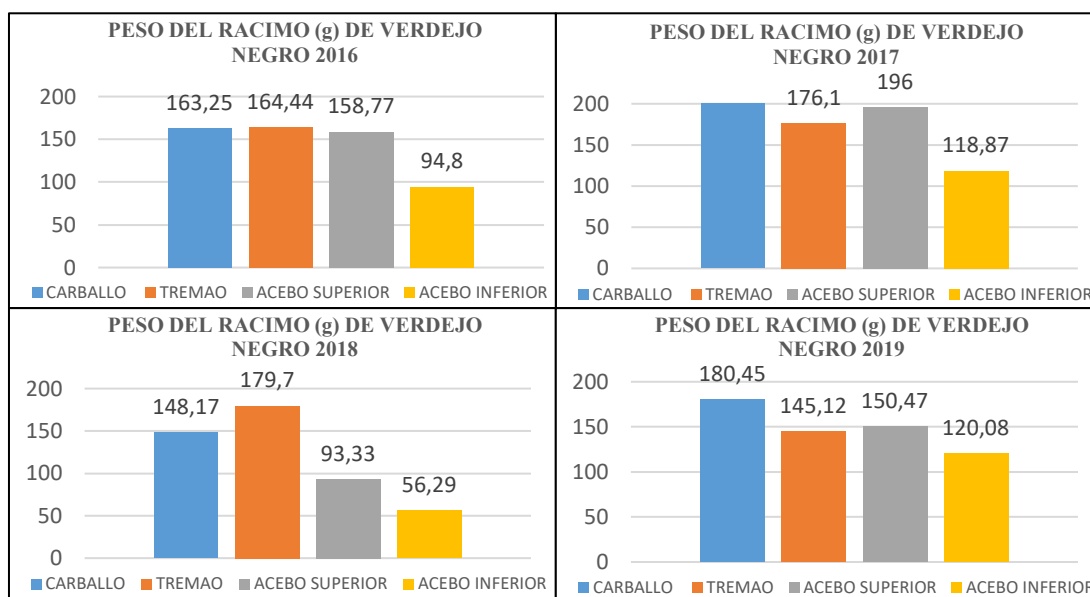


Figura 83. Peso del racimo de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

Tremado, presentó los valores más elevados durante los años 2016 y 2018. En 2017, la **longitud de racimo** fue prácticamente igual para Carballo, Tremado y Acebo Superior. Acebo Inferior presentó los valores más bajos durante los cuatro años del estudio, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Con respecto a la anchura, Acebo Inferior, presentó durante los cuatro años de estudio, los racimos más estrechos.

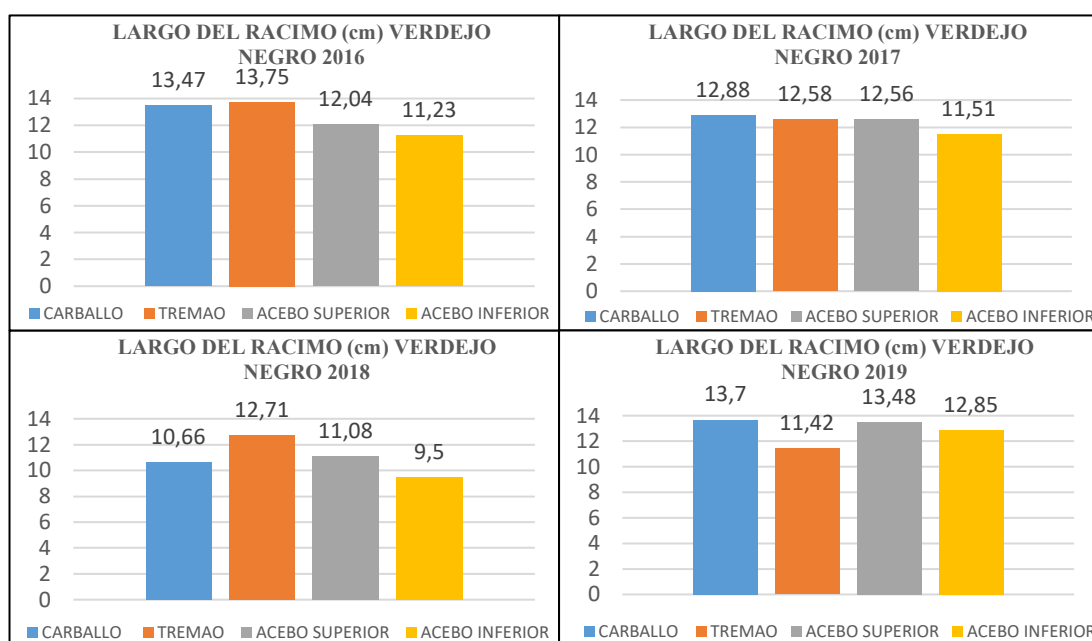


Figura 84. Largo del racimo de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

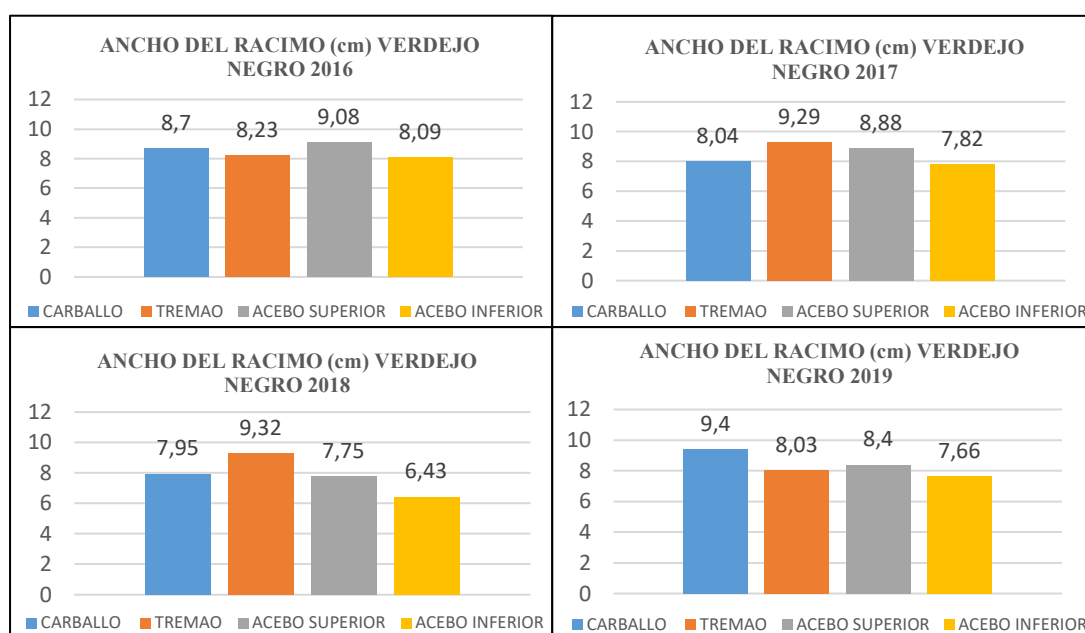


Figura 85. Ancho del racimo de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

Resultados

En el caso de las **bayas por racimo** en el año 2016, al igual que en Albarín Blanco, todos los racimos de todas las parcelas superaron las 100 bayas por racimo y en 2018 en todas las parcelas los racimos de Verdejo llevaban menos de 85 bayas por racimo. En 2019, a excepción de Tremado, todas volvieron a superar las 100 bayas.

Esta variedad al contrario de la anterior no se vio tan afectada por la fauna silvestre, debido a su maduración tardía y a que no es tan dulce y aromática como Albarín Blanco. Aunque si es bastante sensible a Botrytis (Figura 87).

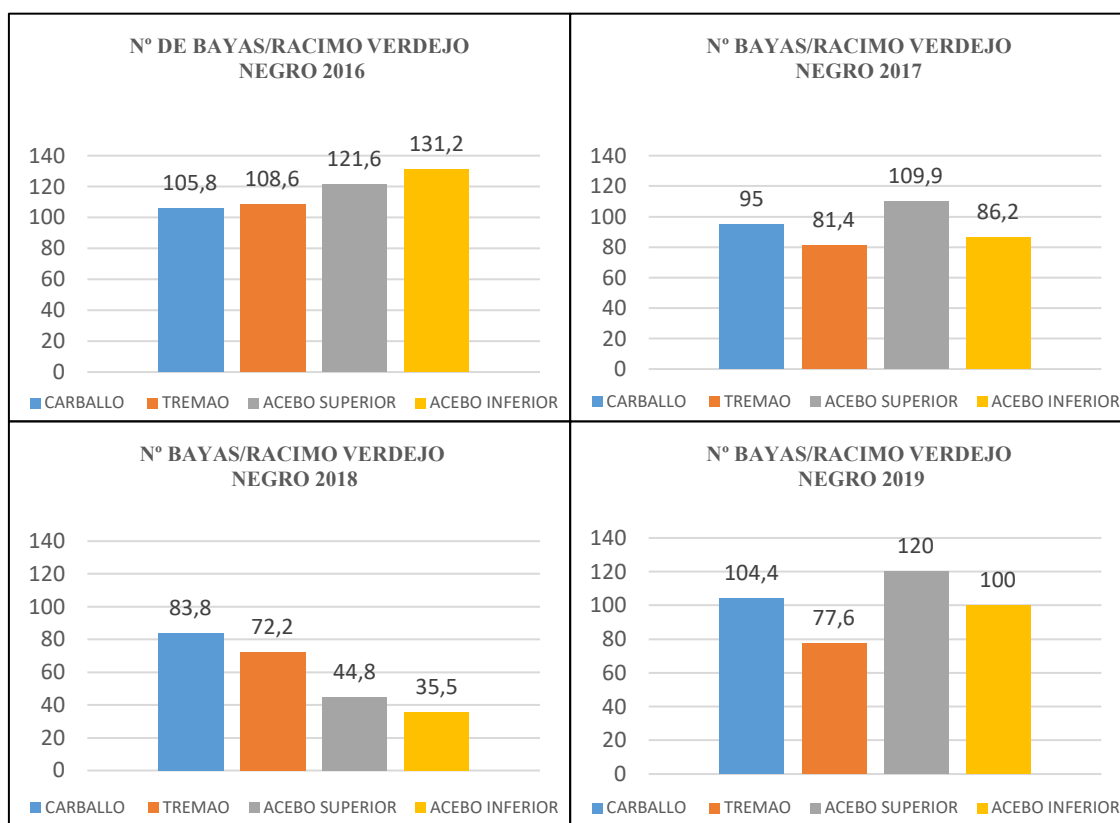


Figura 86. Nº de bayas por racimo de la variedad Verdejo Negro durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.



Figura 87. Racimos de la variedad Verdejo Negro en vendimia. Racimos sanos y racimos con síntomas de Botrytis

4.3.2 Datos agronómicos en bayas y semillas

4.3.2.1 Parámetros medidos en bayas y semillas en Albarín Blanco

En la Tabla 11 se muestran los resultados del análisis de varianza para Albarín Blanco.

Se observó que había diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 % entre las diferentes parcelas, para todos los parámetros. La interacción clon×año fue significativa para todos los parámetros con una probabilidad del 99,99%, excepto para **número de semillas**. Se analizaron por tanto año a año cada uno de los parámetros, igual que en el caso de los racimos.

Tabla 11. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros agronómicos de bayas y semillas. En Albarín Blanco y para los cuatro años de estudio.

ALBARÍN BLANCO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Longitud pedicelo (cm)	4	1,0678***	3	0,8378***	11	0,1772***
Peso de baya (g)	4	5,3754***	3	4,4658***	11	0,7741***
Largo de baya (cm)	4	0,8692***	3	0,4862***	11	0,2538***
Ancho de baya (cm)	4	0,7775***	3	0,3819***	11	0,2549***
Número de semillas	4	5,5298***	3	1,6713*	11	0,5151 n.s.
Peso semilla (g)	4	0,0008***	3	0,0001**	11	0,0001***
Largo semilla (cm)	4	0,0937***	3	0,0184***	11	0,0268***
Ancho semilla (cm)	4	0,0131***	3	0,0047**	11	0,0004***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 12, 13 y Figuras 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94 y 95, se muestran los valores medios de los cuatro años, para todos los parámetros medidos en bayas y semillas en la variedad Albarín Blanco. En 2017, no se pudieron tomar datos de bayas en la parcela de Fondos de Villa, tal y como se ha comentado en el apartado de racimos, ya que un ataque de Botrytis acabó con toda la cosecha, en esta parcela.

Tabla 12. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros medidos en bayas y semillas durante 2016 y 2017, para las diferentes parcelas.

PARÁMETROS ALBARIN BLANCO									
2016		Lonpedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,76 a	1,88 a	1,52 ab	1,41 a	1,93 a	0,032 b	0,65 b	0,38 b
	D.E.	0,08	0,33	0,1	0,09	0,87	0,003	0,03	0,26
	C.V.	10,53	17,55	6,58	6,38	45,08	9,38	4,62	68,42
Tremado	X	0,69 b	1,98 a	1,54 a	1,42 a	1,7 b	0,034 a	0,67 a	0,39 a
	D.E.	0,11	0,60	0,17	0,18	0,70	0,01	0,06	0,04
	C.V.	15,94	30,30	11,04	12,68	41,18	20,59	8,96	10,26
Fondos de Villa	X	0,79 a	1,77 a	1,53 a	1,39 a	1,73 b	0,027 c	0,64 b	0,37 b
	D.E.	0,09	0,35	0,12	0,09	0,78	0,01	0,03	0,02
	C.V.	11,39	19,77	7,84	6,47	45,09	21,82	4,69	5,41
Acebo Superior	X	0,7 b	1,78 a	1,46 b	1,37 a	1,47 c	0,03 b	0,63 b	0,38 b
	D.E.	0,09	0,42	0,13	0,12	0,73	0,00	0,05	0,02
	C.V.	12,86	23,60	8,90	8,76	49,66	13,33	7,94	5,26
	M.D.S (0,05)	0,048	0,219	0,067	0,062	0,375	0,003	0,027	0,015
2017		Lonpedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,65 a	1,94 a	1,5 b	1,38 b	1,73 a	0,032 a	0,67 a	0,39 a
	D.E.	0,12	0,46	0,11	0,13	0,82	0,03	0,04	0,02
	C.V.	18,46	23,71	7,33	9,42	47,40	93,75	5,97	5,13
Tremado	X	0,68 a	2,19 a	1,55 ab	1,62 a	1,97 a	0,031 a	0,67 a	0,38 a
	D.E.	0,12	0,72	0,12	0,84	0,61	0,01	0,05	0,04
	C.V.	17,65	32,88	7,74	51,85	30,96	25,81	7,46	10,53
Fondos de Villa	X	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
	D.E.	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
	C.V.	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato	No dato
Acebo Superior	X	0,48 b	2,16 a	1,61 a	1,46 ab	1,83 a	0,032 a	0,67 a	0,39 a
	D.E.	0,13	0,47	1,12	0,14	0,65	0,00	0,03	0,02
	C.V.	27,08	21,76	69,57	9,59	35,52	9,38	4,48	5,13
	M.D.S (0,05)	0,061	0,278	0,063	0,224	0,344	0,003	0,021	0,014

Lonpedice: Longitud del pedicelo (cm); Pebaya: peso de la baya (g); Larbaya: largo de la baya (cm); Anbaya: largo de la baya (cm); Nusemi: número de semillas; Pesemi: peso de la semilla (g); Larsemi: largo de las semillas (g); Ansemi: ancho de semilla (cm).

Tabla 13. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros medidos en bayas y semillas durante 2018 y 2019, en las diferentes parcelas.

PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO									
2018		Lonpedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pessemi	Larsemi	Ancsemi
Carballo	X	0,45 b	2 b	1,58 b	1,41 b	2,06 a	0,032 b	0,64 b	0,37 bc
	D.E.	0,09	0,34	0,11	0,1	0,74	0,007	0,08	0,05
	C.V.	20,00	17,00	6,96	7,09	35,92	21,88	12,50	13,51
Tremado	X	0,69 a	2,45 a	1,72 a	1,56 a	2,06 a	0,037 a	0,71 a	0,4 a
	D.E.	0,09	0,41	0,10	0,10	0,78	0,00	0,04	0,02
	C.V.	13,04	16,73	5,81	6,41	37,86	10,81	5,63	5,00
Fondos de Villa	X	0,69 a	1,92 bc	1,48 c	1,3 c	2,00 b	0,034 ab	0,69 a	0,39 ab
	D.E.	0,12	0,42	0,13	1,13	0,91	0,01	0,05	0,03
	C.V.	17,39	21,88	8,78	86,92	45,50	20,59	7,25	7,69
Acebo Superior	X	0,37 c	1,8 c	1,49 c	1,36 b	1,73 ab	0,029 c	0,62 b	0,37 bc
	D.E.	0,08	0,33	0,11	0,08	0,69	0,01	0,05	0,03
	C.V.	21,62	18,33	7,38	5,88	39,88	17,24	8,06	8,11
	M.D.S (0,05)	0,052	0,192	0,060	0,052	0,382	0,003	0,035	0,019
2019		Lompedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,8 a	2,5 a	1,86 a	1,71 a	2,1 a	0,034 a	0,69 a	0,41 a
	D.E.	0,30	0,37	0,35	0,28	0,88	0,01	0,04	0,05
	C.V.	37,50	14,80	18,82	16,37	41,90	17,65	5,80	12,20
Tremado	X	0,65 b	2,34 a	1,65 b	1,47 bc	1,67 b	0,033 a	0,7 a	0,4 a
	D.E.	0,10	0,42	0,10	0,10	0,76	0,01	0,04	0,03
	C.V.	15,38	17,95	6,06	6,80	45,51	21,21	5,71	7,50
Fondos de Villa	X	0,69 b	2,38 a	1,66 b	1,52 b	1,7 b	0,034 a	0,66 b	0,4 a
	D.E.	0,12	0,46	0,11	0,11	0,79	0,00	0,04	0,03
	C.V.	17,39	19,33	6,63	7,24	46,47	11,76	6,06	7,50
Acebo Superior	X	0,56 c	2,08 b	1,51 c	1,41 c	1,63 bc	0,027 b	0,58 c	0,37 b
	D.E.	0,08	0,37	0,10	0,10	0,89	0,01	0,04	0,03
	C.V.	14,29	17,79	6,62	7,09	54,60	18,52	6,90	8,11
	M.D.S (0,05)	0,08	0,21	0,09	0,08	0,40	0,003	0,023	0,017

Lonpedice: Longitud del pedicelo (cm); Pebaya: peso de la baya (g); Larbaya: largo de la baya (cm); Anbaya: largo de la baya (cm); Nusemi: número de semillas; Pesemi: peso de la semilla (g); Larsemi: largo de las semillas (g); Ansemi: ancho de semilla (cm).

Con respecto a la **longitud de pedicelo** las bayas de la parcela situada en Acebo Superior presentaron todos los años la longitud más pequeña. Por el contrario, las bayas de la parcela de Carballo fueron las de mayor longitud de pedicelo todos los años, excepto en el 2018 que fueron Tremado y Fondos de Villa.

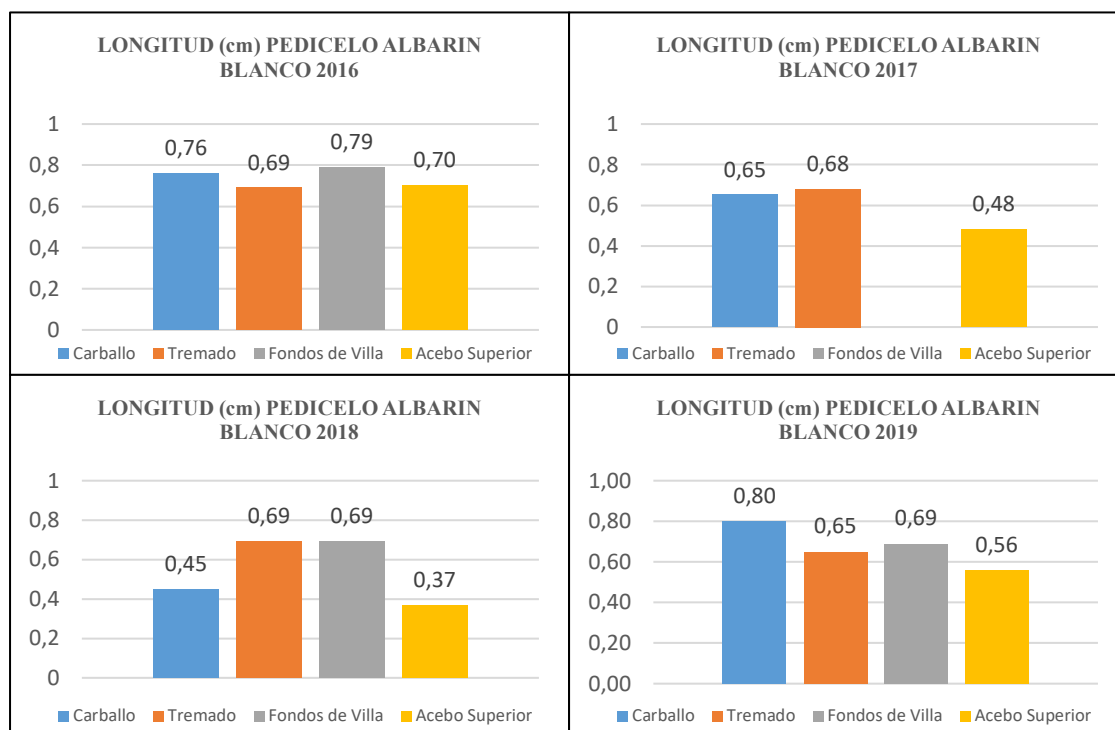


Figura 88. Longitud de pedicelo (cm) durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

En cuanto al **peso de la baya**, no se observaron diferencias significativas entre las parcelas, durante los años 2016 y 2017, pero sí en los otros dos años de estudio. Tremado presentó siempre las bayas con mayor peso, excepto en el 2019, que fue Carballo. Fondos de Villa en 2016 y 2018 presentó las bayas de menor peso, mientras que en 2017 fue Carballo y en 2019 Acebo Superior. El año 2019 presentó, en general, las bayas de mayor peso.

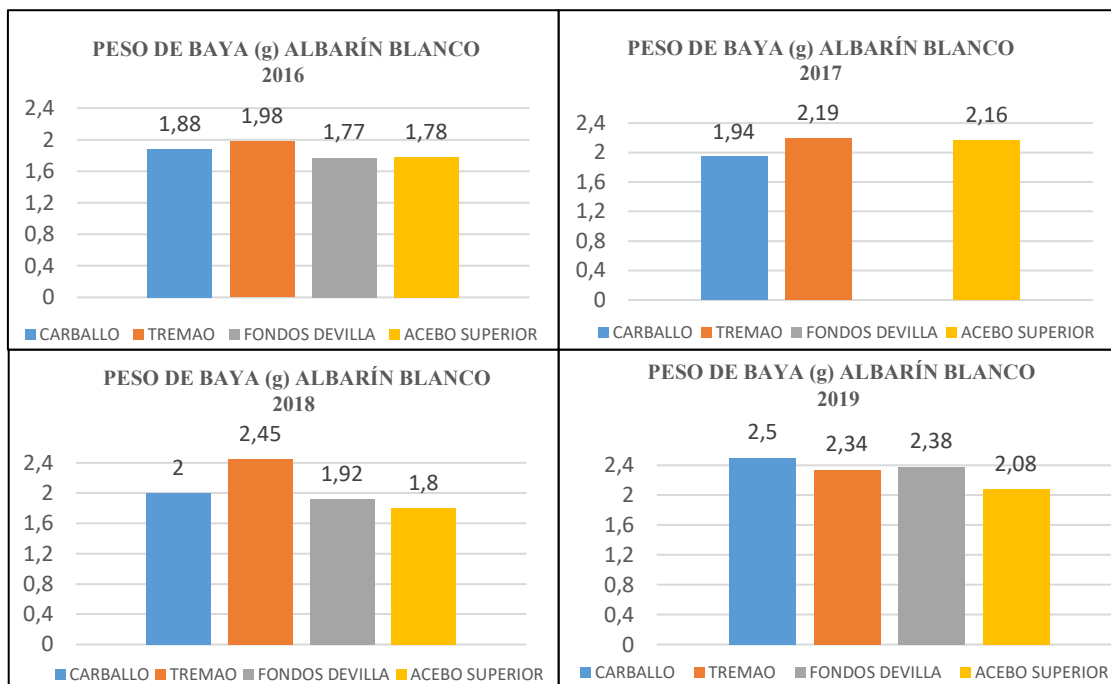


Figura 89. Peso de la baya (g) durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

En lo referente al tamaño de baya (**largo y ancho**) la parcela de Tremado presentó todos los años las bayas de mayor tamaño excepto en 2019 que fue Carballo. Acebo Superior, presentó las bayas más pequeñas en 2016 y 2019. En 2017 las bayas más pequeñas se encontraron en la parcela de Carballo y en 2018 en Fondos de Villa.

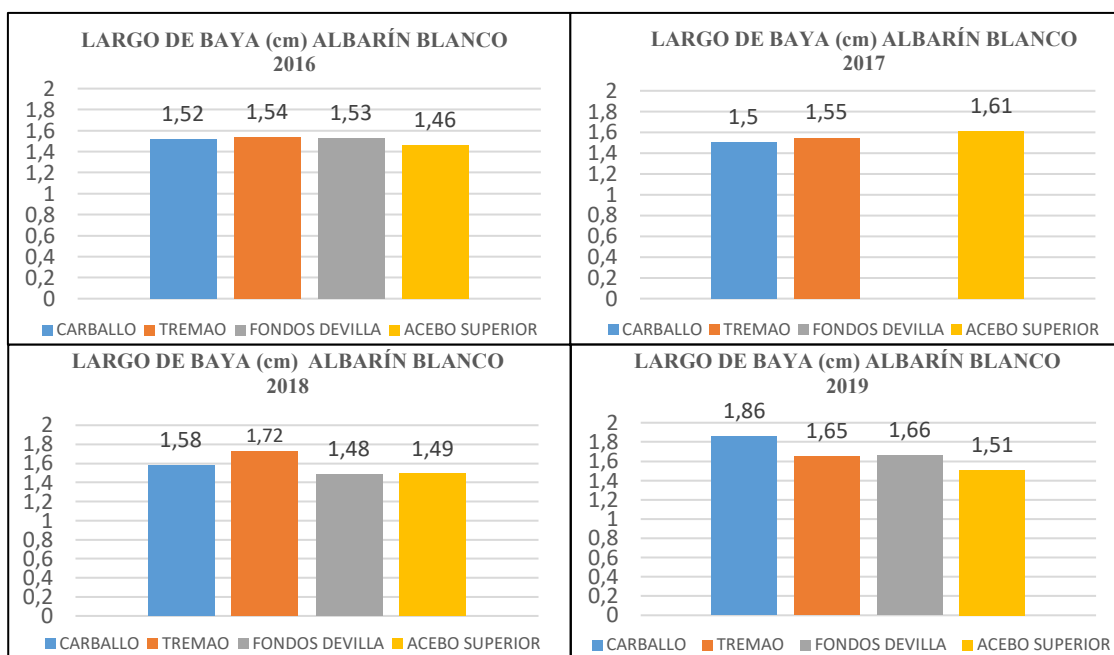


Figura 90. Largo de la baya (cm) de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

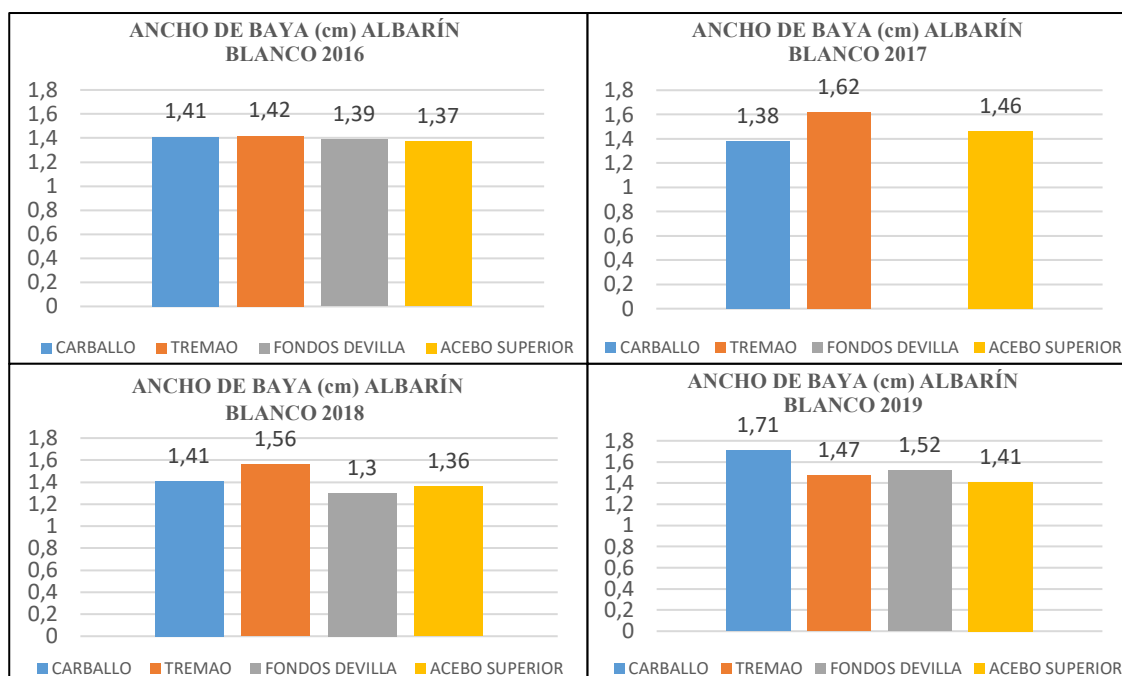


Figura 91. Ancho de la baya de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

Con respecto al **número de semillas** la parcela de Carballo presenta el mayor número de semillas en los años 2016, 2018 y 2019, mientras que, en 2017, presentó el menor número. Acebo Superior, presentó el menor número de semillas en 2016, 2018 y 2019.

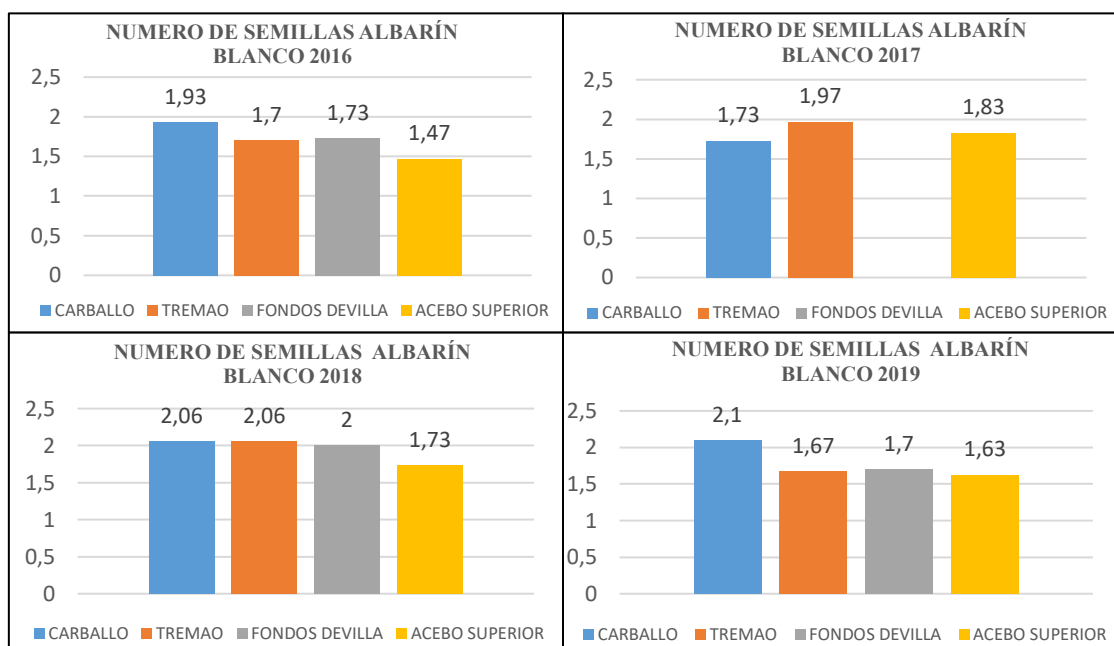


Figura 92. Número de semillas de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

Resultados

En las semillas, para los parámetros de peso y **tamaño de semilla**, no se han observado diferencias significativas en 2017, entre las diferentes parcelas. En 2016 y 2018 Tremado presentó las semillas de mayor peso y tamaño. En 2019 fue Carballo la que presentó las semillas de mayor tamaño. En cuanto a las semillas de menor tamaño, destacó Fondos de Villa en 2016 y Acebo Superior en 2018 y 2019.

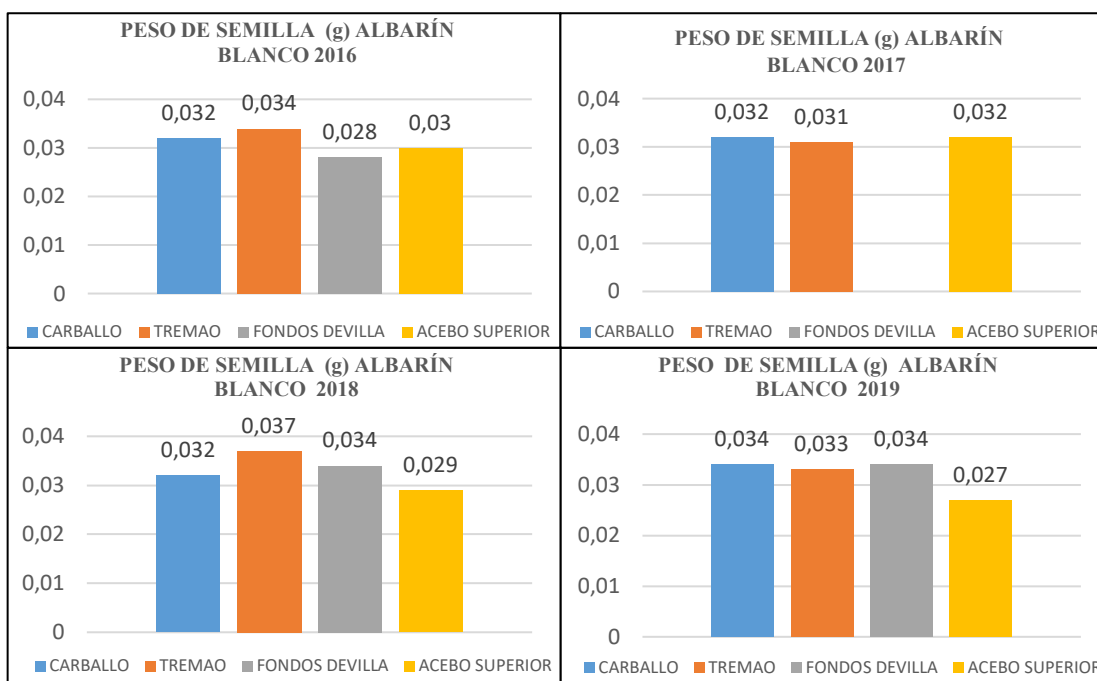


Figura 93. Peso de semilla (g) durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

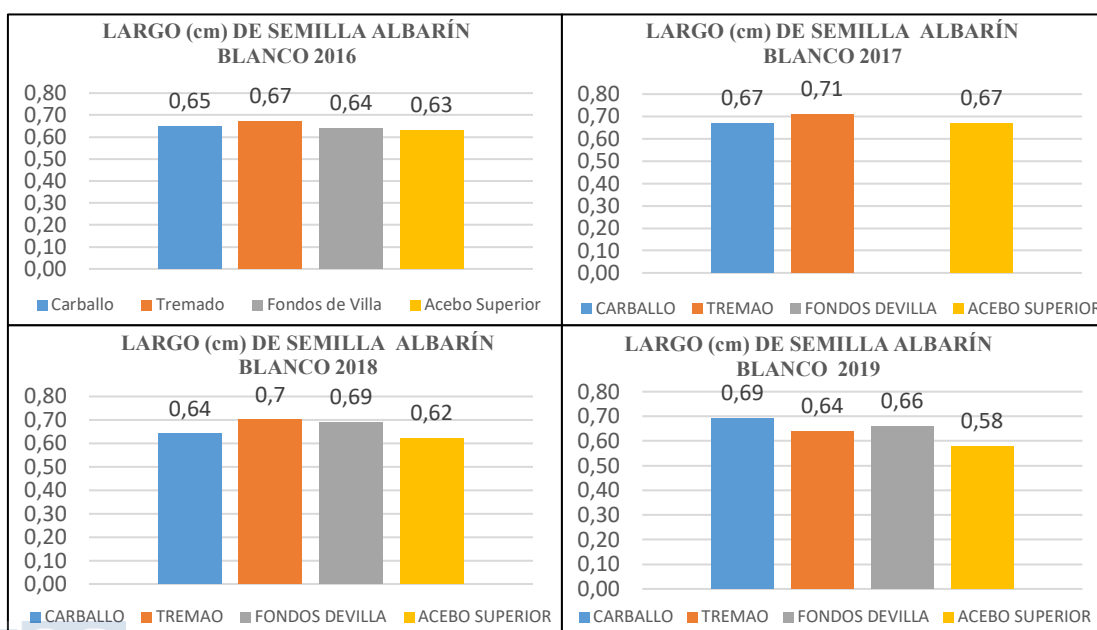


Figura 94. Largo de semilla de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

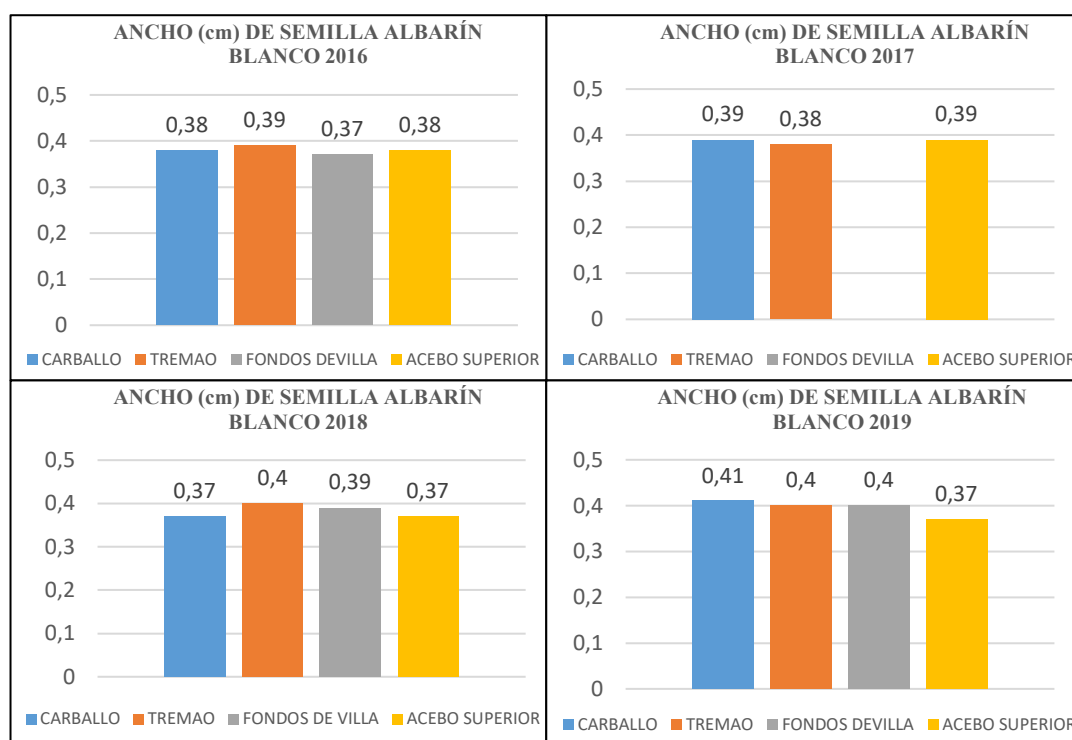


Figura 95. Ancho de semilla de Albarín Blanco durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

En general, 2019 fue, el más homogéneo de todos los años de estudio, presentando la parcela de Carballo el mayor valor para todos los parámetros (bayas y semillas de mayor tamaño). Por el contrario, Acebo Superior presentó los valores más bajos (bayas y semillas más pequeñas).

4.3.2.2 Parámetros medidos en bayas y semillas en Verdejo Negro

En la Tabla 14 se muestran los resultados del análisis de varianza para Verdejo Negro. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99% y del 99%, entre las diferentes parcelas para todos los parámetros, excepto para el parámetro ancho de semilla que no fue significativo. La interacción clon×año fue significativa para todos los parámetros al 99,99%, 99% y 95%. Se analizaron por tanto año a año, cada uno de los parámetros por separado.

Tabla 14. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros agronómicos de las bayas y semillas en Verdejo Negro y para los cuatro años de estudio.

VERDEJO NEGRO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Longitud pedicelo (cm)	4	0,0824***	3	0,1011***	12	0,1145***
Peso de baya (g)	4	7,2316***	3	2,3302***	12	1,1604***
Largo de baya (cm)	4	1,1395***	3	0,2197***	12	0,2577***
Ancho de baya (cm)	4	0,5241***	3	0,1956***	12	0,1230***
Número de semillas	4	4,3383***	3	0,7555 n.s.	12	1,1728**
Peso semilla (g)	4	0,0017**	3	0,0009 n.s.	12	0,0007*
Largo semilla (cm)	4	0,1118***	3	0,0038 n.s.	12	0,0213***
Ancho semilla (cm)	4	0,0031 n.s.	3	0,0089*	12	0,0050**

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 15, 16 y Figuras 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 y 103 se muestran los valores medios de los cuatro años, para todos los parámetros medidos en bayas y semillas en la variedad Verdejo Negro.

Tabla 15. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en bayas y semillas en 2016 y 2017, para las diferentes parcelas.

PARÁMETROS VERDEJO NEGRO									
2016		Lompedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,6 a	2,27 a	1,65 a	1,51 a	1,27 b	0,031 a	0,63 a	0,37 a
	D.E.	0,07	0,43	0,11	0,14	0,45	0,00	0,03	0,02
	C.V.	11,67	18,94	6,67	9,27	35,43	12,90	4,76	5,41
Tremado	X	0,63 a	2,23 a	1,58 b	1,47 ab	1,83 a	0,032 a	0,63 a	0,36 a
	D.E.	0,09	0,38	1,11	0,09	0,79	0,01	0,04	0,02
	C.V.	14,29	17,04	70,25	6,12	43,17	15,63	6,35	5,56
Acebo Superior	X	0,6 a	1,9 b	1,5 c	1,39 b	1,76 a	0,027 b	0,59 b	0,36 a
	D.E.	0,09	0,43	0,11	0,12	0,82	0,01	0,08	0,07
	C.V.	15,00	22,63	7,33	8,63	46,59	29,63	13,56	19,44
Acebo Inferior	X	0,5 b	1,4 c	1,29 d	1,24 c	1,5 ab	0,026 b	0,59 b	0,36 a
	D.E.	0,09	0,35	0,10	0,11	0,63	0,01	0,04	0,02
	C.V.	18,00	25,00	7,75	8,87	42,00	19,23	6,78	5,56
	M.D.S (0,05)	0,0469	0,2249	0,063	0,0624	0,3724	0,0031	0,0279	0,0206
2017		Lompedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,58 a	2,47 a	1,74 a	1,55 a	1,63 a	0,033 a	0,7 a	0,37 a
	D.E.	0,10	0,65	0,16	0,14	0,72	0,00	0,05	0,02
	C.V.	17,24	26,32	9,20	9,03	44,17	12,12	7,14	5,41
Tremado	X	0,56 a	2,25 ab	1,58 b	1,47 b	1,93 a	0,03 b	0,64 b	0,38 a
	D.E.	0,10	0,45	0,10	0,08	0,52	0,00	0,04	0,02
	C.V.	17,86	20,00	6,33	5,44	26,94	10,00	6,25	5,26
Acebo Superior	X	0,5 b	2,05 b	1,5 c	1,42 b	1,66 a	0,028 b	0,59 c	0,38 a
	D.E.	0,11	0,46	0,12	0,12	0,80	0,01	0,03	0,08
	C.V.	22,00	22,44	8,00	8,45	48,19	17,86	5,08	21,05
Acebo Inferior	X	0,53 ab	1,65 c	1,38 d	1,33 c	1,66 a	0,022 c	0,56 d	0,35 b
	D.E.	0,09	0,44	0,12	0,13	0,55	0,01	0,04	0,06
	C.V.	16,98	26,67	8,70	9,77	33,13	22,73	7,14	17,14
	M.D.S (0,05)	0,0531	0,2638	0,071	0,0648	0,3624	0,0024	0,0206	0,0249

Lompedice: Longitud del pedicelo (cm); Pebaya: peso de la baya (g); Larbaya: largo de la baya (cm); Anbaya: largo de la baya (cm); Nusemi: número de semillas; Pesemi: peso de la semilla (g); Larsemi: largo de las semillas (g); Ansemi: ancho de semilla (cm).

Resultados

Tabla 16. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para algunos parámetros medidos en bayas y semillas en 2018 y 2019, para las diferentes parcelas.

PARÁMETROS BAYAS VERDEJO NEGRO									
2018		Lompedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,54 b	2,38 b	1,56 b	1,39 c	1,63 a	0,045 a	0,68 a	0,37 a
	D.E.	0,10	0,45	0,14	0,13	0,67	0,06	0,05	0,02
	C.V.	18,52	18,91	8,97	9,35	41,10	133,33	7,35	5,41
Tremado	X	0,69 a	2,64 a	1,77 a	1,57 a	1,77 a	0,045 a	0,65 a	0,37 a
	D.E.	0,25	0,59	1,42	0,12	0,73	0,06	0,04	0,02
	C.V.	36,23	22,35	80,23	7,64	41,24	126,67	6,15	5,41
Acebo Superior	X	0,48 b	2,23 b	1,59 b	1,46 b	1,8 a	0,025 b	0,58 b	0,33 b
	D.E.	0,10	0,49	0,13	0,11	0,76	0,01	0,07	0,05
	C.V.	20,83	21,97	8,18	7,53	42,22	36,00	12,07	15,15
Acebo Inferior	X	0,51 b	1,87 c	1,41 c	1,31 d	1,47 a	0,028 ab	0,57 b	0,37 a
	D.E.	0,09	0,38	0,14	0,09	0,57	0,01	0,04	0,04
	C.V.	17,65	20,32	9,93	6,87	38,78	17,86	7,02	10,81
	M.D.S (0,05)	0,0723	0,2424	0,0731	0,0595	0,3824	0,0191	0,0266	0,0174
2019		Lompedice	Pebaya	Larbaya	Anbaya	Nusemi	Pesemi	Larsemi	Ansemi
Carballo	X	0,56 b	2,15 ab	1,55 bc	1,47 ab	1,64 a	0,029 ab	0,61 bc	0,37 a
	D.E.	0,15	0,44	0,23	0,10	0,73	0,01	0,05	0,03
	C.V.	26,79	20,47	14,84	6,80	44,51	20,69	8,20	8,11
Tremado	X	0,55 b	2,22 ab	1,63 ab	1,48 ab	1,6 a	0,028 bc	0,62 ab	0,37 a
	D.E.	0,11	0,43	0,11	0,11	0,62	0,01	0,03	0,09
	C.V.	20,00	19,37	6,75	7,43	38,75	17,86	4,84	24,32
Acebo Superior	X	0,69 a	2,35 a	1,68 a	1,5 a	1,8 a	0,031 a	0,64 a	0,38 a
	D.E.	0,09	0,42	0,12	0,09	0,76	0,01	0,07	0,02
	C.V.	13,04	17,87	7,14	6,00	42,22	16,13	10,94	5,26
Acebo Inferior	X	0,59 b	2 b	1,51 c	1,43 b	1,55 a	0,029 ab	0,59 c	0,37 a
	D.E.	0,09	0,36	0,10	0,08	0,74	0,01	0,06	0,03
	C.V.	15,25	18,00	6,62	5,59	47,74	24,14	10,17	8,11
	M.D.S (0,05)	0,0597	0,2193	0,0754	0,0493	0,3682	0,003	0,027	0,0254

Lompedice: Longitud del pedicelo (cm); Pebaya: peso de la baya (g); Larbaya: largo de la baya (cm); Anbaya: largo de la baya (cm); Nusemi: número de semillas; Pesemi: peso de la semilla (g); Larsemi: largo de las semillas (g); Ansemi: ancho de semilla (cm).

Con respecto a la **longitud del pedicelo**, Tremado presentó los valores más elevados en los años 2016 y 2018. En 2017 fue la parcela de Carballo la que presentó las bayas con un mayor pedicelo y en 2019 Acebo Superior. Acebo Inferior se caracterizó por presentar la longitud del pedicelo más pequeña en 2016 y 2018. En 2017 fue sin embargo, Acebo Superior, la que presentó los pedicelos más pequeños y en 2019 la parcela de Tremado.

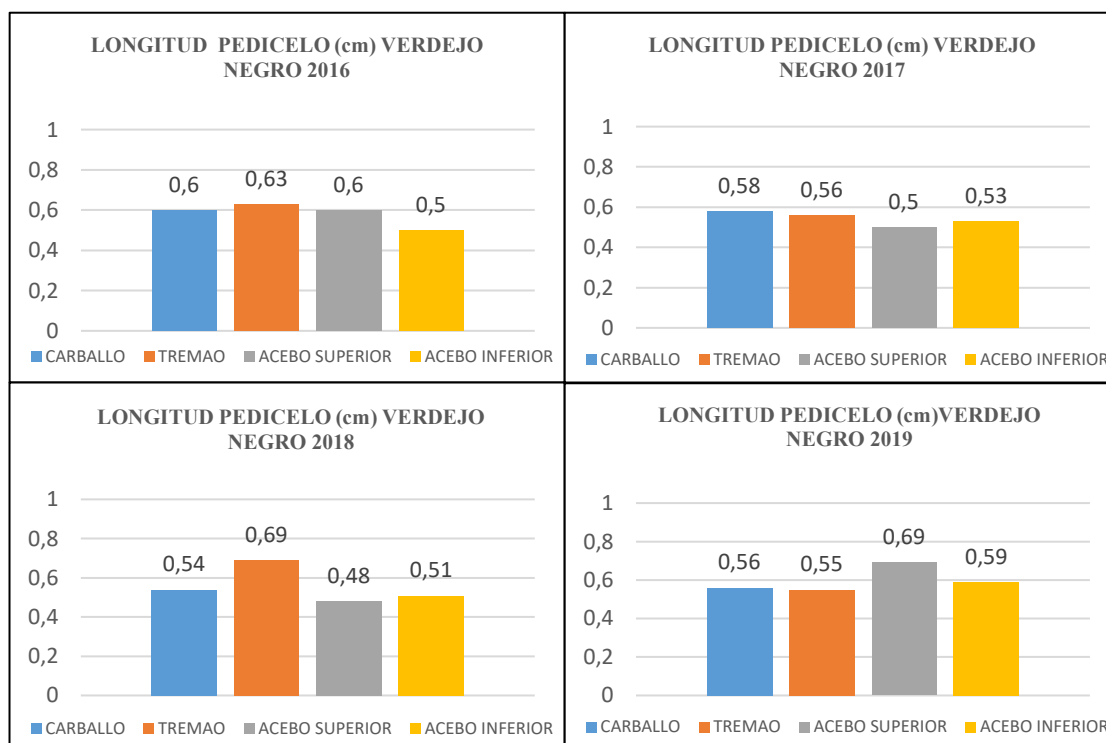


Figura 96. Longitud de pedicelo de Verdejo Negro de 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

En cuanto al **peso y tamaño de baya**, Carballo presentó en 2016 y 2017 las bayas de mayor peso y tamaño (longitud y anchura). En 2018 fue Tremado y en 2019 Acebo Superior, las parcelas que presentaron los valores más elevados. Acebo Inferior, fue la parcela con las bayas de menor peso y menor tamaño, en los cuatro años de estudio.

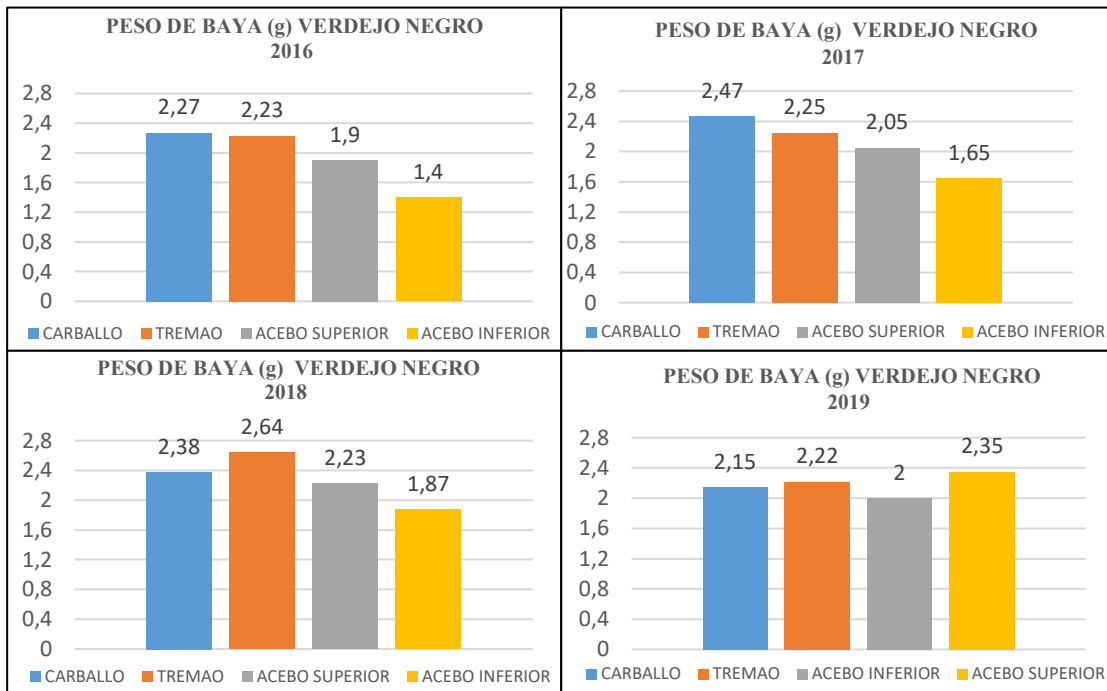


Figura 97. Peso de la baya (g) durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

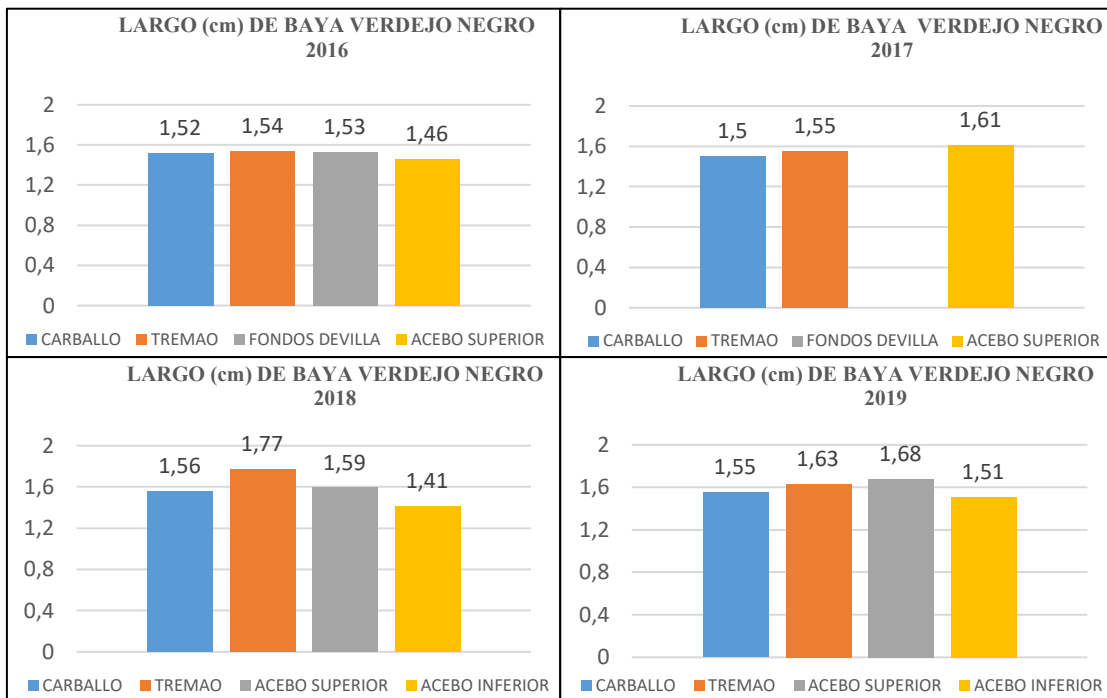


Figura 98. Largo de la baya durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

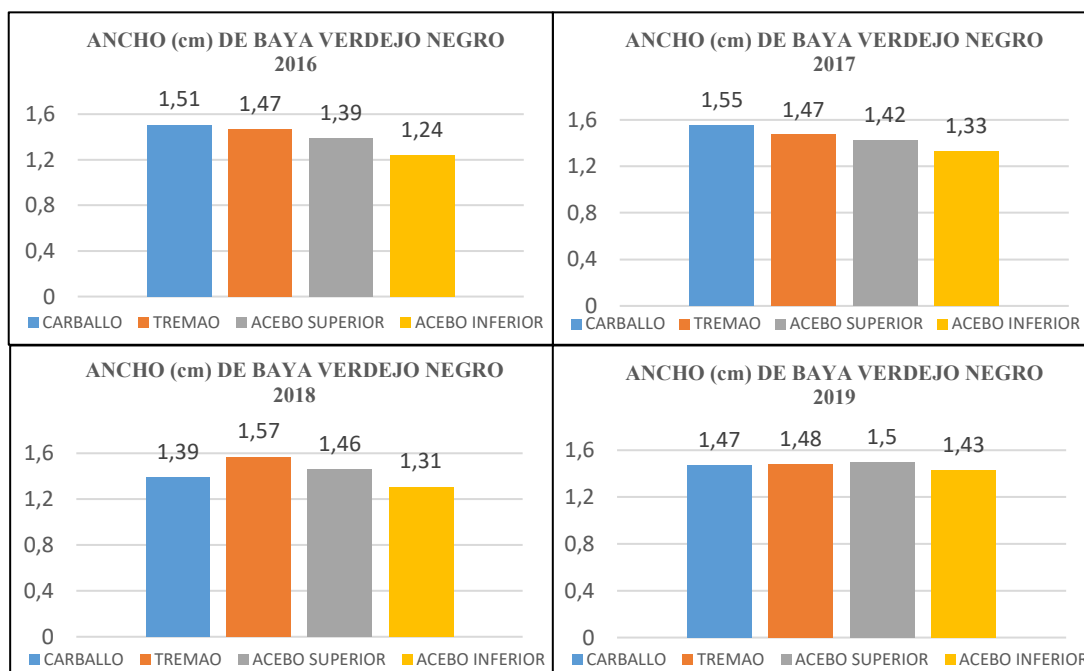


Figura 99. Ancho de baya durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

En cuanto al **número de semillas**, solo en el año 2016 se observaron diferencias significativas entre las parcelas, siendo la de Tremado la parcela que presentó el mayor número de semillas y Carballo el menor.

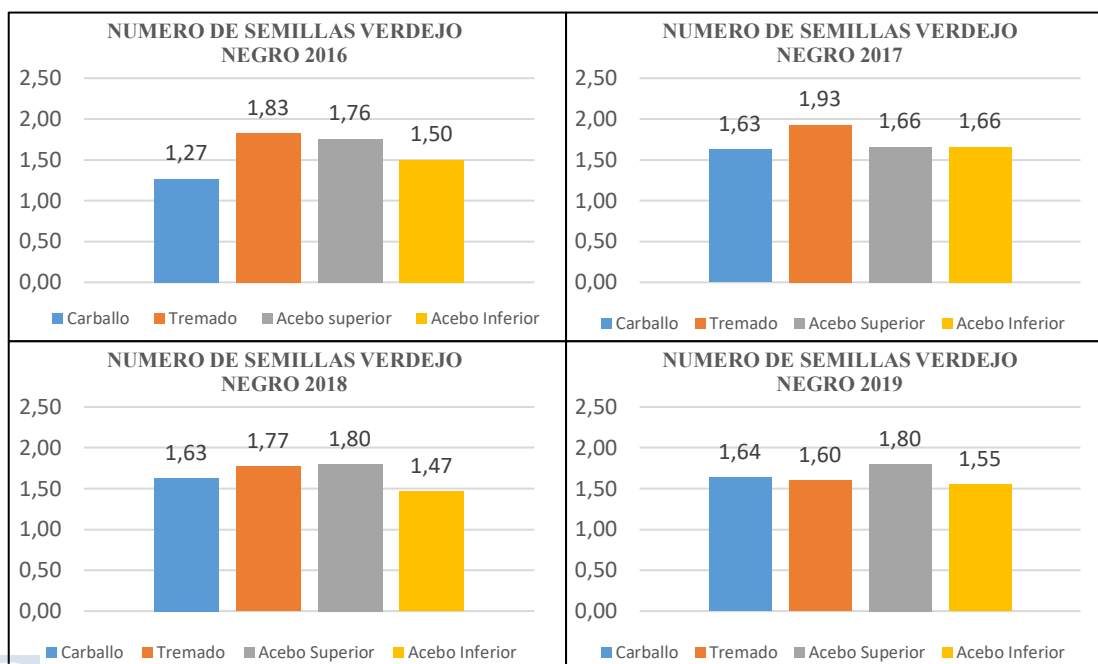


Figura 100. Número de semillas durante los años 2016 a 2019, para las diferentes parcelas.

Resultados

Carballo fue la parcela que presentó el mayor **peso y tamaño de semillas** todos los años, excepto en 2019 que fue Acebo Superior. El menor peso y tamaño le correspondió a la parcela de Acebo Inferior, excepto en 2018 que fue Acebo Superior.

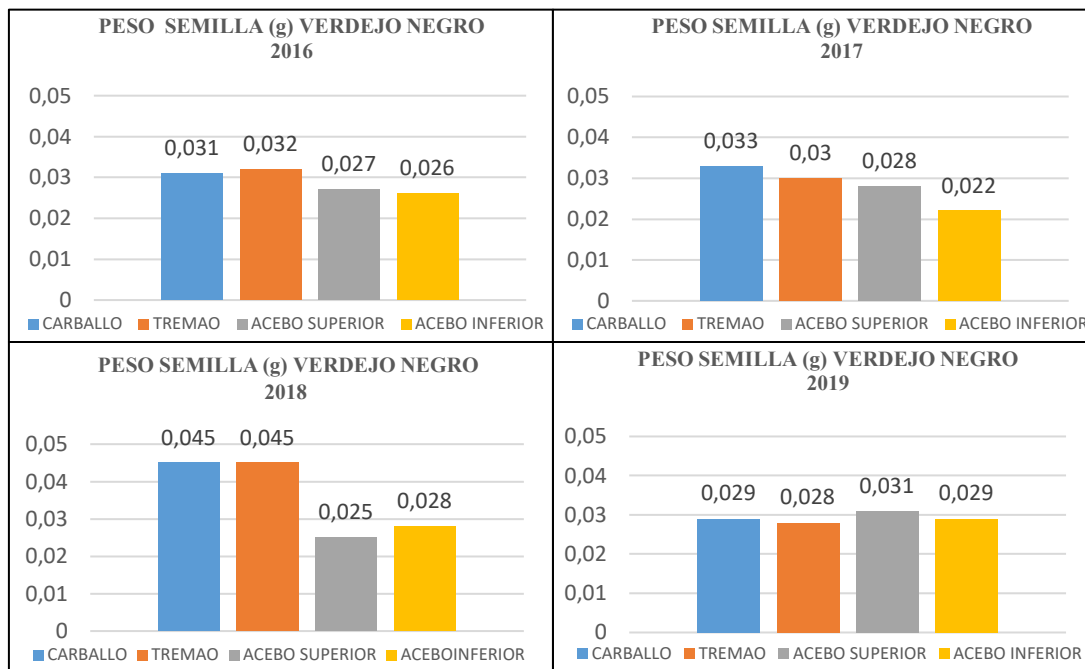


Figura 101. Peso de semillas durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

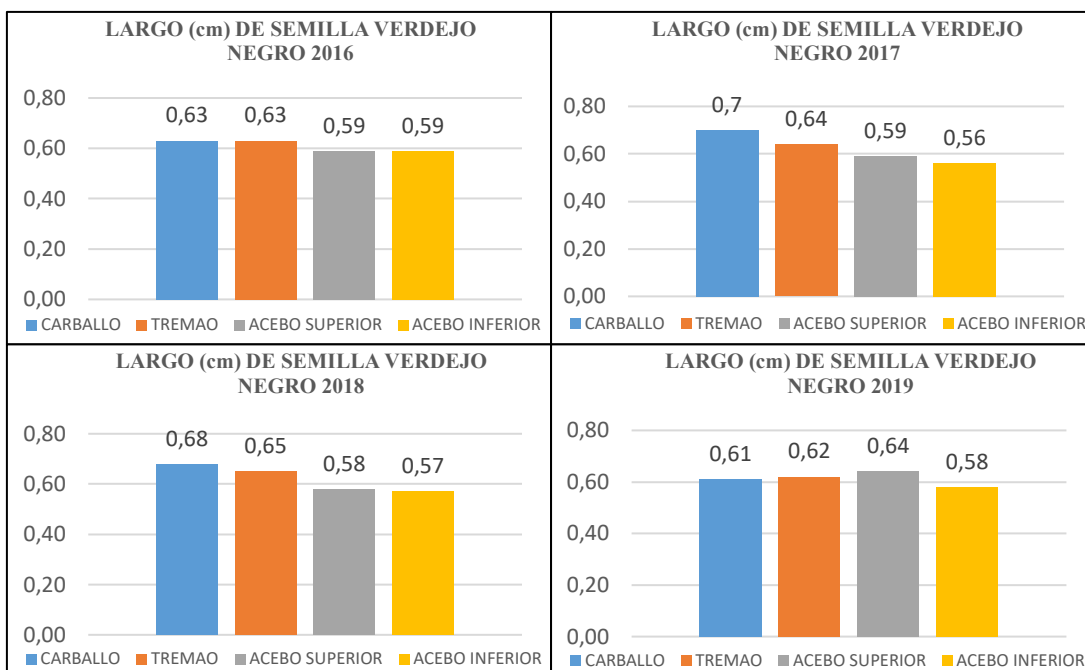


Figura 102. Largo de semilla durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

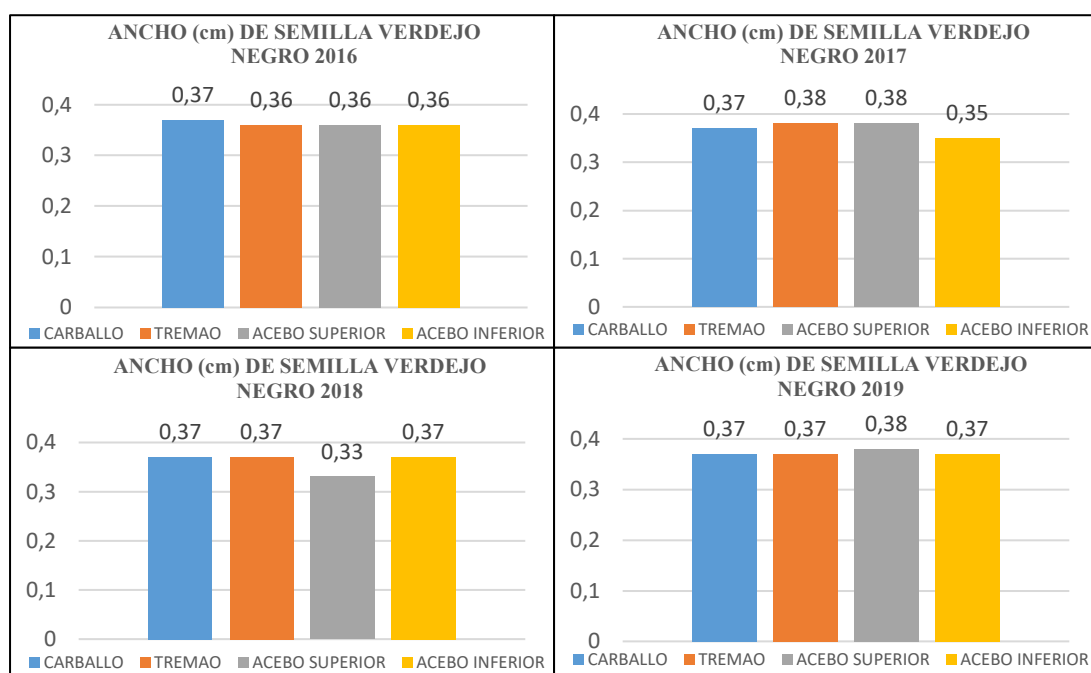


Figura 103. Ancho de semilla durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

4.4 PARÁMETROS QUÍMICOS BÁSICOS EN MOSTO Y RENDIMIENTO EN MOSTO YEMA

Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias para todos los parámetros químicos medidos en mostos de Albarín Blanco y Verdejo Negro. Las fuentes de variación fueron las diferentes parcelas y los años. Se consideró año como factor aleatorio.

4.4.1 Parámetros químicos medidos en mosto de Albarín Blanco

En la Tabla 17, se muestran los resultados del análisis de varianza para Albarín Blanco. Se observaron diferencias significativas para todos los parámetros evaluados al 99,99%, tanto para parcelas como para la interacción parcela×año, por lo que fue necesario analizar cada año por separado.

Tabla 17. Cuadrados Medios del análisis de varianza para los diferentes parámetros físico-químicos medidos en mosto de Albarín Blanco, para los cuatro años de estudio.

ALBARÍN BLANCO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela×año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Grado alcohólico probable (°AP)	4	13,9124***	3	22,3483***	11	7,2090***
Acidez total (g/l ácido tartárico)	4	75,2232***	3	7,3358***	11	5,7460***
pH	4	0,1178***	3	0,2104***	11	0,02830***
Rendimiento en mosto yema (%)	4	194,4634***	3	951,7059***	11	109,2224***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 18, 19 y figuras 104 y 105, se muestran los valores medios de los cuatro años, para algunos de los parámetros medidos en mosto en la variedad Albarín Blanco.

Tabla 18. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros químicos analizados en mosto en las diferentes parcelas, durante los cuatro años de estudio.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2016		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	12,83 a	8,37 b	3,23 a	36,4 a
	D.E.	0,62	1,28	0,09	5,99
	C.V.	4,83	15,29	2,79	16,46
Tremado	X	11,82 ab	8,77 b	3,15 ab	41,91 a
	D.E.	1,38	0,79	0,11	3,80
	C.V.	11,68	9,01	3,49	9,07
Fondos de Villa	X	11,15 b	11,8 a	3,12 b	40,82 a
	D.E.	1,84	1,19	0,06	4,50
	C.V.	16,50	10,08	1,92	11,02
Acebo Superior	X	11,24 b	6,14 c	3,1 b	37,24 a
	D.E.	0,36	0,19	0,07	1,81
	C.V.	3,20	3,09	2,26	4,86
	M.D.S (0,05)	1,42	1,14	0,10	5,67
2017		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	12,18 a	7,45 b	3,25 a	32,48 b
	D.E.	0,71	1,32	0,09	1,09
	C.V.	5,83	17,72	2,77	3,36
Tremado	X	10,28 c	9,74 a	3,03 c	38,64 a
	D.E.	0,56	0,26	0,02	0,66
	C.V.	5,45	2,67	0,66	1,71
Fondos de Villa	X	No datos	No datos	No datos	No datos
	D.E.	No datos	No datos	No datos	No datos
	C.V.	No datos	No datos	No datos	No datos
Acebo Superior	X	11,38 b	6,25 c	3,11 b	34,64 b
	D.E.	0,45	0,14	0,04	1,75
	C.V.	3,95	2,24	1,29	5,05
	M.D.S (0,05)	0,73	0,98	0,07	2,19

Resultados

Tabla 19. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros químicos analizados en mosto en las diferentes parcelas, durante los cuatro años de estudio.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2018		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	11,63 c	9,56 a	3,36 b	29,51 b
	D.E.	3,49	0,52	0,23	1,97
	C.V.	30,01	5,44	6,85	6,68
Tremado	X	11,99 c	8,62 ab	3,22 c	24,52
	D.E.	0,13	0,67	0,01	1,30
	C.V.	1,08	7,77	0,31	5,30
Fondos de Villa	X	9,54 a	13,07 b	3,18 a	35,39 a
	D.E.	0,39	0,66	0,02	3,87
	C.V.	4,09	5,05	0,63	10,94
Acebo Superior	X	14,06 d	7,11 ab	3,24 a	36,22 d
	D.E.	0,05	0,63	0,04	1,28
	C.V.	0,36	8,86	1,23	3,53
	M.D.S (0,05)	0,57	0,14	3,53	0,57
2019		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	13,35 a	9,02 b	3,15 b	41,25 c
	D.E.	0,24	0,26	0,02	4,22
	C.V.	1,80	2,88	0,63	10,23
Tremado	X	12,98 b	8,25 c	3,23 a	41,17 c
	D.E.	0,22	0,23	0,02	4,33
	C.V.	1,69	2,79	0,62	10,52
Fondos de Villa	X	12,96 b	10,69 a	3,08 c	43,51 b
	D.E.	0,15	0,60	0,02	2,27
	C.V.	1,16	5,61	0,65	5,22
Acebo Superior	X	12,28 b	8,28 c	3,00 d	54,17 a
	D.E.	0,35	0,33	0,04	2,05
	C.V.	2,85	3,99	1,33	3,78
	M.D.S (0,05)	0,23	0,33	0,03	2,83

Analizando cada parámetro para cada año por separado, se observó, que en los años 2016, 2017 y 2019, la parcela de Carballo es la que presenta racimos con un mayor **grado alcohólico**, baja **acidez** y mayor **pH**. El primer año, el mosto de Fondos de Villa, sin embargo, presentó los valores más bajos de grado alcohólico, mayor acidez y menor pH. En 2017 y 2019, fue Tremado la que presentó el mosto con menor grado alcohólico, alta acidez y menor pH.

En el año 2018, Acebo Superior fue la parcela que presentó el mayor grado alcohólico probable, menor acidez y mayor pH. Fondos de Villa, presentó el mosto con el menor grado alcohólico, mayor acidez y menor pH.

En general, Fondos de Villa presentó los mostos con la acidez más elevada todos los años y Acebo Superior con los más bajos.

En cuanto al **rendimiento del mosto yema**, el mayor porcentaje se observó en 2016 y 2017, y le correspondió a la parcela de Tremado, no existiendo sin embargo diferencias significativas con el resto de las parcelas, en el primer año, pero si en el segundo. En 2018, Carballo se diferenció del resto por presentar los valores más elevados, mientras que en Tremado se observaron los valores más bajos. En 2019, Acebo Superior presentó el mayor rendimiento y Tremado el más bajo.

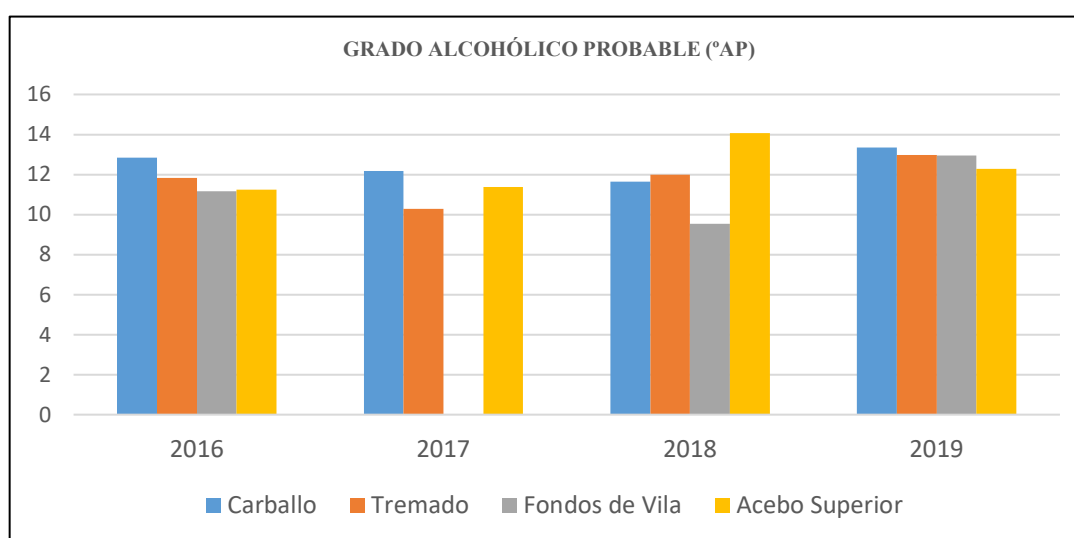


Figura 104. Grado alcohólico probable medido en mosto de Albarín Blanco, en cada una de las parcelas objeto de estudio, durante los cuatro años de estudio.

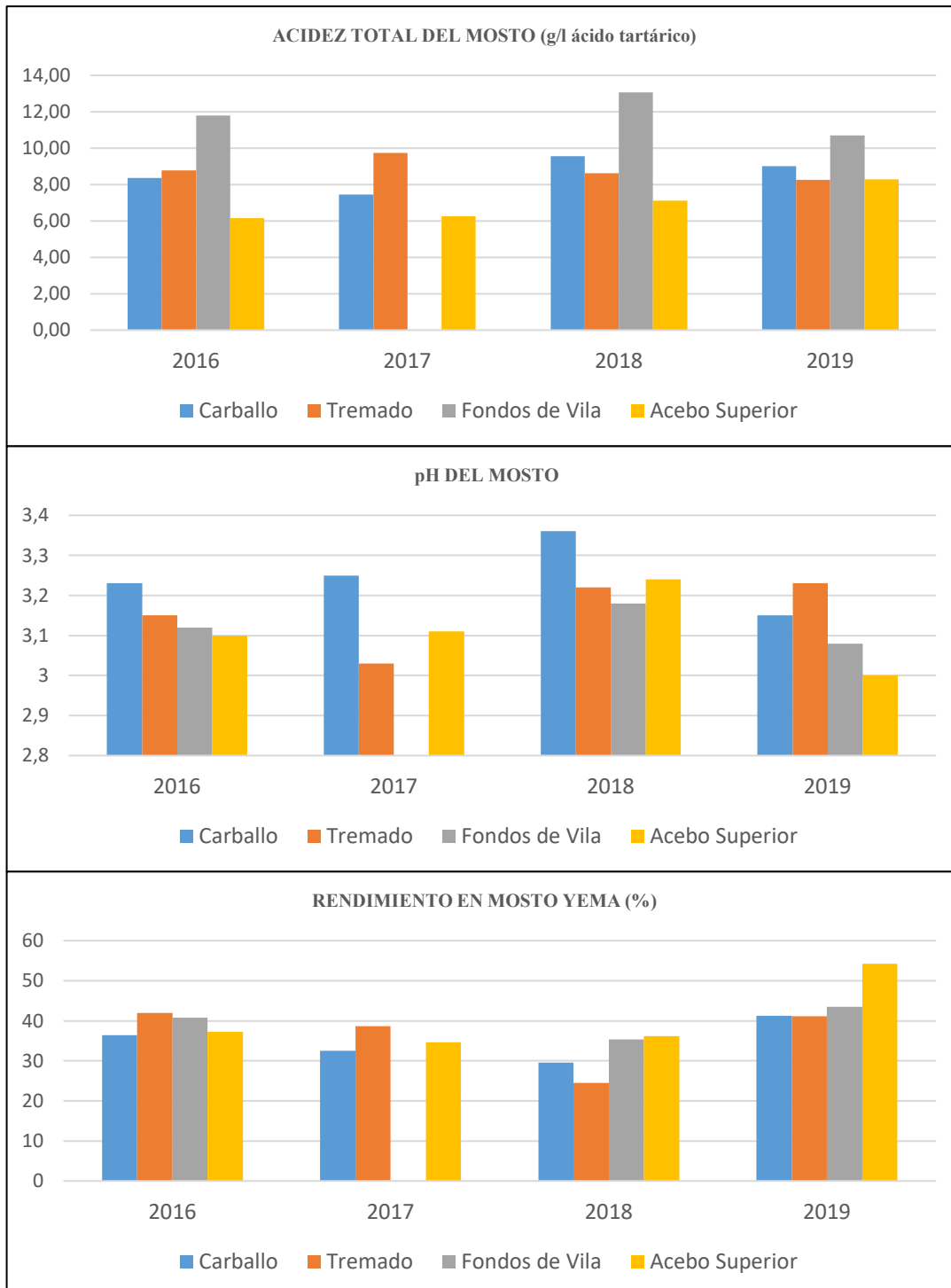


Figura 105. Parámetros químicos medidos en mosto de Albarín Blanco, durante los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

4.4.2 Parámetros químicos básicos medidos en mosto de Verdejo Negro

En la Tabla 20, se muestran los resultados del análisis de varianza para el mosto de Verdejo Negro. Se observaron diferencias significativas para todos los parámetros evaluados al 99,99% tanto para parcelas como para la interacción parcela×año, por lo que fue necesario analizar cada año por separado.

Tabla 20. Cuadrados Medios del análisis y de Varianza para los parámetros químicos de mosto de Verdejo Negro, para los cuatro años de estudio.

VERDEJO NEGRO PARAMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Grado alcohólico probable (°AP)	4	14,0131***	3	28,8225***	12	7,2274***
Acidez total (g/l ácido tartárico)	4	28,7219***	3	15,917***	12	4,7694***
pH	4	0,1420***	3	0,1280***	12	0,0316***
Rendimiento en mosto yema (%)	4	379,43071***	3	575,3842***	12	72,9098***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 21, 22 y Figuras 106 y 107, se muestran los valores medios de los cuatro años, para algunos de los parámetros medidos en mosto en la variedad Verdejo Negro.

Resultados

Tabla 21. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros químicos analizados en los mostos de las diferentes parcelas durante los cuatro años de estudio.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2016		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	11,97 b	6,82 a	3,27 a	24,22 b
	D.E.	1,51	0,13	0,07	3,77
	C.V.	12,61	1,91	2,14	15,57
Tremado	X	13,18 ab	5,16 b	3,37 a	33,29 a
	D.E.	1,31	1,31	0,08	2,96
	C.V.	9,94	25,39	2,37	8,89
Acebo Superior	X	12,35 b	5,95 a	3,22 a	38,88 a
	D.E.	1,30	1,00	0,17	8,99
	C.V.	10,53	16,81	5,28	23,12
Acebo Inferior	X	14,08 a	6,26 a	3,27 a	31,74 ab
	D.E.	1,48	1,81	0,13	7,42
	C.V.	10,51	28,91	3,98	23,38
	M.D.S (0,05)	1,71	1,41	0,15	7,93
2017		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	10,54 c	6,77 a	3,23 b	24,63 c
	D.E.	0,62	0,14	0,03	3,98
	C.V.	5,88	2,07	0,93	16,16
Tremado	X	11,48 b	6,43 ab	3,3 a	32,76 ab
	D.E.	0,36	0,25	0,03	3,62
	C.V.	3,14	3,89	0,91	11,05
Acebo Superior	X	10,56 c	6,36 b	3,07 d	33,24 a
	D.E.	0,49	0,29	0,02	3,93
	C.V.	4,64	4,56	0,65	11,82
Acebo Inferior	X	12,28 a	5,12 c	3,18 c	28,63 bc
	D.E.	0,41	0,05	0,02	2,93
	C.V.	3,34	0,98	0,63	10,23
	M.D.S (0,05)	0,70	0,36	0,03	4,37

Tabla 22. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros químicos del mosto analizados en las diferentes parcelas, durante los cuatro años de estudio.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2018		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	13,41 abc	6,61 c	3,34 c	23,16 b
	D.E.	0,12	0,29	0,04	6,12
	C.V.	0,89	4,39	1,20	26,42
Tremado	X	11,27 c	6,49 c	3,64 bc	31,68 a
	D.E.	3,47	0,14	0,01	2,59
	C.V.	30,79	2,16	0,27	8,18
Acebo Superior	X	13,79 ab	7,33 b	3,39 ab	31,68 a
	D.E.	0,29	0,36	0,04	2,82
	C.V.	2,10	4,91	1,18	8,90
Acebo Inferior	X	15,42 a	8,77 a	3,41 a	27,08 ab
	D.E.	0,05	0,30	0,02	2,86
	C.V.	0,32	3,42	0,59	10,56
	M.D.S (0,05)	2,43	0,36	0,03	5,56
2019		Grado alcohólico probable (°AP)	Acidez total (g/l ácido tartárico)	pH	Rendimiento en mosto yema (%)
Carballo	X	12,73 b	6,30 a	3,21 bc	35,07 cd
	D.E.	0,35	0,18	0,02	2,12
	C.V.	2,75	2,86	0,62	6,05
Tremado	X	14,24 a	4,35 d	3,41 a	32,65 d
	D.E.	0,18	0,20	0,03	4,52
	C.V.	1,26	4,60	0,88	13,84
Acebo Superior	X	12,05 c	4,79 c	3,13 c	46,12 a
	D.E.	0,39	0,28	0,03	3,03
	C.V.	3,24	5,85	0,96	6,57
Acebo Inferior	X	14,14 a	5,19 b	3,23 b	41,32 b
	D.E.	0,36	0,46	0,03	1,98
	C.V.	2,55	8,86	0,93	4,79
	M.D.S (0,05)	0,29	0,30	0,03	2,96

Resultados

Respecto del **grado alcohólico probable**, la parcela de Acebo Inferior presentó el mayor grado alcohólico probable todos los años. Los valores más bajos por el contrario, lo presentaron en 2016 y 2017 los mostos de Carballo, en 2018 los de Tremado y en 2019 los de Acebo Superior.

En cuanto a la **acidez total**, Carballo presentó los mostos la acidez total más elevada todos los años excepto en 2018 que fue Acebo Inferior. Por el contrario, Tremado presentó la acidez más baja todos los años, excepto en 2017, que fue Acebo Inferior. Tremado presentó los mostos con los valores más altos de pH mientras, que los más bajos fueron para los de Acebo Superior, durante 2017 y 2019, y para los de Carballo en 2018.

En cuanto al **rendimiento en mosto yema**, de las bayas, Carballo presentó los valores más bajos para este parámetro todos los años de estudio, mientras que Acebo Superior presentó los más elevados.

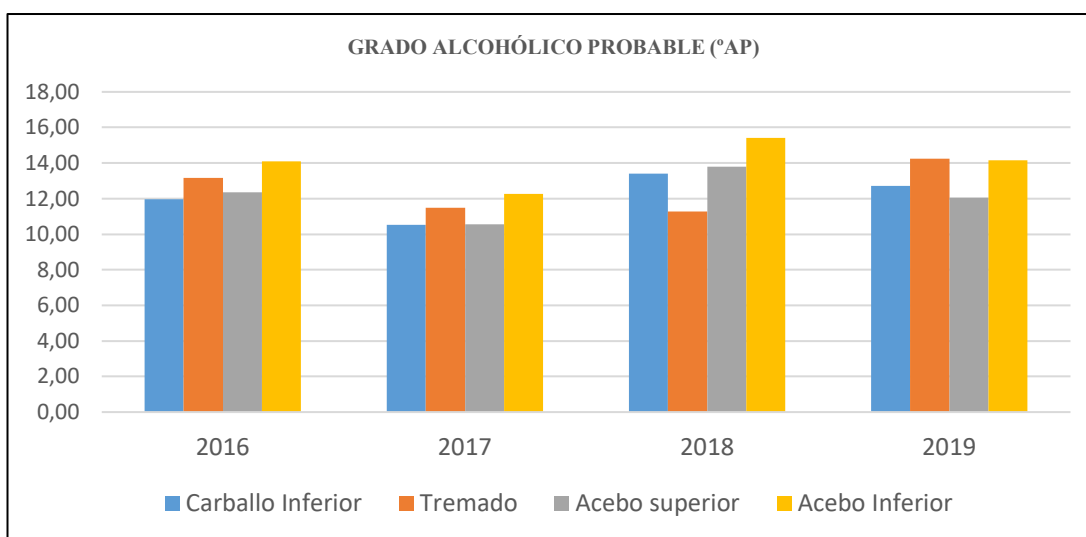


Figura 106. Grado alcohólico probable medido en mosto de Verdejo Negro, en cada una de las parcelas objeto de estudio, durante los cuatro años de estudio.

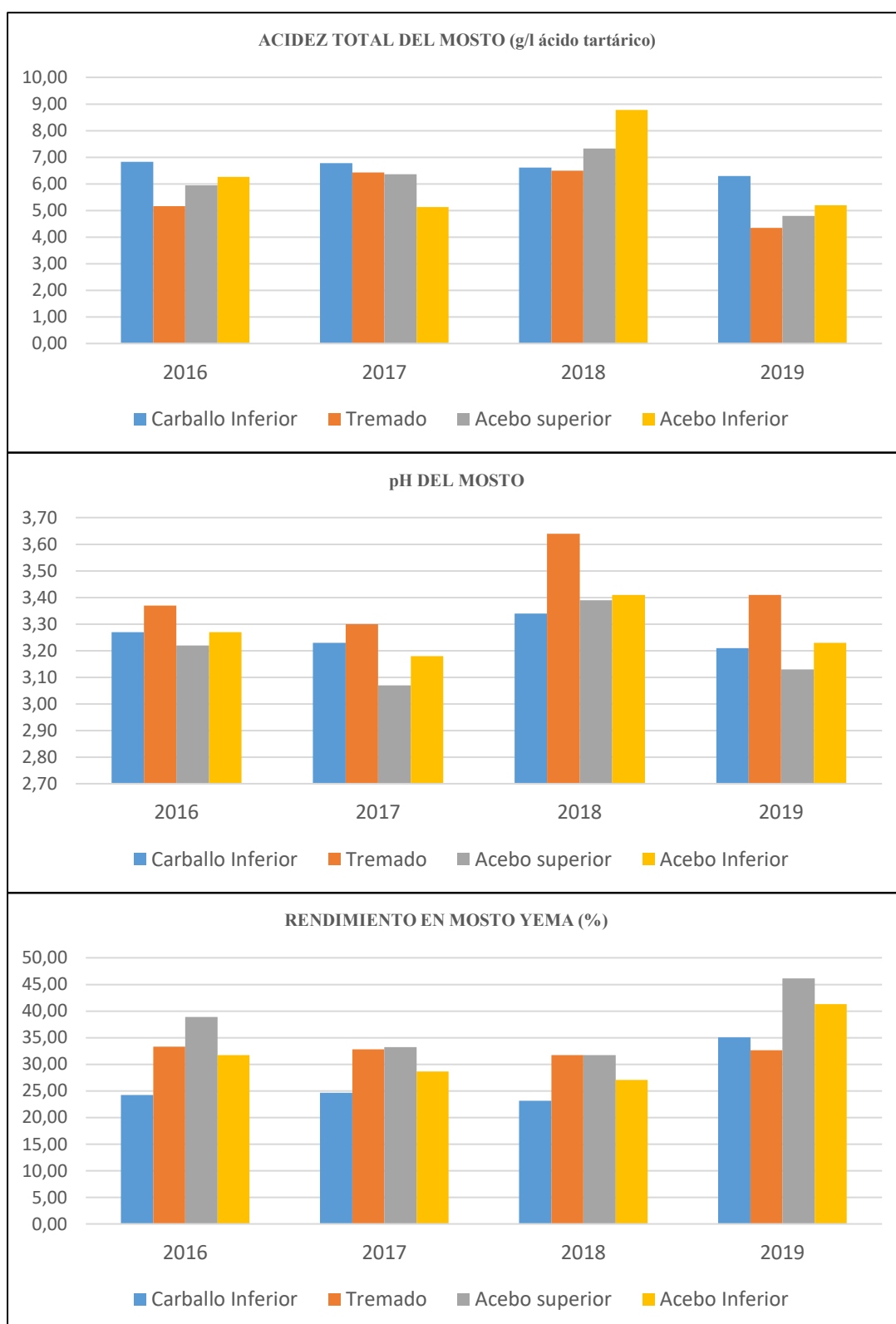


Figura 107. Parámetros químicos y rendimiento en mosto yema, medidos en Verdejo Negro en los cuatro años de estudio, para las diferentes parcelas.

4.5 POLIFENOLES EN MOSTO

4.5.1 Polifenoles medidos en mosto de Albarín Blanco

En la tabla 23 se muestran los resultados del análisis de varianza para el mosto de los polifenoles presentes en Albarín Blanco. Como era de esperar por ser una variedad blanca, no se detectaron **antocianos** en sus mostos.

Se observó que había diferencias significativas con una probabilidad del 99,99% y del 95% entre las diferentes parcelas, para todos los parámetros. La interacción clon*año fue significativa para todos los parámetros con una probabilidad del 99% y del 95%, a excepción de los **flavonoles totales** e **hidrocarburos totales** que no fue significativa. Se analizó por tanto, año a año cada uno de los parámetros en las diferentes parcelas, al igual que en los casos anteriores.

Tabla 23. Cuadrados Medios del análisis de varianza para los polifenoles medidos en mosto de Albarín Blanco y para los años 2017, 2018 y 2019.

ALBARIN BLANCO POLIFENOLES	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Antocianos totales (ng/ml)	No detectados					
Flavonoles totales (ng/ml)	4	183663,4148***	2	12048,3412 n.s.	7	60964,3131*
Fenólicos totales (ng/ml)	4	13847,6955*	2	29497,9404*	7	5400,6662 n.s.
Hidrocarburos totales (ng/ml)	4	13847,6955*	2	29497,9404*	7	5400,6662 n.s.
Flavanoles totales (ng/ml)	No detectados					
Polifenoles totales (ng/ml)	4	61389870,3*	2	390142543,3***	7	7494403,5**

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 24, 25 y Figura 108, se muestran los valores medios de los tres años para los polifenoles medidos mosto en la variedad Albarín Blanco, para las diferentes parcelas.

Tabla 24. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los Polifenoles medidos en mostos de Albarín Blanco los años 2017 y 2018, en las diferentes parcelas.

2017		Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	461,53 a	8708,7 a	0,00	9170,23 a
	D.E.	54,30	1402,05	0,00	1452,13
	C.V.	11,77	16,10	0,00	15,84
Tremado	X	195,44 b	6550,42 a	0,00	6745,87 a
	D.E.	50,58	3863,48	0,00	3834,60
	C.V.	25,88	58,98	0,00	56,84
Fondos de Villa	X	No datos	No datos	No datos	No datos
	D.E.	No datos	No datos	No datos	No datos
	C.V.	No datos	No datos	No datos	No datos
Acebo Superior	X	470,87 a	5638,14 a	0,00	6109,01 a
	D.E.	206,09	1791,05	0,00	1707,23
	C.V.	43,77	31,77	0,00	27,95
	M.D.S (0,05)	221,57	4254,50	0,00	4226,10
2018		Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	112,71 b	5479,40 b	31,24 b	5623,34 b
	D.E.	23,55	912,80	28,92	864,95
	C.V.	20,89	16,66	92,58	15,38
Tremado	X	248,31 b	14382,63 ab	0,00 b	14630,94 ab
	D.E.	145,94	11236,14	0,00	11146,34
	C.V.	58,77	78,12	0,00	76,18
Fondos de Villa	X	128,05 b	7745,62 b	0,00 b	7873,67 b
	D.E.	27,85	526,11	0,00	525,24
	C.V.	21,75	6,79	0,00	6,67
Acebo Superior	X	612,66 a	24706,33 a	152,37 a	25471,36 a
	D.E.	190,31	5469,07	144,66	5787,51
	C.V.	31,06	22,14	94,94	22,72
	M.D.S (0,05)	224,78	10865	121,06	10938,00

Tabla 25. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los Polifenoles medidos en mostos de Albarín Blanco en 2019, para las diferentes parcelas.

2019		Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	397,81 a	3884,6 a	155,95 a	4438,36 a
	D.E.	161,70	3394,16	197,09	3464,45
	C.V.	40,65	87,37	126,39	78,06
Tremado	X	37,40 b	1898,02 a	53,76 a	1989,19 a
	D.E.	7,68	815,67	38,98	826,50
	C.V.	20,54	42,97	72,49	41,55
Fondos de Villa	X	39,08 b	1618,97 a	22,73 a	1680,78 a
	D.E.	5,13	111,42	10,46	114,17
	C.V.	13,13	6,88	46,01	6,79
Acebo Superior	X	327,92 ab	3079,92 a	157,39 a	3565,23 a
	D.E.	270,33	1099,66	130,68	1435,90
	C.V.	82,44	35,70	83,03	40,28
	M.D.S (0,05)	299,38	3001,8	199,72	3165,00

En el caso de estos compuestos solo se han tomado datos durante los años 2017, 2018 y 2019. No se han detectado en los mostos de esta variedad ni **antocianos**, ni **flavonoles**, en ninguno de los años de estudio. En general, los **ácidos fenólicos** fueron los que presentaron mayor concentración todos los años y los **hidrocarburos**, la concentración más baja. De hecho, en 2017 no se detectaron. Se observaron diferentes concentraciones de polifenoles en función de la parcela y del año de estudio.

En 2017 y 2019, se observaron diferencias significativas en los mostos solamente para **flavonoles**. Acebo Superior y Carballo (excepto en 2018) fueron las parcelas que presentaron la mayor concentración en sus mostos de flavonoles, ácidos fenólicos totales, hidrocarburos y **polifenoles totales** mientras que Tremado y Fondos de Villa las concentraciones más bajas. Dentro de cada familia los compuestos más abundantes fueron, entre los flavonoles, la quercetina-3-O-glucorónido; en los ácidos fenólicos, el ácido protocatecuico ácido glucósico, y en los hidrocarburos, el resveratrol 3-O- glucósido.

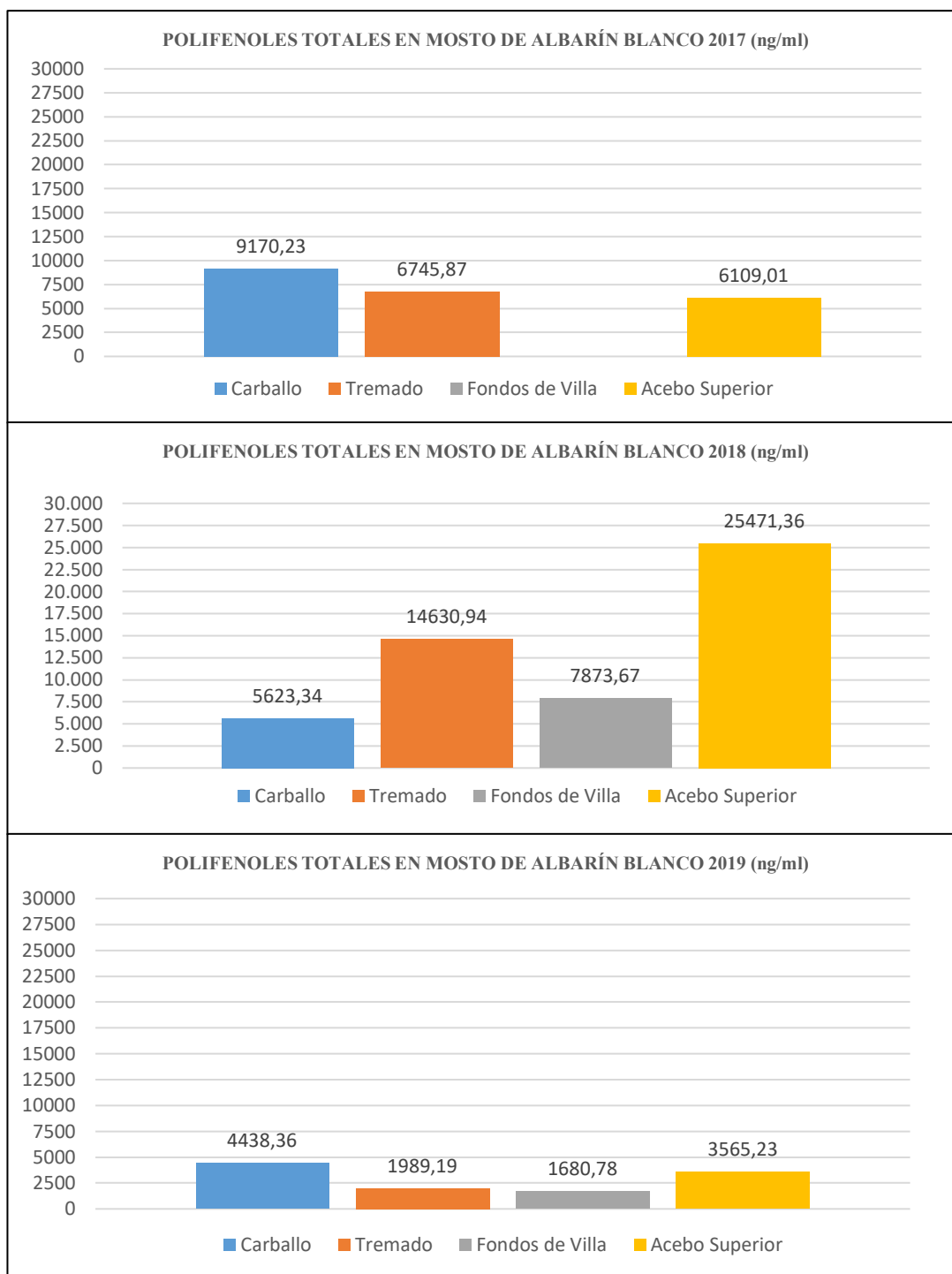


Figura 108. Polifenoles Totales (ng/ml) en mosto de Albarín Blanco en 2017, 2018 y 2019, para las distintas parcelas.

4.5.2 Polifenoles medidos en mosto de Verdejo Negro

En la Tabla 26, se muestran los resultados del análisis de varianza para los polifenoles presentes en el mosto de Verdejo Negro. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 % y 95% entre los mostos de las diferentes parcelas. La interacción clon×año fue significativa para todos los parámetros con una probabilidad del 99,99%, 99% y 95%. Fue necesario por tanto analizar año a año cada uno de los parámetros, en las diferentes parcelas.

Tabla 26. Cuadrados Medios del análisis de varianza para los polifenoles medidos en mostos de Verdejo Negro y para los años 2017, 2018 y 2019.

ALBARIN BLANCO POLIFENOLES	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Antocianos totales (ng/ml)	4	472882646*	2	336239208 n.s	8	449863213*
Flavonoles totales (ng/ml)	4	790648,654***	2	529476,137***	8	243020,447***
Fenólicos totales (ng/ml)	4	9733241,65***	2	42549905,21***	8	2461614,43*
Hidrocarburos totales (ng/ml)	4	79060,4316*	2	350350,5817***	8	72658,6768*
Flavanoles totales (ng/ml)	4	12441,4190*	2	10657,1341*	8	12436,0042*
Polifenoles totales (ng/ml)	4	573130160**	2	410212849*	8	483438183**

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 27, 28 y Figura 109, se muestran los valores medios de los tres años, para los polifenoles medidos mosto la variedad Verdejo Negro en las diferentes parcelas. En la Figura 110 se muestran las distintas etapas de los análisis de polifenoles en mosto, realizados en laboratorio.

Tabla 27. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los Polifenoles medidos en mostos de Verdejo Negro, los años 2017 y 2018.

2017		Antocianos totales (ng/ml)	Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	0,00 b	129,52 c	3192,53 b	0,00	3322,05 b
	D.E.	0,00	29,06	1322,36	0,00	1343,49
	C.V.	0,00	22,44	41,42	0,00	40,44
Tremado	X	0,00 b	456,97 b	5101,82 a	0,00	5558,8 b
	D.E.	0,00	198,13	1677,55	0,00	1764,63
	C.V.	0,00	43,36	32,88	0,00	31,74
Acebo Superior	X	256,02 b	289,2 bc	4854,77 ab	0,00	5400,00 b
	D.E.	39,42	64,23	135,4	0,00	214,26
	C.V.	15,40	22,21	2,79	0,00	3,97
Acebo inferior	X	4762,49 a	1440,67 a	4020,01 ab	0,00	10223,18 a
	D.E.	2043,18	191,33	1154,33	0,00	3297,47
	C.V.	42,90	13,28	28,71	0,00	32,25
	M.D.S (0,05)	1662,6	232,21	2645,5	0,00	3689,9
2018		Antocianos totales (ng/ml)	Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	25903,19 a	531,02 b	2807,9 ab	211,63 a	29613,16 a
	D.E.	21655,45	211,76	881,31	187,22	20825,79
	C.V.	83,60	39,88	31,39	88,47	70,33
Tremado	X	675,88 b	253,84 b	1545,1 b	0,00 b	2474,83 b
	D.E.	129,21	102,73	146,56	0,00	219,61
	C.V.	47,98	40,47	9,49	0,00	8,87
Acebo Superior	X	1692,54 b	1017,02 a	3266,56 a	0,00 b	6405,00 ab
	D.E.	812,15	288,03	475,33	0	361,24
	C.V.	47,98	28,32	14,55	0,00	5,64
Acebo inferior	X	2229,02 ab	1075,57 a	3744,36 a	0,00 b	7705,32 ab
	D.E.	1161,73	175,87	1164,17	0,00	725,85
	C.V.	52,12	16,35	31,09	0,00	9,42
	M.D.S (0,05)	24174,00	458,32	1718,30	208,55	23217,00

Tabla 28. Valores Medios, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los Polifenoles medidos en mostos de Verdejo Negro, el año 2019.

2019		Antocianos totales (ng/ml)	Flavonoles totales (ng/ml)	Fenólicos totales (ng/ml)	Hidrocarburos totales (ng/ml)	Polifenoles totales (ng/ml)
Carballo	X	4782,61 a	244,42 b	6640,06 a	14,57 a	11681,66 a
	D.E.	5842,33	65,98	443,08	25,23	6225,74
	C.V.	122,16	26,99	6,67	173,16	53,29
Tremado	X	141,51 a	304,55 b	6269,57 a	0,00 a	6715,63 a
	D.E.	193,08	86,73	1245,18	0,00	1384,37
	C.V.	136,44	28,48	19,86	0,00	20,61
Acebo Superior	X	ND	225,93 b	5916,88 a	0,00 a	6142,81 a
	D.E.	.	45,7	1334,29	0	1362,27
	C.V.	.	20,23	22,55	0,00	22,18
Acebo inferior	X	308,79 a	585,44 a	5589,79 a	0,00 a	6484,03 a
	D.E.	125,83	81,23	350,61	0,00	466,82
	C.V.	40,75	13,88	6,27	0,00	7,20
	M.D.S (0,05)	126302,00	122,90	1711,00	114,94	33510,00

ND: no detectado.

No se han detectado **flavonoles** en los mostos de esta variedad en ninguno de los años de estudio. Carballo fue la parcela que presentó los mostos con la mayor concentración de **antocianos** en los años 2018 y 2019, mientras que en 2017 no se detectó su presencia. Respecto a la parcela con menor cantidad en antocianos en sus mostos fue la de Tremado en los tres años de estudio. En lo que se refiere a los **flavonoles totales**, fueron los mostos de Acebo Inferior los que presentaron la mayor concentración en todos los años de estudio mientras que los de Carballo presentaron la menor cantidad. En cuanto a los **fenólicos totales**, aunque en 2017 fueron los mostos de Tremado los que mostraron más cantidad, en los años 2018 y 2019 fueron los de Acebo Inferior. Carballo presentó los mostos con la menor cantidad en los tres años de estudio. Respecto a los **hidrocarburos**, comentar que la única parcela en la que hubo alguna presencia, fue en Carballo.

Con respecto a los **polifenoles totales**, Carballo fue la parcela que presentó los mostos con la mayor concentración en el año 2018 y 2019, mientras que en 2017 fue la que menos concentración tuvo. El resto de las parcelas oscilaron en función de los años de estudio.

Dentro de cada familia, los compuestos más abundantes fueron de entre los antocianos, la malvidina 3-O-glucósido; en los flavonoles; la sirinetina-3-O-gucósido e Isorhamnetina-3-O-glucósido; en los ácidos fenólicos, el ácido protocatequino, ácido glucósico; y en los hidrocarburos, el resveratrol 3-O- glucósido.

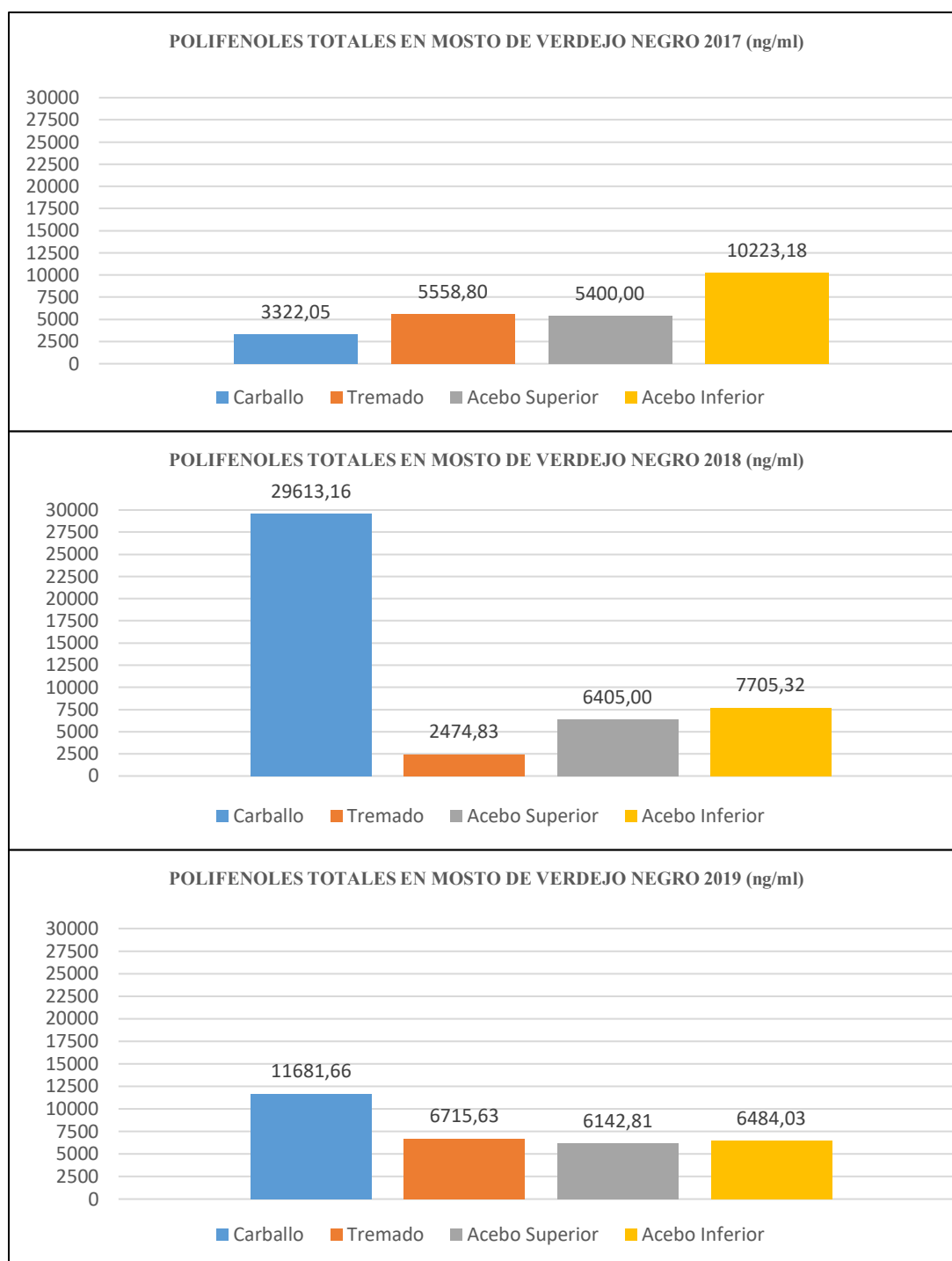


Figura 109. Polifenoles Totales (ng/ml) en mosto de Verdejo Negro en 2017, 2018 y 2019, para las distintas parcelas.

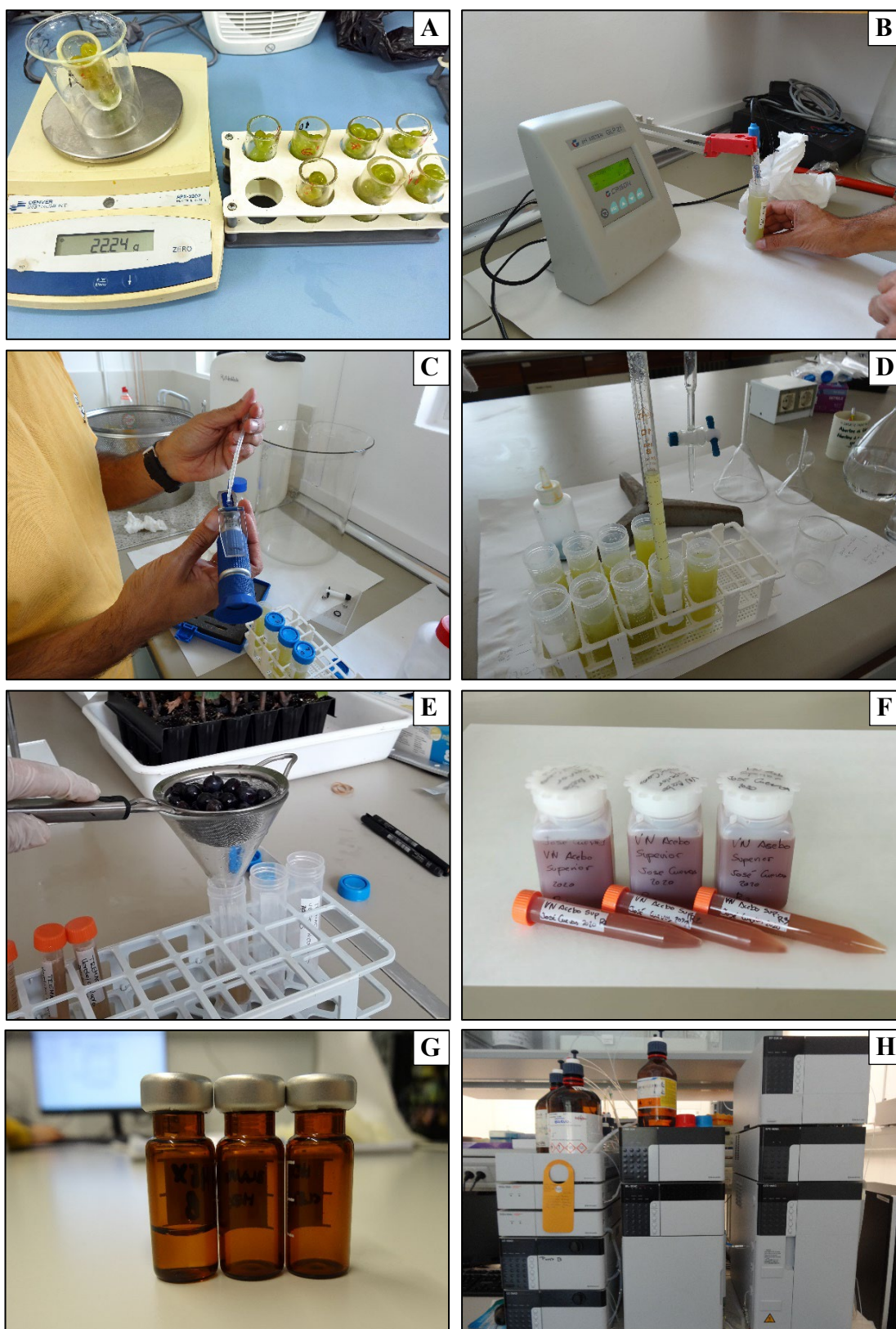


Figura 110. Análisis en laboratorio del rendimiento en mosto yema (A), parámetros químicos básicos (B, C, D, E) y polifenoles (F, G, H) en mosto de las variedades objeto de estudio.

4.6 ENFERMEDAD

4.6.1 Concentración de esporas en el aire

En la Tabla 29, se muestra la concentración de esporas del aire de los distintos patógenos, recogidas en los captadores de esporas instalados en las diferentes parcelas (Figura 111).

Tabla 29. Concentración de esporas recogidas en los captadores instalados en las diferentes parcelas durante los cuatro años de estudio.

PARCELAS	AÑO	MILDIU (<i>Plasmopara viticola</i>)			OIDIO (<i>Erysiphe necator</i>)			BOTRYTIS (<i>Botrytis cinerea</i>)		
		CAPTA	CAPT B	TOTAL	CAPTA	CAPT B	TOTAL	CAPTA	CAPT B	TOTAL
Acebo Inferior	2016	122	37	159	38	111	149	482	8	490
Acebo Superior		34	57	91	104	235	339	165	188	353
Carballo		78	7	85	129	155	284	87	17	104
Fondos de Villa		6	9	15	99	159	258	16	0	16
Tremado		31	24	55	99	129	228	393	122	515
TOTAL	2016	271	134	405	469	789	1258	1143	335	1478
Acebo Inferior	2017	1	1	2	9	32	41	0	0	0
Acebo Superior		3	1	4	16	68	84	0	0	0
Carballo		11	29	40	235	178	413	0	269	269
Fondos de Villa		0	74	74	40	44	84	0	6	6
Tremado		4	24	28	36	67	103	0	209	209
TOTAL	2017	19	129	148	336	389	725	0	484	484
Acebo Inferior	2018	27	17	44	65	46	111	218	32	250
Acebo Superior		54	13	67	32	72	104	0	27	27
Carballo		94	55	149	26	8	34	271	1760	2031
Fondos de Villa		27	10	37	39	92	131	4	24	28
Tremado		36	85	121	15	33	48	90	957	1047
TOTAL	2018	238	180	418	177	251	428	583	2800	3383
Acebo Inferior	2019	6	12	18	87	114	201	0	176	176
Acebo Superior		11	10	21	22	25	47	0	0	0
Carballo		0	0	0	26	53	79	0	0	0
Fondos de Villa		8	15	23	15	13	28	0	0	0
Tremado		26	20	46	9	56	65	37	218	255
TOTAL	2019	51	57	108	159	261	420	37	394	431

capta: captador A; captb: captador B.

En general, en el año 2019 fue en el que se contabilizó la menor concentración de **esporas de Mildiu** (*P. viticola*) en el aire, mientras que en el 2018 fue la mayor. Por otro lado, la concentración de esporas varió en función del mes de muestreo. Así, los meses con una mayor

Resultados

presencia de esporas de este patógeno fueron abril, junio y agosto (este último solo en 2018) excepto en 2019 que fue mayo y julio (Figura 112 y 113).

En el caso del **Oídio** (*E. necator*), la mayor concentración de esporas se observó en el año 2016 y la menor en 2018 y 2019. Analizando las distintas muestras, a diferencia del Mildiu, cuyas esporas estaban muy localizadas en determinados meses, se observó un reparto más homogéneo de esporas a lo largo del año, sobre todo en 2019 (Figuras 114 y 115).

La mayor concentración de **esporas de Botrytis** (*B. cinerea*) se observó en 2018 y la menor en 2017 y 2019. La mayor concentración de éstas se distribuye en dos épocas concretas: mayo-junio en 2016 y 2017 y agosto en 2018 y 2019 (Figuras 116 y 117). No se observó un patrón que determinase la mayor concentración de esporas siempre en una parcela concreta. Fue variando cada año. Lo mismo ocurrió con los captadores situados a distintas alturas, dentro de un mismo poste.

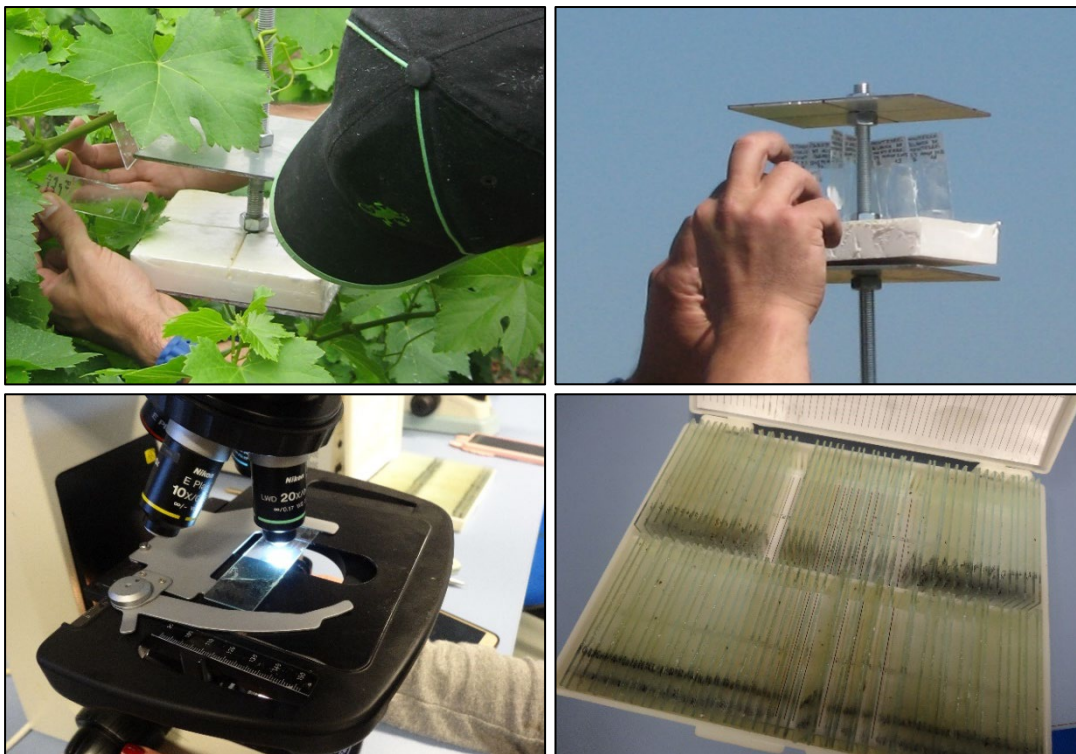


Figura 111. Detalles del cambio de portaobjetos en los captadores y recuento de esporas a través del microscopio óptico.

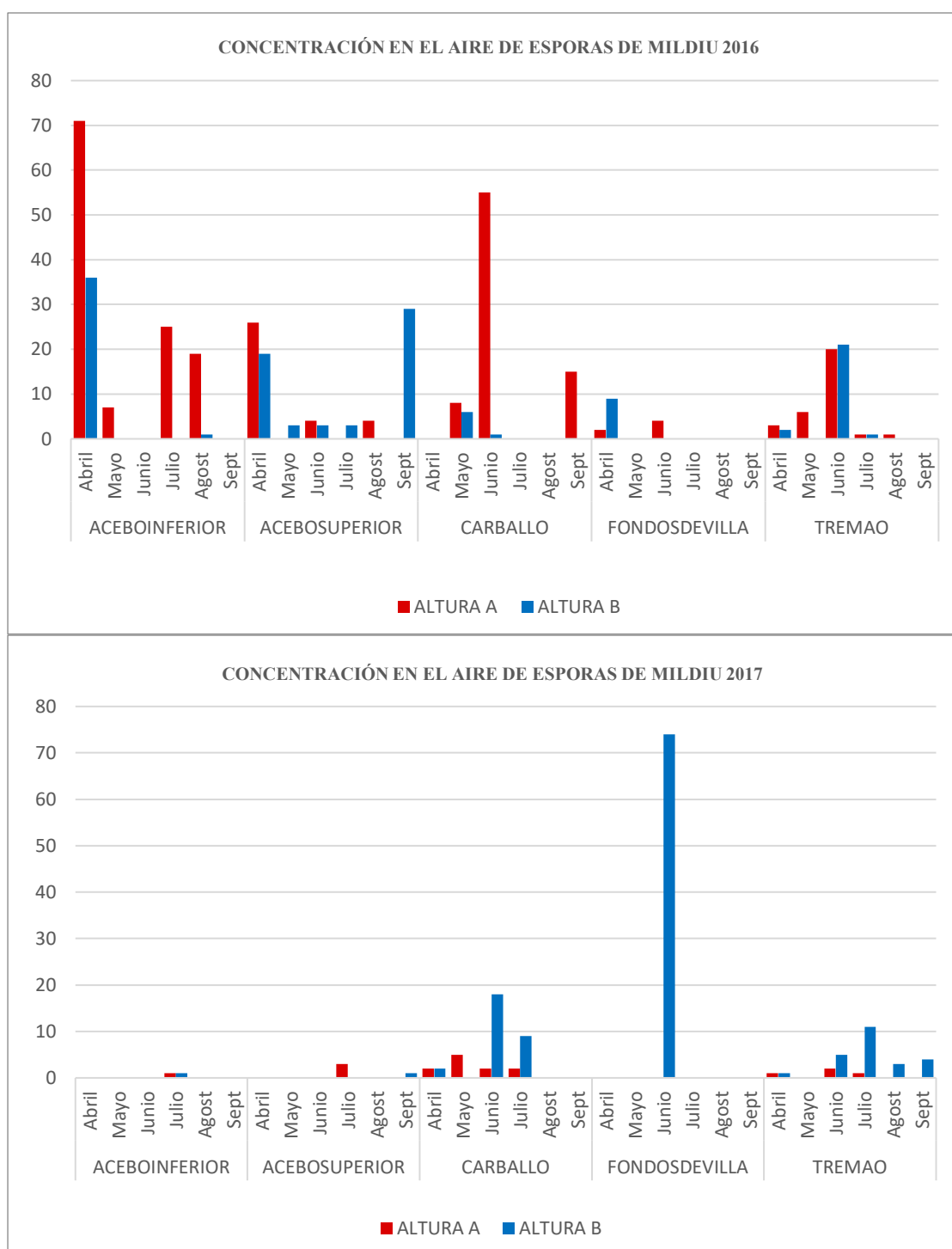


Figura 112. Concentración en el aire de esporas de Mildiu por captador (a dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2016 y 2017.

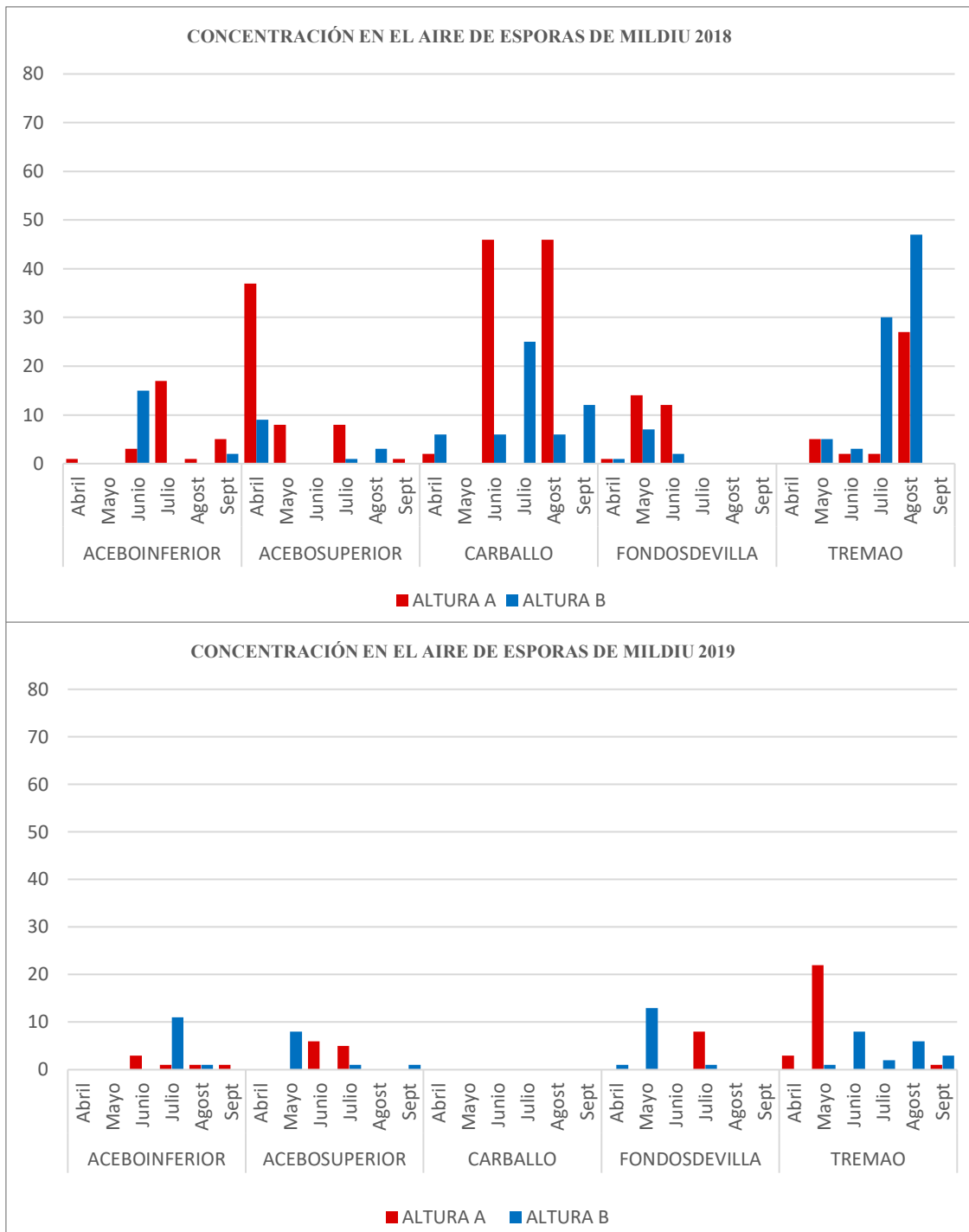


Figura 113. Concentración en el aire de esporas de Mildiu por captador (a dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2018 y 2019.

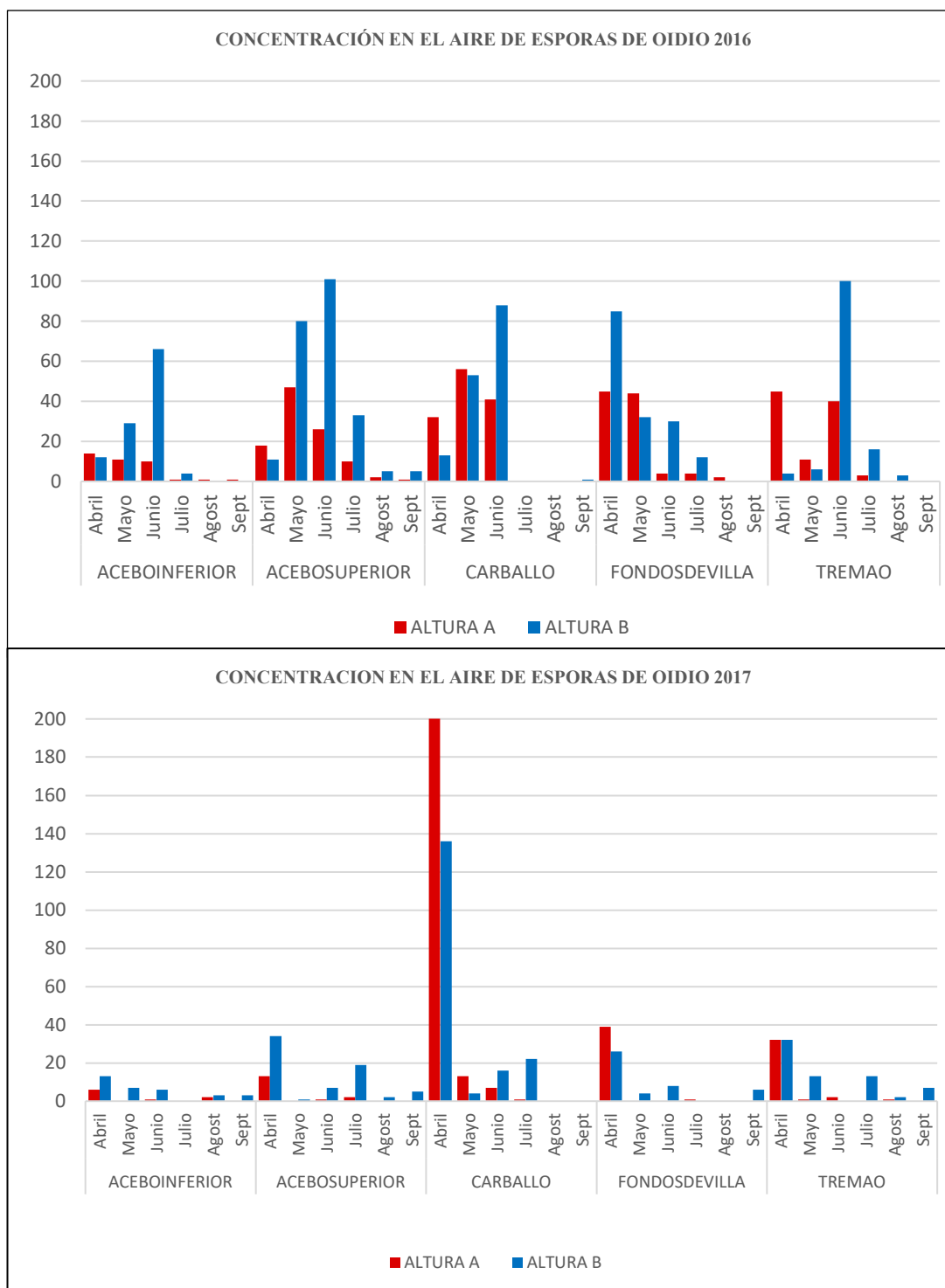


Figura 114. Concentración en el aire de esporas de Oidio por captador (a dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2016 y 2017.

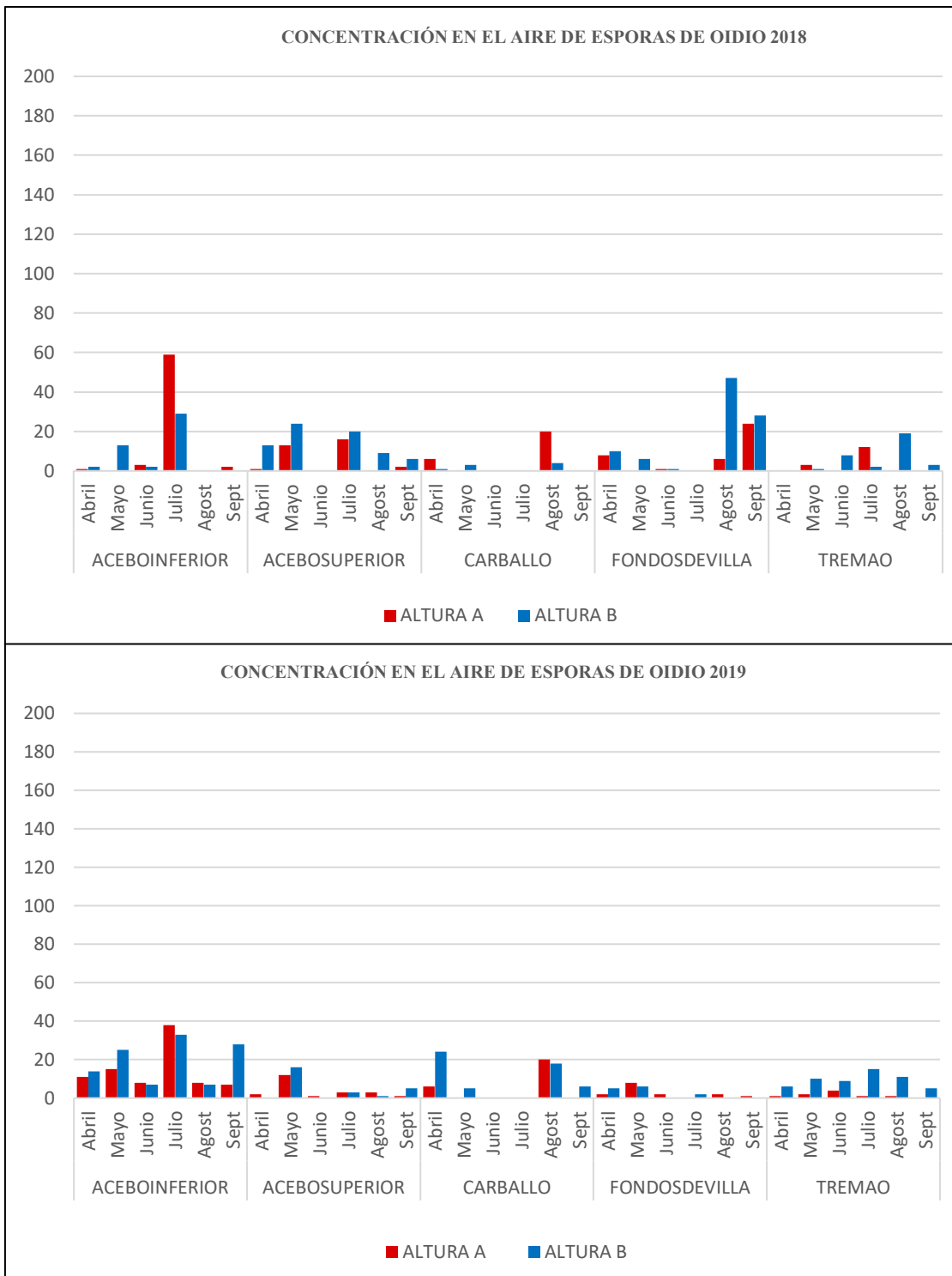


Figura 115. Concentración en el aire de esporas de Oidio por captador (a dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2018 y 2019.

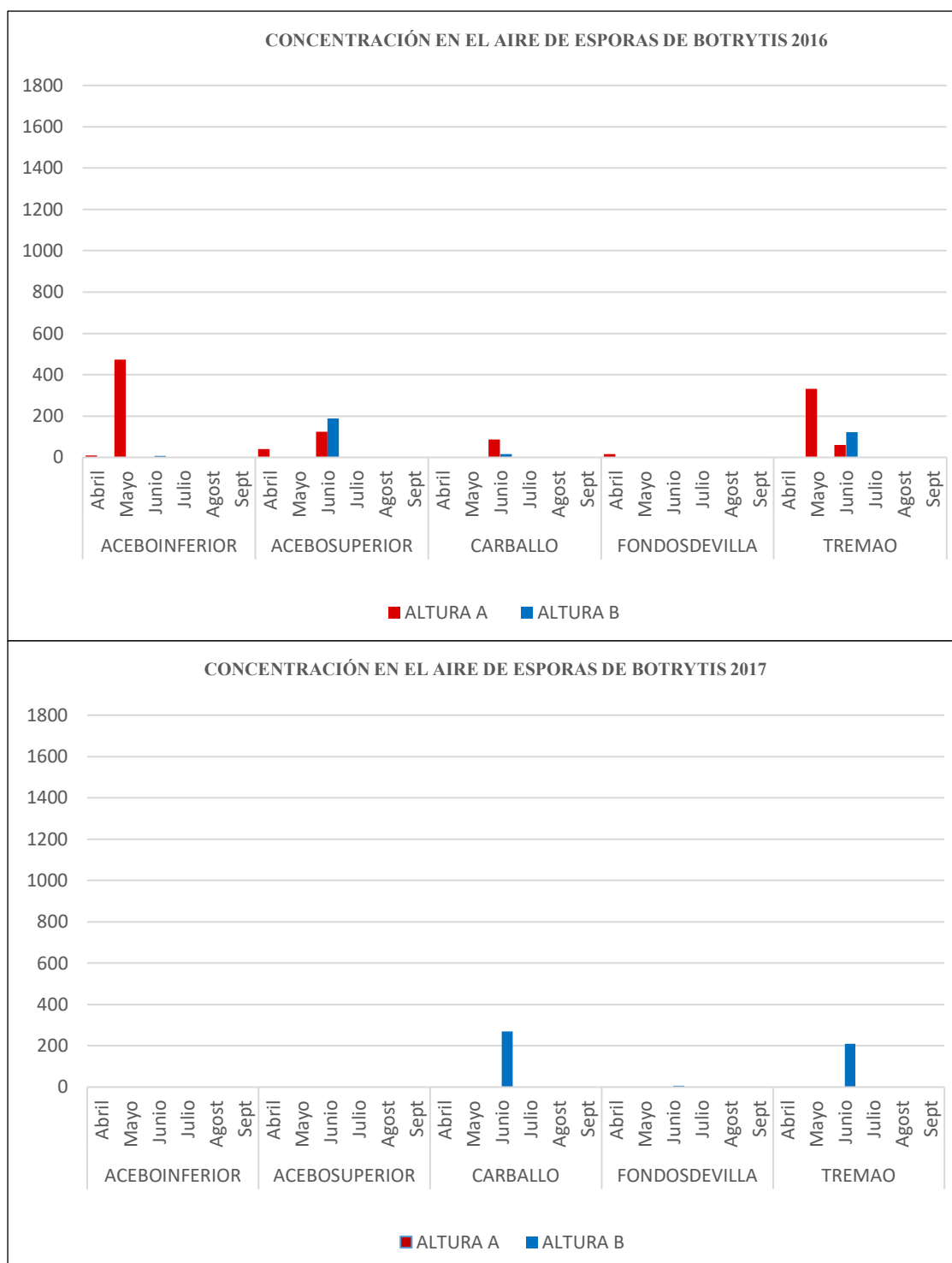


Figura 116. Concentración en el aire de esporas de Botrytis por captador (a dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2016 y 2017.

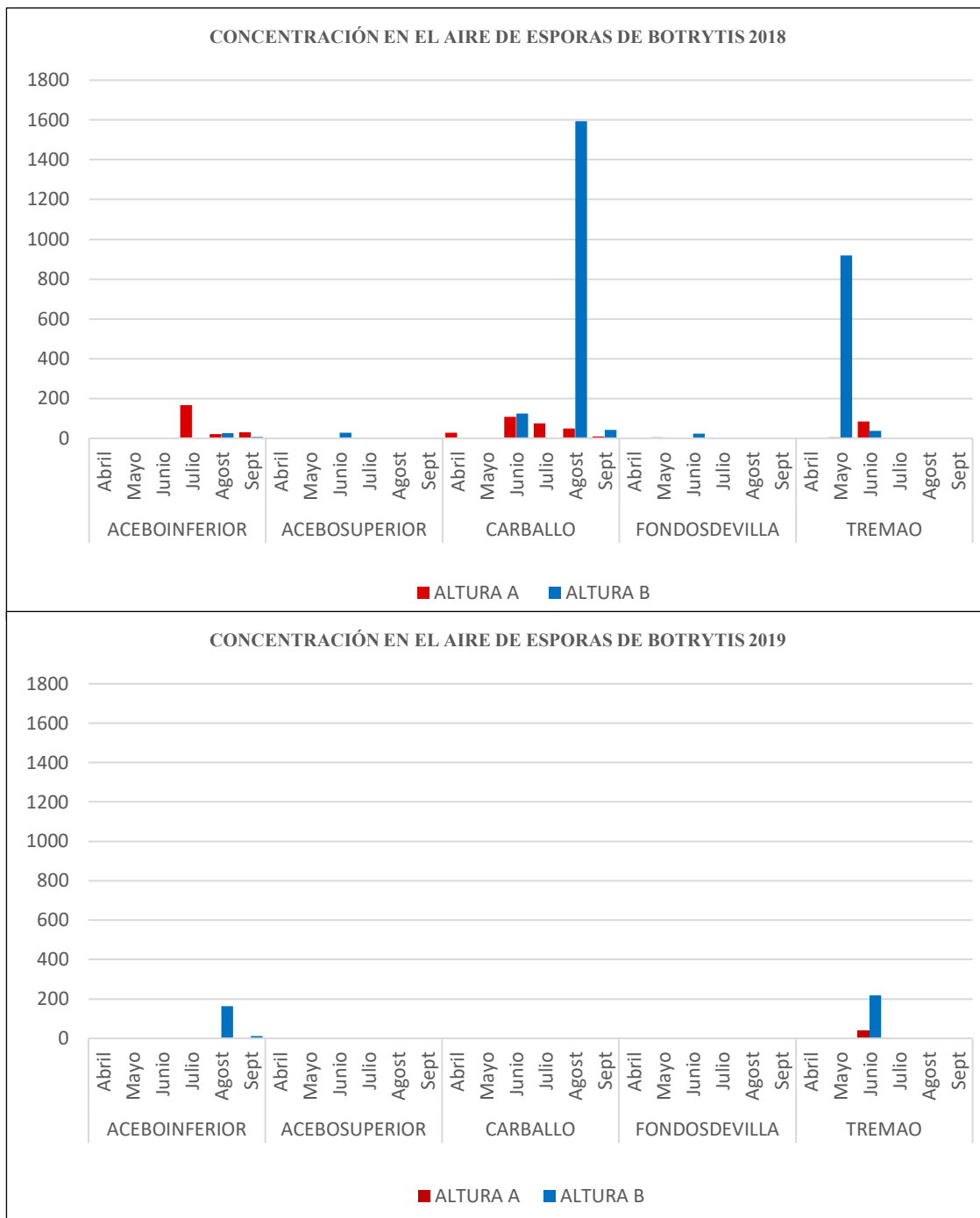


Figura 117. Concentración en el aire de esporas de Botrytis por captador (dos alturas diferentes) y parcela, de los años 2018 y 2019.

4.6.2 Evaluación de la enfermedad en campo

Se realizó también un análisis de varianza y comparación de medias para los parámetros de Incidencia y Severidad de cada una de las enfermedades, medidos en las dos variedades objeto de estudio (Albarín Blanco y Verdejo Negro). Las fuentes de variación fueron las diferentes parcelas y los años. Se consideró año como factor aleatorio. A continuación, se muestran los resultados de los citados análisis.

4.6.2.1 Parámetros medidos en Albarín Blanco

En la Tabla 30 se muestran los resultados del análisis de varianza para Albarín Blanco. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 % y 99% entre las diferentes parcelas, para todos los parámetros, excepto para la **incidencia en Oídio**. La interacción clon×año fue significativa para la **incidencia a Mildiu y Botrytis**, así como para la **severidad a Botrytis** con una probabilidad del 99,99%. Por todo ello, fue necesario realizar los análisis cada uno de los años por separado.

Tabla 30. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros de enfermedad, en Albarín Blanco para los cuatro años de estudio.

ALBARÍN BLANCO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Incidencia Mildiu	4	34018,4394***	3	48828,4634***	11	2848,05***
Incidencia Oidio	4	23,6193 n.s.	3	239,4892***	11	12,4953 n.s.
Incidencia Botrytis	4	11490,8019***	3	8291,3969***	11	1956,6999***
Incidencia Black-rot	4	1717,6545***	3	5210,3606**	11	389,2712 n.s.
Severidad Mildiu	4	26250,1626***	3	61766,0307***	11	3916,6868***
Severidad Oidio	4	86,6282**	3	805,2069***	11	18,7429 n.s.
Severidad Botrytis	4	7120,7007***	3	2664,2020***	11	1270,3293***
Severidad Black rot	4	535,5727***	3	3342,8636***	11	409,6237***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 31, 32, 33, 34 y Figuras 118 y 119 se muestran los valores medios de los cuatro años, para los parámetros medidos en enfermedad en campo en la variedad Albarín Blanco, para cada una de las parcelas.

Resultados

Tabla 31. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Albarín Blanco, durante el año 2016.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2016		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	53,04 a	0,00	8,23 c	0,00
	D.E.	21,40	0,00	9,10	0,00
	C.V.	40,35	0,00	110,57	0,00
Tremado	X	18,44 b	0,00	56,84 a	0,00
	D.E.	10,06	0,00	22,72	0,00
	C.V.	54,56	0,00	39,97	0,00
Fondos de Villa	X	27,34 b	0,00	46,03 a	0,00
	D.E.	17,18	0,00	31,97	0,00
	C.V.	62,84	0,00	69,45	0,00
Acebo Superior	X	70,66 a	0,00	23,67 b	0,00
	D.E.	23,12	0,00	17,23	0,00
	C.V.	32,72	0,00	72,79	0,00
	M.D.S (0,05)	17,84	0,00	14,65	0,00
2016		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	11,00 b	0,00	5,00 c	0,00
	D.E.	9,66	0,00	7,45	0,00
	C.V.	87,82	0,00	149,00	0,00
Tremado	X	4,75 b	0,00	18 ab	0,00
	D.E.	1,11	0,00	12,71	0,00
	C.V.	23,37	0,00	70,61	0,00
Fondos de Villa	X	9,75 b	0,00	27,25 a	0,00
	D.E.	9,1	0,00	22,5	0,00
	C.V.	93,33	0,00	82,57	0,00
Acebo Superior	X	30,53 a	0,00	9,21 bc	0,00
	D.E.	23,5	0,00	11,82	0,00
	C.V.	76,97	0,00	128,34	0,00
	M.D.S (0,05)	9,06	0,00	9,68	0,00

Tabla 32. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Albarín Blanco, durante el año 2017.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2017		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	17,42 b	5,23 a	13,66 d	9,82 ab
	D.E.	13,09	8,81	19,8	14,49
	C.V.	75,14	168,45	144,95	147,56
Tremado	X	3,80 b	4,43 a	47,04 c	1,71 b
	D.E.	8,22	7,31	17,07	5,35
	C.V.	216,32	165,01	36,29	312,87
Fondos de Villa	X	No datos	No datos	100,00 a	No datos
	D.E.	No datos	No datos	0,00	No datos
	C.V.	No datos	No datos	0,00	No datos
Acebo superior	X	70,08 a	4,18 a	30,82 bc	16,61 a
	D.E.	44,27	7,74	32,71	29,27
	C.V.	63,17	185,17	106,13	176,22
	M.D.S (0,05)	16,53	5,73	16,33	12,06
2017		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	19,00 b	9,75 a	15,5 c	10,5 a
	D.E.	13,34	12,82	20,19	12,65
	C.V.	70,21	131,49	130,26	120,48
Tremado	X	4,00 b	7,00 a	45,25 b	1,50 b
	D.E.	9,12	9,79	17,20	4,62
	C.V.	228,00	139,86	38,01	308,00
Fondos de Villa	X	No datos	No datos	100,00 a	No datos
	D.E.	No datos	No datos	0,00	No datos
	C.V.	No datos	No datos	0,00	No datos
Acebo superior	X	54,58 a	4,16 a	8,12 c	14,37 a
	D.E.	42,53	6,15	11,63	14,50
	C.V.	77,92	147,84	143,23	100,90
	M.D.S (0,05)	16,16	7,79	13,68	8,2

Resultados

Tabla 33. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Albarín Blanco durante el año 2018.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2018		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	90,12 a	1,5 a	9,43 b	21,9 a
	D.E.	16,11	3,59	22,76	18,60
	C.V.	17,88	239,33	241,36	84,93
Tremado	X	48,64 b	0,00 a	38,39 a	6,7 c
	D.E.	22,94	0,00	25,02	9,67
	C.V.	47,16	0,00	65,17	144,33
Fondos de Villa	X	67,17 b	1,87 a	11,23 b	8,24 bc
	D.E.	37,75	4,77	15,93	11,12
	C.V.	56,20	255,08	141,85	134,95
Acebo superior	X	88,68 a	0,00 a	3,41 b	18,39 ab
	D.E.	30,89	0,00	5,05	23,47
	C.V.	34,83	0,00	148,09	127,62
	M.D.S (0,05)	19,49	2,14	12,97	19,99
2018		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	88,42 a	2,37 a	10,79 b	20,26 a
	D.E.	17,88	5,62	22,81	16,03
	C.V.	20,22	237,13	211,40	79,12
Tremado	X	39,00 c	0,00 a	40,75 a	8,75 b
	D.E.	24,09	0,00	23,07	11,46
	C.V.	61,77	0,00	56,61	130,97
Fondos de Villa	X	67,75 b	2,25 a	11,75 b	9,25 b
	D.E.	37,96	5,49	14,98	11,95
	C.V.	56,03	244,00	127,49	129,19
Acebo superior	X	88,00 a	0,00 a	5,25 b	15,25 ab
	D.E.	31,39	0,00	7,34	14,09
	C.V.	35,67	0,00	139,81	92,39
	M.D.S (0,05)	2,91	12,60	11,23	9,70

Tabla 34. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Albarín Blanco, durante el año 2019.

		PARÁMETROS ALBARÍN BLANCO			
2019		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	19,31 b	0,00	15,17 a	30,48 a
	D.E.	19,65	0,00	17,15	24,26
	C.V.	101,76	0,00	113,05	79,59
Tremado	X	5,00 c	0,00	12,45 a	18,5 ab
	D.E.	22,36	0,00	12,30	17,48
	C.V.	447,20	0,00	98,80	94,49
Fondos de Villa	X	0,00 c	0,00	15,09 a	17,19 ab
	D.E.	0,00	0,00	46,22	45,44
	C.V.	0,00	0,00	306,30	264,34
Acebo superior	X	75,85 a	0,00	6,17 a	15,69 ab
	D.E.	20,59	0,00	5,44	11,06
	C.V.	27,15	0,00	88,17	70,49
	M.D.S (0,05)	12,00	0,00	16,45	17,97
2019		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	8,75 b	0,00	10,00 b	12,5 b
	D.E.	5,87	0,00	11,18	0,00
	C.V.	67,09	0,00	111,80	0,00
Tremado	X	5,00 b	0,00	17,62 a	22,5 a
	D.E.	22,36	0,00	14,15	16,52
	C.V.	447,20	0,00	80,31	73,42
Fondos de Villa	X	0,00 b	0,00	2,5 c	5,62 c
	D.E.	0,00	0,00	5,13	6,38
	C.V.	0,00	0,00	205,20	113,52
Acebo superior	X	77,19 a	0,00	8,75 bc	15,00 b
	D.E.	20,80	0,00	5,87	10,48
	C.V.	26,95	0,00	67,09	69,87
	M.D.S (0,05)	10,53	0,00	6,46	6,69

Resultados

Los resultados muestran que no hubo síntomas de **Oídio** en 2016 y 2019, ni de **Black-rot** en el año 2016. En el caso del Oídio, el resto de los años, aunque sí hubo algunos ataques de esta enfermedad (incidencia y severidad <10%), no hubo diferencias significativas entre las parcelas. En el caso de Botrytis, en el 2019, no hubo diferencias significativas entre las parcelas para el parámetro “Incidencia a Botrytis”.

Acebo Superior fue la parcela con la mayor **incidencia y severidad a Mildiu** en los cuatro años de estudio. Carballo, presentó también una elevada Incidencia a mildiu (90%) en el año 2018. Por el contrario, Tremado fue la parcela con el menor porcentaje de Incidencia y Severidad en Mildiu durante los 4 años de estudio.

Con respecto a **Botrytis**, la parcela de Tremado presentó la mayor **incidencia y severidad a Botrytis**, excepto en 2017 que fue Fondos de Villa. Carballo y Acebo Superior, presentaron la menor Incidencia y Severidad a esta enfermedad durante los 4 años de estudio. Como se puede observar, en general, existe una correlación negativa entre el Mildiu y Botrytis, siendo la parcela más afectada por Mildiu, la que menos síntomas de Botrytis presentó y viceversa.

Respecto al **Black-rot** en 2017, fue Acebo Superior la parcela con una mayor sintomatología, mientras que en 2018 y 2019 fue Carballo. Tremado fue todos los años de estudio la menos afectada por esta enfermedad.

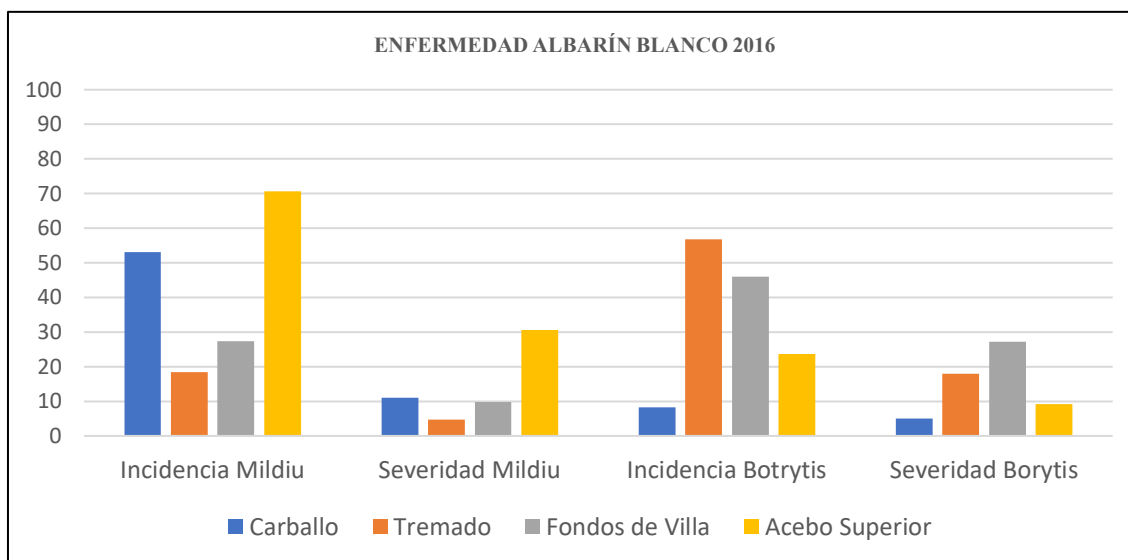


Figura 118. Incidencia y Severidad a Mildiu y Botrytis (%) en la variedad Albarín Blanco durante el año 2016, para las diferentes parcelas.

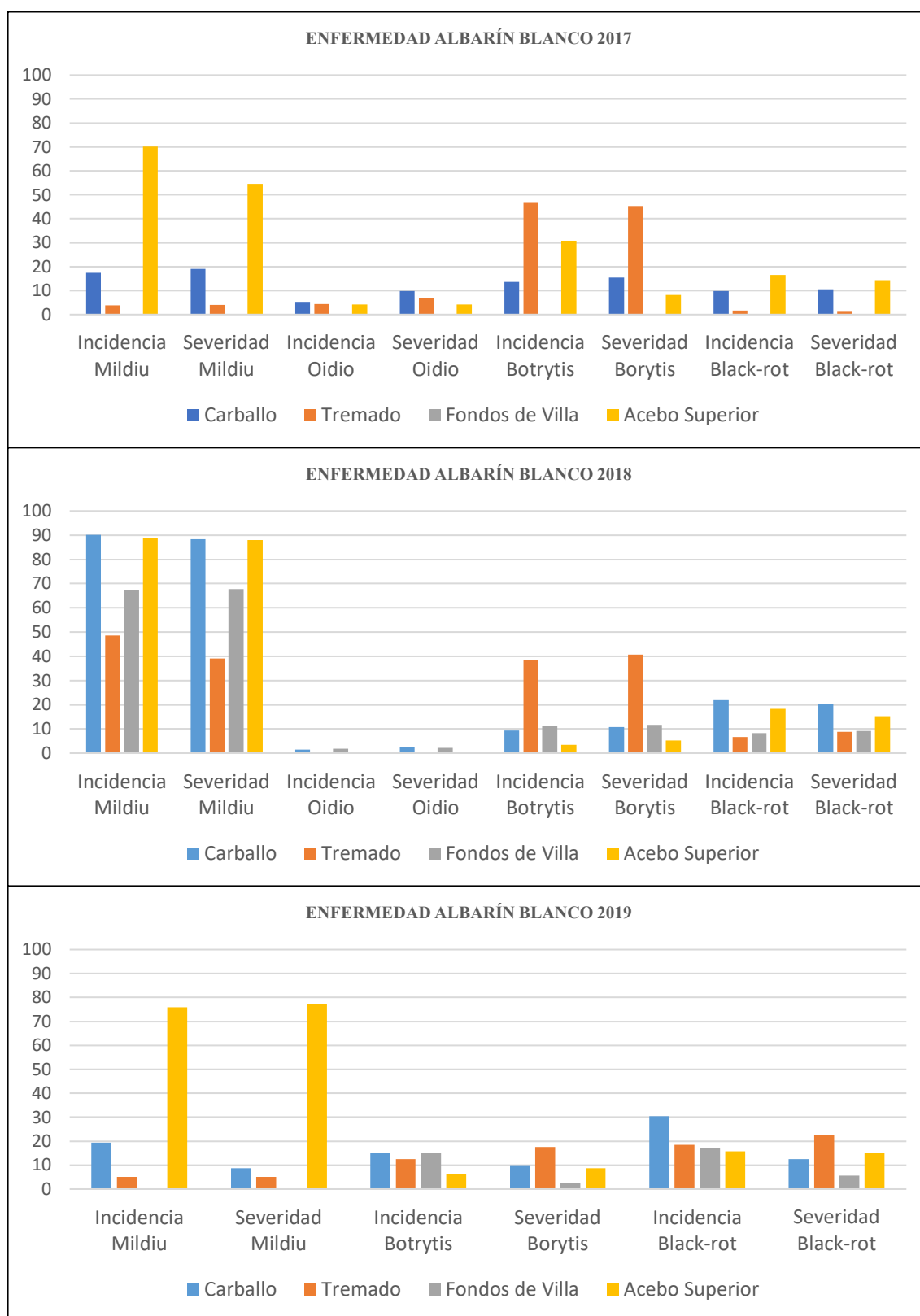


Figura 119. Incidencia y Severidad (%) a las distintas enfermedades en Albarín Blanco durante los años 2017, 2018 y 2019, para las diferentes parcelas.

4.6.2.2 Parámetros medidos en Verdejo Negro

En las Tabla 35, se muestran los resultados del análisis de varianza para Verdejo Negro. Se observaron diferencias significativas con una probabilidad del 99,99 %, para todas las parcelas y para la interacción clon×año excepto para la Severidad en Oídio. Debido a ello, fue necesario realizar los análisis cada uno de los años por separado.

Tabla 35. Cuadrados Medios del análisis de varianza realizado para los diferentes parámetros de enfermedad, en Verdejo Negro para los cuatro años de estudio.

VERDEJO NEGRO PARÁMETROS	Parcela		Año		Parcela × año	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M	g.l.	C.M
Incidencia Mildiu	4	25511,6491***	3	60473,7860***	12	4871,0339***
Incidencia Oídio	4	469,8920***	3	67,4251*	12	494,5664***
Incidencia Botrytis	4	22572,9967***	3	13638,1148***	12	2663,6083***
Incidencia Black rot	4	1094,8144***	3	940,6055***	12	886,2544***
Severidad Mildiu	4	13970,6000***	3	66884,6659***	12	2603,5235***
Severidad Oídio	4	16,8023 n.s.	3	82,9606 n.s.	12	71,8487 n.s.
Severidad Botrytis	4	16249,6887***	3	9961,4333***	12	603,7335***
Severidad Black rot	4	1291,8436***	3	2871,7270***	12	455,2248***

g.l.: grados de libertad; C.M.: cuadrados medios; *, **, ***: nivel de significación del 0,05; 0,01 y del 0,001, respectivamente; n.s: no significativo.

En las Tablas 36, 37, 38, 39 y Figuras 120 y 121 se muestran los valores medios de los cuatro años, para los parámetros medidos en enfermedad en campo en la variedad Verdejo Negro, para cada una de las parcelas.

Tabla 36. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Verdejo Negro, durante el año 2016.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2016		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	60,08 b	0,00	17,41 c	0,00
	D.E.	19,63	0,00	15,32	0,00
	C.V.	32,67	0,00	88,00	0,00
Tremado	X	56,36 b	0,00	74,74 a	0,00
	D.E.	26,25	0,00	27,6	0,00
	C.V.	46,58	0,00	36,93	0,00
Acebo superior	X	97,58 a	0,00	43,07 b	0,00
	D.E.	70,53	0,00	24,47	0,00
	C.V.	72,28	0,00	56,81	0,00
Acebo inferior	X	52,29 b	0,00	1,5 c	0,00
	D.E.	35,93	0,00	6,70	0,00
	C.V.	68,71	0,00	446,67	0,00
	M.D.S (0,05)	33,19	0,00	16,85	0,00
2016		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	27,5 a	0,00	15,75 b	0,00
	D.E.	22,21	0,00	15,28	0,00
	C.V.	80,76	0,00	97,02	0,00
Tremado	X	15,5 a	0,00	44,25 a	0,00
	D.E.	14,95	0,00	20,21	0,00
	C.V.	96,45	0,00	45,67	0,00
Acebo superior	X	22,69 a	0,00	8,07 bc	0,00
	D.E.	15,22	0,00	7,51	0,00
	C.V.	67,08	0,00	93,06	0,00
Acebo inferior	X	17,25 a	0,00	1,25 c	0,00
	D.E.	17,05	0,00	5,59	0,00
	C.V.	98,84	0,00	447,20	0,00
	M.D.S (0,05)	15,19	0,00	11,99	0,00

Tabla 37. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Verdejo Negro, durante el año 2017.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2017		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	9,53 bc	0,00 a	12,31 b	1,5 b
	D.E.	5,06	0,00	8,32	1,88
	C.V.	53,10	0,00	67,59	125,33
Tremado	X	0,71 c	0,00 a	70,07 a	16,48 a
	D.E.	3,19	0,00	26,41	15,61
	C.V.	449,30	0,00	37,69	94,72
Acebo superior	X	36,19 a	0,00 a	15,3 b	0,46 b
	D.E.	26,33	0,00	8,07	1,60
	C.V.	72,75	0,00	52,75	347,83
Acebo inferior	X	30,37 a	0,5 a	14,28 b	0,62 b
	D.E.	13,96	2,23	14,98	2,79
	C.V.	45,97	446,00	104,90	450,00
	M.D.S (0,05)	11,519	1,0244	15,249	7,3352
2017		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	25,00 bc	0,00 a	26,05 b	13,15 a
	D.E.	0,00	0,00	3,15	12,82
	C.V.	0,00	0,00	12,09	97,49
Tremado	X	1,25 d	0,00 a	69,00 a	18,25 a
	D.E.	5,90	0,00	27,46	16,4
	C.V.	472,00	0,00	39,80	89,86
Acebo superior	X	37,08 a	0,00 a	24,58 b	2,08 b
	D.E.	23,97	0,00	8,65	7,22
	C.V.	64,64	0,00	35,19	347,12
Acebo inferior	X	32,25 ab	1,25 a	18,5 b	1,25 b
	D.E.	11,52	5,59	15,14	5,59
	C.V.	35,72	447,20	81,84	447,20
	M.D.S (0,05)	10,46	2,56	15,41	11,02

Tabla 38. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Verdejo Negro, durante el año 2018.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2018		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	89,64 a	0,00 a	6,07 b	13,69 a
	D.E.	12,06	0,00	6,46	6,22
	C.V.	13,45	0,00	106,43	45,43
Tremado	X	28,05 b	2,5 a	25,43 a	4,66 b
	D.E.	19,46	11,18	18,51	5,81
	C.V.	69,38	447,20	72,79	124,68
Acebo superior	X	100 a	0,71 a	2,35 b	5,69 b
	D.E.	0,00	1,75	3,47	7,59
	C.V.	0,00	246,48	147,66	133,39
Acebo inferior	X	94,28 a	1,76 a	0,38 b	4,21 b
	D.E.	22,42	3,93	1,72	6,40
	C.V.	23,78	223,30	452,63	152,02
	M.D.S (0,05)	14,438	5,3901	8,943	5,4951
2018		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	87,89 b	0,00 a	15,79 b	23,68 a
	D.E.	12,17	0,00	2,39	5,73
	C.V.	13,85	0,00	15,14	24,20
Tremado	X	33,00 c	2,5 a	32,00 a	11,25 b
	D.E.	15,51	11,18	10,68	12,76
	C.V.	47,00	447,20	33,38	113,42
Acebo superior	X	100 a	3,84 a	9,61 bc	13,46 b
	D.E.	0,00	9,38	12,66	12,97
	C.V.	0,00	244,27	131,74	96,36
Acebo inferior	X	99,25 b	5,00 a	1,25 c	10,00 b
	D.E.	3,35	10,26	5,59	12,56
	C.V.	3,38	205,20	447,20	125,60
	M.D.S (0,05)	9,08	7,64	8,95	9,67

Resultados

Tabla 39. Valores Medios (%), Desviación Estándar, Coeficiente de Variación y Mínima Diferencia Significativa (MDS), para los parámetros de enfermedad medidos en las diferentes parcelas de Verdejo Negro, durante el año 2019.

		PARÁMETROS VERDEJO NEGRO			
2019		Incidencia Mildiu	Incidencia Oidio	Incidencia Botrytis	Incidencia Black-rot
Carballo	X	8,51 bc	2,37 a	1,65 b	11,51 ab
	D.E.	5,80	3,84	3,29	6,17
	C.V.	68,16	162,03	199,39	53,61
Tremado	X	1,17 c	0,00 b	18,31 a	16,6 a
	D.E.	5,10	0,000	16,29	12,60
	C.V.	435,90	0,00	88,97	75,90
Acebo superior	X	46,7 a	0,00 b	6,14 b	6,41 b
	D.E.	22,82	0,00	6,50	4,95
	C.V.	48,87	0,00	105,86	77,22
Acebo inferior	X	50,49 a	0,00 b	0,00 b	4,07 b
	D.E.	25,74	0,00	0,00	5,52
	C.V.	50,98	0,00	0,00	135,63
	M.D.S (0,05)	16,32	1,84	8,62	8,95
2019		Severidad Mildiu	Severidad Oidio	Severidad Botrytis	Severidad Black-rot
Carballo	X	10,29 b	4,16 a	3,47 c	11,8 b
	D.E.	4,91	6,06	5,76	2,94
	C.V.	47,72	145,67	165,99	24,92
Tremado	X	1,31 b	0,00 b	25,00 a	22,76 a
	D.E.	5,74	0,00	12,50	13,17
	C.V.	438,17	0,00	50,00	57,86
Acebo superior	X	35,57 a	0,00 b	7,69 b	8,65 bc
	D.E.	23,85	0,00	6,33	6,00
	C.V.	67,05	0,00	82,31	69,36
Acebo inferior	X	26,32 a	0,00 b	0,00 c	4,37 c
	D.E.	21,32	0,00	0,00	6,12
	C.V.	81,00	0,00	0,00	140,05
	M.D.S (0,05)	13,76	2,64	6,57	7,15

En el caso del Verdejo Negro, los resultados muestran que no hubo síntomas de **Oídio** en ninguno de los años de estudio excepto en 2019, con un porcentaje inferior al 5% en la parcela de Carballo. Tampoco se observaron síntomas de **Black-rot** en el año 2016.

Acebo Superior, fue la parcela con un mayor ataque a **Mildiu** durante los cuatro años de estudio, mientras que Tremado la que tuvo el menor ataque (Figura 122).

Con respecto a **Botrytis** y **Black-rot**, Tremado fue la parcela que presentó la mayor Incidencia y Severidad a estas dos enfermedades (Figura 123), excepto para Black-rot en el año 2018, que fue Carballo. Acebo Inferior fue la menos afectada, para ambas enfermedades los cuatro años de estudio.

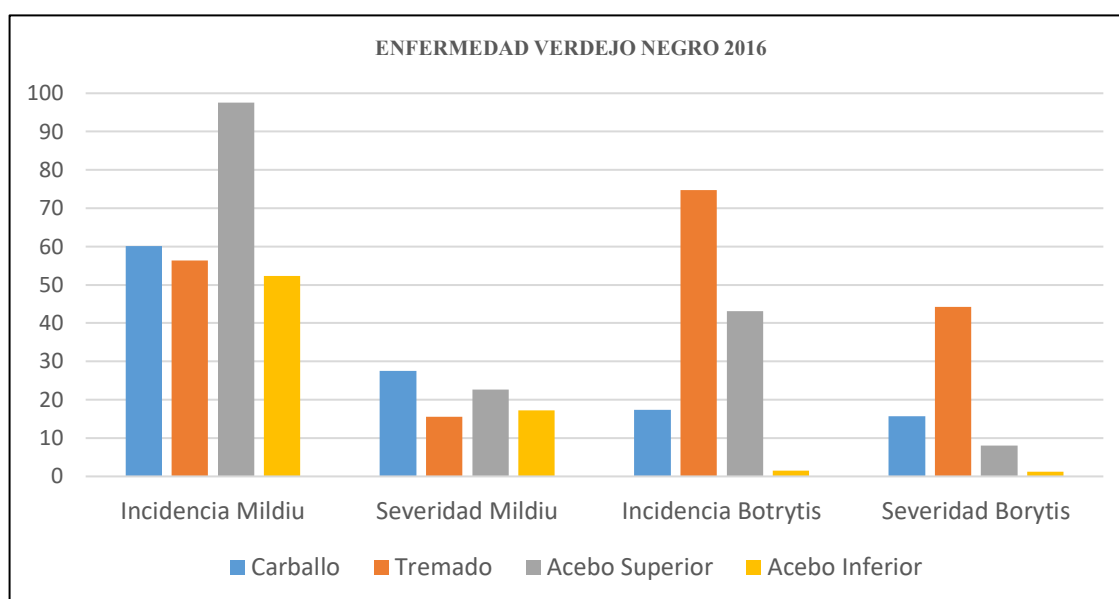


Figura 120. Incidencia y Severidad a Mildiu y Botrytis (%) en la variedad Verdejo Negro durante el año 2016, para cada una de las parcelas.

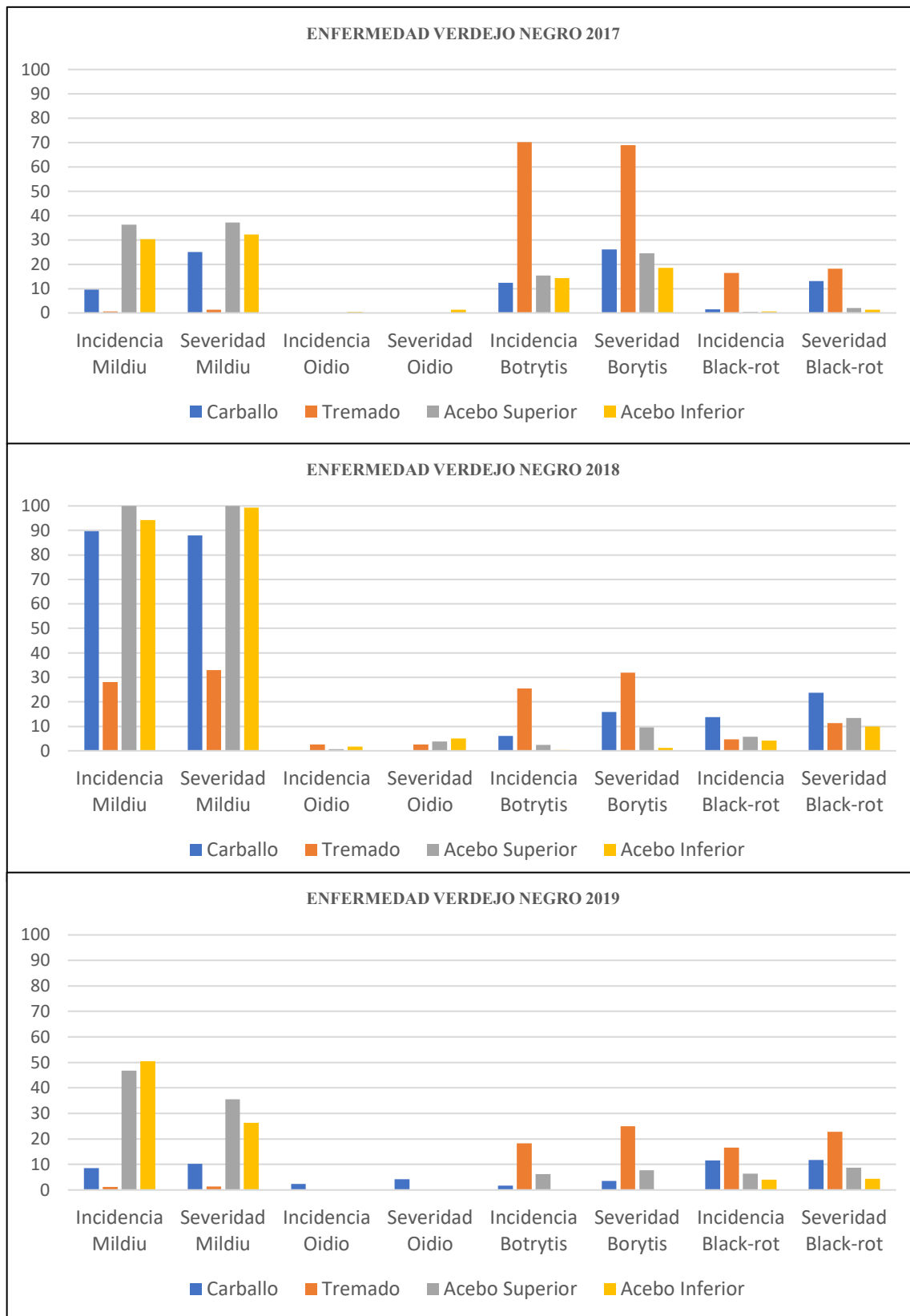


Figura 121. Incidencia y Severidad (%) a las distintas enfermedades en Verdejo Negro durante los años 2017, 2018 y 2019, para cada una de las parcelas.

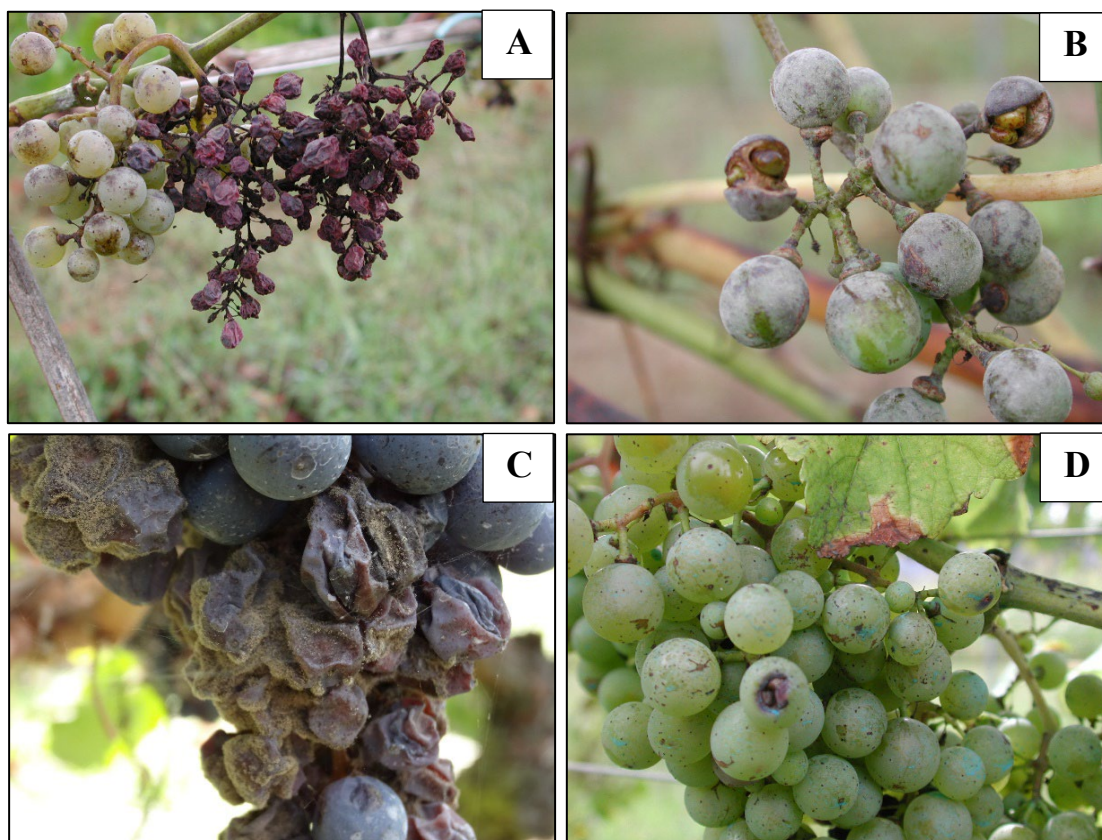


Figura 122. Detalle de racimos con Mildiu larvado (A), Oidio (B), Botrytis (C) y Black-rot (D).



Figura 123. Detalle de racimos con síntomas de Botrytis en la parcela de Fondos de Villa, durante el año 2017.

DISCUSIÓN

5. DISCUSION

Este trabajo ha sido posible gracias a las investigaciones sobre descripción de las variedades autóctonas asturianas y posterior selección clonal realizada por el grupo de Viticultura del CSIC (actualmente Grupo de Viticultura, Olivo y Rosa-VIOR), que se completaron con diversas actividades de transferencia. Dicha selección clonal se llevó a cabo con dos de las variedades de mayor interés comercial para la zona vitícola asturiana (Albarín Blanco y Verdejo Negro), según los resultados científicos previamente obtenidos (Martínez y Pérez, 1999; 2000). Tras más de 15 años de estudio previos, en el año 2002 se inició la comercialización de un clon de Albarín Blanco y otro de Verdejo Negro que habían sido seleccionados y certificados. Tal y como ya se ha explicado en el capítulo de introducción, se hizo una venta restringida de este material vegetal de manera que, con cada comprador, el CSIC firmaba un contrato de experimentación, por medio del cual cada viticultor se comprometía a facilitar a los investigadores, en el futuro y siempre que éstos se lo pidiesen, la toma de muestras y datos en el viñedo en el que quedaba plantado cada lote de planta. Se firmaron un total de 40 contratos de experimentación para plantar en otras tantas parcelas, dentro de la zona vitícola del suroccidente asturiano. La parte experimental de esta tesis doctoral se ha llevado a cabo en cuatro de esos 40 viñedos, situados en distintos puntos geográficos del área vitícola.

El objetivo de esta tesis es poder estudiar la influencia de la orografía, el microclima, el manejo del cultivo por parte de cada viticultor y otros aspectos, en el comportamiento agronómico, calidad de la uva, enfermedades fúngicas etc, de un mismo clon de cada una de estas dos variedades.

Estudios previos (Martínez y Pérez, 1999, 2000) ya demostraron que Albarín Blanco es una variedad blanca autóctona del suroccidente asturiano, donde se viene cultivando desde la antigüedad. Estudios posteriores permitieron profundizar en el conocimiento de sus características ampelográficas y conocer su perfil molecular (Santiago et al., 2005a), además de su comportamiento agronómico frente a otras (Gago et al., 2009 a, b). Todo ello ha permitido corroborar el elevado potencial para producir vinos de gran calidad, llegando a considerarla como una de las mejores variedades blancas de España, con un potencial incluso superior a algunas de las más conocidas y exitosas actualmente, como el Albariño, variedad que también fue descrita y ampliamente estudiada por el citado grupo de investigación

(Martínez, 1992; 2002). También se ha comprobado la existencia de diferentes sinonimias del Albarín Blanco en la zona vitícola asturiana (Blanco Verdín y Blanco País en el Concejo de Ibias) o en Comunidades Autónomas limítrofes (Raposo en Boiro-Galicia; Blanco Legítimo en Betanzos-Galicia). Desde hace unos años y después de haber sido descrita por los investigadores del CSIC, también se inició su cultivo en la zona norte de la provincia de León, concretamente en el área de Valencia de Don Juan (Martínez com. pers.). Albarín Blanco, presenta un alto nivel de adaptación al área vitícola del suroccidente asturiano, es de ciclo vegetativo corto, con maduración muy temprana, de hecho, madura incluso antes que la variedad Chasselas, que es la utilizada en el código de la OIV (Organización Internacional de la Vid y el Vino, OIV, 2009) como referencia de maduración “precoz” (código OIV nº 304). Posee una gran riqueza aromática, en la que destaca un cierto aroma a moscatel cuando la uva alcanza un determinado punto de madurez, circunstancia ésta que no se da todos los años y que está muy ligada a las condiciones agroclimáticas de las semanas previas a la plena maduración de la uva. En trabajos anteriores (Santiago et al., 2005b) se ha comprobado que bajo condiciones climáticas diferentes de las de la zona vitícola asturiana, con temperaturas más altas, menor oscilación térmica entre el día y la noche o menor precipitación, esta variedad tiene problemas de sobremaduración, con una excesiva concentración de azúcar y disminución de sus aromas.

El Verdejo Negro también ha sido objeto de numerosos estudios previos (Martínez y Pérez, 1999, 2000, Santiago et al., 2010; Gago et al., 2009 a, b) que han demostrado su carácter autóctono y la antigüedad de su cultivo en el suroccidente asturiano. Se han descrito algunas sinonimias en Comunidades Autónomas limítrofes como es el caso del Merenzao en el Barco de Valdeorras o incluso en el extranjero, como el Trousseau en la zona del Jura (Francia) (Martínez et al., 2018). Sobre el momento en que llegó a dichas zonas, se realizan actualmente diferentes investigaciones que se publicarán próximamente (Martínez com. pers) y que podrían explicar la aparición de esta variedad asturiana, como sinonimia, en los citados lugares. Entre las tintas y según estudios de diversos autores (Santiago et al., 2010; Gago et al., 2009 b), es también una variedad de maduración temprana. Al igual que la anterior está perfectamente adaptada a esta zona vitícola de montaña y de la misma forma que le ocurre al Albarín Blanco, bajo condiciones con mayor nivel de insolación, temperaturas más elevadas o climas más secos, produce uva con muy baja acidez, lo que da lugar a vinos desequilibrados (Martínez de Toda y Sancha, 2000; Masa y Vilanova, 2008).

En las áreas vitícolas de montaña, parámetros climáticos como la temperatura, la humedad, las horas de sol, la intensidad lumínica, etc., varían enormemente, incluso en distancias muy cortas, en función de la orografía de cada parcela. Por otro lado, es ampliamente conocido que las condiciones ambientales influyen de una forma determinante en la calidad y características de la uva y del vino, o en la incidencia de enfermedades, en función también de la variedad de que se trate. Por todo ello, en la viticultura de montaña resulta muy difícil hacer zonificaciones generales, o conocer el potencial de una variedad concreta. Se trata de áreas vitícolas en las que los términos “viticultura de precisión” y “vinos de pago”, alcanzan el máximo nivel de expresión. Son zonas capaces de producir vinos de excelente calidad y con altos niveles de originalidad, o incluso con muy pocas necesidades de tratamientos fitosanitarios con respecto a otras zonas, pero para ello es necesario conocer en detalle, y casi para cada parcela, el modo de funcionamiento del conjunto **medio** (orografía, microclima y suelo)-**planta** (variedad, clon)-**mano del hombre** (podas, conducción, uso de fitosanitarios...).

Centrándonos ya en los resultados obtenidos en este trabajo con la variedad blanca Albarín Blanco y la tinta Verdejo Negro, y teniendo en cuenta que en cada caso se ha trabajado con un solo clon, abordaremos para cada parcela la discusión de cómo han afectado el resto de los factores y su interacción entre ellos.

A diferencia de lo que ocurre en otras zonas vitícolas de orografías más uniformes como la meseta castellana o las áreas vitícolas andaluzas, en las que se pueden establecer pautas de comportamiento para una variedad concreta en subzonas amplias, en la viticultura de montaña objeto de estudio, los resultados muestran que cada parcela tiene un microclima diferente con pautas de comportamiento de las plantas distintas. La conjugación de todos los factores da resultados diferentes cada año, en lo que se refiere a las características de la uva y su maduración, la incidencia de enfermedades, etc. Debido a ello, mientras que en zonas mucho más uniformes, es fácil predecir el comportamiento de una variedad o clon determinado, con menos años de estudio (Jackson y Lombard, 1993; Seoane, 1999, 2006; Fernández, 2014; Gómez-Miguel et al., 2016), en este caso hemos comprobado que 4 años no son suficientes, ni siquiera para poder hacer una aproximación preliminar y que se necesitan series de datos mucho más largas, de diez años por lo menos, para poder predecir con cierta seguridad las pautas de comportamiento.

Según las observaciones que se han llevado a cabo, hay grandes diferencias en la maduración de la uva, entre unas parcelas y otras. Esto lleva a que cada bodega se vea obligada a vendimiar teniendo en cuenta el número de viñedos que posee y la ubicación geográfica de cada uno de ellos, de manera que la mezcla de la uva ya muy madura de unos viñedos, con la menos madura de otros, permita obtener cada año vinos de la máxima calidad, que a la vez sean reconocibles por los consumidores como pertenecientes a una bodega concreta. Algo similar ocurre con la incidencia de enfermedades, estrechamente ligada a las condiciones microclimáticas de cada parcela. En el caso de que se quieran utilizar modelos de predicción de enfermedades en esta área vitícola, al igual que ocurre en otras áreas de montaña, deberá ajustarse el modelo, a cada parcela concreta, en estrecha colaboración con cada viticultor, que aportará diferentes observaciones para adaptar el modelo a la realidad de cada lugar.

En relación con los datos agronómicos recogidos se ha observado que en general la parcela de Carballo presentó un número de kg/uva por cepa bastante bajo en el caso del Albarín Blanco, en relación con los estudios realizados por otros autores para esta variedad, donde se observaban producciones de hasta 3 kg/uva por cepa (Santiago et al., 2005 b). Datos sin publicar por el grupo VIOR para esta misma variedad y en la misma parcela, muestran producciones similares a las reportadas en dicha publicación, tal y como se puede observar en la Figura 68. Esto se ha debido fundamentalmente a la presencia de distinta fauna salvaje (jabalíes principalmente, pero también pájaros y avispas velutinas), que invadía el viñedo en épocas próximas a la vendimia, para alimentarse de los frutos de una forma selectiva, con preferencia absoluta por el Albarín Blanco, que es una variedad muy temprana, aromática y dulce. Sobre la problemática de los jabalíes existen numerosos estudios en los últimos años (Brunet et al. 2016; Oja et al. 2017; Sondej and Kwiatkowska-Falińska 2017; Fernandez y Puerta-Piñeiro, 2019; Linnell et al. 2020; Mori et al. 2020; Vajas et al. 2020; Cappa et al., 2021) en diferentes zonas vitícolas del mundo, que refieren pérdidas de cosecha hasta del 80-90%, sobre todo en viñedos con variedades de maduración temprana como éste caso y que están situadas en zonas rodeadas de bosque, monte bajo, praderas, o áreas de cultivo abandonadas y alejadas de los núcleos rurales. El problema ha llegado hasta tal nivel, que determinados autores (Belda et al., 2011; Acevedo et al., 2014; Bosch et al., 2014; Mauri et al., 2019; Karami y Tavakoli, 2022) han desarrollado modelos de predicción de crecimiento de las poblaciones de jabalíes en distintos entornos agrarios, para determinar el nivel de destrucción al que pueden llegar, sino se controla en fases tempranas el crecimiento de estas

poblaciones de animales. Otras publicaciones (Schlageter y Haag-Wackernagel, 2012; Bayani et al., 2016; Gaudio et al. 2022) muestran distintos sistemas de control de este tipo de fauna en las explotaciones agrarias, aunque señalan que no existe ninguno eficaz al 100%. Indican, además, que dependiendo del animal es necesario usar un método de control diferente. Así, en el caso de pájaros, son sonidos de distintos depredadores que van cambiando a lo largo del tiempo para evitar que se acostumbren, o el uso de cañones o cintas brillantes, que con los reflejos del sol los ahuyentan. En el caso de jabalíes, son sistemas de iluminación nocturnos, porque es durante la noche cuando las grandes manadas entran en el viñedo a comer las uvas, destrozando además las espalderas o las redes protectoras. Estudios recientes demuestran que estos animales aprovechan las noches más oscuras para entrar a los viñedos y que sin embargo en noches de luna llena no suelen hacer incursiones en los cultivos, debido a que temen ser descubiertos en la claridad de la noche (Karami y Tavakoli, 2022; Sumitha y Shaharban, 2022). En el caso de las avispas velutinas, se utilizan trampas con productos atrayentes. Algunos de estos sistemas, se han utilizado en esta parcela durante el periodo de desarrollo de la tesis, tales como el sistema “bird gard” al que se le han incorporado diferentes microchips para ahuyentar a distintas especies de pájaros existentes en la zona, pero tal y como se ha puesto de manifiesto no han sido eficaces. También se han utilizado trampas de captura de velutinas que si han resultado eficaces. Posteriormente a la toma de datos experimentales para esta tesis, se ha incorporado en alguna de las parcelas un ahuyentador nocturno de jabalíes provisto de sistemas de iluminación, pero no ha sido eficaz (Martínez com. pers).

El Verdejo Negro en esta parcela presentó una alta producción pasando de los 4 Kg/cepa en 2017 y llegando casi a los 3 Kg/cepa en 2016 y 2018. El número medio de racimos/cepa fue superior a 14 en 2018, con un peso medio de cada racimo de 148,17 g. En 2017 llegó a 27 racimos/cepa, con peso medio de racimo de 228,18 g. El resto de los años el número medio de racimos/cepa osciló entre 18,55 en 2016 y 24 en 2019, con pesos medios de cada racimo entre 163,25 g en 2016 y 180,45 g en 2019. En este caso, el efecto de la fauna salvaje aun tratándose de la misma parcela, no fue tan grande, debido posiblemente a que esta variedad madura más tarde, no es tan aromática y por lo tanto es menos atractiva.

Con respecto a los parámetros químicos básicos en mosto, según Hidalgo (2011), los años más lluviosos (entre envero y maduración) aumenta el tamaño de la baya, pero diluye los compuestos presentes en su interior, reduciendo la proporción de azúcar y aumentando la acidez. El Albarín Blanco siempre rondó durante los años de estudio (más lluviosos o menos)

los 12, 13 grados de alcohol probable en mosto y una acidez entre 8-9 g/tartárico. En este caso por encima de las condiciones climatológicas, en la parcela de Carballo prevaleció el efecto de la fauna salvaje, que al comer la mayor parte de la cosecha, reduciéndola a medio kilo de uva por cepa en el año 2019, hizo que el grado alcohólico probable del mosto fuese mayor. A esto se le sumó que los meses de septiembre y octubre (envero y maduración) en 2019 fueron muy secos.

Las parcelas de Tremado y Fondos de Villa han tenido comportamientos comunes entre ellas, en varios aspectos. Ambas están situadas en áreas dedicadas anteriormente a huerta y en las que nunca hasta ahora se había cultivado la viña. Se encuentran a una distancia de 1,5 km una de otra en líneas recta, aunque las separa una montaña de más de 700 metros de altitud. Ambas tienen una orientación parecida y son las que reciben menor radiación solar entre el envero y la maduración. Fondos de Villa tiene un mayor espesor de suelo, un pH muy elevado, capacidad de intercambio catiónico elevada, así como el mayor porcentaje de materia orgánica y de potasio asimilable. Es en definitiva la parcela más fértil, tal y como reflejan los análisis de suelos, lo que explica el comportamiento de las cepas año tras año.

En general, Tremado presentó siempre para Albarín Blanco, el mayor número de Kg/uva por cepa (entre 1 Kg y casi 3 Kg de media, dependiendo del año), racimos de mayor tamaño, mayor peso de racimo (entre 130 g y 200 g) y de baya, es decir, todos los parámetros relacionados con el vigor y la producción, excepto en 2019 que tuvo un fuerte ataque de Botrytis en épocas próximas a la maduración, lo que hizo que la producción quedase reducida a 0,4 Kg/cepa y que el grado alcohólico probable de los racimos que quedaron, fuese más elevado que en años anteriores. En cuanto al Verdejo Negro en esta parcela, los mejores años con relación a los kg de uva por cepa fueron 2016 y 2018 (con 1,6 Kg en ambos), ya que en el resto de los años y sobre todo en 2017, su producción fue baja (0,67 Kg/cepa) en comparación con lo ocurrido en las otras parcelas y con lo que suele ser habitual en esta variedad, debido sobre todo al menor número de racimos por cepa (5,45 racimos/cepa) y no tanto a su tamaño (peso medio de 176 g). Los racimos que se recogieron, mantenían tamaños similares todos los años (oscilaron entre 145 g en 2019 y 179 g en 2018) y eran parecidos a los producidos en otras parcelas, o incluso superiores. La fuerte bajada de producción en 2017 fue debida a la alta Incidencia y Severidad de Botrytis en la época de vendimia, que como se verá más adelante, en esta parcela siempre fueron más elevadas que en el resto. En cuanto a los

parámetros químicos del mosto, en 2016 y 2019, presentó un elevado grado alcohólico probable (13,18 grados en 2016 y 14,24 grados en 2019), pero muy baja acidez (5,16 g/l ac. tartárico en 2016 y 4,35 g/l ac. tartárico en 2019), lo que supone un mosto poco equilibrado, que dará lugar a vinos de difícil conservación. En los otros dos años, el grado alcohólico probable fue menor (alrededor de 11 grados de alcohol probable) y la acidez más elevada (6 g/ac. tartárico). En general, la acidez de los mostos de Verdejo Negro producidos en esta parcela, siempre fue menor que en las otras.

En Fondos de Villa las cepas presentaron un gran vigor, dando lugar a la generación de mucho follaje, e incluso a la aparición de numerosos racimos al inicio del ciclo vegetativo (floración-cuajado), que luego no llegaron a buen término, debido a los fuertes ataques de *Botrytis* en épocas próximas a la vendimia, llegando en 2017 a la pérdida total de la cosecha y en 2018 y 2019, a recoger una cantidad muy reducida de kg de uva por cepa (0,30-0,42 Kg respectivamente). Los pocos racimos que quedaron sanos, en 2018 fueron de buen tamaño (185 g), pero el grado alcohólico probable fue excesivamente bajo (9,54 grados de alcohol probable) y la acidez elevada (13,07 g/l ac. tartárico), mientras que en 2019, aunque fueron algo más pequeños, presentaron un buen grado alcohólico probable (12,96 grados de alcohol probable) y acidez equilibrada (10,69 g/l ac. tartárico). Solo en 2016 hubo una cosecha buena en esta parcela en cuanto a kg de uva por cepa (2,36 Kg), nº de racimos por cepa (12,95 racimos/cepa) y tamaño del racimo (171,94 g), aunque el grado alcohólico probable no fue muy alto (11,15 grado alcohólico probable) y la acidez fue elevada (11,8 g/l ac. tartárico), en relación con la observada ese año para el resto de las parcelas (entre 6,14 y 8,77 g/l ac. tartárico).

En las parcelas de Acebo Superior y Acebo inferior hay que recordar que es una misma finca, cuya parte superior (Acebo Superior) está constituida por una especie de llanura en medio de la ladera de la montaña, mientras que el resto de la parcela (Acebo Inferior) está constituida por una zona de fortísima pendiente. En general, fueron las dos parcelas que presentaron las condiciones más favorables, con temperaturas medias, máximas y mínimas más elevadas. Presentaron la menor oscilación térmica (tanto entre la floración y envero, como entre envero y maduración) y el menor porcentaje de humedad relativa. En ambas, el suelo es poco profundo y las cepas se encuentran muy ventiladas y con poco follaje. En general, el Albarín Blanco de Acebo Superior presentó una buena producción en 2016 (2,02 Kg/cepa y 2017

(1,95 Kg/cepa). Durante el año 2018, sin embargo, prácticamente no hubo cosecha, debido a un ataque de la fauna salvaje circundante. Los pocos racimos que quedaron, alcanzaron una graduación alcohólica superior a los 14 grados de alcohol probable y menor acidez (7,11 g/l ac. tartárico) que otros años, aunque ambos parámetros mantenían un correcto equilibrio.

En el caso de Verdejo Negro, hubo diferencias significativas entre Acebo Superior y Acebo Inferior, siendo más favorable la primera (2,23 y 2,27 Kg/cepa en 2016 y 2017) que producía más del doble que la segunda (0,90 y 0,87 Kg/cepa en 2016 y 2017) (tanto por el número, como por el peso de los racimos). La graduación alcohólica probable, sin embargo, fue más elevada en Acebo Inferior (13,98 grados de alcohol probable en Acebo Inferior y 12,18 en Acebo Superior), la acidez más baja y la presencia de polifenoles totales más alta.

En general, las parcelas más adecuadas para la obtención de uva de calidad tanto en Albarin Blanco como Verdejo Negro, fueron las de Carballo y las de Acebo Superior e Inferior. En ambas, sin embargo, se observó una interacción muy negativa de la fauna salvaje circundante, cuestión para la que será necesario desarrollar algún sistema eficaz de control, que evite la pérdida de cosecha, tal y como se está haciendo en otros países (Schlageter y Haag-Wackernagel, 2012; Gaudiano et al. 2022).

Los factores que han influido notablemente en los estragos causados en la producción por parte de la fauna salvaje, fueron en primer lugar y según todos los indicios, el gran aumento de individuos en las poblaciones de este tipo de animales en los últimos años. La óptima maduración de la uva y la mayor o menor cercanía de las parcelas a núcleos rurales, así como el tipo de entorno natural que rodea a los viñedos, también han podido tener influencia. Así en los viñedos de Fondos de Villa y Tremado, que están más cercanos a las casas y cuya uva suele estar menos madura, se produjeron menos pérdidas por esta cuestión, que en los viñedos más alejados de los núcleos rurales como los de Acebo Superior, Inferior y Carballo, que al estar rodeados de bosques, o de zonas sin cultivar, en muchos casos colindantes con cotos de caza, sufrieron pérdidas de cosecha muy elevadas, llegando en algunos años al 90% de la producción. Este problema se ve acrecentado por la práctica desaparición de la agricultura y con ello de otros cultivos que existían aquí antiguamente y que servían de alimento a este tipo de fauna, destacando diversos cereales (trigo, centeno, panizo...) o numerosos frutales, de maduración en épocas próximas a la vendimia (manzanos, melocotón de viña, etc.). Además de la irreparable pérdida de biodiversidad agraria que supone la desaparición de estas especies

y variedades agrícolas minoritarias y únicas, se produce también una dramática reducción de las fuentes de alimentación para los animales salvajes, que acaban ejerciendo una presión insostenible sobre los viñedos de esta zona, que han acabado siendo el único cultivo existente actualmente.

En cuanto a los polifenoles diferentes autores (Chorti, et al., 2010; Cohen et al., 2012; Song et al., 2015; Blancquaert et al., 2019 a, b; Ramos y Martínez de Toda, 2020; Yang et al., 2020; Rodríguez Vuelta, 2021) señalan que la acumulación de polifenoles diferirá notablemente en función de distintas variables climáticas (temperatura del aire, oscilación térmica, radiación solar, humedad relativa, viento, etc...), de la disponibilidad de agua y nutrientes, de la altitud, de las características topográficas o de los diferentes manejos de cultivo que se lleven a cabo en cada viñedo. Todos estos factores juegan un papel fundamental en la ruta de biosíntesis de polifenoles en la vid. Castellarini et al. (2007) encontraron en variedades tintas que a temperaturas diurnas superiores a los 30°C se producen mayores contenidos de antocianos que a temperaturas más bajas. Otros autores encontraron también en variedades tintas, que temperaturas superiores a 35°C, combinadas con altas intensidades de luz pueden producir una baja concentración de antocianos (Haselgrove et al., 2000; Guan et al., 2012). Existen también trabajos que dan gran importancia a la relación entre temperaturas nocturnas en el período de maduración y contenido de compuestos fenólicos (Ojeda et al., 2002; Pérez-Magariño et al., 2006). En nuestro caso, en la parcela de Carballo, para el Albarín Blanco y en los diferentes años de estudio, los polifenoles totales oscilaron entre 4.438 ng/ml (2019) y 9.170 ng/ml (2017), fundamentalmente debido a los fenólicos totales y en menor medida a los flavonoles. Al tratarse de una variedad blanca no presenta antocianos. Comparando estos resultados con otros datos obtenidos en la misma parcela, parece que una menor acidez está relacionada con una mayor concentración de polifenoles en general. Por otro lado, se observa en esta parcela que en el año 2017 la oscilación térmica entre la media de las máximas y la media de las mínimas, en septiembre y octubre, fue muy elevada (16,2°C), mientras que en 2019 fue menor (13,89°C), lo que parece corroborar que una alta oscilación térmica también favorece el aumento de polifenoles.

Verdejo Negro todos los años presentó una elevada concentración de polifenoles totales debido fundamentalmente a los antocianos, como era de esperar por tratarse de una variedad tinta, y fenoles totales, excepto en 2017 que se recogieron las muestras de vendimia con la

uva más verde. Se observó una relación directa entre la concentración de polifenoles y la graduación alcohólica. Así en 2017, que como ya se ha comentado las muestras analizadas presentaban una graduación alcohólica de 10,54 grados, la concentración de polifenoles totales fue 3.322 ng/ml debido fundamentalmente a fenólicos totales, ya que la de antocianos fue nula por haber vendimiado en verde tal y como se ha comentado anteriormente. En los otros dos años que las muestras presentaron una graduación más alta, superior a 13 grados de alcohol probable en 2018 y superior a 12,70 grados de alcohol probable en 2019, la concentración de polifenoles estuvo entre 29.600-11.600 ng/ml. En 2018, ese incremento se debió fundamentalmente a un gran aumento de la presencia de antocianos (25.900 ng/ml) y en menor medida a los fenólicos totales (superior a 2.800 ng/ml), mientras que en 2019 con menor grado alcohólico, fue lo contrario. Por otro lado, diferentes autores (Alikadic et al., 2019; Martínez de Toda, 2020) apuntan que los parámetros de maduración (grado alcohólico, pH, acidez total o antocianos) están relacionados con la altitud, siendo la acidez mayor en cultivos situados a mayor altitud. En nuestro caso no se confirma esta relación, ya que no se encuentra diferencias entre las que están situadas a mayor altitud (529 m en Carballo) y las de menor altitud (472 m Acebo Inferior), quizás debido a que las diferencias de altitud entre las parcelas no son tan elevadas como para que se refleje en este parámetro. Por otro lado, hay que tener en cuenta que los estudios realizados por los citados autores se han desarrollado en tres zonas diferentes de la D.O Rioja, que aunque están a distintas altitudes, las áreas de estudio dentro de cada una son uniformes (viñedos en zona de meseta), mientras que en nuestra área de estudio influyen la orografía y el suelo de cada parcela en concreto. Así, aunque tanto Carballo como Acebo Superior están por encima de los 500 m tal y como se ha comentado anteriormente, la primera tiene orientación suroeste y la segunda sur-sudeste. Además, la parcela de Carballo está en pendiente y en una ladera abierta al valle y a las corrientes de aire, mientras que la de Acebo Superior está protegida y más abrigada, en una zona relativamente llana.

Con respecto a los polifenoles totales para Albarín Blanco en Fondos de Villa fue la que presentó una menor concentración, debido fundamentalmente, al igual que en el resto de las parcelas, a los fenólicos totales. Con respecto a los flavonoles, las cepas de esta parcela, junto con la de Tremado, presentaron una muy baja concentración en 2019. Para esta misma variedad, Acebo Superior mostró la mayor concentración de polifenoles totales en 2018 debido a los fenólicos totales y también a una alta concentración con respecto al resto de las

parcelas de flavonoles e Hidrocarburos. Esta parcela destacó junto con la de Carballo por su elevada concentración de flavonoles e hidrocarburos, en algunos de los años de estudio. Tal y como se ha comentado anteriormente esta variedad no presenta antocianos por ser blanca. En cuanto al Verdejo Negro, la parcela de Tremado fue la que presentó la menor concentración de antocianos, con bastante diferencia con respecto al resto de parcelas en las que se cultivaba esta variedad (Carballo y Acebo Inferior que presentan la mayor). La menor concentración de polifenoles en esta parcela podría ser debido tal y como apuntan diversos autores (Keller y Torres-Martínez, 2004; Berli et al., 2008, 2011, 2013, 2014; Del Castillo et al., 2021), al microclima de mayor humedad, menores temperaturas (media, máxima y mínima) y menor radiación solar que presenta en la época de envero-maduración dicha parcela. Con relación a las parcelas de Acebo Superior e Inferior, que como ya se ha comentado es una misma finca dividida en dos partes para este estudio, se observa que los mostos de ambas son similares en cuanto a concentración de polifenoles totales, pero se diferencian en la concentración de antocianos y flavonoles, más elevada en Acebo Inferior, debido probablemente a la menor producción de uva.

En general, la concentración de polifenoles presentes en los mostos de todas las parcelas es más elevada que en la mayoría de los mostos descritos y estudiados por diferentes autores (Mateus et al., 2001, 2002; González-Centeno et al., 2012; Brighenti et al., 2014; Boso et al., 2018), especialmente en el caso de las uvas blancas, abriendo así la posibilidad de diferenciación a nivel comercial de estos vinos blancos, ya que se trata de compuesto de conocido efecto beneficioso para la salud. Estudios realizados anteriormente (Boso et al., 2022) con uva cultivada en la parcela de Carballo, han permitido demostrar también que los residuos de vinificación (hollejos, semillas y raspones) de vino blanco (con Albarín Blanco) y de vino rosado (con Verdejo Negro), presentan una alta concentración de estos compuestos, mucho más elevada que la de los residuos de cualquier otra zona vitícola, lo que facilitaría su aprovechamiento para la obtención de productos de alto valor añadido, con uso en cosmética, salud o alimentación, entre otros.

En cuanto a enfermedad, en 2018 Carballo fue una de las parcelas con mayor concentración de esporas en el aire (concretamente en el mes de junio), siendo también la que mostró una incidencia y severidad del Mildiu superior al 90% en campo. Esto significa que la alta concentración de inóculo en el aire se vio favorecida por el estado fenológico de la planta y

por las condiciones climáticas que se dieron ese año en dicha parcela, que tal y como se ha explicado anteriormente fue la que presentó la mayor pluviometría en el periodo entre cuajado y envero de la uva, así como temperatura media, humedad relativa y máximas y mínimas, óptimas para el desarrollo de este patógeno.

En 2019 a pesar de que no había presencia de esporas en el aire, se observó una incidencia alta (75%), debido posiblemente a que este patógeno inverna en forma de oosporas en las diferentes partes de la cepa en reposo (madera vieja y madera del año, yemas...), o en el suelo circundante, activándose cuando se dan las condiciones climáticas óptimas para su desarrollo en primavera (temperatura media superior a 10°C y humedad relativa al 70%). Recientemente Frobel y Zyprian (2019) han observado formas o estructuras especiales de supervivencia (hifas en forma de abanico) en la madera del año, que posteriormente germinan y producen contaminaciones primarias en tejidos verdes. Respecto a la presencia de oosporas (formas de resistencia de *Plasmopara viticola*) fértiles en el suelo, existe actualmente bastante interés e incluso controversia. Así, algunos autores opinan que las oosporas modulan y adaptan su comportamiento a la vid, germinando solamente al inicio de primavera, con la brotación de la planta (Gobbin et al., 2005; Cafi et al., 2010; Gessler et al, 2011). Otros, sin embargo, defienden que están presentes durante todo el ciclo vegetativo de la vid y no solo en primavera, por lo que puede haber ataques de origen sexual durante todo el año, y una mayor diversidad genética de la población de este patógeno, con distintos niveles de agresividad (Delmotte et al., 2006).

En el caso del Oídio, en la parcela de Carballo siempre hubo conidias en el aire, siendo los años 2016 y 2017 los que mayor concentración presentaron. Sin embargo, la incidencia de enfermedad en las plantas fue nula o muy baja. Esto se debió a que el crecimiento del micelio y la germinación de los conidios se ven fuertemente afectados por las condiciones meteorológicas, prosperando muy bien bajo entornos secos y temperaturas moderadas, pero en esta parcela la precipitación en primavera fue elevada y las temperaturas bajas, frenando así el desarrollo del hongo. Concretamente en el año 2017, la concentración de conidias en el aire fue muy alta en el mes de abril, pero sin embargo esto no se vio reflejado en la incidencia de la enfermedad en planta. Esto se debió a las condiciones climáticas desfavorables para el hongo, y también el estado fenológico de la planta en esta época, ya que en abril, en esta zona vitícola, los brotes están todavía poco desarrollados (estados fenológicos C y D, con las

yemas empezando a abrir y sin hojas visibles) (Baggiolini, 1952; Eichhorn y Lorenz, 1977) y el hongo no es capaz de entrar en la planta. Tal y como señalan diversos autores (Gadoury et al., 2001; Willcox y Wolf, 2008; Cadle-Davidson et al., 2010) los períodos de mayor sensibilidad o más críticos para la entrada del Oídio en la planta de vid, se producen entre floración y las primeras fases después del cuajado, cuando comienza el desarrollo de la baya. Esta observación coincide con lo señalado por Campbell et al (2007) quienes demuestran que el periodo crítico para el desarrollo del Oídio, se extiende desde el comienzo de la floración hasta la aparición de bayas con 7 mm de diámetro, por lo que dichos autores recomiendan la aplicación de tratamientos fungicidas en dicho período, para lograr un control eficaz de la enfermedad.

En el caso de *Botrytis* esta parcela presentó siempre alta concentración de esporas en el aire, sobre todo en el año 2018, que además fue muy lluvioso, con una humedad relativa superior al 80% y temperaturas óptimas para el desarrollo de *Botrytis cinerea*. Sin embargo, la incidencia de la enfermedad en esta parcela fue siempre muy baja, inferior al 20%, tanto en Albarín Blanco como en Verdejo Negro. Este resultado no ha sorprendido en el caso del Albarín Blanco, que en estudios anteriores se comprobó que era poco susceptible a *Botrytis*, pero sí en el caso del Verdejo Negro, que es una de las más susceptibles a esta enfermedad (Santiago et al., 2010; Boso et al., 2011). Esta baja incidencia observada puede ser debida a la eficacia de los tratamientos fitosanitarios empleados por el técnico de la viña de Carballo, sumado al efecto de la fauna salvaje, que según iba la uva alcanzando el estado de maduración y aumentando su concentración de azúcar, se incrementaba la entrada de los animales circundantes, que iban consumiendo de forma selectiva las uvas más maduras (en este caso seguramente pájaros), disminuyendo así el número de bayas susceptibles de ser atacadas por el hongo.

En Fondos de Villa las cepas de Albarín Blanco (no hay Verdejo Negro en esta parcela) presentaron un gran vigor, dando lugar a la generación de mucho follaje. El microclima de humedad y falta de ventilación que generaba en torno a las cepas este exceso de vegetación, agravado con la instalación de redes antipájaros cubriendo todas las espalderas, dio lugar a fuertes ataques de *Botrytis* en épocas próximas a la vendimia, a pesar de que fue una de las parcelas que presentó la menor concentración de esporas en el aire de este patógeno. En Tremado sin embargo, tanto en Albarín Blanco como en el Verdejo Negro, la concentración

de esporas de *Botrytis* en el aire fue mucho más elevada, de hecho fue la mayor de todas las parcelas objeto de estudio, la incidencia de esta enfermedad fue menor que en Fondos de Villa, debido a que las cepas de Tremado están más ventiladas y la radiación solar que reciben es mayor. Tal y como apuntan algunos autores (Pico, 1992; Albelda et al., 2005; Boso et al., 2010), en estas dos parcelas se observa una relación inversa entre la incidencia de *Botrytis* y de *Mildiu* sobre todo en Albarín Blanco y menos en el Verdejo Negro de Tremado, de tal manera que cuando hay un fuerte ataque de *Mildiu* disminuye el ataque de *Botrytis* y cuando la incidencia de *Mildiu* es baja en épocas previas a la vendimia, la de *Botrytis* en la época de maduración es superior.

Tanto Acebo Superior como Inferior tuvieron diferente concentración de esporas de *Mildiu* en el aire, siendo los años 2016 y 2018 los que presentaron los valores más elevados y casi nulos en 2017. En cuanto a la incidencia de esta enfermedad en campo, fue la más elevada de todas las parcelas los cuatro años de estudio. La alta concentración de esporas en el aire sumado a las que quedan adheridas en las cepas durante el periodo de reposo, junto con las condiciones climáticas favorables todos los años, explican estos resultados. Es de destacar el hecho de que la alta concentración de esporas en el aire no está ligado a una mayor incidencia de la enfermedad.

En el caso del Oidio al igual que había ocurrido en la parcela de Carballo, en esta parcela siempre hubo conidias en el aire, sin embargo, la incidencia de enfermedad en las plantas fue nula o muy baja.

Con respecto a la presencia de *Botrytis* en Acebo Superior e Inferior, a excepción de 2017 siempre hubo conidias en el aire observándose la mayor concentración en 2016. Este mismo año, en Verdejo negro se observó un fuerte ataque de este hongo (casi del 50%), sin embargo, el Albarín Blanco no se vió tan afectado. Esto se debe a que el Verdejo Negro es una de las variedades tintas más sensibles a este hongo (Boso et al., 2011), mientras que Albarín Blanco es poco sensible. El resto de los años la incidencia en campo a esta enfermedad fue baja para ambas variedades, a pesar de que las condiciones climáticas en envero-maduración fueron propicias. Se debió a que la aplicación de fitosanitarios por parte del viticultor fue eficaz todos los años, excepto en 2018 que no había uva porque se la habían comido los animales, tal y como se explicó anteriormente.

Con respecto al Black-rot en todas las parcelas hubo incidencia en distintos porcentajes todos los años, aunque no causó grandes daños en ninguno de los casos.

En general, en las parcelas de Carballo, Acebo Superior e Inferior, sería relativamente fácil reducir considerablemente la aplicación de tratamientos fitosanitarios, tanto por las condiciones microclimáticas que presentan, como por el manejo de cultivo que se desarrolla en ellas.

Fondos de Villa y Tremado, por el microclima de que disponen y las características y tipo de suelo, fueron las menos favorables con respecto al estado sanitario de la uva, aunque la mayoría de los defectos que presentan, podrían corregirse ajustando el manejo de cultivo (deshojados, aclareos, eliminación de racimos en verde, poda en verde, etc...).

Queda patente en todas las parcelas, la importancia que tiene la eliminación de los residuos de la poda y la conveniencia de aplicar un tratamiento fitosanitario de invierno, para eliminar las formas fúngicas invernantes que quedan adheridas a la madera de las cepas durante la época de reposo de la planta.

Los resultados obtenidos en este trabajo corroboran, una vez más, la absoluta necesidad, en zonas vitícolas de montaña, de desarrollar una viticultura de precisión adaptada casi a cada parcela, tarea que es perfectamente viable, ya que se trata de un área vitícola poco extensa en cuanto a superficie. Los datos históricos de los que se dispone sobre los vinos producidos en esta zona en la antigüedad, e incluso los premios de los que fueron acreedores (Martínez y Pérez, 1999; López-Álvarez, 2022) en épocas pasadas y que actualmente han vuelto a obtener (varias medallas de oro en el “Cervim”, en el “International Wine and Spirits Competition”, “International Wine Challenge”, “Decanter World Wine Awards”...), así como los datos obtenidos actualmente por diferentes autores sobre las variedades aquí cultivadas y los vinos elaborados (Masa y Vilanova, 2008; Santiago et al., 2010; Martínez et al., 2012), demuestran que se pueden obtener vinos originales y de alta calidad, ya que se trata de variedades únicas y con un alto nivel de adaptación al territorio. Según diversos expertos (Loureiro y Suarez, 2007; Masa y Vilanova, 2008; Santiago et al., 2010; Martínez et al., 2012), los vinos de Albarín Blanco obtenidos en el suroccidente asturiano, están a la altura de los mejores vinos blancos del mundo, incluido el Albariño de Rías Baixas, el Godello de Valdeorras o Monterrei, o el Verdejo de Rueda. En cuanto al Verdejo Negro, solo o combinado con otras

variedades, también puede permitir la obtención de vinos tintos jóvenes de calidad, comparables a los Mencías de Ribeira Sacra, o rosados de especial calidad, que actualmente buscan los mercados internacionales y de los que hay poca oferta en España.

Se pone también claramente de manifiesto en este trabajo, la necesidad de desarrollar estudios de más larga duración y de recopilar secuencias de datos de más años, que unidos a los nuevos conocimientos científicos y las nuevas tecnologías a nuestro alcance (Internet de las cosas (IoT), Tecnologías de la Información y la-TICs, robótica agraria, etc), permitirán convertir la vitivinicultura de esta zona, en una alternativa real y rentable, para esta área rural del suroccidente asturiano, fuertemente castigada por la despoblación y falta de alternativas. De hecho, esta tesis forma parte de los objetivos de la Plataforma del CSIC ALCINDER (Alternativas Científicas Interdisciplinares Contra el Despoblamiento Rural). Téngase en cuenta que tal y como se ha descrito en el capítulo de introducción, el Concejo de Cangas del Narcea es el de mayor índice de despoblamiento de España y una de las cinco regiones con la población más envejecida de Europa (<https://touspatous.es/actualidad-canguesa/opinion/cangas-del-narcea-el-municipio-que-mas-poblacion-pierde-de-toda-espana/>)

Por otro lado y a diferencia de otras zonas vitícolas limítrofes de Galicia o Norte de León, con cierto parecido a ésta, donde nunca se ha roto la cadena de conocimientos transmitidos de forma oral, generación tras generación, sobre el manejo del cultivo, en el caso de la vitivinicultura del suroccidente asturiano, son muy pocas las personas dedicadas actualmente a la viticultura, que todavía conservan estos conocimientos que constituyen un importante patrimonio inmaterial que debería ser conservado. Tal y como se ha puesto de manifiesto en los resultados obtenidos en esta tesis, en el caso de áreas vitícolas de montaña, este tipo de información es clave y fundamental, ya que las características específicas de cada zona y parcela, obtenidas tras la acumulación de observaciones y estudios de muchos años, son las que determinan las necesidades de manejo específicas para cada viñedo. Puesto que esta cadena de transmisión de información se ha perdido en el caso que nos ocupa, será necesario volver a construirla, uniendo los conocimientos sobre la viticultura del suroccidente asturiano que los viticultores de finales del siglo XIX y principios del X dejaron en los escritos que se conservan, con los conocimientos de transmisión oral que todavía siguen vivos y aquellos que desde el mundo de la ciencia y el conocimiento actual podamos ir aportando, como el caso de esta tesis.

No debemos olvidar que el hecho de mantener estos viñedos y rentabilizar su cultivo, no solo supone ofrecer una alternativa económica para los habitantes de esta zona, sino que también evitará la desaparición de estas variedades minoritarias, tal y como indican en la iniciativa alemana “on farm” (Maul et al., 2019), contribuyendo así a mantener la biodiversidad de las especies vegetales cultivadas y a conservar el rico patrimonio agrario español y europeo, junto con toda la tradición y cultura del vino que, desde tiempos inmemoriales existe en el suroccidente asturiano, que forman parte de un patrimonio inmaterial de gran valor y que si no se cuida puede llegar a desaparecer, como ya estuvo a punto de suceder a finales de los años 80 del siglo XX.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. El microclima generado debido a las condiciones orográficas de cada parcela concreta en esta zona de montaña ejerce un papel fundamental en el comportamiento agronómico, concentración de polifenoles e incidencia de las enfermedades en cada variedad. Por ello, la viticultura de esta zona requiere un manejo de precisión adaptado a cada parcela.

2. No todas las parcelas son aptas para la obtención de vinos de calidad en esta zona. Las parcelas más adecuadas son las situadas en zonas soleadas, ventiladas, en pendiente y con terrenos poco fértiles. Carballo y Acebo Superior e Inferior fueron las más favorables y Fondos de Villa y Tremado las menos.

3. Se ha observado una interacción muy negativa de la fauna salvaje circundante, siendo uno de los factores limitantes para la producción, sobre todo en Albarín Blanco (variedad de maduración temprana) y en aquellos viñedos donde la uva alcanza un mayor nivel de maduración y calidad. El entorno natural que rodea a los viñedos (bosques, zonas sin cultivar, proximidad a cotos de caza,..), la mayor o menor cercanía a núcleos rurales habitados, el aumento descontrolado de ciertos animales salvajes y la falta de otro tipo de fuentes de alimentación para ellos, son algunas de las causas de este problema. Es urgente y fundamental la toma de medidas de control en este ámbito, para que el viñedo del suroccidente asturiano pueda sobrevivir.

4. Las variedades objeto de estudio mostraron una concentración de polifenoles en el mosto, aunque pequeña, mayor de lo habitual en comparación con las descripciones que aparecen en la bibliografía científica. Esto podría ser achacable a que es una zona vitícola de montaña, con fuertes oscilaciones térmicas, alta incidencia de la radiación solar, etc, o bien a las características intrínsecas de las dos variedades objeto de estudio.

5. La concentración de esporas en el aire no está ligada a la incidencia de Mildiu, Oídio o Botrytis en campo, sino al estado fenológico de la planta, a su grado de susceptibilidad a cada uno de los patógenos y a las condiciones microclimáticas favorables para su desarrollo, en las que también juega un papel importante el tipo de manejo llevado a cabo por cada viticultor. Se aconsejan prácticas de eliminación de los residuos de poda u hojarasca en el suelo y otras que favorezcan la ventilación de las cepas (deshojados, podas en verde, etc.).

6. El apoyo a esta zona vitícola singular ayudará a ofrecer alternativas económicas para los habitantes de la zona, además de evitar la pérdida de biodiversidad en la especie *Vitis vinifera*, que forma parte del patrimonio agrario europeo. El mantenimiento en producción de estos viñedos contribuirá también a conservar el patrimonio inmaterial de los conocimientos, cultura y tradiciones que desde tiempos inmemoriales estaban ligados a la vitivinicultura del suroccidente asturiano.

BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABU ZACARIA (1878). Libro de agricultura. Arreglo hecho en vista de la traducción castellana de D. José Banqueri por D. Claudio Boutelou, precedido de una introducción escrita por D. Esteban Boutelou, y seguido del “Catecismo de Agricultura” por Victor van den Broeck; y de “Los abonos químicos” [...] por M. Georges Ville. Sevilla: Administración de la Biblioteca científico-literaria, Madrid: Librería de D. Victoriano Suárez.
- ACEVEDO, P., QUIRÓS-FERNÁNDEZ, F., CASAL, J., VICENTE, J. (2014). Spatial distribution of wild boar population abundance: Basic information for spatial epidemiology and wildlife management. *Ecological Indicators*. 36: 594-600.
- AHMAD, A., KALEEM, M., AHMED, Z., SHAFIQ, H. (2015). Therapeutic potential of flavonoids and their mechanism of action against microbial and viral infections-A review. *Food Research International*. 77 (2): 221-235.
- ALBELDA, Y., RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., JATO, V., AIRA, M.J. (2005). Concentraciones atmosféricas de propágalos fúngicos en viñedos del Ribeiro (Galicia, España). *Boletín Micológico*. 20: 1-8.
- ALIKADIC, A., PERTOT, I., ECCEL, E., DOLCI, C., ZARBO, C., CAFFARRA, A., DE FILIPPI, R., FURLANELLO, C. (2019). El impacto del cambio climático en la fenología de la vid y la influencia de la altitud: un estudio regional. *Agricultural and Forest Meteorology*. 271 (73-82).
- ALONSO, A.M., DOMINGUEZ, C., GUILLEN, D.A., BARROSO, C.G. (2002). Determination of antioxidant power of red and white wines by a new electrochemical method and its correlation with polyphenolic content. *Journal of agricultural and Food Chemistry*. 50 (11): 3112-3115.
- ALONSO DE HERRERA, G. (1818). *Agricultura General*. Corregida según el texto original de la primera edición publicada en 1513 por el mismo autor y adicionada por la Real Sociedad Económica Matritense. Editorial Imprenta Real, Madrid.
- ALONSO, R., BERLI, F.J., FONTANA, A., PICCOLI, P., BOTTINI, R. (2016). Malbec grape (*Vitis vinifera* L.) responses to the environment: Berry phenolics as influenced by solar UV-B, water deficit and sprayed abscisic acid. *Plant Physiology and Biochemistry*. 109: 84-90.
- ALONSO-VILLAVERDE, V., SANTIAGO, J.L., BOSO, S., GAGO, P., MARTINEZ, M.C. (2010). Moscatel de grano menudo rojo para viticultura de montaña. *La Semana Vitivinícola*. 3324 : 1974-1980.
- AMATI A., PIVA, A., CASTELLARI, M., ARFELLI, G. (1996). «Preliminary studies on the effect of *Oidium tuckeri* on the phenolic composition of grapes and wines». *Vitis*. 35 (3): 149-150.
- ANDRES DE PRADO, R., YUSTE-ROJAS, M., SORT, X., ANDRÉS-LACUEVA, C., TORRES, M., LAMUELA RAVENTÓS, R.M. (2007). Effect of soil type on wines produced from *Vitis vinifera* L. cv. Grenache in commercial vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (3): 779-786.
- ATAK, A. (2017). Determination of downy mildew and powdery mildew resistance of some grape cultivars and genotypes. *South African Journal for Enology and Viticulture*. 38: 1.

-ATANACKOVIĆ, M., PETROVIĆ, A., JOVIĆ, S., GOJKOVIĆ-BUKARICA, L., BURSAC, M., & CVEJIĆ, J. (2012). Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chemistry*. 131 (2): 513-518.

-BAGGLIOLINI, M. (1952). Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. Stations Fedérales d'Essais Agricoles, Lausanne.

-BAIANO, A., TERRACONE, C., AMBACORTA, G., LA NOTTE, E. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of Primitivo wine: comparison among winemaking technologies. *Journal of Food Science*. 74 (3): C258-C267.

-BAYANI, A., TIWADE, D., DONGRE, A., DONGRE, A., PHATAK, R., & WATVE, M. (2016). Assessment of crop damage by protected wild mammalian herbivores on the western boundary of Tadoba-Andhari Tiger Reserve (TATR), central India. *PLoS One*, 11, e0153854.

-BEAR, F.E. (1958). Suelos y fertilizantes. Editorial, Ediciones Omega. Barcelona, España.

-BELDA, A., MARTINEZ-PEREZ, J.E., PEIRO, V., SEVA, E., ARQUES, J. (2011). Main landscape metrics affecting abundance and diversity of game species in a semi-arid agroecosystem in the Mediterranean region. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(4), 1197-1212.

-BERGQVIST, J., DOKOOZLIAN, N., EBISUDA, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of cabernet sauvignon and grenache in the central San Joaquin valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52 (1): 1-7.

-BERLI, F. J., D'ANGELO, J., CAVAGNARO, B., BOTTINI, R., WUILLOUD, R., SILVA, M.F. (2008). Phenolic composition in grape (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) ripened with different solar UV-B radiation levels by capillary zone electrophoresis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56 (9): 2892-2898.

-BERLI, F.J., MORENO, D., PICCOLI, P., HESPANHOL-VIANA, L., SILVA, M.F., BRESSAN-SMITH, R., CAVAGNARO, J.B., RUBÉN BOTTINI, R. (2010). Abscisic acid is involved in the response of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Malbec leaf tissues to ultraviolet-B radiation by enhancing ultraviolet-absorbing compounds, antioxidant enzymes and membrane sterols. *Plant Cell Environ*. 33 (1): 1-10.

-BERLI, F.J., FANZONE, M., PICCOLI, P., BOTTINI, R. (2011). Solar UV-B and ABA are involved in 317 phenol metabolism of *Vitis vinifera* L. increasing biosynthesis of berry skin polyphenols 318. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 59: 4874-4884.

-BERLI, F. J., ALONSO, R., BRESSAN-SMITH, R., RUBÉN BOTTINI, R. (2013). UV-B impairs growth and gas exchange in grapevines grown in high altitude. *Physiologia Plantarum*. 149 (1): 127-140.

-BERLI, F. J., ALONSO, R., BELTRANO, J., BOTTINI, R. (2015). High-altitude solar UV-B and abscisic acid sprays increase grape berry antioxidant capacity. *American Journal of Enology and Viticulture*. 66 (1): 65-72.

-BLANCQUAERT, E.H., OBERHOLSTER, A., RICARDO-DA-SILVA, J.M., DELOIRE, A.J. (2019a). Effects of abiotic factors on phenolic compounds in the Grape Berry. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 40, 1-14.

- BLANCQUAERT, E.H., OBERHOLSTER, A., RICARDO-DA-SILVA, J.M., DELOIRE, A.J. (2019b). Grape flavonoid evolution and composition under altered light and temperature conditions in Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *Frontiers in Plant Science*. 10:1062.
- BOCK, A., SPARKS, T., ESTRELLA, N., MENZEL, A. (2011). Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. *Climate Research*. 50 (1): 69-81.
- BOSCH, J., MARDONES, F., PÉREZ, A., DE LA TORRE, A., MUÑOZ, M.J. (2014). A maximum entropy model for predicting wild boar distribution in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 12(4): 984-999.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., MARTINEZ, M.C. (2004). Intravarietal agronomic variability in *Vitis vinifera* L. cv. Albariño. *American Journal of Enology and Viticulture*. 55 (3): 279-282.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., MARTINEZ, M.C. (2005). A method to evaluate downy mildew in grapevine. *Agronomie for Sustainable Development*. 25 (1): 163-165.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., MARTINEZ, M.C., UNGER, S., KASSEMAYER, H-H. (2006). Evaluation of foliar resistance to downy mildew in different cv. Albariño clones. *Vitis*. 45 (1): 23-27.
- BOSO, S., Y KASSEMAYER, H-H. (2008). Different susceptibility of European grapevine cultivars for downy mildew. *Vitis*. 47 (1): 39-49.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P., MARTÍNEZ Y M.C., KASSEMAYER, H.H. (2008). Susceptibilidad a *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni en diferentes variedades de vid (*Vitis vinifera* L.). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*. 34 (3): 387-397.
- BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P., SANTIAGO, J.L., MARTÍNEZ, M.C. (2010). Evaluación de la sensibilidad en distintas viníferas blancas. *La Semana Vitivinícola*. ISSN 0037-184X. 230-236.
- BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P., MARTINEZ, M.C. (2011). Susceptibility of 44 grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties to downy, mildew in field. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 17 (3): 394-400.
- BOSO, S, GAGO, P., ALONSO-VILLAVERDE, V., SANTIAGO, J.L., MARTÍNEZ M.C. (2013). El oídio en variedades de vid galaico asturianas y otras. *La Semana Vitivinícola*. 3413: 1990-1992.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P. Y MARTÍNEZ, M.C. (2014a). Diferencia en la concentración de esporas fúngicas en viñedos gallegos. *La Semana Vitivinícola*. 3437: 1971-1973.
- BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P., SANTIAGO, J.L., MARTINEZ, M.C. (2014b). Susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) of different *Vitis* genotypes. *Crop Protection*. 63: 26-35.
- BOSO, S., SANTIAGO, J.L., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P., MARTÍNEZ, M.C. (2015). ¿Existen en los viñedos del Noroeste de España diferentes razas de los hongos responsables del Mildiu, Oidio y Botrytis?. *Investigación: cultura, ciencia y tecnología*. 7 (13): 18-21.

- BOSO, S., GAGO, P., ALONSO-VILLAVERDE, V., SANTIAGO, J.L., MARTÍNEZ M.C. (2016). Susceptibilidad a Oídio de antiguas variedades de vid cultivadas en el Noroeste y Norte de España. *Investigación: cultura ciencia y tecnología*. 8 (16): 14-17.
- BOSO, S., GAGO, P., SANTIAGO, J.L., GAGO, P., SOTELO, E., ALVAREZ-ACERO, I., MARTINEZ, M.C. (2018). New monovarietal grape seed oils derived from white grape bagasse generated on an industrial scale at a winemaking plant. *LWT - Food Science and Technology* 92: 388-394.
- BOSO, S., GAGO, P., SANTIAGO, J.L., GAGO, P., SOTELO, E., ALVAREZ-ACERO, I., MARTINEZ, M.C. (2022). Flavanol content and nutritional quality of wastes from the making of white and rose wines from mountain vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*. 73 (4): 255-265.
- BRIGHENTI, A.F., SILVA, A.L., BRIGHENTI, E., PORRO, D., STEFANINI, M. (2014). Viticultural performance of native Italian varieties in high-altitude conditions in Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 49, 465-474.
- BRILLANTE, L., BOIS, B., LÉVÊQUE, J., MATHIEU, O. (2016). Variations in soil-water use by grapevine according to plant water status and soil physical-chemical characteristics- A 3D spatio-temporal analysis. *European Journal of Agronomy*. 77: 122-135.
- BRUNET, J., HEDWALL, P.O., HOLMSTRÖM, E., WAHLGREN, E. (2016). Disturbance of the herbaceous layer after invasion of an eutrophic temperate forest by wild boar. *Nordic Journal of Botany*. 34(1):120-128.
- BRUNETTI, C., DI FERDINANDO, M., FINI, A., POLLASTRI, S., TATTINI, M. (2013). Flavonoids as antioxidants and developmental regulators: relative significance in plants and humans. *International Journal of Molecular Sciences*. 14(2): 3540-3555.
- BUGIANI, R., TISO, R., BUTTURINI, P., GOVONI, I., PONTI, I. (1996). Forecasting models and warning services in Emilia-Romagna (Italy). *Bulletin OEPP EPPO Bulletin*. 26 (3-4): 595-603.
- CADLE-DAVIDSON, L., CHICOINE, D.R., CONSOLIE, N.H. (2011). Variation within and among *Vitis spp.* for foliar resistance to the powdery mildew pathogen *Erysiphe necator*. *Plant Disease*. 95 (2): 202-211.
- CAFFARRA, A., ECCEL, E. (2010). Increasing the robustness of phenological models for *Vitis vinifera* cv. Chardonnay. *International Journal of Biometeorology*. 54 (3): 255-267.
- CAFFARRA, A., ECCEL, E. (2011). Projecting the impacts of climate change on the phenology of grapevine in a mountain area. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 17 (1): 52-61.
- CAFFI, T., ROSSI, V., BUGIANI, V., SPANNA, F. (2009). A model predicting primary infections of *Plasmopara Viticola* in different grapevine-growing areas of Italy. *Journal of Plant Pathology*. 91 (3): 535-548.
- CAFFI, T., ROSSI, V., BUGIANI, R. (2010). Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. *Plant Disease*. 94, 709-716.
- CALONNE, A., CARTOLARO, P., NAULIN, J.M., BAILEY, M., LANGLAIS, M.A. (2008). Host-pathogen simulation model: powder y mildew of grapevine. 57 (3): 493-508.

- CAMPBELL, P., BENDEK, C., LATORRE, B. (2007). Riesgo de oídio (*Erysiphe necator*) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos. *Ciencia e Investigación Agraria*. 34(1): 5-11.
- CAPPA, F., BANI, L., MERIGGI, A. (2021). Factors affecting the crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) and facts of population control in the Ticino and Lake Maggiore Park (North-western Italy). *Mammalian Biology*. 101:451-463 <https://doi.org/10.1007/s42991-021-00125-2>.
- CAREW, AL., SMITH, P., CLOSE, D.C., CURTIN, C., DAMBERGS, R.G. (2013). Yeast effects on Pinot Noir wine phenolics, color, and tannin composition. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 61 (41): 9892-9898
- CARISSE, O, BACON, R. LEFEBVRE, A., LESSARD, K. (2009). A degree-day model to initiate fungicide spray programs for management of grape powdery mildew (*Erysiphe necator*). *Canadian Journal of Plant Pathology*. 31 (2): 186-194.
- CASTELLARINI, S.D., PFEIFFER, A., SIVILOTTI, P., DEGAN, M., PETERLUNGER, E., DI GASPERO, G. (2007). Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruit of grapevine under seasonal water deficit. *Plant Cell Environment*. 30: 1381-1399.
- CHEYNIER, V., SOUQUET J.M., LABARBE, B., A MOUTOUNET, M. (2000). Phenolic composition of grape stems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48 (4): 1076-1080.
- CHORTI, E., GUIDONI, S., FERRANDINO, A., NOVELLO, V. (2010). Effect of different cluster sunlight exposure levels on ripening and anthocyanin accumulation in Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 61 (1): 23-30.
- CHUINE I., YIOU P., VIOVY N., SEGUIN B., DAUX V., LE ROY LADURIE E. (2004) Historical phenology: grape ripening as a past climate indicator. *Nature*. 432 (7015): 289-290
- COHEN, S.D., TARARA, J.M., GAMBETTA, G.A., MATTHEWS, M.A., KENNEDY, J.A. (2012). Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway genes. *Journal of Experimental Botany*. 63:2655-2665.
- CORTELL, J.M., KENNEDY, J.A. (2006). Effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) Pinot Noir fruit and extraction in a model system. *Journal of Agricultural and food Chemistry*. 54 (22): 8510–8520.
- CRAIG, W.J. (1999). Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 70 (3): 491S-499S.
- DALLA MARTA, A., DI STEFANO, V., CEROVIC, Z.G., AGATI, G., ORLANDINI, S. (2008). Solar radiation affects grapevine susceptibility to *Plasmopara viticola*. *Scientia Agricola*. 65: 65-70.
- DARRA, N.D., TURK, M.F., DUCASSE, M.A., GRIMI, N., MAROUN, R.G., LOUKA, N., VOROBIEV, E. (2016). Changes in polyphenol profiles and color composition of freshly fermented model wine due to pulsed electric field, enzymes and thermovinification pretreatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 194 (1): 944-950.
- DE ORDUÑA, R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*. 43 (7): 1844-1855.

- DEL-CASTILLO-ALONSO, M.Á., MONFORTE, L., TOMÁS-LAS-HERAS, R., MARTÍNEZ-ABAIGAR, J., NÚÑEZ-OLIVERA, E. (2021). To what extent are the effects of UV radiation on grapes conserved in the resulting wines. *Plants (Basel)*. 15; 10 (8):1678. doi: 10.3390/plants10081678. PMID: 34451723; PMCID: PMC8399206.
- DELMOTTE, F., CHEN, W.J., RICHARD-CERVERA, S., GREIF, C., PAPURA, D., GIRESE, X., MONDOR-GENSON, G., CORIO-COSTET, M.F. (2006). Microsatellite DNA markers for *Plasmopara viticola*, the causal agent of downy mildew of grapes. *Molecular Ecology*. 6:379-381.
- DIARIO OFICIAL DE GALICIA. (1990). Métodos oficiales de análisis. Acidez total. Método volumétrico con patrón de coloración.
- DOUPIS, G., CHARTZOULAKIS, J.S., TASKOS, D., ANGELOS PATAKAS, A. (2020). The effects of drought and supplemental UV-B radiation on physiological and biochemical traits of the grapevine cultivar “Soultanina”. *Oeno One*. 54 (4): 21-30.
- DROULIA, F. (2022). A review on the observed climate change in Europe and its impacts on viticulture. *Atmosphere*. 13 (5): 837.
- DURAZZO, A., LUCARINI, M., NOVELLINO, E., DALIU, P. (2019) Fruit-based juices: Focus on antioxidant properties. Study approach and update. *Phytotherapy Research*. 33 (7): 1754-1769.
- ECCEL, E., ZOLLO, A.L., MERCOGLIANO, P., ZORER, R. (2016). Simulations of quantitative shift in bio-climatic indices in the viticultural areas of Trentino (Italian Alps) by an open source R package. *Computer and Electronics in Agriculture*. 127: 92-100.
- EICHHORN, K. W., LORENZ, D.H. (1977). Phänologische entwicklungsstadien der rebe. *nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)*. 29: 119-120.
- ESCRIBANO-BAILÓN, M.T., SANTOS-BUELGA, C., FRANCIA-ARICHA, E.M. (1995). Comparative flavan-3-ol composition of seeds from different grape varieties. *Food Chemistry*. 53 (2): 197-201.
- FERNÁNDEZ, C. Y PUERTA-PIÑERO, C. (2019). Diversidad de mamíferos y su relación con la dispersión endozoócora de semillas en viñedos. *Ecosistemas*. 28(3): 126-141.
- FERNÁNDEZ, L. (2014). La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinífera. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*. (6), 1-32.
- FERNANDEZ, R. (2014). Influencia de las distintas condiciones microclimáticas del viñedo asturiano en la incidencia de determinadas enfermedades fúngicas. Máster en Biotecnología Aplicada a la Conservación y Gestión Sostenible de Recursos Vegetales. Trabajo fin de Master, Universidad de Oviedo.
- FOËX, G. (1891). *Cours complet de viticulture*. Ed. Camille Coulet. Montpellier. France
- FREGONI, M. (2000). Progettare il vigneto per vini di qualita. *VigneVini: Rivista Italiana di Viticoltura e di Enología*. 27 (11): 75-80.
- FREGONI, M. Y MARENGHI, M. (2005). Genetica e territorio. *VigneVini: Rivista Italiana di Viticoltura e di Enología*. 32 (4): 112-114.
- FRÖBEL, S. Y ZYPRIAN, E. (2019). Colonization of different grapevine tissues by *Plasmopara viticola* a histological study. *Frontiers in Plant Science*. 10, 951.

- GADOURY, D.M., SEEM, R.C., FICKE, A., WILCOX, W.F. (2001a). «The epidemiology of powdery mildew on concord grapes». *Phytopathology*. 91 (10): 948-955.
- GADOURY, D.M., SEEM, R.C., PEARSON, R.C., WILCOX, W.F., DUNST, R.M. (2001b). Effects of powdery mildew on vine growth, yield, and quality of concord grapes». *Plant Disease*. 85 (2): 137-140.
- GAFORIO, L., CABELLO, F., MUÑOZ-ORGANERO, G. (2015). Evaluation of resistance to downy mildew in grape varieties grown in a Spanish collection. *Vitis Geilweilerhof*. 54:187-191.
- GAGO, P., SANTIAGO, J.L., BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., MARTÍNEZ, M.C. (2009a). El comportamiento agronómico del Albarín Blanco. *La Semana Vitivinícola*. 3284: 2662-2667.
- GAGO, P., SANTIAGO, J.L., BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., GRANDO, S., MARTÍNEZ, M.C. (2009b). Biodiversity and characterization of twenty-two *Vitis vinifera* l. cultivars in the northwestern Iberian Peninsula. *American Journal of Enology and Viticulture*. 60 (3): 293-301.
- GALET, P. (1995). *Précis de pathologie viticole*. 2nd ed. Imp. JF, Montpellier.
- GALET, P. (2000). *Dictionnaire encyclopédique des cépages*. Editorial Hachette.
- GARCIA, M.E. (1980a). Concesiones agrarias en Asturias (S.XI y XII).
- GARCIA, M.E. (1980b). San Juan Bautista de Corias: historia de un señorío monástico asturiano (siglos X-XV). Universidad de Oviedo, Departamento de Historia Medieval.
- GASHU, K., PERSI, N.S., DRORI, E., HARCAVI, E., AGAM, N., BUSTAN, A., FAIT, A. (2020). Temperature shift between vineyards modulates berry phenology and primary metabolism in a varietal collection of wine grapevine. *Frontiers in Plant Science*. 17 (11): 588739.
- GATTI, M., GARAVANI, A., SQUERI, C., DITI, I., DE MONTE, A., SCOTTI, C., PONI, S. (2022). Effects of intra-vineyard variability and soil heterogeneity on vine performance, dry matter and nutrient partitioning. *Precision Agriculture*. 23: 150–177.
- GAUDIANO, L., PUCCIARELLI, L., FRASSANITO, A.G., MORI, E., MORIBANDO, F., SILVESTRI, F.M., SORINO, R., VIVIANO, A., CORRIERO, G. (2002). Spatio-temporal behaviour of female wild boar in an agro-forestry-pastoral landscape of Southern Italy. *Mammal Research*. 1-10.
- GESSLER, C., PERTOT, I., PERAZZOLLI, M. (2011). *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea*. 50, 3- 44.
- GOBBIN, D., JERMINI, M., LOSKILL, B., PERTOT, I., RAYNAL, M., GESSLER, C. (2005). Importance of Secondary Inoculum of *Plasmopara Viticola* to Epidemics of Grapevine Downy Mildew. *Plant Pathology*. 54, 522-534.
- GOMEZ-MIGUEL, V.D., SOTES, V., MARTINEZ, A., GONZALEZ-SANJOSE, M.L. (2016). Use of remote sensing in zoning's studies for terroir and precision viticulture: Implementation in DO Ca Rioja (Spain). In: *Proceedings of the 39th World Congress of Vine and Wine*. Vol. 7. 2016. p. 01025. DOI: 10.1051/bioconf/20160701025.

- GÓMEZ-MÍGUEZ, M.J., CACHO, J.F., FERREIRA, V., VICARIO, I.M., HEREDIA, F.J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry*. 100 (4): 1464-1473.
- GONZÁLEZ- CENTENO, M.R., JOURDES, M., FEMENIA, A., SIMAL, S., ROSELLÓ, C., TEISSEDE, P.L. (2012). Proanthocyanidin composition and antioxidant potential of the stem winemaking from 10 different grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 60: 11850-11858.
- GONZÁLEZ-MANZANO, S., RIVAS-GONZALO, J.C., C SANTOS-BUELGA, C. (2004). Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine sing simulated maceration. *Analytica Chimica Acta*. 513 (1): 283-289.
- GUAN, L., LI, J., FAN, P., CHEN, S., FANG, J., LI, S., WU, B.H. (2012). Anthocyanin accumulation in various organs of a teinturier cultivar (*Vitis vinifera* L.) during the growing season. *American Journal of Enology and Viticulture*. 62 (2), 177-184. doi: 10.5344/ajev.2011.11063.
- GUBLER, W.D., RADEMACHER, M.R., VASQUEZ, S.J., AND THOMAS, C.S. (1999). Control of powdery mildew using the UC Davis powdery mildew risk index. APSnet Feature. Online. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN. doi: 10.1094/APSnetFeature-1999-0199.
- GUIDONI, S., JACOBUS, J., HUNTER, J.J. (2012). Anthocyanin profile in berry skins and fermenting must/wine, as affected by grape ripeness level of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/R99. *European Food Research and Technology*. 235: 397-408.
- HASELGROVE, L., BOTTING, D., VAN HEESWIJCK, R., HØJ, P.B., DRY, P.R., FORD, C., LAND, P.G.I. (2000). Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6, 141-149. doi: 10.1111/j.1755-0238.2000.tb 00173.x.
- HIDALGO, L. E HIDALGO, J. (2011). Tratado de viticultura. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España
- IZCARA, S., MORANTE-ZARCERO, S., DE ANDRÉS, M.T., ARROYO, T., SIERRA, I. (2021). A comparative study of phenolic composition and antioxidant activity in commercial and experimental seedless table grapes cultivated in a Mediterranean climate. *Journal of Food Measure and Characterization*. 15 (2): 1916-1930.
- JACKSON, D.I. Y LOMBARD, P.B. (1993). "Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 44, 4, pp. 409-430.
- JANINI, R. (1923); Los fracasos en la reconstrucción del viñedo. Hojas divulgadoras, Dirección General de Agricultura y Montes. Año XVII, número 14.
- JARVIS, W.R., GUBLER, W.D., GROVE, G.G., (2002). Epidemiology of powdery mildews in agricultural pathosystems. In: Balanger RR, Bushnell WR, Dik AJ and Carver TLW (editors.) *The powdery mildews: a comprehensive treatise*. American Phytopathological Society Press. 169-199.
- JERMINI, M., GESSLER, C., LINDER, C. (2006). The use of know-how on the interaction between grapevine and pests or diseases to improve integrated protection strategies. *IOBC/WPRS BULLETIN*. 29 (11): 9-14.

- JONES, G.V. (2007). Climate change: observations, projections, and general implications for viticulture and wine production. Paper presented at Climate and Viticulture Congress, Zaragoza (E), 10-14 April 2007, and 8H International Symposium Innovations in Enology, Stuttgart (D).
- JONES, G.V. (2010). Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a changing climate. XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the Effect of Climate Change on Production and Quality of Grapevines and their Products.
- JONES, G.V., (2015). Grapevines in a changing environment: a molecular and ecophysiological perspective. In book: Grapevine in a Changing Environment (pp.1-17)
- JONES, G.V. Y DAVIS, R.E. (2000). Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. American Journal of Enology and Viticulture. 51 (3): 249-261.
- JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R., STORCHMANN, K. (2005). Climate change and global wine quality. Climatic Change. 73: 319-343.
- JORDÃO, A.M., DA SILVA, J.M. R., LAUREANO, O. (1998). Evolution of anthocyanins during grape maturation of two varieties (*Vitis vinífera* L.). Castelao Frances and Touriga francesa. Vitis. 37 (2): 93-94.
- JOVELLANOS, M.G. (1992). Diarios (memorias íntimas): 1790-1801. Instituto de Jovellanos, 1915. Madrid.
- KARAMI, P., TAVAKOLI, S. (2022). Identification and analysis of areas prone to conflict with wild boar (*Sus scrofa*) in the vineyards of Malayer County, western Iran. Ecological Modelling. 471, 110039.
- KELLER, M., Y TORRES-MARTINEZ, N. (2004). Does UV radiation affect winegrape composition. Acta Horticulturae. 640: 313-319.
- LINNELL, J.D., CRETOIS, B., NILSEN, E.B., ROLANDSEN, C.M., SOLBERG, E.J., VEIBERG, V., KALTENBORN, B. (2020). The challenges and opportunities of coexisting with wild ungulates in the human-dominated landscapes of Europe's Anthropocene. Biological Conservation.244:108500.
- LOMOLINO, G., ZOCCA, F., SPETTOLI, P., ZANIN, G., LANTE, A. (2010). A preliminary study on changes in phenolic content during Bianchetta Trevigiana winemaking. Journal and Food Composition and Analysis. 23 (6): 575-579.
- LOPEZ ALVAREZ, J. (2022). Diario de un viticultor de cangas del Narcea (Asturias) 1902-1907. Muséu del Pueblo de Asturias. ISBN 978-84-96906-66-2.
- LOUREIRO, M.D. Y SUÁREZ, B. (2007). Parámetros agronómicos y enológicos de variedades cultivadas en el Principado de Asturias. En: Actas XXVIII Jornadas de Viticultura y Enología Tierra de Barros. 8-12 mayo 2006, Almendralejo. 283-292.
- LU, H.C., GAO, X.T., DUAN, C.Q., LI, S.D., CHEN, W., WANG, J. (2021). The effect of cluster position determined by vineyard row orientation on grape flavonoids and aroma profiles of *Vitis vinífera* l. cv. Cabernet Sauvignon and italian Riesling in the north foot of Tianshan mountains. South African Journal of Enology and Viticulture. 42 (1): 44-45.

- LUBIN, B.C.R., INBAR, N., PINKUS, A., STANEVSKY, M., COHEN, J., RAHIMI, O., ANKER, Y., SHOSEYOV, O., DRORI, E., (2022). Ecogeographic conditions dramatically affect trans-resveratrol and other major phenolics' levels in wine at a semi-arid area. *Plants*. 11 (5): 629.
- LUCARINI, M., DURAZZO, A., LOMBARDI-BOCCIA, G., SOUTO, E.B., CECCHINI, F., SANTINI, A. (2021). Wine polyphenols and health: quantitative research literature analysis. *Applied Sciences*. 11 (11): 4762.
- MAGAREY, P.A., WACHTEL, M.F., WEIR, P.C., SEEM, R.C. (1991) A computer-based simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Plant Protection Quarterly*. 6 (1): 29-33.
- MAIGRE, D., AERNY, J., MURISIER, F. (1998). Comparación de clones de Pinot Noir. I. Résultats agronomiques. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture e Horticulture*. 30 (6): 361-368.
- MAIGRE, D., AERNY, J., MURISIER, F. (1999). Comparación de clones de Pinot Noir. II. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture e Horticulture*. 31 (4): 183-189.
- MANACH C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C., JIMÉNEZ, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79 (5): 727-747.
- MARTÍNEZ, M.C. (1992). Adaptación al campo de cepas de la variedad Albariño cultivadas “*in vitro*”. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- MARTÍNEZ, M.C. (2005). Conservando nuestro patrimonio vitícola. *Humus*. 18: 37-39.
- MARTÍNEZ, M.C. (2007). La colección de variedades de vid del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Misión Biológica de Galicia). *La Semana Vitivinícola*. 3198: 3926-3929.
- MARTÍNEZ, M.C. (2010). Recuperación de la viticultura de montaña asturiana. *Acenología*. 14: 57-59.
- MARTINEZ, M.C. (2021). Biodiversidad vitícola española, un patrimonio agrario singular. *Terruños*. 31: 8-11.
- MARTÍNEZ, M.C. Y PÉREZ, J.E. (1999). La vid en el occidente del Principado de Asturias. Descripción ampelográfica de las variedades. Ed. Departamento de Publicaciones del CSIC, Madrid.
- MARTÍNEZ, M.C. Y PÉREZ J.E. (2000). The forgotten vineyard of the Asturias Princedom (north of Spain) an ampelographic description of its cultivars (*Vitis vinifera* L). *American Journal of Enology and Viticulture*. 51 (4): 370-378.
- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., SANTIAGO, J.L. (2005a). Los clones de Albariño (*Vitis vinifera* L.) seleccionados en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ed. Departamento de Publicaciones del CSIC, Biblioteca de Ciencias, Nº 19. Madrid. España.
- MARTÍNEZ, M.C., SANTIAGO, J.L., BOSO, S. (2005b). Contribución a la recuperación de la zona vitícola del Principado de Asturias. Localización, descripción, conservación y reintroducción en el mercado de las variedades allí cultivadas. *La Semana Vitivinícola*. 3075: 2358-2363.

- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., SANTIAGO, J.L. (2006). La colección de variedades de vid de la Misión Biológica de Galicia (CSIC). Interés Científico e Industrial. Agricultura, Revista Agropecuaria. 886: 510-512.
- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., GAGO, P., ALONSO-VILLAVERDE, V., SANTIAGO, J.L. (2007). Viticultura de montaña en Asturias. Primeros clones certificados de dos de sus variedades autóctonas. La Semana Vitivinícola. 3197: 3846-3847.
- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., GAGO, P.; SANTIAGO J.L. (2009). Description de la zone viticole de montagne des Asturies (Nord de L'Espagne). Viticulture de Montagne. 17: 66-75.
- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., SANTIAGO, J.L., GAGO, P., ALONSO-VILLAVERDE, V., LÓPEZ, C., ORRIOLS, I. (2012). Variedades de Vid de interés comercial para la zona vitícola de Betanzos. ISBN: 978-84-615-7506-0. PP 185.
- MARTÍNEZ, M.C., GAGO, P., BOSO, S., ALONSO-VILLAVERDE, V., SANTIAGO, J.L. (2013). Recuperación de la viticultura heroica asturiana. Enoviticultura. 21: 6-13.
- MARTÍNEZ, M.C. Y LÓPEZ ÁLVAREZ, J. (2015). Asturias entre las regiones pioneras en la modernización de la vitivinicultura española en el siglo XIX. La labor de Anselmo González del Valle, 1878-1901. La Semana Vitivinícola. 3444: 537-542.
- MARTÍNEZ, M.C., BOSO, S., GAGO, P., MUÑOZ-ORGANERO, G., DE ANDRÉS, M.T., GAFORIO, L., CABELLO, F., SANTIAGO, J.L., (2018). Value of two Spanish live grapevine collections in the resolution of synonyms, homonyms and naming errors. Australian Journal of Grape and Wine Research. 24: 430-438.
- MARTINEZ DE TODA, F. (2020). Variabilidad de los efectos potenciales del cambio climático sobre la fenología y la composición de la uva Tempranillo en tres zonas de la DOCaRioja (España). European Journal of Agronomy, 115.
- MARTÍNEZ DE TODA, F. Y SANCHA, J. C. (2000). Preservación y estudio de cinco antiguas variedades de vid en La Rioja: Maturana Blanca, Maturana Tinta, Monastel, Ribadavia y Turruntés: Estado del conocimiento en 1999. Investigación humanística y científica en La Rioja: homenaje a Julio Luis Fernández Sevilla y Mayela Balmaseda Aróspide / Julio Luis Fernández Sevilla (hom.), 2000, ISBN 84-89362-92-0, págs. 391-402.
- MASA, A. Y VILANOVA M. (2008). Characterization phenolic and aromatic of *Vitis vinifera* L cv. Albarin Blanco. Food Chemistry. 107: 273-281.
- MATEUS, N., MARQUES, S., GONÇALVES, A.C., MACHADO, J.M., FREITAS, V. (2001). Proanthocyanidin composition of red *Vitis vinifera* varieties from the Douro valley during ripening: influence of cultivation altitude. American Journal of Enology and Viticulture 52, 115-121.
- MATEUS, N., MACHADO, J.M., FREITAS, V. (2002). Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82, 1689-1695.
- MAUL, E., SCHREIBER, T., CARKA F., CUNHA, J., EIRAS DIAS, J.E.J., GARDIMAN, M., GAZIVODA, A., IVANIŠEVIĆ, D., KOOP, L., LIPMAN, E., MAGGIONI, L., MALETIĆ, E., MARAŠ, V., MARTINEZ, M.C., MUÑOZ ORGANERO, G., NIKOLIĆ, D., REGNER, F., RÖCKEL, F., SCHNEIDER, A., TÖPFER, R., ZDUNIĆ, G., ZIEGLER, M.,

- LACOMBE, T. (2019). Preservation via utilization: Minor grape varieties on-farm. *Acta Horticulturae*. 1248: 55-62.
- MAURI, L., SALLUSTIO, L., TAROLLI, P., (2019). The geomorphologic forcing of wild boars. *Earth Surface Processes and Landforms* 44, 2085-2094.
- MEZZATESTA, D.S., BERLI, F.J., ARANCIBIA, C., BUSCEMA, F., PICCOLI, P.N. (2022). Impact of contrasting soils in a high-altitude vineyard of *Vitis vinifera* L. cv. Malbec: root morphology and distribution, vegetative and reproductive expressions, and berry skin phenolics. *Oeno One*. 56: 2.
- MIDDLETON, E. J.R., KANDASWAMI, C., THEOHARIDES, T.C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*. 52 (4): 673-751.
- MONTESINOS, E., MORAGREGA, I., LLORENTE, P., VILARDELL, A., BONATERRA, A., PONTI, A., BUGIANI, P., CAVANNI, P., BRUNELLI, A. (1995). Development and evaluation of an infection model for *Stemphylium vesicarium* on pear based on temperature and wetness duration. *Phytopathology*. 85: 586-592.
- MORALES-CASTILLA, I., GARCÍA DE CORTÁZAR-ATAURI, I., COOK B.I., LACOMBE T., PARKER, A., VAN LEEUWEN, C., NICHOLAS, K.A., WOLKOVICH, E.M. (2020). Diversity buffers winegrowing regions from climate change losses. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 117 (6): 2864-2869.
- MORI, E., FERRETTI, F., LAGROTTERIA, A., LA GRECA, L., SOLANO, E., FATTORINI, N. (2020). Impact of wild boar rooting on small forest-dwelling rodents. *Ecological Research*. 35(4):675-681. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12113>.
- MORI, K., GOTO-YAMAMOTO, N., KITAYAMA, M., HASHIZUME, K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany*. 58 (8):1935-45.
- MURISIER, F. Y CRETENAND, J. (1982). L'eau et la maturation du raisin. *La Journée Vinicole*.
- NASSIRI-ASL, M. Y HOSSEINZADEH, H. (2016). Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its bioactive constituents: an update. *Phytotherapy Research*. 30 (9): 1392-1403.
- NEL, A.P. (2018). Tannins and anthocyanins: from their origin to wine analysis. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 39: 1.
- NÚÑEZ-IGLESIAS, M.J., NOVIO, S., GARCÍA, M.C., PÉREZ-MUÑUZURI, E., MARTÍNEZ, M.C., SANTIAGO, J.L., BOSO, S., GAGO, P., FREIRE-GARABAL, M. (2021). Co-adjuvant therapy efficacy of catechin and procyanidin B2 with docetaxel on hormone-related cancers in vitro. *International Journal of Molecular Sciences*. 22 (13): 1-29.
- OJA, R., SOE, E., VALDMANN, H., SAARMA, U. (2017). Non-invasive genetics outperforms morphological methods in faecal dietary analysis, revealing wild boar as a considerable conservation concern for ground-nesting birds. *PLoS ONE*. 12(6): e0179463.
- OJEDA, H., ANDARY, C., KRAEVA, E., CARBONNEAU, A., DELOIRE, A. (2002). Influence of pre- and postvéraison water deficit on synthesis and concentration of skin

phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Syrah. American Journal of Enology and Viticulture. 53, 261-267.

-ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LA VID Y EL VINO. (2009). Lista de descriptores OIV para variedades de vid y especies de *Vitis*.

-PEARSON, R.C. Y GADOURY, D.M. (1987). *Cleistothecia*, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York. Phytopathology. 77: 11: 1509-1514.

-PEARSON, R.C. Y GÄRTEL, W. (1985). Occurrence of hyphae of *Uncinula necator* in buds of grapevine. Plant Disease. 69 (2): 149-151.

-PEARSON, R.C., Y GOHEEN, A.C. (1996); Plagas y enfermedades de la vid. Madrid, editorial Mundi Prensa.

-PÉREZ-MAGARIÑO, S. Y GONZÁLEZ-SAN JOSE, M.L. (2006). Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. Food Chemistry. 96: 197-208.

-PÉREZ MARÍN J.L. (1998). Los parásitos de la vid: estrategias de protección razonada. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

-PEREZ-VIZCAINO, F., DUARTE, J., JIMENEZ, R., SANTOS-BUELGA, C., OSUNA, A. (2009). Antihypertensive effects of the flavonoid quercetin. Pharmacological Reports. 61 (1): 67-75.

-PERIN, C., LUCCHIN, M., VANNOZZI, A. (2019). Singular effect of soil and climate on grapevine development and berry traits in two Italian cultivars, "Glera and Corvina". Acta Horticulturae. 1248: 249-256.

-PICCARDO, P., FAVRE, G., PASCUAL, O., CANALS, J.M., ZAMORA, F., GONZÁLEZ-NEVES, G. (2019). Reducción del contenido de alcohol y pH de vinos tintos Pinot Noir y Tannat empleando uvas con diferentes niveles de maduración. 41st World Congress of Vine and Wine. Bio web of Conferences. 12: 7.

-PICO, A.M. (1992). Presence in the atmosphere of vino and tomato pathogens. Aerobiologia 8: 459-463.

-PIERI, P., ZOTT, K., GOMES, E., HILBERT, G. (2016). Nested effects of berry half, berry and bunch microclimate on biochemical composition in grape. Oeno One. 50 (3): 145-159.

-PIQUERAS-HABA, J. (2005). La filoxera en España y su difusión espacial: 1878-1926. Cuadernos de Geografía. 77: 101-136.

-PLINIO SEGUNDO, CAYO (23-79 d.C.) (2º Edición 1999). Historia natural de Cayo Plinio Segundo. Traducida y anotada por Francisco Hernández (libros primero a vigésimo quinto) y por Jerónimo de Huerta (libro vigésimo sexto a trigésimo séptimo) y apéndice (libro séptimo capítulo LV). Ed. Visor Libros. Madrid, España

-POTENZA, M.A., MARASCIULOM, F.L., TARQUINIOM, M., TIRAVANTI, E., COLANTUONO, G., FEDERICI, A., KIM, J.A., QUON, M.J., MONTAGNANI, M. (2007) EGCG, a green tea polyphenol, improves endothelial function and insulin sensitivity, reduces blood pressure, and protects against myocardial I/R injury in SHR. American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism. 292 (5): E1378-E1387.

- POUGET, R. (1990). Histoire de la lutte contre le phylloxéra de la vigne en France (1868-1895). Institut National de la Recherche Agronomique et Office International de la Vigne et du Vin. Editorial INRA: OIV, Paris.
- PRAJONGJAI, T., POOLSAWAT, O., PORNBUNGKERD, P., WONGKAEW, S., TANTASAWAT, P.A. (2014). Evaluation of grapevines for resistance to downy mildew (*Plasmopara viticola*) under laboratory and field conditions South African Journal of Enology and Viticulture. 35 (1): 43-50.
- RAMOS, M. C. Y MARTÍNEZ DE TODA, F., (2020). Variability in the potential effects of climate change on phenology and on grape composition of Tempranillo in three zones of the Rioja DOCa (Spain). European Journal of Agronomy. 115, 126014.
- REBOLO LOPEZ, S. (2007). Estudio de la composición polifenólica de vinos tintos gallegos con D.O: Ribeiro, Valdeorras y Ribeira Sacra. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Campus de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela,
- REYNOLDS, A.G., TAYLOR, G., CHRISTIANE DE SAVIGNY, C. (2013). Defining Niagara terroir by chemical and sensory analysis of Chardonnay wines from various soil Textures and Vine Sizes. American Journal of Enology and Viticulture. 64 (2): 180-194.
- RODRIGUEZ MONTEALEGRE, R., ROMERO PECES, R., CHACÓN VOZMEDIANO JL, MARTÍNEZ GASCUEÑA, J., GARCÍA ROMERO, E. (2006). Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. Journal of Food Composition and Analysis. 19 (6): 687-693.
- RODRIGUEZ VUELTA, A. (2021). Análisis de la influencia de la altitud del viñedo sobre los parámetros de maduración de la uva en la “D.O. Bierzo.” Trabajo de fin de grado. Universidad de La Rioja, 2021.
- RUMBOLZ, J., WIRTZ, S., KASSEMAYER., H-H., GUGGENHEIM., R., SCHÄFER, E., BÜCHE, C. (2002). Sporulation of *Plasmopara viticola*: Differentiation and light regulation. Plant Biology. 4 (3): 413-422.
- RUZIC, I., SKERGET, M., KNEZ, Z., RUNGE, M. (2011). Phenolic content and antioxidant potential of macerated white wines. European Food Research and Technology. 233 (3): 465-472.
- SAMS, B., BRAMLEY, R.G.V., SANCHEZ, L., DOKOOZLIAN, N., FORD, C., PAGAY, V. (2022) Remote sensing, yield, physical characteristics, and fruit composition variability in Cabernet Sauvignon vineyards. American Journal of Enology and Viticulture. 73 (2): 93-105.
- SÁNCHEZ-MONFORT, M., GRACIA, P., GUASCH, E., LÓPEZ-VICENTE, M., IRIGOYEN, J.J, GOGORCENA, Y. (2020). Aptitud enológica de variedades de vid cultivadas en zonas de montaña. En: Reuniones del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. 34ª Reunión. Centro de Transferencia Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, Zaragoza, 10 y 11 de abril de 2019, pp. 167-173. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, D.L.
- SANTIAGO, J.L., BOSO, S., MARTÍN J.P., ORTIZ, J.M., MARTÍNEZ, M.C. (2005a). Characterization and identification of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars from northwestern Spain using microsatellite markers and ampelometric methods. Vitis. 44 (2): 67-72.

- SANTIAGO, J.L., BOSO, S., VILANOVA, M., MARTÍNEZ, M.C. (2005b). Characterization of cv. Albarín Blanco (*Vitis vinifera* L.). Synonyms, Homonyms and errors of identification. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 39 (2): 57-65.
- SANTIAGO, J.L., BOSO, S., ALONSO-VILLAVARDE, V., GAGO, P., MARTÍNEZ, M.C. (2010). Comportamiento del Verdejo Negro en montaña y en litoral. *La Semana Vitivinícola*. 3316: 1350-1355.
- SANTOS-BUELGA, C., FRANCIA-ARICHA, E.M., ESCRIBANO-BAILÓN, M.T. (1995). Comparative flavan-3-ol composition of seeds from different grape varieties. *Food Chemistry*. 53 (2):197-201.
- SAS INSTITUTE INC. (2020). SAS OnlineDoc, version 9. SAS institute, Inc., Cary, North California, USA.
- SCHLAGETER, A., HAAG-WACKERNAGEL, D. (2012). Evaluation of an odor repellent for protecting crops from wild boar damage. *Journal of Pest Science*. 85:209–215. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0415-4>.
- SCHROETER, H., HEISS, C., BALZER J., KLEINBONGARD, P., KEEN, C.L., HOLLENBERG, N.K., SIES, H., KWIK-URIBE, C., SCHMITZ, H.H., KELM, M. (2006). Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 103 (4): 1024-1029.
- SEGUIN, B. Y DE CORTAZAR, I.G. (2006). Climate warming: consequences for viticulture and the notion of ‘terroirs’ in Europe. *Acta Horticulturae*. 689 (689): 61-69.
- SEGUIN, G. (1986). Terroirs’ and pedology of wine growing. *Experientia*. 42: 861-873.
- SEOANE, L.F. (1999). Caracterización, integración y análisis espacial de variables edafoclimáticas. Metodología y aplicación al cultivo del viñedo en la D.O.ca Rioja. Tesis doctoral. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
- SEOANE, L.F. (2006): “La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinifera”. *GeoFocus (Artículos)*, nº 6, p. 1-32. ISSN: 1578-5157.
- SHARMA, A., KAUR, M., KATNORIA, J.K., NAGPAL, A.K. (2018) Polyphenols in food: cancer prevention and apoptosis induction. *Current Medicine Chemistry*. 25 (36): 4740-4757.
- SKREDE, G. Y WROLSTAD, R.E. (2002). Flavonoids from berries and grapes. *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*. 2nd ed. Boca Raton, Florida: CRC Press. 71-134.
- SONDEJ, I. Y KWIATKOWSKA-FALIŃSKA, A.J. (2017). Effects of wild boar (*Sus scrofa* L.) rooting on seedling emergence in Białowieża Forest. *Polish Journal of Ecology*. 65(4):380-389.
- SONG, J., SMART, R., WANG, H., DAMBERGS, B., SPARROW, A., QIAN, M.C. (2015). Effect of grape bunch sunlight exposure and UV radiation on phenolics and volatile composition of *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir wine. *Food Chemistry*. 173: 424-431.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H., DICKEY, D. (1997). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*, third edition, New York: McGraw-Hill, Inc.
- SUAREZ-CANTÓN, N. (1879a). Asturias vinícola. Breves apuntes sobre el vino de Cangas de Tineo. *Revista de Asturias, Año III*. 14: 219-221.

- SUAREZ-CANTÓN, N. (1879b). Asturias vinícola. Breves apuntes sobre el vino de Cangas de Tineo. *Revista de Asturias*, Año III. 15: 233-238.
- SUMITHA, P.S. Y V. SHAHARBAN, V. (2022). Economic impact of wild animal conflict on agricultural sector-a study in wayanad district. Kerala, India. *Asian Journal of Agricultural Research*. 17-25.
- SUTER, B., DESTAC, A., GOWDY, M., DAI, Z., VAN LEEUWEN, C. (2021). Adapting wine grape ripening to global change requires a multi-trait approach. *Frontiers in Plant Science*. 5 (12): 624867.
- TOMASI, D., BATTISTA, F., GAIOTTI, F., MOSETTI, D., BRAGATO, G. (2015). Soil influence on root distribution and implications for berry and wine quality of the Tocai Friulano variety. *American Journal of Enology and Viticulture*. 66 (3) (2015), pp. 363-372
- VAJAS, P., CALENGE, C., RICHARD, E., FATTEBERT, J., ROUSSET, C., SAÏD, S., BAUBET, E. (2020). Many, large and early: hunting pressure on wild boar relates to simple metrics of hunting effort. *Sci Total Environ*. 698:134251.
- VAN LEEUWEN, C. Y SEGUIN, G. (2006). The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*. 17 (1): 1-10.
- VAN LEEUWEN, C., ROBY, J.F., DE RESSEGUIE, L. (2018). Soil-related terroir factors: a review. *OENO One*. 52 (2): 173-188.
- VAUDOUR, E., COSTANTINI, E., JONES, G.V., MOCALI, S. (2015) An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning. *SOIL*. 1 (1): 287-312.
- WAN, Y.Z., SCHWANINGER, H., HE, P.C., WANG, Y.J. 2007. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. *Vitis*. 46, 132-136.
- WILCOX, W.F. Y WOLF, T.K. (2008). Disease management. In: wine grape production guide for eastern North America, NRAES-145 (T.K. Wolf, ed.). Ithaca, NY: Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service. 216-240.
- WU, Y., DUAN, S., ZHAO, L., GAO, Z., LUO, M., SONG, S., XU, W., ZHANG, C., MA, C., WANG, S. (2016). Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes. *Scientific Reports*. 4 (6): 31116.
- YANG, Y., SONG, C., FALGINELLA, L., CASTELLARIN, S.D. (2020). Day temperature has a stronger effect than night temperature on anthocyanin and flavonol accumulation in 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.) grapes during ripening. *Frontiers in Plant Science*. 11:1095.
- YPEMA, H.L. Y GUBLER, W.D. (2000). The distribution of early season grapevine shoots infected by *Uncinula necator* from year to year: a case study in two California vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51 (1): 1-6.
- ZAMORA, F. (2003) Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y técnicos. Ed. AMV ediciones. Madrid.
- ZARROUK, O., BRUNETTI, C., EGIPTO, R., PINHEIRO, C., GENEBRA, T., GORI, A., LOPES, C.M., TATTINI, M., CHAVES, M.M. (2016). Grape ripening is regulated by deficit irrigation/elevated temperatures according to cluster position in the canopy. *Frontiers in Plant Science*. 15 (7): 1640.

-ZHU, F.M., DU, B., LI, J. (2014) Effect of ultrafine grinding on physicochemical and antioxidant properties of dietary fiber from wine grape pomace. *Food Science and Technology International*. 20 (1): 55-62.



La zona vitícola asturiana, se sitúa en el suroccidente del Principado de Asturias. Se enmarca en la denominada viticultura heroica, por desarrollarse en zona de montaña y fuerte pendiente. Existen diferencias microclimáticas, en función de la ubicación y orografía de cada parcela, influyendo notablemente en el manejo del cultivo y en la calidad del vino. Entre las variedades autóctonas utilizadas, destacan mayoritariamente el Albarín Blanco y el Verdejo Negro. La tesis aborda el estudio del comportamiento de un clon de Albarín Blanco y otro de Verdejo Negro, cultivados en viñedos situados en distintos puntos geográficos de D.O. Los resultados muestran notables diferencias en la calidad de la uva, en la incidencia a enfermedades (Mildiu, Oidio, Botrytis) y en la concentración de polifenoles en el vino.