

José Antonio Riveiro Valiño

## Obtención de Indicadores de Sostenibilidad Agraria a partir de la Modelización de los Sistemas Productivos

Recibido: Setembro 2008 / Aceptado: Outubro 2008  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2009

**Resumen** Para alcanzar una actividad agraria sostenible es necesario disponer de herramientas de ayuda a la planificación y gestión del desarrollo rural, basadas en la obtención de indicadores que representen la realidad del sector y a su vez, permitan realizar análisis de previsiones. Dado que la sostenibilidad de un sistema se apoya en tres pilares, el social el económico y el ambiental, se han desarrollado una serie de modelos y herramientas que permiten medir y evaluar la actividad agraria, tanto en su situación actual como su evolución, mediante indicadores económicos, socio-laborales y ambientales relacionados con esta actividad. Los trabajos realizados se basan en la utilización de los microdatos de los Censos Agrarios, a partir de los cuales se buscan los diferentes sistemas productivos, se analiza su localización territorial y la relación con determinados factores ambientales, y se caracterizan utilizando explotaciones modelo representativas que son la base del análisis técnico-económico y financiero que permite obtener indicadores económicos.

**Palabras Clave** tipificación, clasificación, vacuno lechero, análisis económico, análisis financiero.

**Abstract** To achieve a sustainable farming is a need for tools to assist planning and management of rural development, based on the collection of indicators that represent the reality sector and in turn, allow analysis of forecasts. Since the sustainability of a system rests on three pillars, the economic and social environment, have developed a number of models and tools to measure and

evaluate farming, both in their current situation and its evolution through indicators economic, social and labour and environmental associated with this activity. The work is based on the use of microdata the agricultural census, from which looks different production systems, he examines its territorial location and relationship with certain environmental factors, and are characterized using model farms that are representative the basis of technical analysis-economic and financial giving economic indicators.

**Key Words** typing, sorting, dairy, economic analysis, financial analysis

### Introducción

En el Informe Brundtland (1987), se define el desarrollo sostenible como aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las futuras para atender a sus propias necesidades. La sostenibilidad de un sistema se apoya en tres pilares, el social el económico y el ambiental. La actividad agraria, por su repercusión en estos tres pilares, presenta un gran interés en cuanto a considerar su desarrollo sostenible. Según los datos del Censo Agrario de 1999 (INE, 1999), en España, esta actividad productiva ocupa a 1.188.934 UTAs (Unidades de Trabajo Agrícola) y la SAU (Superficie Agraria Útil), abarca a un 52% del territorio. En Galicia, según esta misma fuente, ocupa a 193.572 UTAs y abarca un 24% del territorio, generando en términos económicos, un 4,8% de la producción final.

Así pues, ante la gran relevancia del sector agrario, tanto a nivel regional como nacional, es necesario disponer de herramientas de ayuda a la planificación de la actividad agraria, para conducirla por el camino de la sostenibilidad. Esto resulta especialmente complejo en regiones como Galicia, con una agricultura basada en explotaciones familiares caracterizadas por su diversidad de aprovechamientos y sistemas productivos, gran variedad dimensional y elevada dispersión territorial.

José Antonio Riveiro Valiño  
Escuela Politécnica Superior. Lugo  
Universidad de Santiago de Compostela  
Campus Universitario s/n, 27002 Lugo  
Tlfno: 982 22 33 25 ext. 23614. Fáx: 982 28 59 26  
e-mail: joseantonio.riveiro@usc.es

La diferenciación de sistemas productivos mediante la clasificación de explotaciones, ha sido utilizada por muchos investigadores en otros ámbitos y con diferentes objetivos. Hardiman et al, (1990), utilizó el análisis Cluster para la identificación y la clasificación de sistemas de explotación, técnica que le permitió identificar grupos y subgrupos representativos, lo que le resultó útil para la determinación de límites geográficos de los diferentes sistemas de explotación, seleccionar las áreas apropiadas para la introducción de nuevas tecnologías y para realizar una taxonomía de sistemas de explotaciones. Duvernoy, (2000), identificó tipologías de explotaciones analizando la cubierta vegetal a partir de la fotografía aérea. Leeson et al, (1999), realizaron una clasificación de los sistemas de gestión a partir de una muestra explotaciones agrícolas. Seleccionando variables cuantitativas relativas al proceso productivo, pudieron diferenciar claramente los sistemas ecológicos de los convencionales.

Girard et al, (2001), catalogaron los sistemas de explotación en base a las prácticas de utilización del suelo. Tras una clasificación a partir del tamaño de las explotaciones, Tavernier and Tolomeo, (2004), encontraron una correlación positiva significativa entre las pequeñas explotaciones y las prácticas de agricultura sostenible. En esta misma línea de clasificación, Demircan et al, (2006), detectaron notables diferencias en los resultados técnicos y económicos obtenidos, en relación con el tamaño de la granja. La intervención de los factores sociales y económicos queda de manifiesto con el trabajo de Rounsevell, (2003), que realizó un acercamiento a la modelización de la distribución espacial del uso del suelo, basándose en los procesos socio-económicos y físicos que la controlan, simulando el proceso productivo de las explotaciones.

En consideración del factor ambiental, Kristensen et al, (2001), pusieron de manifiesto la relación de la actividad agraria con la paisajística a través de estudios realizados en áreas con un uso extensivo del suelo y explotaciones diferentes en cuanto a tipo de producción, tamaño y características socioeconómicas, factores estos relacionados con las actividades paisajísticas. Trabajos similares fueron realizados posteriormente por Thenail, (2002) y Thenail and Baudry, (2004). Defontaines (1995), a partir de un estudio sobre dos regiones francesas, concluyó que el sistema productivo y de funcionamiento de las explotaciones, parecía tener una importante influencia en la organización paisajística. También Roschewitz (2004), en un estudio realizado en una región del norte de Alemania, encontró relaciones entre la complejidad del paisaje y el grado de especialización de las explotaciones, tanto a nivel local como regional.

Ante este escenario y con la experiencia previa en Ordenación Productiva Agraria, se abrió una línea de investigación con el propósito de la obtención de herramientas de ayuda a la planificación de la actividad agraria, partiendo del análisis de los sistemas productivos existentes. El objetivo de estos trabajos fue la obtención de indicadores que facilitaran la toma de decisiones en torno a procesos de ordenación o planificación de producciones agrarias. Para ello se buscó la diferenciación de los sistemas productivos analizando su tipología, dimensión y

localización territorial, para luego establecer modelos representativos a partir de los cuales, mediante un análisis técnico-económico y financiero, se obtendrán estos indicadores.

---

## Material y métodos

El material base de partida para lograr el objetivo establecido, fue el Censo Agrario. Este se realiza normalmente cada 10 años, siendo los dos últimos y más completos que se han acometido, los de 1989 (INE, 1989) y el de 1999 (INE, 1999), estando disponibles en ambos casos los microdatos (datos desagregados a nivel de explotación, vinculada geográficamente esta a un determinado ámbito municipal). A esta fuente también han recurrido otros investigadores con distintos objetivos (Dragosits et al, 1998), similares objetivos (Divila and Doilicha, 2005), e incluso en el mismo ámbito territorial (UTE EIDO-USC, 2004). El Censo Agrario, a partir de los microdatos, proporciona para cada explotación, información relativa a su situación geográfica, titularidad, personalidad jurídica y gestión, superficie total, superficie agrícola utilizada (SAU), régimen de tenencia de la tierra, superficie en regadío, utilización del suelo (cultivos en secano regadío y superficies), tipos de asociación de cultivos, ganadería (especies y recuento), capacidad de almacenamiento de abonos de origen animal, maquinaria, prácticas ecológicas, mano de obra en la explotación (familiar y no familiar) y comercialización de productos. El hecho de disponer de toda esta información para cada explotación agraria, unido a la consiguiente posibilidad de incorporar otra información con un grado de agregación igual o mayor, hacen del Censo Agrario la fuente idónea para abordar en una primera fase, el objetivo establecido. Complementariamente, en fases posteriores de los trabajos, se recurre a la información obtenida mediante encuestas y entrevistas a productores, información técnica y económica relativa a productos e insumos y a la utilización de bases de datos agroforestales.

Los trabajos se desarrollaron en varias etapas: (1) diferenciación de sistemas productivos, (2) análisis espacial, (3) caracterización de sistemas productivos, y (4) obtención de indicadores a partir del análisis de los modelos productivos. El tratamiento y gestión de toda la información se realiza mediante gestores de bases de datos y utilizando hojas de cálculo con la ayuda de macros programadas.

## Diferenciación de los sistemas productivos

Su propósito es identificar grupos de explotaciones con comportamientos similares pero diferenciados respecto de los demás grupos.

La diferenciación de los sistemas productivos se realiza contemplando dos aspectos; por una parte la dimensión productiva y por otra el proceso productivo seguido en las explotaciones. En lo sucesivo, en este artículo, a la diferenciación atendiendo a la dimensión productiva se la denominará de modo específico con el término "clasificación" y a la diferenciación atendiendo al proceso

productivo seguido en las explotaciones, con el término "tipificación".

El proceso de tipificación consistirá en el agrupamiento de explotaciones en clases disjuntas, en el interior de las cuales, estas presentan un cierto grado de homogeneidad. Las variables de agrupamiento que darán lugar a los diferentes sistemas productivos, serán el tipo y número de aprovechamientos que integran la explotación, independientemente de su dimensión productiva.

El proceso de clasificación consistirá en el agrupamiento de explotaciones atendiendo a determinados rangos dimensionales representativos, independientemente de su tipología productiva.

La generación de tipologías tiene como fundamento un proceso matemático combinatorio, con base en los microdatos del Censo Agrario. Partiendo de estos microdatos, mediante consultas previas, se crea una tabla de datos con una estructura estandarizada, que contiene la información correspondiente a todas las explotaciones con un determinado aprovechamiento en común previamente seleccionado. A partir de esta se generan las distintas combinaciones de aprovechamientos existentes, contabilizando el número de explotaciones en que está presente cada combinación. Dado el elevado número de posibles combinaciones, este proceso se somete a dos tipos de restricciones: (1) se establece un valor dimensional mínimo para que un aprovechamiento forme parte de una combinación, y (2) se establece un número mínimo de explotaciones para que una combinación sea considerada. Esta metodología se ha plasmado en un algoritmo, que mediante la programación de macros sobre hojas de cálculo, genera las posibles combinaciones. Del análisis manual de estas combinaciones obtenidas, se extraen las más representativas, que conformarán las tipologías de explotaciones resultantes. (Alvarez et al, 2008, Riveiro et al, 2008).

El proceso de clasificación de explotaciones atendiendo a su dimensión, no obedece a una metodología específica, pero sí parte de unos criterios generales. La clasificación se realiza a partir de la dimensión productiva del aprovechamiento de referencia seleccionado (común en todas las combinaciones), independientemente de la dimensión de otros aprovechamientos integrantes de la explotación. Las unidades dimensionales de referencia son la superficie en el caso de cultivos agrícolas o forestales y el número de cabezas o un múltiplo (UGM), en el caso de aprovechamientos ganaderos. El número de rangos dimensionales y sus límites dependerán de cada aprovechamiento de referencia.

## Análisis espacial

Este análisis se realiza ante la hipótesis de que en un medio heterogéneo, los sistemas productivos presentarán un cierto grado de heterogeneidad, condicionados por los factores de este medio. Los factores considerados, con información disponible desagregada a nivel municipal, son los termométricos, pluviométricos, pendientes medias y

cotas geográficas. Los datos termométricos y pluviométricos se obtuvieron del Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA) del Ministerio de Agricultura (MAPA, 2004), y los datos relativos a la pendiente media y cota geográfica, del Instituto Galego de Estadística (IGE, 2006).

La metodología de análisis espacial se desarrolla partiendo de tres enfoques diferentes: a) análisis de la distribución espacial de diferentes aprovechamientos en relación con determinados factores del medio físico; b) estudio de la relación de los sistemas productivos adoptados por las explotaciones en relación con su localización, mediante la zonificación territorial a partir de los valores que presentan los factores del medio físico, y c) análisis de las características ambientales que concurren en espacios territoriales comunes, obtenidos según cada rango de valores de las distintas variables del sistema productivo, (Riveiro, 2007).

(a) El análisis de la distribución espacial se efectúa del modo que se describe. Para cada uno de los factores considerados, a partir de los valores mínimo y máximo adoptados por estos, se establecen diez rangos de valores de igual amplitud. Para cada uno de estos rangos, se determina el valor de la variable de explotación considerada. Cuando se trata de variables que representan valores absolutos (número de explotaciones, suma de la dimensión del aprovechamiento de referencia, etc), se aplica un coeficiente de ponderación que iguala la representatividad de los distintos municipios, en relación con la SAU que aporta cada uno. El valor que la variable de explotación considerada adopta para cada rango, se traslada a una escala de valores entre 0 y 100, resultando así indicativo de la importancia de la variable respecto del factor considerado.

(b) El estudio del grado de adaptación de los sistemas productivos utilizados en las explotaciones en relación con su localización, se efectúa mediante la zonificación territorial previa a partir de los valores adoptados por cada uno de los factores del medio físico. Esta consiste en agrupar todos los municipios (zonas geográficas), para los cuales el factor considerado toma valores dentro de un mismo rango preestablecido. El número de rangos, que serán de igual amplitud, va a depender principalmente de la influencia del factor sobre la actividad. Si esta es elevada, el número de rangos para la zonificación, deberá ser mayor. Para los trabajos que se exponen en este artículo, se han establecido tres rangos que dan lugar a tres zonas para cada factor (Z1, Z2 y Z3). Siguiendo esta metodología, se analizaron distintas variables, de las que pueden servir como indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos, las siguientes: Grado de intensificación de la producción mediante la relación entre las Unidades de Ganado Mayor de bovinos y la Superficie Forrajera total de la explotación (UGM Bov/SF Tot.); porcentaje de la Superficie Forrajera total dedicada al cultivo del maíz forrajero (SF Maíz/SF Tot.); grado de mecanización de la explotación a partir de la relación entre la potencia total de los tractores de la explotación y la Superficie Agraria Utilizada (CV Tract./SAU); y el grado de especificidad en la producción forrajera, mediante la relación entre la superficie

dedicada a la producción forrajera y la superficie agraria disponible (SF Tot/SAU).

(c) El análisis de las características ambientales que concurren en espacios territoriales comunes, obtenidos según cada rango de valores de las distintas variables del sistema productivo, se realiza mediante una zonificación territorial para cada variable y según tres rangos de valores de igual amplitud, asimilables a valores bajos, medios y altos (1, 2, y 3 respectivamente). Por otra parte, para cada uno de los factores del medio considerados, se establecen diez rangos de valores de igual amplitud, (identificándolos mediante un dígito correspondiente a su orden; 1, 2, ... 10). Para cada zona resultante de cada variable (1 a 3), se determina el número de espacios territoriales en los que se repite un mismo valor discreto (1 a 10), de cada factor del medio. Así, considerando la Moda (valor discreto del factor del medio con mayor frecuencia), se obtienen las características ambientales más afines a cada valor discreto de cada variable caracterizadora del proceso productivo.

## Caracterización de los sistemas productivos

Una vez que se han diferenciado los sistemas productivos a partir de su clasificación dimensional, tipificación y zonificación territorial, caben dos opciones de análisis técnico, económico y financiero con el objetivo de obtener indicadores: (1) partir del análisis individual de cada explotación de cada grupo, para caracterizar el sistema productivo que lo representa mediante la aplicación de estadísticos descriptivos al conjunto de resultados individuales, (Barbeyto 1998, 2008), (Conesa, 2006) y (2) definir un modelo productivo que sea representativo del sistema productivo correspondiente a cada grupo de explotaciones previamente diferenciado, a partir del cual se efectúe el análisis. Esta segunda opción presenta ventajas que radican en la posibilidad de efectuar análisis de sensibilidad o la actualización de resultados.

La caracterización del modelo se realiza a partir de la información del Censo Agrario, complementada con la realización de encuestas a productores, a partir de las cuales se obtiene la información cualitativa y cuantitativa, que permite definir y cuantificar los recursos utilizados, estableciendo así los valores característicos para cada una de las variables que definen el proceso productivo de cada explotación modelo. (Cap IV tesis).

La muestra se selecciona aleatoriamente sobre las explotaciones de cada uno de los estratos obtenidos en el procedimiento previo de clasificación, tipificación y zonificación.

## Análisis de modelos productivos

El análisis de los modelos de explotaciones representativos permite obtener indicadores técnicos, económicos y financieros, que servirán para representar la realidad productiva de cada sector.

El análisis técnico-económico se basa en la simulación de una cuenta anual de explotación (balance anual entre ingresos y gastos), para cada modelo representativo, (Riveiro et al, 2005). Para evaluar la rentabilidad financiera de estos modelos, las explotaciones representativas se consideran como proyectos de inversión y se adoptan los criterios usualmente utilizados en el análisis coste-beneficio de proyectos agrarios (Gittinger, 1987). En el contexto analítico desarrollado con una base común de información, el análisis financiero se puede vincular al análisis técnico-económico, asumiendo que cuantitativamente la mayor parte de los gastos equivalen a los costes (efectos negativos) y los ingresos, a los beneficios (efectos positivos), considerando ciertas particularidades y simplificaciones. (Riveiro, 2007). Cap V De los resultados de la cuenta anual de explotación, se descuentan las partidas de costes correspondientes a amortizaciones del inmovilizado e intereses del capital. De este modo, los considerados como ingresos en la cuenta anual constituyen la partida anual de beneficios ordinarios en el enfoque financiero y la suma de los considerados como gastos variables y fijos de la cuenta anual, la partida anual de costes ordinarios para el análisis financiero. En cuanto a la determinación de las inversiones, se consideró para cada modelo de explotación una dimensión productiva y unas características del inmovilizado que no se ven modificados a lo largo de su vida útil. Así, todo el inmovilizado se contabiliza en el año 1 como una inversión y las sucesivas renovaciones de bienes inmuebles, como un coste extraordinario que ocurre al final de la vida útil del bien al que sustituye, y que a su vez ocasiona en el mismo instante, un beneficio extraordinario de cuantía igual a su valor residual. Dado que al final del periodo de vida considerado para la explotación (proyecto de inversión), no todos los bienes inmuebles han agotado su vida útil, se considera que estos generan un beneficio extraordinario equivalente a la suma de su valor residual y el valor correspondiente a la suma de las cuantías de amortización lineal para el periodo de vida útil no agotado.

Los principales indicadores utilizados fueron el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Beneficio Anual Equivalente (BAE).

---

## Resultados y discusión

La metodología descrita se aplicó a una población de 16.445 explotaciones de vacuno lechero, contempladas por el Censo Agrario de 1999 (INE, 1999), para Galicia. Esta población se corresponde con aquellas explotaciones que comercializan leche y cuentan con un mínimo de 10 vacas en edad productora. La justificación de esta selección estriba en los siguientes aspectos: (1) es el aprovechamiento que presenta un mayor número de explotaciones y la mayor heterogeneidad; (2) la explotación de vacuno lechero es la de mayor aportación a producción final agraria gallega, y (3) es posible disponer de abundante información relativa a diversos aspectos de la actividad productiva, lo cual permite comparar y discutir los resultados obtenidos.

## Diferenciación de los sistemas productivos

En la tabla 1 se muestra el resultado de la clasificación de las explotaciones en 5 rangos dimensionales de igual amplitud. Un 70% de las explotaciones son de reducida dimensión, un 28% de dimensión media (típica explotación familiar) y un 2% superaría la dimensión correspondiente a la de una explotación unifamiliar. En principio se podría pensar que las correspondientes a los tres rangos intermedios encajarían con criterios de sostenibilidad, pero es necesario conocer otros resultados para llegar a esta conclusión.

Rango	Nº Explotaciones	Promedio
10 a 24	11.586	15,58
25 a 39	3.385	30,02
40 a 54	1.002	44,63
55 a 69	246	60,00
> 69	226	102,97

Tabla 1.- Distribución de las explotaciones según dimensión

Para el ejemplo que se expone, el proceso de tipificación se realiza partiendo de la clasificación dimensional previa de las explotaciones. Las combinaciones de primer orden (combinaciones del aprovechamiento de referencia con cada uno de los restantes considerados), dan lugar a los resultados expuestos en la tabla 2. Esta muestra cuales son los principales aprovechamientos en las explotaciones de vacuno (praderas y cultivos forrajeros, seguidos de los aprovechamientos forestales). Si se analizan los valores por rangos dimensionales, se puede observar como aprovechamientos ecológicamente más sostenibles (pradera permanente) cuentan con una mayor presencia en las explotaciones más pequeñas, mientras que otros más agresivos (maíz forrajero), cuentan con una mayor presencia en las explotaciones de mayor dimensión. En la figura 1 se muestran los resultados para combinaciones de orden 5 (combinaciones de hasta 5 aprovechamientos con el de referencia). El análisis de la información que origina

este árbol combinatorio permite identificar los grupos diferenciados y así establecer las tipologías de explotaciones representativas que se indican en la tabla 3, y también extraer conclusiones relacionadas con la diversificación productiva en las explotaciones. Así, se obtienen tres tipologías en torno a las explotaciones de vacuno lechero: (1) Tipología 1, (T1): Formada por las 6.094 explotaciones que cuentan con maíz forrajero y sin presencia de vacuno de carne en un número igual o superior a 5 vacas de aptitud cárnica. (2) Tipología 2, (T2): Formada por 8.910 explotaciones, con igual estructura que la T1 a diferencia de que no cuentan con maíz forrajero, constituyendo su base forrajera exclusivamente las producciones pratenses, y (3) Tipología 3, (T3): Formada por las 1.441 explotaciones con un número mínimo de 5 cabezas de vacuno de aptitud cárnica, independientemente de la presencia de otros aprovechamientos en la explotación. Los resultados que se muestran en la tabla 3, correspondientes a datos del Censo Agrario de 1999, son reflejo de una tendencia actual a la simplificación de sistemas productivos en torno a la Tipología 1.

## Análisis espacial

La explotación de ganado vacuno de aptitud lechera en Galicia es una actividad vinculada a la producción forrajera, que ha sufrido importantes transformaciones en las últimas décadas y más intensamente en los últimos años. Se han visto modificados los sistemas productivos y los espacios ocupados. Para este estudio, a modo ejemplarizante, se han seleccionado las 6.094 explotaciones de la tipología 1 (T1), la más común en la actualidad. Esta actividad productiva, con una mayor rentabilidad unitaria que las dos anteriores y unas condiciones climáticas ideales para la producción forrajera en la mayor parte de la región, ha ido desplazando otras producciones.

(a) Los resultados obtenidos para el análisis de la distribución espacial se expresan mediante gráficas de columnas, que facilitan su interpretación. En cuanto al análisis de la distribución espacial de diferentes

Aprovechamiento	Rango 1		Rango 2		Rango 3		Rango 4		Rango 5		Todas	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Explotaciones base	11.586	70,5	3.385	20,6	1.002	6,1	246	1,5	226	1,4	16.445	100,0
Pradera permanente	10.516	90,8	2.956	87,3	818	81,6	193	78,5	171	75,7	14.654	89,1
Otros pastos	2.086	18,0	447	13,2	126	12,6	29	11,8	28	12,4	2.716	16,5
Patata	1.160	10,0	285	8,4	65	6,5	23	9,3	13	5,8	1.546	9,4
Maíz forrajero	4.235	36,6	1.542	45,6	481	48,0	132	53,7	145	64,2	6.535	39,7
Forrajeras anuales	614	5,3	197	5,8	65	6,5	23	9,3	19	8,4	918	5,6
Forrajeras plurianuales	4.032	34,8	1.370	40,5	435	43,4	93	37,8	75	33,2	6.005	36,5
Vacuno carne	1.173	10,1	200	5,9	43	4,3	7	2,8	18	8,0	1.441	8,8
Recria vacuno	7.195	62,1	2.902	85,7	887	88,5	212	86,2	198	87,6	11.394	69,3
Cebo vacuno	750	6,5	243	7,2	62	6,2	16	6,5	18	8,0	1.089	6,6
Fronosas	2.550	22,0	780	23,0	226	22,6	61	24,8	40	17,7	3.657	22,2
Resinosas	2.762	23,8	849	25,1	264	26,3	67	27,2	46	20,4	3.988	24,3
Forestal mixtas	1.011	8,7	412	12,2	154	15,4	42	17,1	39	17,3	1.658	10,1

Tabla 2.- Combinaciones de primer orden con vacuno de aptitud lechera

		Orden 1	Orden 2	Orden 3	Orden 4	Orden 5				
TODAS (16.445)	Pr.P	14.654	Ot.P	2.270						
			M.F	6.014	Ot.P	698				
					Fr.PI	1.501	Fr.An	44		
							V.C	138	Fr.An	4
					Ot.P	114		Ot.P	21	
			Fr.An	326	V.C	420	Fr.An	34		
							Ot.P	527		
			Fr.PI	4.663	V.C	521	Fr.An	133		
							Ot.P	299		
			V.C	1.315	Fr.An	78				
	Fr.An	728								
	M.F	6.539	Fr.PI	1.859	Ot.P	142				
					Fr.An	54				
					V.C	154	Fr.An	4		
					Ot.P	95				
					V.C	455	Fr.An	36		
									Ot.P	811
	Fr.PI	6.005	V.C	626	Ot.P	101				
					Fr.An	15				
					Fr.An	133				
					Ot.P	527				
	V.C	1.441	Fr.An	78						
					Ot.P	299				

**Leyenda:**  
**Pr.P** = Pradera permanente  
**M.F** = Maiz forrajero  
**Fr.PI** = Forraj. plurianuales  
**V.C** = Vacuno de carne  
**Ot.P** = Otros pastos  
**Fr.An** = Forrajeras anuales

Figura 1.- Árbol de combinaciones de quinto orden, para todas las explotaciones

Dimensión	Tipología 1		Tipología 2		Tipología 3		Todas	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Rango 1	3.906	64,1%	6.507	73,0%	1.173	81,4%	11.586	70,5%
Rango 2	1.462	24,0%	1.723	19,3%	200	13,9%	3.385	20,6%
Rango 3	462	7,6%	497	5,6%	43	3,0%	1.002	6,1%
Rango 4	131	2,1%	108	1,2%	7	0,5%	246	1,5%
Rango 5	133	2,2%	75	0,8%	18	1,2%	226	1,4%
Todas	6.094	100,0%	8.910	100,0%	1.441	100,0%	16.445	100,0%

Tabla 3.- Distribución de las explotaciones por clase dimensional (rango) y tipología

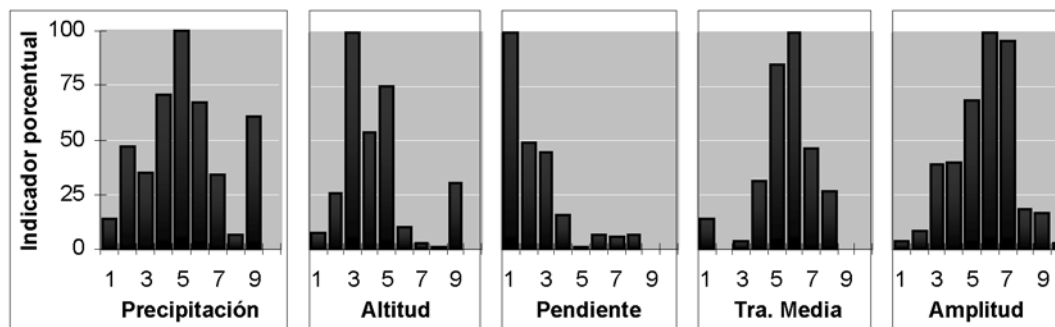


Figura 2.- Resultados del análisis de distribución espacial del ganado en explotaciones de vacuno lechero T1

aprovechamientos en relación con determinados factores del medio físico, los resultados confirman en que medida los sistemas productivos se adaptaron a las limitaciones topográficas y situaciones de minifundismo de la región, minorando limitaciones que se han ido resolviendo en cierta medida a lo largo del tiempo con las actuaciones de concentración parcelaria llevadas a cabo. Así, los valores de la figura 2, reflejan como adecuados amplios intervalos de valores de las variables ambientales, con preferencia por pendientes reducidas y valores intermedios para las demás variables. Otra cuestión es si los valores de los factores ambientales son los más adecuados para el desarrollo de la actividad desde el punto de vista de la sostenibilidad, como ocurre por ejemplo con los niveles de precipitación 7 a 9, (> 1.770 mm).

(b) Los resultados correspondientes a la zonificación territorial para tres intervalos de valores de las variables ambientales consideradas, son los expresados mediante los mapas de la figura 3, que muestran regiones muy homogéneas. A partir de esta zonificación se determinaron los valores medios que adoptan las variables relativas al proceso productivo de las explotaciones, según cada zona

y factor ambiental, considerando todas las explotaciones en su conjunto, es decir, sin diferenciar tipologías ni rangos dimensionales. En la tabla 4 se presentan a modo de ejemplo, algunos resultados que muestran diferencias relevantes entre los valores obtenidos para algunas variables respecto de las zonas establecidas en la figura 3 para cada factor ambiental. Así, el nivel de mecanización (CV Tract./SAU), presenta valores independientes de la pendiente media de cada zona, pero este nivel se incrementa con la Tra. Media o el nivel de precipitación y disminuye de modo inverso al valor de la cota geográfica. Algo similar ocurre con la carga ganadera (UGM Bov./SF Tot.), con la diferencia de que adopta los mayores valores para pendientes medias.

Así pues, todo parece indicar que los sistemas productivos guardan relación con los condicionantes del medio, dado que cuando menos algunos de los factores que caracterizan cada uno de estos sistemas, también guardan esta relación. Es destacable el elevado valor que en general toma la Desviación Estándar, lo cual es indicativo de una gran heterogeneidad en las explotaciones.

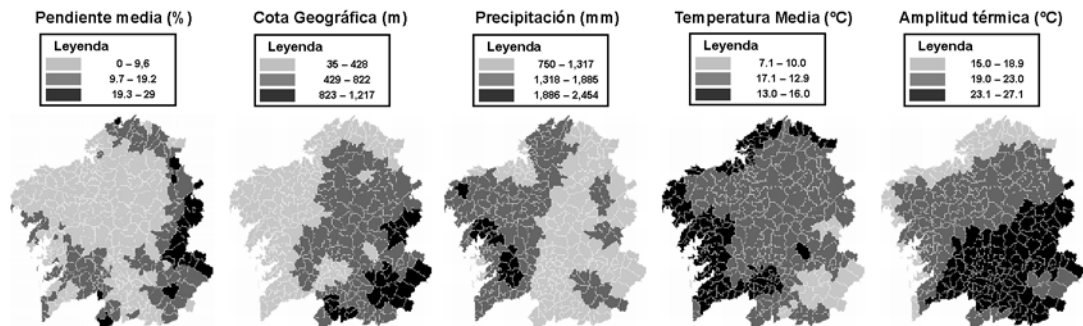


Figura 3.- Resultados para la zonificación por factores del medio

Variable	Factor	Media			Desviación Estándar		
		Z1	Z2	Z3	Z1	Z2	Z3
CV_Tr_Pr/SAU	Amplitud	13.96	11.76	10.7	25.89	12.62	10.07
	Cota	12.7	10.93	7.19	15.84	11.83	5.23
	Pendiente	11.73	11.79	11.39	12.98	23.54	7.03
	Precipit_	11.07	12.1	15.41	11.46	15.52	10.31
	T_Med	7.29	11.35	14.21	5.27	11.76	22.42
SF_Maiz/SF_Tot	Amplitud	0.12	0.1	0.06	0.18	0.14	0.11
	Cota	0.13	0.05	0.05	0.17	0.1	0.07
	Pendiente	0.09	0.05	0.06	0.14	0.1	0.1
	Precipit_	0.05	0.12	0.17	0.11	0.15	0.19
UGM_Bov/SF_Tot	T_Med	0.05	0.08	0.15	0.07	0.13	0.18
	Amplitud	6.27	2.88	2.63	79.29	5.5	3.51
	Cota	3.72	2.6	1.74	34.3	5.35	0.76
	Pendiente	3.09	3.64	2.32	24.19	19.29	1.22
UGT/UTA Tot	Precipit_	2.79	3.35	3.73	5.63	31.65	3.5
	T_Med	1.76	2.77	5.21	0.76	4.97	61.1
	Amplitud	17.93	16.61	25.43	16.1	15.01	230.58
	Cota	17.21	19.85	15.09	104.59	108.55	7.07
UGT/UTA Tot	Pendiente	18.72	16.76	13.42	110.02	13.73	7.23
	Precipit_	22.25	15.88	15.14	162.12	14.76	11.53
	T_Med	14.84	18.14	21.24	6.96	85.65	185.95

Tabla 4.- Diferenciación general entre zonas, para cada variable de referencia

(c) En las tablas 5 y 6 y como ejemplo de la relevancia de los resultados, se muestran los correspondientes al análisis de afinidad entre factores del medio y variables de proceso, para cinco de las variables analizadas. Se excluye la variable SF Maíz/SF Tot dado que el cultivo de maíz no forma parte de la tipología 2. En las filas se muestran las variables de proceso, indicando entre paréntesis el rango de valores. En el encabezado de las columnas se refleja el factor ambiental considerado. Cada uno de los resultados muestra un valor comprendido entre 1 y 10, que indica el grupo de factor ambiental correspondiente a la moda, y seguidamente entre paréntesis, el valor de la frecuencia, es decir, el número de unidades territoriales (municipios), en los que se repite el valor discreto (1 a 3), de la variable de proceso. De estos resultados, de modo genérico se desprende que para diferentes valores de las variables, se obtienen modas distintas respecto de los factores del medio, y que estos valores no coinciden al comparar tipologías de explotaciones. Por otra parte, es necesario señalar que en algunos casos se dan frecuencias similares para más de un valor de factor ambiental.

Así por ejemplo, los resultados de la tabla 5 muestran que los valores medios de carga ganadera (UGT/UTA Tot (2)),

en las explotaciones de la tipología 1 y rango 2 (T1R2), se relacionan principalmente con: cotas geográficas bajas (nivel 3), pendientes reducidas (nivel 2), niveles de precipitación bajos (nivel 3), temperaturas medias intermedias (nivel 5), amplitudes térmicas medias (nivel 6) y mínimos niveles de concentración parcelaria. Los resultados para esta misma variable en explotaciones de la tipología 2 (T2R2), en la tabla 6 se relacionan principalmente con: cotas geográficas bajas o medias (nivel 4), pendientes reducidas (nivel 3), niveles de precipitación bajos (nivel 3), temperaturas medias intermedias (nivel 5), amplitudes térmicas elevadas (nivel 9) y también mínimos niveles de concentración parcelaria. Es necesario apuntar que estas relaciones no necesariamente forman parte de un binomio causa-efecto, sino que están influidas por otros factores que no son objeto de análisis en este documento.

Estos resultados, al igual que los presentados en el apartado b, considerados con la perspectiva de los distintos Censos Agrarios, e incluso disociando las explotaciones en grupos de acuerdo con su dimensión, tipología y localización, permiten medir y evaluar niveles de sostenibilidad en la utilización de los recursos naturales.

Variable	Cota	Pendiente	Precipit_	Tra. Media	Amplitud	C. Parcel.
UGM_Bov/SF_Tot (1)	4 (9)	4 (13)	4 (10)	6 (11)	9 (17)	1 (9)
UGM_Bov/SF_Tot (2)	3 (28)	2 (48)	3 (36)	5 (38)	6 (26)	1 (27)
UGM_Bov/SF_Tot (3)	2 (5)	4 (4)	4 (2)	8 (4)	2 (3)	1 (1)
CV_Tr_Pr/SAU (1)	5 (24)	4 (25)	3 (32)	5 (36)	9 (34)	1 (27)
CV_Tr_Pr/SAU (2)	3 (25)	3 (29)	4 (20)	8 (29)	5 (20)	2 (12)
CV_Tr_Pr/SAU (3)	6 (1)	3 (1)	6 (1)	6 (1)	7 (1)	1 (1)
SF_Maíz/SF_Tot (1)	5 (20)	2 (19)	3 (20)	5 (29)	7 (16)	1 (18)
SF_Maíz/SF_Tot (2)	3 (28)	3 (26)	3 (13)	6 (25)	5 (19)	1 (11)
SF_Maíz/SF_Tot (3)	1 (16)	2 (9)	3 (7)	8 (17)	2 (11)	2 (3)

Tabla 5.- Ejemplo de frecuencias para pares variable/factor en explotaciones T1R2

Variable	Cota	Pendiente	Precipitación	Tra. Media	Amplitud	C. Parcel.
UGM_Bov/SF_Tot (1)	5 (7)	4 (13)	3 (11)	7 (11)	9 (10)	1 (3)
UGM_Bov/SF_Tot (2)	4 (25)	3 (29)	3 (27)	5 (37)	9 (27)	1 (28)
UGM_Bov/SF_Tot (3)	2 (53)	3 (40)	3 (34)	8 (71)	5 (29)	1 (19)
CV_Tr_Pr/SAU (1)	6 (6)	6 (11)	1 (9)	7 (10)	9 (11)	1 (7)
CV_Tr_Pr/SAU (2)	4 (21)	4 (27)	3 (25)	5 (29)	9 (26)	1 (20)
CV_Tr_Pr/SAU (3)	2 (50)	3 (44)	4 (41)	8 (62)	5 (31)	1 (23)

Tabla 6.- Ejemplo de frecuencias para pares variable/factor en explotaciones T2R2

## Caracterización de los sistemas productivos

Los resultados de la caracterización de los modelos productivos son de tipo cualitativo y cuantitativo. El aspecto cualitativo obedece a la definición de una determinada tipología de factor productivo, por ejemplo a un determinado tipo de apero o tipología constructiva. El aspecto cuantitativo recoge los valores dimensionales de un factor productivo, bien sea relativos como por ejemplo la superficie unitaria de alojamiento ganadero por animal presente o un

porcentaje de recría, o absolutos como por ejemplo los precios unitarios de productos o insumos. Todos estos valores se referencian a cada modelo de explotación representativo de un determinado rango dimensional, tipología de explotación e incluso espacio territorial en su caso. Dado que los resultados consisten en múltiples tablas de valores y no es el objetivo de este trabajo la discusión de las diferencias existentes en cuanto a las características de los modelos productivos, no se adjuntan los valores.

## Análisis de modelos productivos

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos para el análisis técnico-económico de alguno de los modelos de explotaciones de vacuno lechero, representativos de grupos diferenciados para Galicia. La combinación de estos resultados y parámetros técnicos, permite obtener algunos indicadores de interés tales como los de eficiencia en la utilización de recursos o de la mano de obra, teorizar sobre la repercusión de factores externos sobre estos indicadores, o analizar la evolución de los mismos.

En cuanto a los resultados del análisis financiero, además de permitir valorar aspectos económicos de las explotaciones a medio y largo plazo a partir de sus modelos representativos, o comparar diferentes sistemas productivos (figura 4) y aprovechamientos (figura 5), con la metodología adoptada, se pueden contemplar otras opciones de interés. Así, actuando sobre parámetros de caracterización de los modelos, se puede evaluar la respuesta y predecir las

consecuencias de tipo técnico y económico que ello conllevaría. Es necesario señalar que a diferencia de los valores aportados en la tabla 7, los indicados en las figuras 4 y 5, consideran la valoración de la mano de obra aportada por los titulares de las explotaciones, de ahí alguno de los valores negativos.

El pilar económico es fundamental en el equilibrio hacia la sostenibilidad de los sistemas, y en este sentido, las metodologías y herramientas descritas, contribuyen en la obtención de indicadores para la gestión del desarrollo rural.

**Agradecimientos** Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación del Proyectos de Investigación patrocinado por la Xunta de Galicia: "Sistema de apoyo a la ordenación productiva. Integración numérica de parámetros técnico-económicos en los procesos de toma de decisiones/PGIDT03RAG29101PR", y al patrocinado por el Ministerio de Educación y Ciencia: "Integración de información en un modelo metodológico aplicado a la toma de decisiones en la gestión de la ordenación productiva agraria"/AGL2006-04789/AGR"

	Grupos de Explotaciones									
	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T1R5	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	
Venta de leche	2.016,78	2.484,69	2.590,60	2.614,17	2.629,44	1.813,81	2.404,01	2.512,58	2.430,24	
Otros productos	151,33	140,52	135,92	143,84	150,55	145,20	131,48	133,58	125,00	
<b>Total Ingresos (€/VL)</b>	<b>2.168,11</b>	<b>2.625,21</b>	<b>2.726,52</b>	<b>2.758,01</b>	<b>2.779,99</b>	<b>1.959,00</b>	<b>2.535,50</b>	<b>2.646,16</b>	<b>2.555,24</b>	
Alimentación del ganado	496,56	593,39	652,34	661,94	676,87	598,02	757,02	809,26	745,14	
Otros gastos variables	1.050,89	1.290,17	1.171,27	1.201,28	1.238,04	617,46	546,05	590,47	548,30	
<b>Total G. Variables (€/VL)</b>	<b>1.547,45</b>	<b>1.883,57</b>	<b>1.823,60</b>	<b>1.863,23</b>	<b>1.914,90</b>	<b>1.215,47</b>	<b>1.303,06</b>	<b>1.399,73</b>	<b>1.293,45</b>	
Amortizaciones	360,46	430,12	456,23	427,42	306,81	495,28	312,44	380,79	326,70	
Cotización S. Social	190,76	103,75	78,38	61,69	45,42	203,05	152,92	105,57	97,78	
Otros gastos fijos	94,25	84,26	88,70	76,38	54,45	133,51	101,23	85,80	71,33	
<b>Total G. Fijos (€/VL)</b>	<b>645,46</b>	<b>618,14</b>	<b>623,31</b>	<b>565,50</b>	<b>406,69</b>	<b>831,85</b>	<b>566,60</b>	<b>572,17</b>	<b>495,80</b>	
<b>BENEFICIO NETO (€/VL)</b>	<b>-24,80</b>	<b>123,50</b>	<b>279,61</b>	<b>329,28</b>	<b>458,40</b>	<b>-88,32</b>	<b>665,84</b>	<b>674,26</b>	<b>765,99</b>	
<b>M. Obra propia (h/VL)</b>	<b>201,20</b>	<b>109,40</b>	<b>82,70</b>	<b>65,10</b>	<b>47,90</b>	<b>214,10</b>	<b>161,20</b>	<b>111,30</b>	<b>103,10</b>	

Tabla 7.- Resultados del análisis técnico-económico

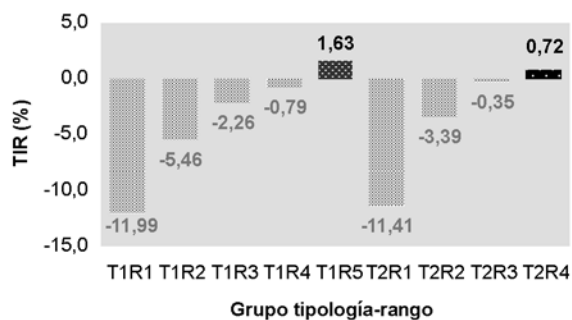


Figura 4.- Valor de la TIR para los distintos sistemas productivos

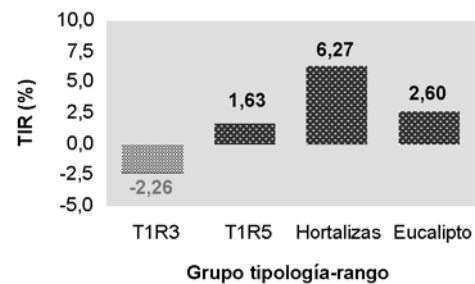


Figura 5.- TIR para las distintas opciones productivas

## Bibliografía

Alvarez, C.J., Riveiro, J.A. & Marey, M.F. (2008). Typology, Classification and Characterization of Farms for Agricultural Production Planning. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(1). Pp. 125-136.

Barbeyto, F. (1998). Explotacións de Vacún de Leite en Galicia. Manexo técnico e resultados económicos. Ano 1997. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria.

- Barbeyto, F. & López, C. (2008). Resultados del Programa de Gestión de Vacuno Lechero en Galicia en el período 1998-2005. [En línea]. En: Internet <<http://mediorural.xunta.es/investigación/publicacions/index.php>> (Consulta, 25 de marzo de 2008).
- Conesa, E. (2006). La Cuenta de Resultados como herramienta de ayuda en la toma de decisiones en explotaciones bovinas del sur de Lugo. Frisona Española, 99. Pp. 98-101.
- Demircan, V., Binici, T., Kokharoglu, H. & Aktas, A.R. (2006). Economic analysis of different dairy farm sizes in Burdur province in Turkey. Czech Journal of Animal Science, 51 (1). Pp. 8-17.
- Divila, E. & Doilicha, T. (2005). Typology and income situation of farm households in the Czech Republic. Politická Ekonomie, 53 (4). Pp. 495-511.
- Dragosits, U., Sutton, Ma., Place, C.J. & Bayley, A.A. (1998). Modelling the spatial distribution of agricultural ammonia emissions in the UK. Environmental Pollution, 102 (1). Pp. 195-203.
- Duvernoy, I. (2000). Use of a land cover model to identify farm types in the Misiones agrarian frontier (Argentina). Agricultural Systems, 64 (3). Pp. 137-149.
- Girard, N., Bellon, S., Hubert, B., Lardon, S., Moulin, C.H. & Osty, P.L. (2001). Categorising combinations of farmers' land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the south of France. Agronomie, 21 (5). Pp. 435-459.
- Gittinger, Jp. (1987). Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. Madrid: Tecnos.
- Hardiman, R.T., Lacey, R. & Yang M.Y. (1990). Use of cluster analysis for identification and classification of farming systems in Qingyang County, Central North China. Agricultural Systems, 33 (2). Pp. 115-125.
- IGE. Territorio e Climatoloxía. [En línea]. En: <<http://www.ige.eu/ga/index.htm>> (Consulta, 15 de septiembre de 2006).
- INE. Base de microdatos del Censo Agrario de 1989. [En línea]. En: Internet <<http://www.ine.es>> (Consulta, 28 de octubre de 2005).
- INE. Base de microdatos del Censo Agrario de 1999. [En línea]. En: Internet <<http://www.ine.es>> (Consulta, 28 de octubre de 2005).
- Kristensen, S.P., Thenail, C. & Kristensen, L. (2001). Farmers' involvement in landscape activities: An analysis of the relationship between farm location, farm characteristics and landscape changes in two study areas in Jutland, Denmark. Journal of Environmental Management, 61. Pp. 301-318.
- Leeson, J.Y., Serrad, J.W. & Thomas, A.G. (1999). Multivariate classification of farming systems for use in integrated pest management studies. Canadian Journal of Plant Science, 79 (4). Pp. 647-654.
- MAPA. Sistema de Información Geográfica de datos agrarios (SIGA). [En línea]. En: <<http://www.mapya.es/sig/pags/siga/intro.htm>> (Consulta, 26 de julio de 2004).
- Riveiro, J.A. (2007). Modelos para la ayuda en los procesos de Ordenación Productiva Agraria – El vacuno de aptitud lechera en Galicia. Tesis Doctoral. [CD]. Santiago de Compostela. Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior.
- Riveiro, J.A., Marey, M.F., Marco, J.L. & Álvarez, C.J. (2008). Procedure for classification and characterization of farms for agricultural production planning. Application in the Northwest of Spain. Computer and Electronics in Agriculture, 61(2), 169-178.
- Riveiro, J.A., Álvarez, C.J., Miranda, D. & Pereira, J.M. (2005). Profitability and production requirements for land use allocation of farming and forestry land. Biosystems Engineering, Vol. 90 (4). Pp. 477-484.
- Roschewitz, I., Thies, C. & Tscharnkte, T. (2004). Are landscape complexity and farm specialisation related to land-use intensity of annual crop fields?. Agriculture, Ecosystems & Environment, 105 (1-2). Pp. 87-99.
- Rounsevell, M.D.A., Annetts, J.E., Audsley, E., Mayr, T. & Reginster, I. (2003). Modelling the spatial distribution of agricultural land use at the regional scale. Agriculture Ecosystems & Environment, 95 (2-3). Pp. 465-479.
- Tavernier, E.A. & Tolomeo, V. (2004). Farm typology and sustainable agriculture: Does size matter?. Journal of Sustainable Agriculture, 24 (2). Pp. 33-46.
- Thenail, C. (2002). Relationships between farm characteristics and the variation of the density of hedgerows at the level of a micro-region of bocage landscape. Study case in Brittany, France. Agriculture Systems, 71. Pp. 207-230.
- Thenail, C. & Baudry, J. (2004). Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany. Agriculture, Ecosystems and Environment, 101. Pp. 53-72.
- UTE EIDO-USC. (2004). Estudios Comarcales de Ordenación Productiva Agraria de 21 comarcas. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. Consellería de Política Agroalimentaria e Desarrollo Rural.