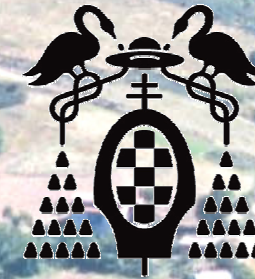


**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO INTERUNIVERSITARIO DE  
ECOLOGÍA**



**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS  
ELEMENTOS Y RETÍCULOS ARBÓREOS  
EN EL PAISAJE RURAL TRADICIONAL  
(TRÁS-OS-MONTES, PORTUGAL)**

**JOSÉ MANUEL CORREIA DOS SANTOS FERREIRA DE CASTRO**

**Alcalá de Henares, 2004**

**JOSÉ MANUEL CORREIA DOS SANTOS  
FERREIRA DE CASTRO**

**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS ELEMENTOS Y RETÍCULOS  
ARBÓREOS EN EL PAISAJE RURAL TRADICIONAL  
(TRÁS-OS-MONTES, PORTUGAL)**

**2004**

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO INTERUNIVERSITARIO DE ECOLOGÍA**



**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS  
ELEMENTOS Y RETÍCULOS ARBÓREOS EN  
EL PAISAJE RURAL TRADICIONAL  
(TRÁS-OS-MONTES, PORTUGAL)**

**JOSÉ MANUEL CORREIA DOS SANTOS FERREIRA DE CASTRO**

**Alcalá de Henares, 2004**

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO INTERUNIVERSITARIO DE ECOLOGÍA**

**ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS  
ELEMENTOS Y RETÍCULOS ARBÓREOS EN EL  
PAISAJE RURAL TRADICIONAL  
(TRÁS-OS-MONTES, PORTUGAL)**

**Memoria presentada para optar al grado de  
Doctor en Ciencias Biológicas por  
José Manuel Correia dos Santos Ferreira de Castro**

**Este trabajo ha sido dirigido por el Dr. Antonio Gómez Sal,  
Catedrático de Ecología de la Sección de Alcalá del  
Departamento Interuniversitario de Ecología, Facultad de  
Biología, Universidad de Alcalá**

**Alcalá de Henares, 2004**



DEPARTAMENTO INTERUNIVERSITARIO DE ECOLOGÍA  
SECCIÓN DE ALCALÁ

Antonio Gómez Sal, Catedrático de Ecología de la Universidad de Alcalá,

**HACE CONSTAR:**

Que el texto adjunto corresponde a la Tesis Doctoral: **“Estructura y dinámica de los elementos y retículos arbóreos en el paisaje rural tradicional (Tras-os-Montes, Portugal)”**, de la que es autor el licenciado en Ingeniería de Montes D. José Manuel Correia dos Santos Ferreira de Castro.

Esta Tesis reúne los requisitos necesarios para su defensa y aprobación para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas.

Alcalá de Henares, julio de 2004

Director de la Tesis  
Antonio Gómez Sal

Vº. Bº. Director del Departamento  
José M<sup>a</sup> Rey Benayas

## Agradecimientos

A todos aquellos que han hecho posible la realización de esta tesis:

A la Universidad de Alcalá, por acogerme durante tantos años, prestándome más que todo su apoyo logístico y anímico;

Ao Instituto Politécnico de Bragança, pela disponibilidade inerente à dispensa de serviço docente;

À Escola Superior Agrária de Bragança, por toda a disponibilidade, nomeadamente de informação e de equipamento do LIGeo – Laboratório de Informação Geográfica;

Ao Instituto Nacional de Investigação Agrária, pelo financiamento do Projecto 7102 – Utilização silvopastoril das florestas autóctones de Trás-os-Montes: seu estudo integrado;

A Antonio, porque más que director, fue, es y seguirá siendo el compañero guía en esta continuada jornada por los paisajes ibéricos, así mismo a Umi por toda su amistad y paciencia;

Ao Humberto e ao Amândio, pelo sacrificio de horas, horas e mais horas, discernindo paisagens nos monitores do LIGeo;

A mi "compadre" Toño, por mi entronización alcalaína, con todo lo que incorporó de historia, alucinación y fantástico;

A todos los compañeros del interuniversitario, por la acogida, disponibilidad y mucha amistad, del que es fruto buena parte de mi actitud científica y profesional de hoy día;

Aos companheiros do Departamento Florestal, pela disponibilidade e amizade nesta já longa caminhada florestal da ESAB;

To Susan Favory, always untied rectifying so imperfect English;

A todos aquellos que tan injustamente quedan olvidados, pero a quién de todo corazón quiero expresar mi gratitud por ayudar a la concretización de esta tesis.

*Para a Marina  
Para o Eduardo, a Sancha e o Nuno  
Para a minha mãe Manuela*

*Em memória de meu pai Gaspar*

## Resumen

En los paisajes tradicionales europeos, los elementos y retículos arbóreos representan la interfase entre el sistema natural y el sistema antrópico. Constituyen la orla y el entorno inmediato de hábitat humano. Desde un punto de vista ecológico cumplen funciones de refugio y ecotono respecto a la matriz agrícola. Por su papel de protección, favorecen un mayor número de especies animales y vegetales, que aprovechan la favorable productividad de los agroecosistemas. Los retículos boscosos, complejos estructurales propiciados por la gestión agrícola y ganadera tradicional, contribuyen a regular la productividad y economía del territorio, amortiguan el efecto directo del clima y ciclan nutrientes en suelos de fertilidad escasa.

Los paisajes tradicionales del nordeste de Tras-os-Montes, la “Terra Fria Transmontana” (región de Bragança), poseen rasgos comunes con varias comarcas del noroeste ibérico. A pesar del abandono del campo, su matriz agrícola sigue aún dominada por elementos leñosos de carácter puntual, lineal o poligonal. Factores clave de su dinámica son los usos y funciones tradicionales, principalmente el aprovechamiento para forraje, sus funciones de cercado – setos o vallas –, madera y leña, refugio para fauna cinegética y otras funciones de carácter simbólico u ornamental, en las cercanías de los pueblos. En conjunto, estos elementos producen un entramado en el paisaje agrario del que se desgajan algunos componentes, que han sido sistematizados de la forma siguiente: árboles aislados de cierto tamaño; galerías lineales y setos de unas decenas de metros de longitud; bosquetes dispersos entre la matriz de cultivos cerealistas, de algunos centenares de metros cuadrados. La extensión y evolución de estas estructuras, tanto las de origen antrópico como las naturales - controladas también por el manejo humano - condiciona su grado de influencia en el territorio. El manejo humano de estos elementos como consecuencia de la modificación diferencial en las distintas zonas de la matriz agrícola, origina ambientes agroforestales y paisajes diversos, con características particulares tanto en su configuración como en su composición específica.

Mediante una técnica desarrollada de análisis de vecindad automática para imágenes de satélite, se han identificado en el paisaje de estudio las fronteras entre la matriz agrícola y la matriz de monte, así como zonas con diferentes tipos e intensidades de manejo en cada una de esas matrices. Métodos de estadística espacial han permitido evaluar el grado relativo de influencia de los factores del medio natural y de origen humano en el origen este paisaje tradicional. En gran medida, su estructura está relacionada con la proximidad a las poblaciones – aldeas y casales dispersos –, y con las modificaciones edáficas y climáticas inducidas por la topografía. Los retículos leñosos son comunes en las distintas áreas del

territorio, tanto en los pastos más o menos húmedos y prados de siega – lameiros – como en las zonas alomadas con cultivos de secano y pastizales extensivos. Su presencia abarca asimismo muy distintas situaciones, desde las cercanías de los pueblos, hasta, con distinto significado, las extremidades del área cultivada en los distintos territorios. Técnicas multivariantes y de estadística espacial, han permitido tipificar formas y composiciones específicas de los elementos arbóreos de la matriz agrícola tradicional de Tras-os-Montes para cada una de situaciones mencionadas. También se ha estimado la variabilidad funcional y estructural del conjunto de datos. De los resultados resalta la complementariedad que para el sistema productivo representan estos elementos, ya sean los nogales y castaños para la alimentación humana junto a los pueblos, las galerías de fresnos para forraje junto a los prados de siega, los pequeños rebollares para resguardo de rebaños en las extensas parcelas cerealistas, etc. Para el conjunto del territorio, existe una correspondencia entre los distintos procesos de origen natural y humano, y las distribuciones espaciales a diferentes escalas en la que se expresa la estructura y tamaño de las parcelas, el tipo y organización de la propiedad, etc.

El papel de estas estructuras leñosas, asociado en su origen a usos tradicionales, parece amenazado en estas últimas décadas por el éxodo rural y remodelación de las políticas agrícolas. Tanto su extensión, como su configuración y composición, acusan los efectos de la competencia con elementos nuevos, ajenos al sistema tradicional y con sistemas de manejo obtenidos con la tecnificación del campo, siendo patente una tendencia hacia menor complejidad. El análisis e interpretación de series temporales de fotos aéreas del último medio siglo ha confirmado la drástica disminución de dichos elementos. Las alteraciones son de particular gravedad en el caso de las estructuras lineales, con una reducción de hasta la mitad de las existentes a mediados del siglo pasado, y en el caso de las estructuras de tipo puntual, hasta dos tercios del existente para las mismas fechas. Las estructuras poligonales no presentan variaciones cuantitativas significativas, aunque su complejidad y composición hayan podido cambiar.

Los resultados obtenidos, contrastados con un análisis ecohistórico, a través de fuentes bibliográficas, nos permiten proponer un primer modelo para el control y mantenimiento de estos complejos arbóreos, componente destacado de los paisajes culturales. En él se identifican los aspectos que necesitan ser apoyados, subrayando el papel de las instituciones más directamente relacionadas con la economía del campo, mediante la integración de diferentes tipos de apoyos y actuaciones de valorización, que hagan posible cambiar la tendencia hacia la desaparición de estos elementos de significativo valor cultural y ecológico.

## Abstract

European traditional landscapes include woody elements (trees and shrubs), which make up an important interface between the natural and the anthropic systems. They represent the boundary and the surroundings of the human habitat. From an ecological point of view, these components perform shelter and ecotone functions in the agricultural matrix. This protection role expands the number of animal and plant species that benefit from close highly productive agro-ecosystems. The traditional agriculture and livestock management has sustained this network of woody elements, optimising the productivity and economy of these territories by mitigating the climatic direct effects and by cycling nutrients in low fertile soils.

The “Terra Fria Transmontana” is one of the most characteristic landscapes of north-eastern Portugal, which has common traits to the traditional landscapes of north-western of the Iberian Peninsula. Despite rural abandonment, the agricultural matrix is still dominated by punctual, linear and polygonal woody elements. Traditional uses and functions have been key-factors in that network dynamics, mainly utilised as forage, fence, game refuge, windbreak, raw material, firewood, and symbolisms and aesthetics surrounding households. Their combination shape up and maintain the network structure, of which we studied the tree elements synthesized as: sizeable scattered or solitary trees, riparian galleries and hedgerows dozens meters length, and woodlots spread within the arable land matrix hundreds square meters area. The extension and evolution of these structures, of anthropic or natural origin but with human management, strongly control the landscape dynamics. Functional heterogeneity induced by man creates different arrangements of species and shapes over the agricultural matrix creating agroforestry environments and diversifying landscapes with specific composition and character configuration.

We developed a neighbouring analysis to explore remote sensing data of three rural communities, identifying automatically edges between agricultural matrix and woodland matrix, as well as edges between areas of different management intensity within these main matrices. Geostatistics methods evaluated the role of anthropic and natural factors in the creation of those traditional landscapes. Their structure and composition depend mainly on the village distance and on edaphic and microclimatic characters modified by topography. Tree elements are common in the main components of traditional landscapes, such as wet and hay meadows, or arable and grazing hills. From household neighbourhoods to remote cultivated areas, its incidence is related to its location with differential meanings. Multivariate and spatial statistics were used to typify specific shapes and compositions of tree elements in the agriculture matrix

of Trás-os-Montes. Results show its complementary role in the traditional production systems: near households, chestnut and walnut trees used for human feeding; throughout hay meadows, ash trees galleries for livestock forage; spread throughout arable land, small oak woodlots for herd sheltering, etc. All over the territory there is a connection between natural or anthropic processes, and the spatial distribution of tree elements at different scales, related to fields shape, size, ownership, labour organization, etc.

The role of woody structures in rural landscapes seems to be threatened by decades of rural exodus and by recent agrarian policies. Its extension, configuration and composition, reflects competition with new elements that do not belong to the traditional system, and also with new procedures inherent to the current modernization of the countryside, resulting in low levels of complexity. Analysing temporal series of aerial photos from the last half-century, we assessed changes in tree elements in this region. Major decrease occurred in linear structures - currently reduced to half of existing extension fifty years ago -, and punctual structures - today only two thirds of what existed in the same period. Polygonal structures do not present significant variation, despite their complexity and composition might have changed.

Results were compared with ecohistoric data from literature, in order to develop a first conceptual model for control and management of woody networks, prominent components of cultural landscapes in Trás-os-Montes. It assesses some support issues, emphasizing the role of the agents and institutions more directly related to the rural economy. We propose some integrated measures to reverse and regenerate the recent disappearing dynamics of woody network, which constitutes a highly meaningful cultural and ecological value.

# Tabla de contenidos

---

---

Tabla de contenidos	i
Índice de figuras	iii
Índice de tablas	v
1 - Introducción y objetivos	1
Presentación	1
Marco teórico-conceptual	2
Antecedentes	9
Objetivos	11
Organización del trabajo	13
2 - Paisaje, usos de suelo y árboles	19
Breve referencia geográfica e histórica	19
El origen de la matriz agrícola	25
Los árboles del paisaje rural	39
La evolución endógena y la sustitución de factores	49
Conclusión	54
3 - Traditional landscape pattern	57
Introduction	57
Methods	60

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Results	65
Discussion	66
Conclusions	71
4 - Woody network heterogeneity	73
Introduction	73
Methods	77
Results	81
Discussion	86
Conclusions	88
5 - Recent changes in woody network	91
Introduction	91
Methods	92
Results	95
Discussion	113
Conclusions	114
6 - Consideraciones finales	117
Matriz agrícola y árboles	117
Perspectivas de cara al futuro	123
7 - Conclusiones generales	143
Referencias	149

# Índice de figuras

---



---

<i>Figura 1.1 - Localización de las áreas de estudio en el contexto nacional.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 1.2 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (&gt;100 ha) de Grijó de Parada – páramo.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 1.3 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (&gt;100 ha) de Rebordainhos – pendiente.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 1.4 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (&gt;100 ha) de Vilar de Ossos – relieve ondulado.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.1 – Unidades de Paisaje definidas para Trás-os-Montes según Pinto Correia y Cancela d’Abreu (2001). .....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2.2 - Relación de los componentes del espacio rural transmontano con la disponibilidad de agua y el acercamiento al pueblo.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 3.1 – SPOT images with study areas localization (Northeastern Portugal).....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 3.2 - Methodological development used for landscape segmentation.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 3.3 - Plateau site ROC curves based on: random location (bottom ROC = 50%), logistic regression of land unit 01 with altitude (middle ROC = 62%), and logistic regression of land unit 11 with altitude (upper ROC = 83%).....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 3.4 - Semivariograms and FRAGSTATS statistics (Shannon's Diversity Index – SHDI, Landscape Shape Index - LSI) for study areas.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 3.5 – Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - plateau site.....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 3.6 - Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - hillside site.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 3.7 - Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - plateau site.....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 4.1 - Study areas localization (Northeastern Portugal).....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 4.2 - Geographical representation of first spatial variable (Spat1) and last spatial variable (Spat196) ..</i>	<i>80</i>
<i>Figure 4.4 - Canonical join plot of hilly site tree network: environmental and spatial data (prefix a–trees, c–hedgerows and b–woodlot).....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 4.5 - Canonical join plot of hillside site tree network: environmental and spatial data.....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 4.6 - Canonical join plot of plateau site tree network: environmental and spatial data.....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 5.1 - Evolution of meadows tree structures for all sites, from 1958 to 1985.....</i>	<i>97</i>
<i>Figure 5.2 - Evolution of hills tree structures for all sites, from 1958 to 1985.....</i>	<i>98</i>
<i>Figure 5.3 - Evolution of remote areas tree structures for all sites, from 1958 to 1985.....</i>	<i>99</i>

## ***Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos***

<i>Figure 5.4 - Evolution of urban areas tree structures for all sites, from 1958 to 1985.....</i>	<i>100</i>
<i>Figure 5.5 - Evolution of meadows tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>101</i>
<i>Figure 5.6 - Evolution of hills tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>102</i>
<i>Figure 5.7 - Evolution of remote areas tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>103</i>
<i>Figure 5.8 - Evolution of urban areas tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>104</i>
<i>Figure 5.9 - Evolution of meadows tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>105</i>
<i>Figure 5.10 - Evolution of hills tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>106</i>
<i>Figure 5.11 - Evolution of remote areas tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>107</i>
<i>Figure 5.12 - Evolution of urban areas tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>108</i>
<i>Figure 5.13 - Evolution of meadows tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>109</i>
<i>Figure 5.14 - Evolution of hills tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>110</i>
<i>Figure 5.15 - Evolution of remote areas tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>111</i>
<i>Figure 5.16 - Evolution of urban areas tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 6.1 – Cuadro-resumen del diagnóstico realizado en los capítulos 4 y 5.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 6.2 – Metodología de "backward planning process" adaptada al paisaje arbolado de la matriz agrícola.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 6.3 – Configuraciones arboladas, según su grado de amenaza y importancia de sus ejes de valoración.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 6.4 – Evaluación de los ejes de valoración, según los actores considerados.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 6.5 – Ponderación de los actores según su relación con los tipos de medidas propuestas.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6.6 – Importancia relativa de cada una de las medidas propuestas en función de su relevancia para el modelo de decisión presentado.....</i>	<i>139</i>

# Índice de tablas

---

---

<i>Tabla IIa – Tipología de los pastos según su gestión y disponibilidad de agua (Pires &amp; Moreira 1995). .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla IIb – Árboles y arbolillos habituales en la matriz agrícola en Trás-os-Montes, y sus vectores de propagación.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla IIc – Usos tradicionales de la madera de los árboles de la matriz agrícola, en el Trás-os-Montes.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla IIId – Usos tradicionales de las hojas de los árboles de la matriz agrícola, en Trás-os-Montes. ....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla IIe – Usos tradicionales de los frutos y cortezas de los árboles de la matriz agrícola en Trás-os-Montes. ....</i>	<i>45</i>
<i>Table IIIa – Sample site characteristics. ....</i>	<i>60</i>
<i>Table IIIb – Utilised process variables derived from ancillary maps of study areas. ....</i>	<i>63</i>
<i>Table IVa – Woody structures designations in landscape studies. ....</i>	<i>78</i>
<i>Table IVb – Process variables used from ancillary maps of study areas. ....</i>	<i>81</i>
<i>Table IVc – 20 first environmental and spatial variables in determining the tree network heterogeneity. ....</i>	<i>83</i>
<i>Table IVd – 40 first process variables in determining the tree network heterogeneity. ....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla VIa – Tablas de juicio de la importancia de cada estructura arbórea según los ejes de valoración considerados.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla VIb – Tablas de juicio de la importancia de cada ejes de valoración según los actores considerados....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla VIc – Tablas de juicio de la importancia de cada uno de los actores según las medidas consideradas. .</i>	<i>137</i>



# 1 - Introducción y objetivos

---

---

## *Presentación*

Europa es poseedora de un rango único de paisajes rurales por su diversidad en ambientes, sus poblaciones, y por su larga historia de colonización del territorio. Son paisajes culturales tradicionales, territorios complejos donde alternan zonas con diferentes intensidades de explotación (González Bernáldez 1995). Dichos contrastes, propios de los distintos componentes del paisaje agrícola y ganadero tradicional, dan lugar a numerosas configuraciones también organizadas, de baja entropía, pero diferenciadas del entorno totalmente "natural"; parcelas arables o praderas se suceden, enmarañadas con una malla de árboles y arbolillos, setos y pequeños bosquetes. Su pauta, más o menos rítmica, tenía no solamente como objeto la estabilidad del sistema agrícola, exponiendo menos las zonas más frágiles a la erosión, sino que su presencia y su peculiar disposición correspondían indudablemente a tradiciones y exigencias de carácter simbólico y, con frecuencia, de indudable significado de adaptación.

En este modelo paisajístico destacan las propiedades productivas – maderera, forrajera, sustancias específicas, etc. – de los pequeños retículos forestales en el paisaje mediterráneo (Naveh & Lieberman 1994). Sin embargo, son paisajes corrientemente amenazados por muchas presiones, desde la urbanización al abandono de tierras, o a la intensificación de la producción agrícola (Bunce 1999). En las últimas décadas, con el desarrollo de las nuevas tecnologías de producción, los sistemas de producción agrarios se han intensificado o abandonado, en función de la mayor o menor aptitud del territorio para esas nuevas formas de producción, como causas y efectos de lo que comúnmente se designa por "cambio global". Las principales amenazas de esta alteración neotecnológica del paisaje, y lo correspondiente empobrecimiento biológico y cultural, vienen siendo descritas con algún detalle metodológico (Naveh & Lieberman 1994, Naveh 1998), así como ejemplificadas en variados

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

estudios de caso (Vos & Stortelder 1992, Farina & Naveh 1993). Las grandes dificultades que implica el mantenimiento de la organización humana que dotó de sentido a los paisajes tradicionales, se corresponden a la amenaza que estos cambios en los usos de suelo suponen para unos ambientes agrícolas muy imbuidos de procesos culturales (Naveh 1998). A la hora de plantear la investigación y valoración de los paisajes agrarios, el repaso exhaustivo y sistematizado de las referencias teóricas sobre los componentes estructurales y los procesos espaciales permite destacar el binomio productividad - estabilidad, el significado de la biomasa estructural y en particular de su lenta renovación (necromasa), y los procesos de recuperación de la fertilidad (Gómez Sal 1995).

La ecología del paisaje viene afirmándose como una verdadera ciencia ambiental global, una ciencia cada vez menos descriptiva y cada vez más anticipadora y prescriptiva (Naveh 1999). En los territorios rurales remotos, la ecología del paisaje constituye crecientemente el fundamento para la gestión de los recursos naturales, particularmente para las áreas con estatuto de conservación (Forman 1999). Teniendo en cuenta lo anterior, y desde el punto de vista ecológico, el presente trabajo pretende abordar el estudio de los componentes arbóreos como garantizadores de la estabilidad del paisaje tradicional agrario de Trás-os-Montes.

### *Marco teórico-conceptual*

La agricultura realizada con bajos niveles de utilización externa de materiales y energía es muchas veces designada como "tradicional", aunque los dos aspectos no sean sinónimos. El cultivo genuinamente tradicional puede definirse como el existente antes de la introducción de la maquinaria moderna, de los productos químicos para la agricultura, de variedades de semillas y técnicas de manejo más productivas, que son características de la agricultura en Europa desde la Segunda Guerra Mundial. De hecho, la mayoría de los sistemas de cultivo anteriores a la Segunda Guerra Mundial se han modernizado en alguna medida, con la introducción de nueva tecnología. No obstante, algunos no han estado sujetos a una intensificación significativa y han continuado funcionando con niveles bajos de fuentes exteriores de energía y materiales. Es el caso de las regiones más aisladas y periféricas de Portugal, como lo es Trás-os-Montes.

## 1 - Introducción y objetivos

Pese a la notable importancia de estos paisajes rurales en la conservación de muchas especies (Goriup *et al.* 1991), los sistemas agrarios tradicionales de carácter relicto en la Europa occidental, como configuraciones de diferentes tipos del hábitat, no han recibido tanta atención. La posibilidad de identificar sistemas de manejo y prácticas de gran valor para la conservación de naturaleza, o bien aquellos que le son muy perjudiciales, permitiría el refinamiento y objetividad de la política agrícola, mejorando sus efectos sobre el paisaje y el patrimonio natural (Ihse & Lindahl 2000, Pinto Correia 2000).

No obstante eso, son escasos los estudios sobre estos sistemas agrarios tradicionales desde un punto de vista de su preservación. Son trabajos que se han dirigido hacia el enfoque de habitats naturales, tradicionalmente ubicados en parques naturales y otros espacios protegidos. El valor de muchos sistemas del cultivo sólo se puede apreciar mediante la investigación de la relación entre las prácticas de la explotación agrícola y tales valores naturales específicos de esos sistemas.

Los esfuerzos de conservación de la naturaleza en Europa han tendido a centrar la protección sobre especies particulares o ecosistemas, intentando garantizar su supervivencia a escala nacional, europea o global. Más recientemente, se han hecho esfuerzos para clasificar y cartografiar áreas importantes para la fauna y flora en Europa, como base para políticas estratégicas de conservación de la naturaleza: biotopos CORINE, Directiva HABITATS y red NATURA 2000. Son con todo, iniciativas que se basan en especies de flora y fauna salvajes, o sus habitats, como punto de partida para la elaboración de las políticas de conservación de la naturaleza (Bennett 1991, Bischoff & Jongman 1993, Kirby 2003).

Sin embargo, varios autores han puntualizado la urgente prioridad que para la conservación de la naturaleza, a una escala europea, representa la protección de las áreas de agricultura de valor natural alto (HNV - High Natural Value). Estos autores aportan tres razones clave para esa urgencia (Baldock & Beaufoy 1993):

- ✓ el valor de lo que se perderá si estas áreas experimentan un mayor e irreversible cambio: muchos de los habitats y de sus configuraciones que se mantienen a lo largo de los tiempos serían

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

sumamente difíciles y caros de recrear, y en algunos casos, imposible en términos prácticos (Webster & Felton 1993);

- ✓ las presiones actuales para el cambio de uso de tierra en estas áreas: la intensificación agrícola puede dañar irreversiblemente el valor natural de sistemas de cultivo extensivos, destruyendo habitats semi-naturales que han evolucionado durante siglos sometidos a la gestión humana, mientras el abandono amenaza muchas áreas de agricultura tradicional, como resultado de presiones sociales y económicas; otros sistemas extensivos continúan siendo viables según el mercado y las condiciones políticas actuales, pero retrocediendo hacia una forma más simplificada, lo que implica a menudo pérdidas del valor para la conservación de la naturaleza;
- ✓ la falta de información precisa sobre el papel de prácticas agrícolas con repercusiones claramente positivas para la conservación.

Un inestimable primer paso para lograr una integración de la conservación de naturaleza en la Política Agraria Común sería conseguir estimaciones integradas y completas del valor natural de los diferentes sistemas de cultivo y paisajes rurales. En ese sentido, el presente trabajo pretende también elaborar propuestas para las distintas zonas del área de estudio.

### ***Prácticas y sistemas tradicionales de cultivo***

Los habitats "naturales" no alterados por el hombre son ya sumamente escasos en Europa. Los habitats "semi-naturales", cuyo carácter procede de la intervención humana, son los que están compuestos por especies nativas y tiene rasgos estructurales que, en buena medida, imitan a los de los ecosistemas naturales. Entre ellos se incluyen ciertos sistemas de cultivo con alto valor natural, a los que generalmente se asocia la denominación de "extensivos", "de bajas entradas" o "tradicionales".

Los sistemas de producción tradicionales, cuyos métodos y características se distinguen claramente de los métodos intensivos, se han vuelto una "moda" en el norte de Europa. De hecho, gozan de gran popularidad entre los científicos de la conservación por sus características más destacadas como es el bajo nivel de entrada de nutrientes y el mayor número de especies de fauna y

## *1 - Introducción y objetivos*

flora silvestres; son sistemas con una proporción más alta de vegetación semi-natural. Como resultado de las inherentes características, estos sistemas tienden a sostener una gran diversidad de habitats semi-naturales relativamente ricos en especies de fauna y flora. Estos habitats son particularmente importantes para la conservación de naturaleza debido a la desaparición casi total y en gran escala de los habitats naturales. Muchas especies de fauna y flora se han adaptado, y numerosos ecotipos y variedades han tenido su origen en los habitats cultivados o pastoreados, que han sustituido áreas naturales. Son de hecho las que vienen acompañando al hombre en su evolución (natural y cultural) desde hace varios milenios, desde el origen de la agricultura.

También el manejo extensivo del ganado doméstico es, en cierta medida, una copia del papel histórico de la herbivoría de los animales salvajes y del fuego. Los desplazamientos periódicos de los animales en pastoreo persiguiendo picos de productividad son un rasgo circunstancial de los ecosistemas mediterráneos. Ellos logran mantener áreas de vegetación semi-natural, como son las praderas de secano, que son fundamentales a la conservación de la flora de esos ecosistemas. Sin pastoreo, mucho de ese suelo volvería a revegetar hacia matorral y bosque. También el cultivo extenso de ciertas llanuras produce un sustituto de las estepas naturales a las que muchas especies de fauna se han podido adaptar (Gómez Sal 2000).

Estos sistemas de producción agrícola y ganadero tienden a ser considerados como tradicionales cuando implican ciertas prácticas de manejo que han sido abandonadas con la modernización de la agricultura: el pastoreo del ganado, las rotaciones de los cultivos, o aún el manejo de árboles, bosquetes y setos vivos. Estas prácticas pueden tener un impacto significativo en el valor para la conservación de la naturaleza en esos habitats / sistemas de cultivo. El pastoreo puede producir un modelo particular de desbroce; el mantenimiento de una infraestructura semi-natural del paisaje perpetúa los sustitutos de los habitats naturales alterados; así mismo la inclusión de barbechos largos puede proporcionar nuevos habitats importantes. Las formas tradicionales de agricultura mantienen un mosaico rico de habitats, bajo una gestión integrada del sistema de cultivo.

El actual estado de abandono de tales prácticas tradicionales es consecuencia de un proceso de simplificación productivista; se dejan de cuidar ciertos habitats considerados marginales,

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

conduciendo a una menor coherencia con el ambiente natural de consecuencias negativas para la conservación de la naturaleza (Webster & Felton 1993).

Algunos sistemas tradicionales que han experimentado pequeños cambios tecnológicos han terminado siendo insostenibles por restricciones medioambientales, o por empobrecimiento o degradación de sus recursos, como en el caso de la sobre-explotación de la tierra en la generalidad de los ecosistemas de la región mediterránea vulnerables a la erosión. Es importante tomar no sólo en consideración la naturaleza cualitativa de las diferentes prácticas agrícolas, sino también su intensidad y la naturaleza del medio ambiente en el que ellas se sustentan.

### ***La diversidad en los sistemas tradicionales de uso del suelo***

Los sistemas intensivos de cultivo y manejo de los prados naturales son sumamente restrictivos para la conservación de naturaleza por (Baldock & Beaufoy 1993):

- ✓ la exclusión de casi todas las especies con excepción de las cultivadas, más comunes y que son claves en estos sistemas;
- ✓ la eliminación o abandono de los elementos estructurales del espacio rural, rasgos que tenían una función que ahora es muy reducida (setos vivos usados para linderos, abrigos, forrajes y maderas, etc.);
- ✓ la utilización de grandes cantidades de fertilizantes, creando un ambiente favorable a un pequeño número de especies herbáceas comunes y agresivas, pero no para el número grande de especies menos comunes de los ambientes oligotróficos;
- ✓ los cortes de los pastos para forraje que, debido a la disponibilidad de fertilizantes y maquinaria, empiezan antes que en el pasado, perturbando el éxito en la cría de las niñadas de aves y otros grupos de fauna;
- ✓ las mayores densidades de herbívoros, aumentando la perturbación provocada por el pisoteo;

## 1 - Introducción y objetivos

- ✓ el abandono de los cercados tradicionales de los campos para control del rebaño, en favor de elementos artificiales (alambre, etc.).

Por otro lado, los sistemas de uso del suelo diversificados no tienen porque coincidir necesariamente con situaciones ecológicamente sostenibles, puesto que una agricultura variada pero muy intensiva no tiene valor de conservación de la naturaleza.

Sin embargo, las formas de agricultura tradicional crean y mantienen un paisaje de alto valor para la conservación de la naturaleza. La diversidad de cultivos del mosaico agrícola tradicional es un factor importante para la conservación de la naturaleza. Una combinación de diferentes cultivos, especies y razas de ganado, es causa y consecuencia de una mayor diversidad de habitats, así como de ecotonos de mayor valor natural (McCracken *et al.* 1995, Baudry & Burel 2004). En estos casos asumen gran importancia los "ribazos" que como retazos de naturalidad, proporcionan su típica estructura reticular.

Estos terrenos poco alterados o pastados pueden sostener vegetación muy diversa y la cohorte de animales asociada con los que interactúa (polinización, dispersión, etc.). Por otro lado, son cobijo de numerosas comunidades de plantas exterminadas de los colindantes campos labrados, y permiten la instalación de organismos subterráneos que son sistemáticamente eliminados por el arado, o aún de los que alimentándose de los campos labrados, ahí buscan sitio donde encamarse o nidificar (Samways 1995, Bennett 1999, Tellería 2003).

Es también lo que ocurre con el desarrollo de casos particulares de habitats semi-naturales en los campos del cereal y praderas manejadas extensivamente, con la creación de una estructura paisajística fuerte de setos vivos, o el manejo tradicional de las dehesas o montados ibéricos, integrando el bosque abierto semi-natural y los prados naturales. También ciertas estepas de cereal en páramos de las tierras altas, aunque extensas áreas cultivadas, tienen alto valor para conservación de la naturaleza por lo importante que son para ciertas especies debido a su relativa homogeneidad en términos del hábitat (Moreira 1999, Delgado & Moreira 2000). En estos casos, la introducción de

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

"diversidad" de usos en la forma de nuevos bosques podría afectar esas especies debido a la fragmentación de su hábitat y beneficio de sus predadores.

Otro de los aspectos importantes, y muchas veces no considerado, es la diversidad temporal como complementar, compensatoria o beneficiosa de la diversidad espacial. A lo largo de los siglos, la rotación de cultivos ha sido siempre la clave de la sostenibilidad de la productividad de los terrenos agrícolas, del que es ejemplo el sistema de cultivo de cereales de "año y vez". La continuidad en el tiempo del tipo de ocupación del suelo es muchas veces de gran importancia para el mantenimiento de la diversidad floral, y los cambios en los usos de la tierra pueden destruir o reducir su interés ecológico. Sin embargo por su movilidad, la fauna será menos perturbada por la variación temporal, consiguiendo incluso beneficiar de un mayor rango de habitats y funciones que son proporcionados.

### ***Valor natural del paisaje rural***

El valor para la conservación de naturaleza del paisaje rural tradicional suele identificarse con las estructuras vegetales perennes, de porte arbóreo, maduras, que lo enmarcan. En general, ello es proporcionado por la combinación de la área productiva principal, normalmente la tierra que es cultivada y/o pastoreada, y los atributos naturales, semi-naturales o artificiales que coexisten con la área productiva - setos vivos, árboles de gran porte, regueras, estanques, los fragmentos de vegetación natural, incluso los bosquetes y matorrales, las antiguas majadas, etc. (Gómez Sal 1995, 1998a, Meurk & Swaffield 2000).

Estos rasgos, además proporcionar habitats importantes para la fauna, configuran una estructura del espacio rural con importantes funciones en el paisaje. Tenerlo en consideración es un requisito imprescindible para determinar su valor para la conservación de la naturaleza.

El conjunto de consideraciones anteriores ha servido para enmarcar la problemática de la que nosotros queremos presentar tres ejemplos de comunidades rurales, representativas de los paisajes tradicionales del nordeste de la provincia portuguesa de Trás-os-Montes, manejando información geográfica y debatiendo resultados que identifican los componentes primordiales de su valor natural y

su evolución más reciente, y aún modelando las posibilidades de intervenir en el sentido de asegurar su papel vertebrador de la dinámica de estos territorios.

### *Antecedentes*

El patrimonio paisajístico ibérico actual es el resultado de una evolución multiseccular e interactiva entre Cultura y Naturaleza. De hecho, y aunque sin estricto carácter ecológico o paisajístico, numerosos estudios elaborados acerca del territorio agrario tradicional de la provincia de Trás-os-Montes, tanto a escala nacional como regional o local, han puesto de manifiesto las peculiaridades inherentes a su riqueza y diversidad ambiental (Taborda 1932, Albuquerque 1950, 1954, Gusmão 1964, Ribeiro & Lauteusach 1987, Agroconsultores & Coba 1991). A lo largo de los tiempos, sus características peculiares y tan variadas, han configurado el desarrollo de patrones de usos del suelo originales muy distintos de las áreas de agricultura moderna y intensamente tecnológica, o de las áreas menos intervenidas por el Hombre.

Sin embargo, los estudios publicados sobre el paisaje agrario de Trás-os-Montes no presentan normalmente propósitos ecológicos, o son escasos, puntuales y escuetos. Se pueden clasificar entre los de naturaleza geográfica y los de carácter agronómico. Entre los primeros destaca la cartografía realizada en la década de los 40 y publicada en la década de los 50, seguramente novedosa en términos de planificación del territorio, así como pionera en la denominación del paisaje como agregación característica y repetida de los distintos tipos de ocupación del suelo (Albuquerque 1950, 1954). De su observación resalta la diversidad de clases que matizan el espacio ocupado por Trás-os-Montes, las descripciones referentes a la diversidad y articulación de la producción agraria, como es ejemplo el peso del monte en la productividad de las tierras y estabilidad de las rentas, fuente constante de fertilidad, energía y forraje. Entre los segundos destacamos sus planteamientos como estudios de caso respecto a la evolución y el cambio de los usos de suelo, y su relación con la energía y fertilidad de los componentes agrícolas y forestales de ciertos paisajes de Trás-os-Montes: Barroso (Santos 1990), Miranda do Douro (Guerreiro 1986) y Alvão (Fernandes 1989). La diversidad ecológica y productiva de Trás-os-Montes queda aún reflejada en otros estudios de carácter más técnico (Girão

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

1933), entre los cuales resalta la publicación de cartografía de suelos, usos de suelo y aptitud de suelo a la escala 1/100.000, un incremento notable en la información disponible para la correspondiente escala (Agroconsultores & Coba 1991). Está en este caso también un nuestro primer trabajo en base al cual hemos establecido el paisaje transmontano canónico para tratar en la presente memoria (Castro 1996).

La adhesión de Portugal en la Unión Europea acrecentó la necesidad de inventariar sus recursos naturales de cara a la puesta en marcha de los respectivos planes de desarrollo, como fue el caso del PDRITM - Proyecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás-os-Montes (Portela *et al.* 1987, Neto 1988, Baptista & Portela 1990). Por otro lado, algunos autores han investigado casos particulares de las prácticas rurales tradicionales como son los regadíos tradicionales (Gonçalves 1985, Portela *et al.* 1987), especies y variedades vegetales (Sardinha & Macedo 1987, Tiago 1987, Meneses 1990, Carvalho 1993, Pires *et al.* 1994, Nascimento 1997, Fernandes 1998, Castro 2002) y razas autóctonas (Azevedo 1994, Teixeira 1994), modelos de organización del trabajo (Almeida 1993, Rocha 1995) y prácticas patrimoniales (Rodrigues 1998), faltando realizar una aproximación global, que enfatice los rasgos y patrones del paisaje, y sus consecuencias sobre el funcionamiento del territorio.

El uso de la detección remota por satélite fue anteriormente experimentado en el territorio de Trás-os-Montes para fines de estadísticas agrícolas (Perdigão 1992). Aunque de carácter meramente experimental, resultan claras las posibilidades proporcionadas por esta técnica relativa a la sectorización del territorio, así como a inmensa diversidad de patrones, lo que aconseja un tratamiento diferenciado para cada región natural de la provincia.

El reticulado arbóreo del paisaje agrícola de Trás-os-Montes no fue hasta hoy objeto de investigación en sí mismo, a pesar de su aparente importancia directa e indirecta en la economía de las poblaciones locales. La selvicultura particular de cada especie viene siendo estudiada desde la perspectiva de su capacidad exclusivamente forestal, y no como integradora o parte relevante de los sistemas agrícolas tradicionales. Aún así cabe destacar los trabajos originales sobre el valor forrajero de las hojas y ramas de los árboles que suelen ser utilizados por el ganado o bien son frecuentes

acompañantes de los territorios utilizados por el ganado (Sardinha & Macedo 1987, Tiago 1987). Cabe asimismo destacar, pese a sus limitaciones, la muy reciente publicación de un extenso listado de vocablos arbóreos de origen toponímica, religiosa y humana de Trás-os-Montes (Terao 2002).

### **Objetivos**

Las estrategias sostenibles de uso del territorio, tal como la conservación de la biodiversidad y de la futura evolución biológica solo puede asegurarse con paisajes seminaturales y culturales, autoorganizados y basados en la energía solar (Naveh 1999). Para eso hay necesidad de información básica tal como (i) las características de los paisajes, (ii) un diseño para su monitorización, (iii) el soporte de convenciones internacionales y (iv) la evaluación de los impactos de los distintos contextos políticos (Bunce 1999). Los resultados de este trabajo pretenden contribuir con elementos para los dos primeros: la planificación, el diseño y la gestión de una matriz territorial agrícola estructural y funcionalmente coherente, como base para el desarrollo sostenible, saludable y atractivo de la provincia portuguesa de Trás-os-Montes.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el estudio pretende analizar el valor paisajístico (funcional y sistémico) y el significado ecológico de los componentes que aún hoy aportan mayor estabilidad a los paisajes agrarios – las estructuras arbóreas de la matriz agrícola, reconociendo sus propios modelos de gestión en Trás-os-Montes, con propósitos de conservación de su valor natural. Fijándonos en el gradiente climático de Trás-os-Montes y en los resultados aportados por estudio anterior (Castro 1996), pretendemos acercarnos a las circunstancias - institucionales o no - de su mantenimiento hasta los días de hoy, y a su importancia y función diferenciada respecto a su potencial productivo. El estudio propuesto pretende identificar y esclarecer el significado de estas diferentes formas de regulación y gestión del paisaje en lo que toca a sus componentes arbóreos, entendidos como sus estructuras más estables. En términos de importancia y magnitud para la conservación de la naturaleza, el estudio incidirá sobre los patrones espaciales definidos por estas estructuras, los posibles procesos asociados (económicos, ecológicos, productivos, etc.) y su dinámica reciente. De los resultados pretendese extraer indicadores de los sistemas “tradicionales” antes

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

descritos, asociándolos a las características de bajo nivel de utilización de energía y materias externas (como los nutrientes y/o fitofármacos), y la conservación de prácticas integradas de la gestión tradicional.

Así, son objetivos genéricos de este estudio identificar los sistemas agrarios tradicionales de los paisajes agrarios de Trás-os-Montes, investigar su organización interna actual, evaluar las implicaciones paisajísticas de los cambios más recientes, y documentar los equilibrios y procesos que están realmente amenazados. Por otra parte, el trabajo pretende aportar bases técnicas y científicas para una valoración consensuada de los diferentes tipos de retículos arbóreos para la conservación de la naturaleza, identificando los respectivos sistemas de uso de suelo de los que se espera un alto valor natural, como elemento esencial de esa valoración.

Los objetivos específicos del estudio pasan por:

- ✓ describir la configuración física y ecológica que conforma hoy el paisaje de Trás-os-Montes, con referencia a los aspectos históricos de los que deriva, las sociedades y las culturas que están en su origen, y sus principales componentes, destacando especialmente el conjunto de sus elementos arbóreos que definirá su infraestructura más estable;
- ✓ interpretar la jerarquía de las combinaciones de los distintos tipos de usos de suelo del paisaje rural, evaluando los procesos físicos subyacentes que determinan la continuidad y alternancia de las matrices agrícola y forestal, y que suponen rasgos diferenciadores entre tres situaciones fisiográficas e climáticas distintas;
- ✓ identificar los modelos específicos de los retículos arbolados distribuidos a lo largo de la matriz agrícola de hoy en día para las diferentes situaciones investigadas, analizando su expresión espacial y distribución respecto a factores ambientales y espaciales susceptibles de influir en su ubicación, aportando los aspectos funcionales indagados en el trabajo de campo;
- ✓ evaluar las diferentes dinámicas del reticulado arbóreo en el último medio siglo, asociadas a los modelos específicos de las estructuras arbóreas, al cambio en los usos de suelo, a la nueva

## 1 - Introducción y objetivos

dinámica social del campo, así como al contexto físico y ecológico diferenciador de las distintas matrices agrícolas estudiadas;

- ✓ evaluar la necesidad de actuar frente a las tendencias de desarrollo del paisaje agrario actual y preconizar, mediante las conclusiones derivadas de los objetivos anteriores, el sentido y la magnitud de las medidas necesarias para la conservación de los paisajes agrarios del noroeste peninsular.

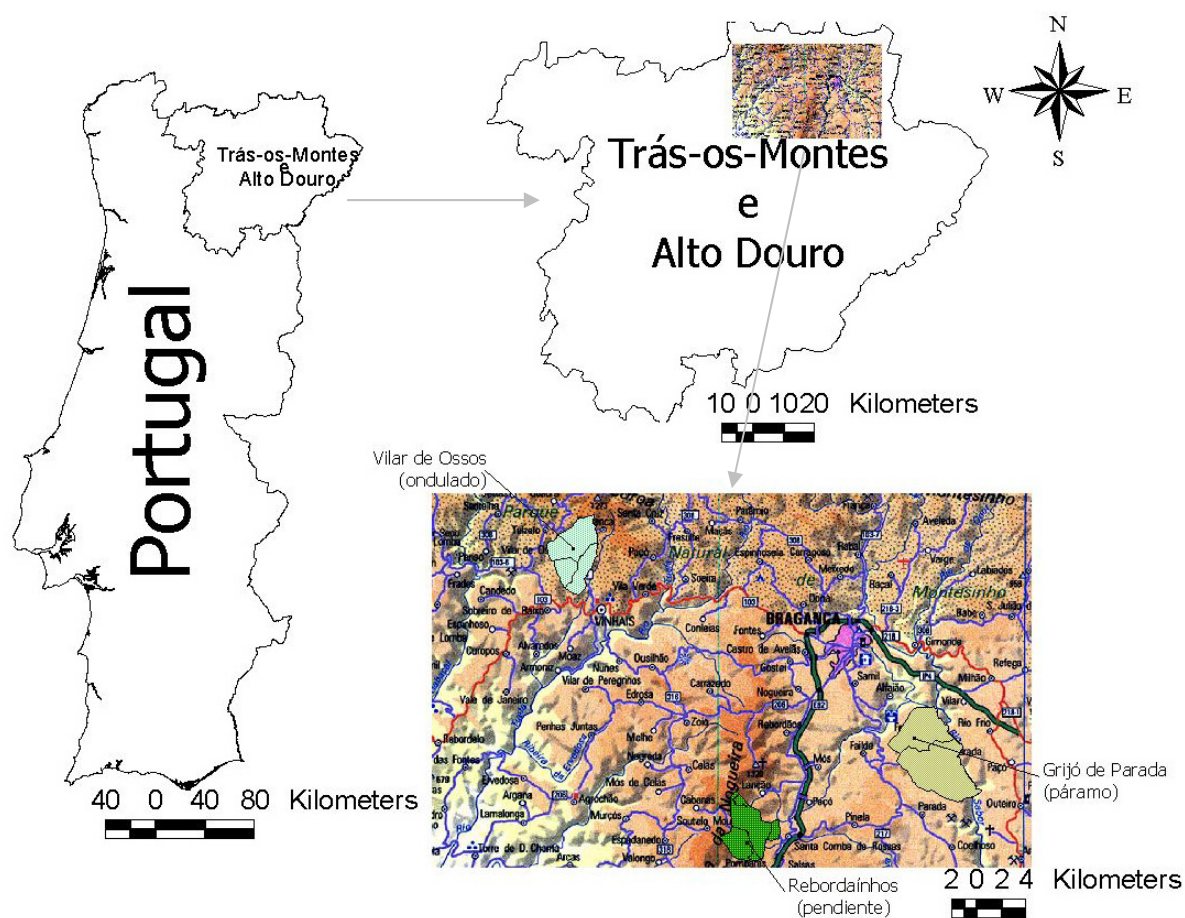


Figura 1.1 - Localización de las áreas de estudio en el contexto nacional.

### ***Organización del trabajo***

El presente trabajo está orientado a tres realidades que corresponden a otras tantas situaciones ambientales anteriormente estudiadas para temáticas afines por el equipo de investigación en el que se integra por el autor. Entre esas temáticas cabe destacar los cambios de uso de suelo, los circuitos de pastoreo, la utilización de los bosques por parte de los animales, y su función en el

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

espacio agrario, entre otras (Castro 1996, Castro *et al.* 2000a, Castro *et al.* 2002, Castro *et al.* 2003b). Las tres realidades ambientales distintas (áreas del trabajo de campo) han sido elegidas por su representatividad e importancia en el conjunto de ambientes continentales que componen el nordeste de la provincia de Trás-os-Montes, tal y como descritos en el capítulo 2 - Paisaje, usos de suelo y árboles (figura 1.1 y figura 2.1). Se trata el páramo, entre 650 y 750 metros de altitud, que corresponde a la prolongación de la meseta central ibérica (municipio de Grijó de Parada), el relieve ondulado inherente a las orografías hercínicas (municipio de Vilar de Ossos), y una situación intermedia entre las dos anteriores que corresponde a una situación de base de pendiente (municipio de Rebordaiños). El clima es tipo supramediterráneo subhúmedo, a excepción del carácter mesomediterráneo del vale del río Sabor en la frontera este del municipio de Grijó de Parada, y del carácter húmedo de las cumbres de la Serra de Nogueira en el límite noroeste del municipio de Rebordaiños. Las figura 1.2, figura 1.3 y figura 1.4 representan la evolución de la población, de la cabaña de pequeños rumiantes y de los principales usos de suelo y sus cambios, en el último medio siglo (Rodrigues 2003). En estas destacan los rasgos comunes a las tres zonas de estudio, tales como la disminución de la población, su relación directa con la reducción de la área de cereales de secano, el abandono de la alternancia entre secano, barbecho y matorral en la recuperación de la fertilidad que aún se nota en la década de los 50, las repoblaciones con pinos en la década de los 90, y la gran irregularidad de los efectivos de ovinos y caprinos, seguramente relacionado con circunstancias socio-económicas momentáneas.

Como particularidades de cada uno de los sitios cabe destacar la importancia de la agricultura perenne con leñosas: castañares en el área de relieve ondulado (Vilar de Ossos) y olivares en la situación de páramo (Grijó de Parada). En la situación intermedia (Rebordaiños) estos cultivos tienen una importancia menor, no sobrepasando nunca las 100 hectáreas. Por otro lado, la disminución de población y de la área de cereales de secano parece estabilizarse durante la década de los 70 en la situación de páramo, mientras que la en la zona de relieve ondulado su evolución no nos permite prever esa estabilización. La diferencia la atribuimos a la mayor aptitud de la situación de páramo frente a los procesos de modernización la agricultura, siempre más difícil en un territorio de topografía

irregular por su inercia al cambio. También aquí la situación de pendiente (Rebordaínhos) surge como intermedia entre las otras dos.

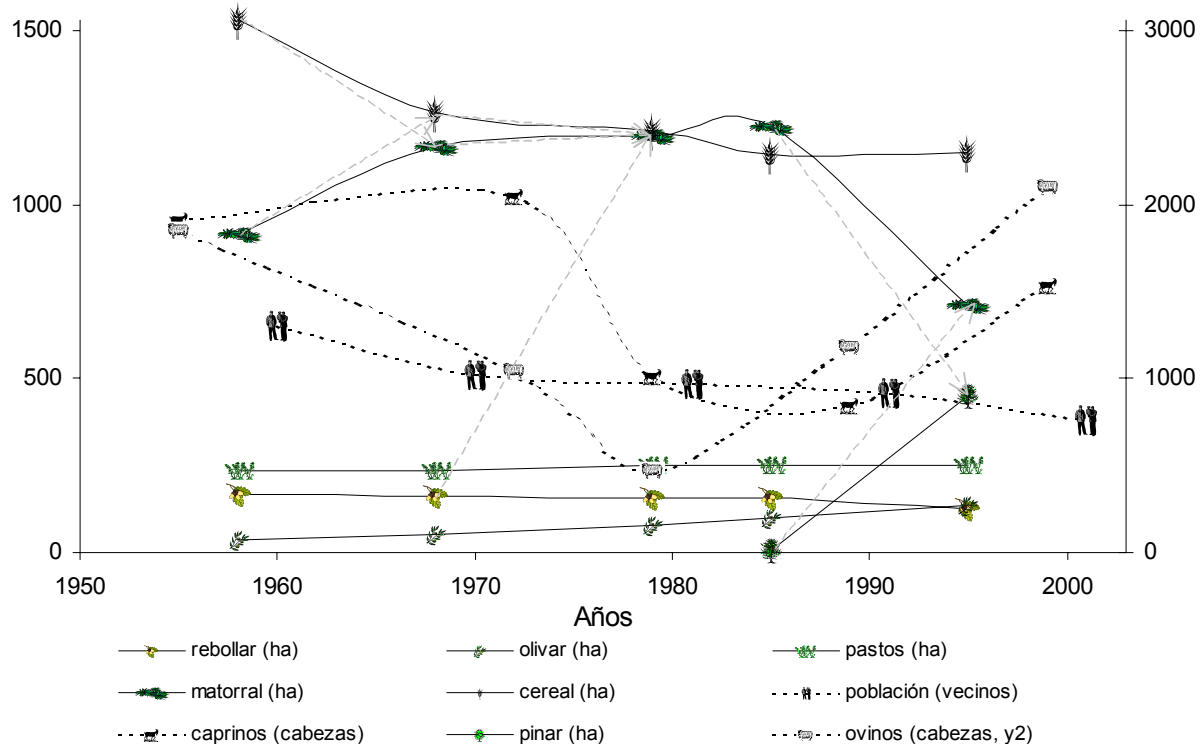


Figura 1.2 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (>100 ha) de Grijó de Parada – páramo.

En el capítulo 2 - Paisaje, usos de suelo y árboles - se describe el proceso histórico hasta principios del siglo pasado, y del cual resultó el paisaje rural de la provincia de Trás-os-Montes. Tomando ese referente temporal, se presentan los principales rasgos que caracterizarían el funcionamiento del paisaje con anterioridad a cualquier influencia de la revolución industrial, de la mecanización y de la utilización masiva de suministros exteriores al sistema (inputs), de la emigración hacia América y Europa, o más recientemente de los efectos de la Política Agrícola Común. Dedicaremos una mayor atención al tema central de esta tesis, o sea, a los elementos que diseñan la matriz agrícola de manera más estable – los elementos arbóreos.

La premisa de que la regularidad de los patrones espaciales en un paisaje informa sobre los principales rasgos de su funcionamiento (dinámica de la vegetación, ciclo de nutrientes, flujos energéticos) es la base para la presente investigación de los paisajes rurales tradicionales del nordeste de Portugal. Un sistema paisajístico ordenado (no aleatorio) está definido como condición para la existencia de un sistema de uso del suelo bien organizado y dinámicamente estable,

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

equilibrado física y ecológicamente. Así siendo, el capítulo 3 - Traditional landscape pattern - referente a los patrones espaciales del paisaje tradicional, presenta un acercamiento jerárquico de la organización del paisaje actual, con determinación de los procesos físicos y ecológicos con influencia en el origen de dichos patrones. La configuración, yuxtaposición y conectividad de los elementos paisajísticos son componentes esenciales de la propia estabilidad general del paisaje y de los elementos considerados en sí mismo. Los flujos entre los elementos paisajísticos son una parte importante y esencial de cualquier sistema natural. Sus tasas de cambio son función de su conectividad, contigüidad y yuxtaposición de los elementos paisajísticos. El reto clave en ecología del paisaje es identificar e implementar un patrón de estructura del paisaje que permita su funcionamiento, favoreciendo a las comunidades humanas.

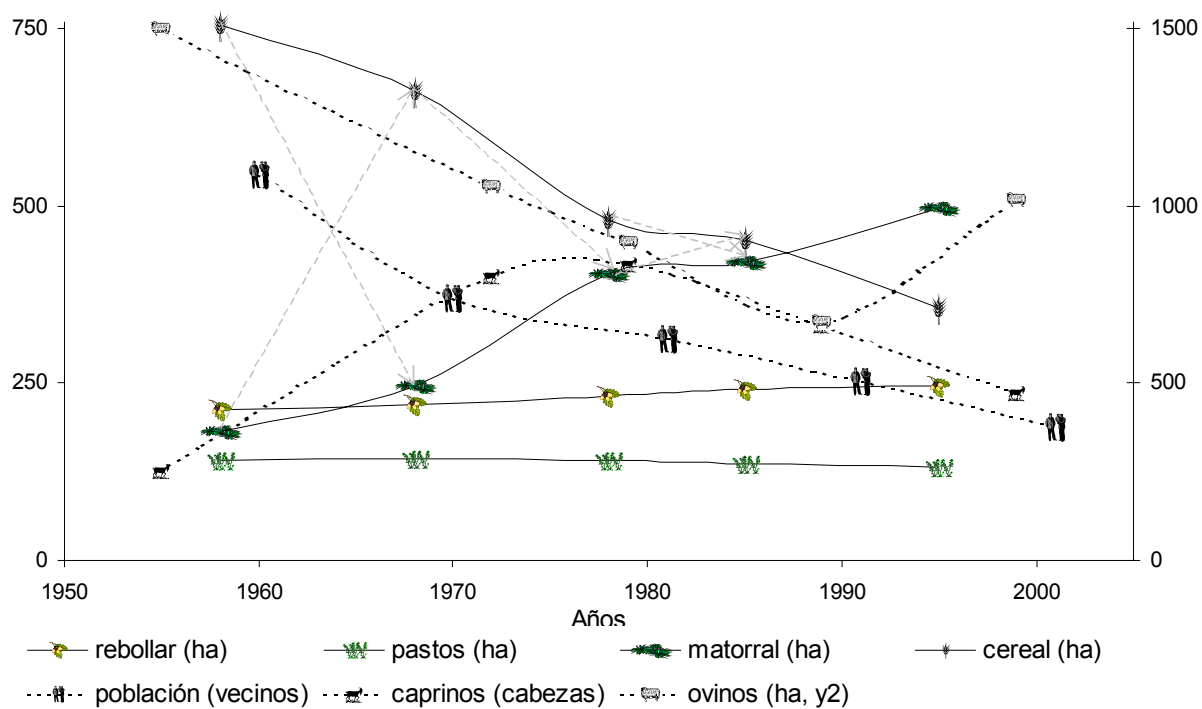


Figura 1.3 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (>100 ha) de Rebordáinhos – pendiente.

Los modelos de utilización tradicional de la matriz agrícola incluyen elementos arbóreos de tipo puntual, linear y espacial (de áreas o mosaicista) que son esenciales para el mantenimiento de los procesos productivos, económicos y ecológicos, entre ellos la diversidad biológica y el valor natural. La integración de su papel ecológico con sus objetivos productivos e económicos ha logrado mantener su vigencia y complejidad a través de los tiempos hasta la actualidad. Sin embargo, las recientes contingencias económicas e impulsos tecnológicos, amenazan hoy el antiguo orden del

## 1 - Introducción y objetivos

paisaje, alterando el complejo ecológico-productivo-económico. Subsecuentemente, el capítulo 4 - Woody network heterogeneity - dedicado a la heterogeneidad de la trama arbórea, describe la distribución y composición de los elementos de carácter leñoso que sobresalen en la matriz agrícola de los territorios de los tres casos en estudio.

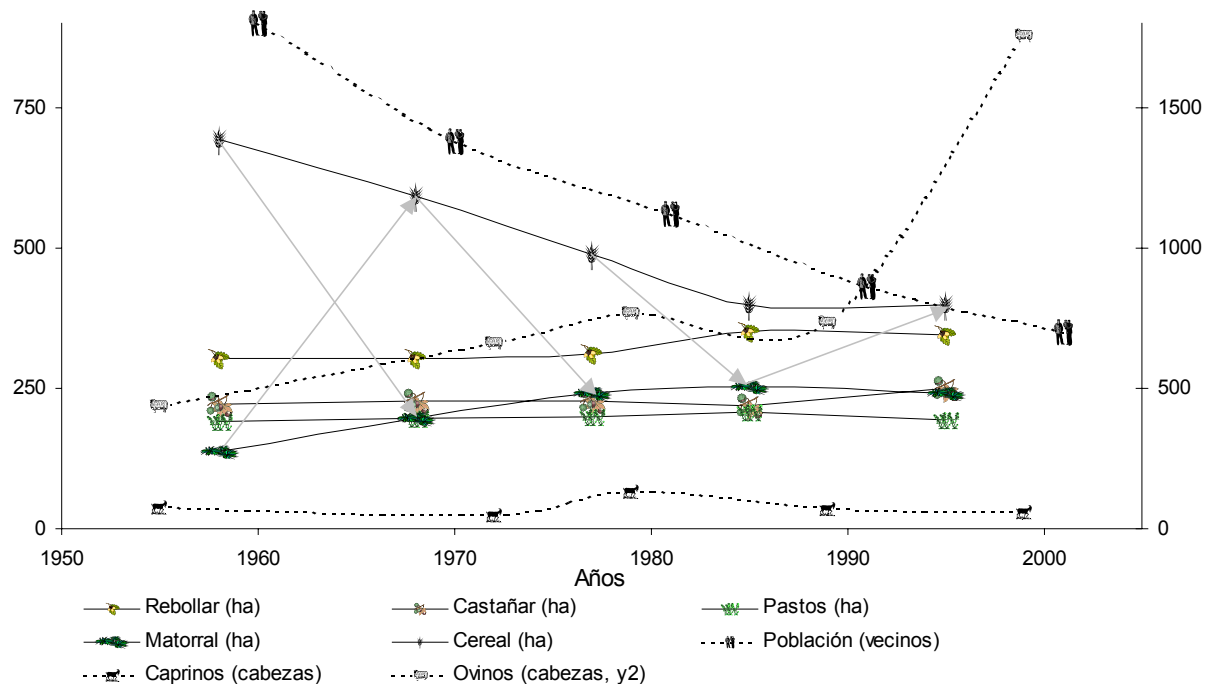


Figura 1.4 – Población, pequeños rumiantes y usos de suelo (>100 ha) de Vilar de Ossos – relieve ondulado.

El patrón de la distribución actual de los retículos forestales, como se ha referido antes, responde a las necesidades y expectativas productivas y económicas de las poblaciones locales. Desde el final de la II Guerra Mundial y a lo largo de la última mitad del siglo XX, la economía local se vio afectada por acontecimientos tales como la emigración hacia las grandes metrópolis y en particular hacia Francia, el cambio de régimen en Portugal (revolución de los claveles), la integración económica y política en la Unión Europea, y la definitiva globalización económica de nuestros días. Sus consecuencias en el paisaje, y concretamente en los elementos boscosos del paisaje rural, son también ellos susceptibles de análisis integrados. De entre las consecuencias de tipo ecológico destacan la introducción de especies (*Ailantus*, *Eucaliptus*, *Acacia*) o expansión de otras ya antes introducidas (*Pinus*), la presencia y desarrollo de plagas o enfermedades (tinta del castaño, grafiosis del olmo), y el abandono de ciertas prácticas culturales de manejo, como consecuencia de cambios de estrategias productivas. Entre las consecuencias de tipo productivo destacan la especialización, la

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

mecanización de ciertas tareas, aunque incipiente, y la creciente dependencia de factores de producción exteriores al sistema productivo local. Entre las consecuencias de tipo económico, las más evidentes son la creciente importancia de los ingresos derivados de la seguridad social, la liberalización de los precios de la producción y bienes de producción, las políticas de intervención económica anteriores y posteriores a la Revolución de 1974, y la adhesión a la Unión Europea. Este conjunto de cambios es analizado en el capítulo 5 – Recent changes in woody network –, dedicado a la dinámica temporal entre 1958 y 1995 de la trama arbórea, en el que se estudia y valora la evolución cuantitativa de los elementos arbóreos antes investigados, y su impacto en la estabilidad que estos elementos aportan para los procesos ecológicos en dichos territorios.

En los capítulos 3, 4 y 5 se han utilizado métodos de detección remota, sistemas de información geográficos y recientes metodologías de análisis espacial de datos ecológicos, para analizar registros fotográficos históricos, imágenes de satélite SPOT e información geográfica complementaria; dado su carácter específico, se presentan en inglés en la forma de artículo científico.

Por fin, los resultados obtenidos son utilizados como base para la descripción de posibles actuaciones para mitigar los efectos perniciosos de la reciente evolución socio-económica y de las políticas agrícolas seguidas, de modo a que un acercamiento integrado de carácter paisajístico permita salvaguardar la cohesión entre los valores naturales, la actividad humana y el funcionamiento del territorio en general que cada vez más amenaza la ecología del paisaje rural de Trás-os-Montes. En el capítulo 6 – Consideraciones finales - se ha integrado toda la información que resultó de la presente investigación, bien sea de las visitas y del trabajo de campo, bien sea los resultados de los análisis cuantitativos de los tres capítulos precedentes. Los resultados obtenidos se emplean en un esfuerzo de modelación y prospectiva, para estructurar la decisión relativa a la conservación de la trama arbórea del paisaje rural tradicional de Trás-os-Montes, integrando valoraciones, actores y medidas posibles para lo concretar. Con tal, se ha concretado de la manera más amplia posible las ideas sugeridas por los temas planteados, así como se proponen cuales deberán ser, a nuestro punto de vista, los caminos y decisiones necesarios para la concretización del paisaje pretendido para el futuro.

## 2 - Paisaje, usos de suelo y árboles

---

---

### ***Breve referencia geográfica e histórica***

El territorio analizado es parte integrante de Trás-os-Montes, la provincia del extremo Nordeste de Portugal, en la continuación de la meseta central ibérica, limitada al Este y Sur por el valle del Duero, y al Oeste por las montañas del macizo galaico-duriense. Descrito como el "Norte Transmontano" (Ribeiro & Lauteusach 1987), se trata de un paisaje cerealista entrecortado por afloramientos rocosos y bosquetes de rebollo (*Quercus pirenaica* Wild), mayormente de clima supramediterráneo subhúmedo. El tramo del valle del Duero se utiliza para el cultivo de la vid en pequeñas terrazas desde el siglo XVII, erigiendo uno de los más espectaculares paisajes agrarios del mundo, hoy clasificado por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad, de tipo "paisaje cultural vivo evolutivo".

### ***El territorio***

El territorio de Trás-os-Montes es susceptible de caracterizarse por el predominio de sus influencias, oceánicas o continentales. En anterior trabajo, hemos analizado la confluencia de estos gradientes climáticos, de tipo atlántico y de tipo mediterráneo en la provincia. Dichos gradientes derivan del cruce de varios factores (Castro 1996): un valle muy pronunciado, como es el del Duero, y accidentes orográficos, como el complejo montañoso Galaico-Duriense, sobre una base residual de la meseta ibérica. Con base en tres niveles jerárquicos de análisis, es posible diferenciar ocho tipos paisajísticos que recogen modelos de funcionamiento diferentes del medio natural. El trabajo proponía una sectorización que pudiese servir como base para estudiar distintos escenarios de desarrollo de Trás-os-Montes. Más recientemente y para la totalidad del territorio portugués, Pinto Correia & Cancela d'Abreu (2001) han definido unidades de paisaje según metodologías ya probadas en otros países europeos (figura 2.1).

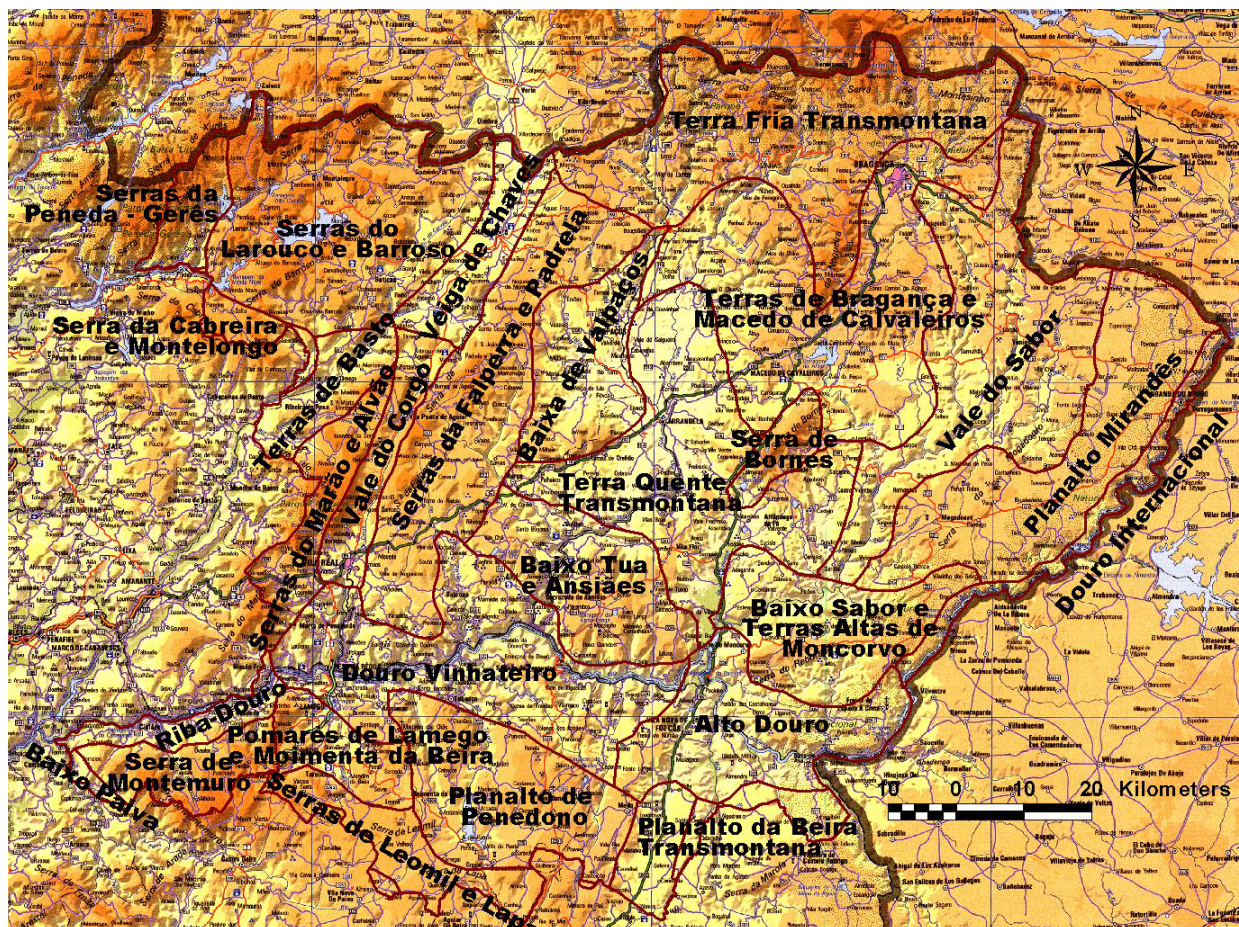


Figura 2.1 – Unidades de Paisaje definidas para Trás-os-Montes según Pinto Correia & Cancela d'Abreu (2001).

El sector más occidental de Trás-os-Montes es donde se hacen sentir las influencias marítimas. Se distinguen bien las regiones que forman las principales montañas por encima de los 1000 metros, de las otras de menor altitud. La franja occidental, formado por el eje de montañas (Serras do Marão e Alvão, Serras do Larouco e Barroso, Serra da Cabreira), es la más fría y húmeda de Trás-os-Montes, con medias de temperaturas anuales inferiores a 9°C y precipitaciones superiores a 1300 mm. Las cumbres son zonas de utilización pastoral, en un paisaje dominado por formaciones de matorral muy manejadas y productivas. Los asentamientos humanos formados por aldeas y pequeños pueblos se sitúan en las vertientes; en su conjunto configuran un paisaje de bancales cultivados de manera diversificada (Terras do Basto, Vale do Corgo, Veiga de Chaves). En las regiones de menor altitud hay que distinguir la transición entre la región continental y la atlántica, un territorio rocoso, de litología de esquistos y donde se cultivan cereales de secano (Serras da Padrela e Falperra), y el sur del Duero (Serra de Montemuro), donde las condiciones de humedad y suelo permite los cultivos de regadío.

## *2 - Paisaje, usos de suelo y árboles*

Las influencias continentales se hacen sentir sobretodo en los dos tercios orientales del territorio, y al sur, en el valle del Duero, con amplitud térmica grande (12°C-14°C) y menor precipitación (por debajo de 900 mm). Las regiones de más baja altitud, por debajo de los 500 metros, son el valle del Duero y los valles de sus principales afluentes. Son las zonas donde la continentalidad de clima es más pronunciada, con la amplitud térmica más alta (14°C) y precipitaciones más escasas (500 mm). Su configuración física, así como la influencia fluvial, proporciona condiciones diferentes entre valle del Duero y sus afluentes. El primero es abrupto, con pendientes fuertes, predominando el cultivo de la vid en terrazas estrechas de menos de 8 metros de anchura (Douro Vinhateiro, Alto Douro). Los valles de sus afluentes, principalmente el del río Tua, presentan un relieve más suave, donde predomina el cultivo de cereales de secano y los olivares (Terra Quente Transmontana, Vale do Sabor).

Por encima de los 500 metros de altitud, la región continental de Trás-os-Montes se caracteriza por su base granítica o de esquistos. El paisaje granítico corresponde a un territorio algo montañoso, rocoso, ocupado por pinares y pequeñas extensiones de vid; se sitúa en la región central de Trás-os-Montes (Baixa de Valpaços, Baixo Tua e Ansiães). El paisaje de esquistos es el paisaje más común y característico, correspondiendo a lo que queda de la erosión de la meseta ibérica (Planalto Mirandês, Terras de Bragança e Macedo de Cavaleiros, Terra Fria Transmontana). Es una plataforma más o menos ondulada, en la zona más oriental de la provincia, ocupada mayoritariamente para el cultivo de cereales y prados naturales de secano.

Teniendo en cuenta su significado en el contexto de la provincia, en este estudio se investigan territorios mayormente pertenecientes a este último ámbito. Se ha tomado como unidad de observación la "freguesia", la más pequeña unidad territorial con expresión administrativa oficial y límites físicos legalmente establecidos; en su territorio, las "freguesias" incorporan uno o más términos de aldeas, es decir, espacios territoriales y recursos que organiza cada comunidad humana. Aunque su importancia se vea disminuida a lo largo de las últimas décadas, la aldea representa la menor unidad de organización social y productiva con un reflejo en los sistemas de utilización del

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

territorio. A lo largo de los años su capacidad de organización e influencia sobre el paisaje viene disminuyendo con respecto al control exterior

A finales del siglo XIX, los usos de suelo y las prácticas agrícolas en el paisaje de la región son indicadores de sistemas económicos prácticamente cerrados e individualizados para cada comunidad rural elemental, la "aldeia". A lo largo de los siglos anteriores, la inexistencia de vías de comunicación principales apenas permitió los intercambios comerciales entre las varias localidades. La actividad agrícola y las áreas de cultivo estaban limitadas y dependientes de la mano de obra disponible, por las especies agrícolas locales y sus métodos rudimentarios de manejo, y por alguna escasa actividad comercial (Coutinho 1877).

La región permaneció como una barrera física difícil de cruzar por los ejércitos extranjeros, lo que añadido a aspectos de la política comercial con el exterior y privilegios regios concedidos, han determinado una región prácticamente cerrada al exterior hasta finales del siglo pasado, con excepción del canal de comunicación natural proporcionado por el río Duero.

La resolución del monarca luso D. Afonso V en 1448 para que no entrara vino del exterior en Bragança antes que se consumiera la producción local, así como el tratado Mathuen de libre intercambio comercial con Inglaterra en 1703 y del cual resulto la aniquilación de la industria portuguesa, son dos ejemplos del tipo de políticas limitativas de alguna posibilidad de desarrollo de Trás-os-Montes (Alves 1982). La excepción fue el eje del río Duero, canal privilegiado de transporte y comunicación con el exterior, responsable del desarrollo de la viticultura y de la gran propiedad privada.

La casi inexistencia de vías de comunicación no permitió la salida comercial para los valles interiores, configurando un paisaje de pueblos autosuficientes para la mayoría de los "factores de vida" en las regiones de Bragança, Miranda y Barroso. Su interdependencia con la naturaleza queda reflejada en la supresión, por el rey D. João III en 1490, de las tasas y licencias para los habitantes de Miranda poseedores de ganado, atendiendo a las dificultades que planteaba la mortalidad y predación por el lobo (Alves 1982). Del mismo modo y después de una exposición de los locales, en

## *2 - Paisaje, usos de suelo y árboles*

1563 el rey determina la alteración de la época de caza, de Marzo a Mayo para Abril a Junio, debido al frío, así como la prohibición de la caza con nieve y de ciertos procesos utilizados para la perdiz, el conejo y la liebre (Alves 1982).

El desarrollo interno conllevó la transformación gradual y endógena de las estructuras y procesos pré-existentes a través de adaptaciones y refinamientos, para aumentar la eficacia y regularidad de los sistemas de producción, incluyendo diversidad paisajística y equidad social (Dias 1948, Brito 1996) aunque, en este último caso, discutible (O'Neil 1984). La obligatoria autosuficiencia logró el desarrollo de sistemas de producción muy estables, complejos y ajustados al medio ambiente, tal como lo confirman las estadísticas de ese tiempo (Cruz 1929). De la diversidad y complejidad de sus intrincadas conexiones dependería su eficacia y viabilidad.

Las principales características de la agricultura tradicional serían la diversidad de producciones, el auto-abastecimiento para los seres humanos y el ganado, la utilización de propágulos (semillas) propios, y las retribuciones en géneros (Pires & Moreira 1995). En este último caso, el centeno era utilizado para pago de la mano de obra, de tasas, y de otros servicios tan variados como la cubrición de vacas, el barbero y otros menesteres (Coutinho 1877, Lourenço 1932, Alves 1982, O'Neil 1984). En una economía centrada en la producción del "pan" (centeno) con lo que se pagaban tribuciones, productos y servicios, las ferias eran dedicadas a productos de temporada - ganado, castaña y otros frutos - de gran dimensión y marcada periodicidad, y tenían un papel importante en la vida de las poblaciones.

Sin el incentivo comercial, sólo se exigiría de la tierra lo único y exclusivo para la sustentación de sus habitantes. La ausencia de la actividad comercial implicó la busca de la autosuficiencia con respecto a las necesidades básicas cotidianas de la vida humana, fundamentalmente la alimentación y el vestuario. Cada aldea poseía sus telares para la fabricación de su ropa, sus linares para la obtención del "cotim", tejido de lino para la ropa de verano, y sus ovejas para obtener el "pardo" o "burel", tejido de lana negra para la ropa de invierno; toda una serie de actividades artesanales (carpintería, construcción, cerámica, ferretería, etc.) obtendrían la mayor parte, y las más pesadas, de sus materias primas de su propio territorio (maderas, fibras, cueros, etc.). Son sintomáticas las

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

excepcionales autorizaciones del rey D. Manuel en 1507 y 1508 para la compra en el exterior (Castilla) de, respectivamente, ganado para trabajo y hierro para la fabricación de aperos, siempre que fuera para el uso exclusivo de su comprador "transmontano".

Con todo, hay registro de varias actividades paralelas susceptibles de generar productos cuya relación entre su peso y su valor resulta suficientemente atractiva para permitir a las poblaciones transportarlo y venderlo en centros poblacionales mayores. Estos productos representan así una importante fuente externa de ingresos, susceptible de generar acumulación de riqueza. Destaca el caso de la producción del capullo de gusano de la seda, de aguardiente vínico y de mantequilla. Hay registros de la industria de la seda desde el siglo XII. La poca y leve mano de obra (femenina - señoras, sus hijas y criadas), la rentabilidad superior de la pequeña explotación, y el transporte fácil y barato permitieron que esta industria haya sobrevivido a las vicisitudes de la moda y de los avances tecnológicos, a pesar de que le haya provocado gran inestabilidad (Taborda 1932). Decisiones regias de 1563 impusieron la plantación de moreras, el pasto del gusano, con penalizaciones para quién a eso se opusiese. También la Iglesia, a través de la influencia de la Diócesis sobre los pueblos locales, promovió la plantación y cuidado de las moreras (Alves 1982). Aún a mediados del siglo XIX, los encargos de la Junta Distrital de Agricultura para la compra de moreras condicionaban fuertemente las inversiones regionales, en concreto y como lo reseña el documento anónimo de la época "Actas da Junta Distrital de Agricultura de Bragança" archivado en el Archivo Distrital de Bragança, los gastos de enseñanza primaria en los pueblos.

Mientras la seda y el aguardiente se han generalizado a toda la región, la producción de mantequilla se relaciona con la coincidencia de características muy productivas de los pastos de ciertas zonas de la comarca de Vinhais y de las cualidades de la leche de las vacas de raza Mirandesa. En la actualidad es la única raza representante ibérica del tronco "castaño" que goza de una relativa salud y efectivos poblacionales. A este tronco pertenecía la muy valorada "Mantequera Leonesa", en la actualidad desaparecida. La producción de mantequilla se ha mantenido hasta muy pocas décadas, siendo en aquel momento sustituida por la producción de leche con razas de vacas importadas. El capullo del gusano de la seda y el aguardiente han tenido fines semejantes ya que para ambos su

producción colapsó como consecuencia de epidemias de plagas y enfermedades que terminaron el gusano de la seda (pebrina) y la vid (filoxera) por toda Europa durante la década de los 60 del siglo XIX.

### ***El origen de la matriz agrícola***

Los más antiguos y fundamentales registros de la ocupación humana de la región en estudio remontan a la cultura castreña del final del Neolítico (Redentor 1998), entre el IV y el III milenio a. C., no obstante la presencia de monumentos megalíticos revela una ocupación prehistórica más antigua. Aunque el origen de los poblados castreños pueda ser más o menos compleja (Carballo Arceo 1995), su expansión es un proceso endógeno. Los asentamientos humanos en la región ocuparon un espacio entre los dos dominios agrarios, el *ager* y el *saltus*, tal y como la gran mayoría de los poblados primitivos de la cultura castreña del noroeste peninsular, y que se repite en la mayor parte de las aldeas actuales. Las poblaciones locales intensificaron, aunque con una incipiente agricultura, el uso del territorio inicialmente arbolado de los valles: fue la época "del hacha delante del arado". El territorio circular de 1 kilómetro es lo que mejor puede definir el área de explotación económica (Carballo Arceo 1995), concentrándose en ese ámbito las tierras de mayor capacidad agrícola, la visibilidad a partir del poblado, la mayoría de los recursos rocosos ahí utilizados para casas, vallas, etc.. Se procuraba maximizar los recursos agro-pecuarios, al mismo tiempo que la desventaja producida por la pérdida de la capacidad defensiva era minimizada por una elección de la ubicación del poblado con criterio y la construcción de sistemas defensivos (Redentor 1998), buscando por ejemplo, las pequeñas elevaciones de grande visibilidad en la confluencia de ríos; sus áreas de explotación incorporarían no solo la tierra dedicada a la agricultura, sino también la dedicada a los bosques y a los pastos.

Tras la conquista del Noroeste peninsular, la paz proporcionada por el Imperio Romano permitió nuevas formas de ocupación del espacio y la transformación de la estructura socio-económica castreña, imponiendo nuevas formas de asentamiento (villa, vicus, ciudad, etc.). La mayor parte del territorio en estudio, que debió ser ocupado por los pueblos de la etnia de Zoelas desde la

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Edad del Hierro (Alves 1982), corporizó la Civitas Zoelarum en el marco de la ocupación romana, con su capital en Castro de Avelãs y dependiente del Conventus Asturicum.

La desorganización administrativa debida a la posterior ocupación germánica favoreció la consolidación de aspectos comunales en la organización de los poblados, lo que permitió sobrevivir a esas comunidades rurales. Por otro lado, la revolución agraria árabe consistente en la distribución para el pueblo de las tierras de la Iglesia y de la nobleza goda como estrategia facilitadora del avance hacia el Norte (Sérgio 1972), no debió tener influencia en la región más que en algunos topónimos, debido al escaso tiempo de ocupación, entre los años 716 y 757.

Tras la reconquista cristiana del territorio por Alfonso I, y la expansión del Reino Astur hasta el Duero por Alfonso III, la coyuntura política y militar permitió el protagonismo de la nobleza (Redentor 1998), en el caso de la familia de los "Bragançons". El establecimiento de los monasterios ha estabilizado la utilización para la agricultura de grandes áreas del territorio. En Bragança, el Monasterio benedictino de Castro de Avelães, más tarde dependiente del cisterciense de San Martín de Castañeda en Sanabria (Taborda 1932, Alves 1982), fue una de las impulsoras de la colonización agraria del territorio de Trás-os-Montes.

El mantenimiento de la independencia de Portugal alcanzada en el siglo XII implicó la implantación de localidades fortificadas como Bragança y Outeiro, los "castillos de roquedas" utilizados para protección de las poblaciones y vigilancia de los campos de cultivo de las partes bajas (Andrade 1999). Sin embargo, en el siglo XVI Miranda do Douro tenía aún más relaciones con León que con Portugal, lo que fue alterado con el establecimiento de la Diócesis, haciendo bilingües a los habitantes de Miranda.

### ***La propiedad de la tierra***

La propiedad medieval se encontraba dividida y disputada entre la Corona, la nobleza (familias Sousões y Bragançons) y la Iglesia (Monasterio de Castro de Avelães). El poblamiento de la mayor parte del territorio de Trás-os-Montes se ha conseguido mediante políticas de donaciones regias y "aforamientos colectivos" de la primera dinastía portuguesa. El gran porcentaje de cartas

## *2 - Paisaje, usos de suelo y árboles*

forales de hasta el siglo XIII demuestra el esfuerzo estratégico de repoblación. Los sucesivos reinados de D. Sancho II, D. Afonso III y D. Diniz fueran la base de la organización, determinando y tasando tierras, entre la propiedad del clero, la de la nobleza y la propiedad aforada al pueblo - han sido las "inquirições". Estas comunidades se han desarrollado con base en una lógica histórica (antiguos poblados romanos, visigóticos, etc.), una lógica de propiedad - eclesiástica, señorial o comunal - y una inherente lógica biofísica.

Así se constituye la propiedad señorial, mediante donaciones regias posteriores a la reconquista, como tributo por el apoyo al rey D Afonso Henriques y estrategia de la colonización del territorio. Hay que tener en cuenta que en la base de la independencia de Portugal estuvieran también las rivalidades entre la nobleza del "Entre Douro e Minho" y la de "Galiza" (Andrade 1999).

La propiedad eclesiástica se constituye basándose también en donaciones regias, de carácter igual a las de la nobleza, donaciones particulares y usurpaciones ilegales. Las donaciones particulares son referentes a los "tercios", o sea, la tercera parte de las herencias de un cualquiera fallecido revertían para la jerarquía religiosa correspondiente. Las usurpaciones ilegales se refieren al robo, prepotencia, soborno, vejaciones, oprimiendo y adulterando artículos de los Concordatos Regios que limitaban las áreas de las ordenes religiosas, así como captando herencias de moribundos "a cambio del paraíso en la otra vida" (Alves 1982). Las ordenes monásticas podrían a su vez "aforar" sus partidos, como el caso de la aldea de Arufe (Rebordaínhos), aforada por el monasterio de Castro de Avelães a los habitantes de Gralhós, en este caso por tres generaciones. En los casos de gestión dañosa de las propiedades, los monjes obligarían a su usufructuario a recuperar y devolver las áreas arrendadas (Alves 1982). La apropiación privada de estas grandes extensiones de propiedad de monasterios y ordenes religiosas se da en distintos momentos y por variadas razones: la transferencia de los bienes de la Orden de los Templarios a la de Cristo - en la que no todas las propiedades llegaron a su destino -, la confiscación de los bienes de los Jesuitas, y la continuada confiscación desde la crisis constitucionalista de 1834, completado con la implantación de la República en 1910. Las sucesivas alteraciones de la propiedad eclesiástica han incluso alterado la frontera entre Portugal y España (Alves 1982).

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

La presión demográfica y la consecuente necesidad de mayores producciones, así como situaciones resultantes de conflictos varios, favorecieron a lo largo de los tiempos una lenta pero progresiva apropiación privada del territorio anteriormente comunal. Ese proceso implicó primero los terrenos de producción mayor y más regular (vegas, regadíos, etc.) pasando luego a los de utilización menos intensiva; esas parcelas se denominan como "foros". El contrato de los "maninhos" (terrenos no cultivados de propiedad particular, usados en común por un grupo de moradores, mediante carta foral, arrendamiento o alineación instituido con un señorío) de Miranda do Douro (año de 1523) estipula el arriendo de por un "alqueire" de trigo por año, por cada vecino que haya roturado y repartido entre sí por "sortes" (parcelas de igual dimensión, distribuidas por sorteo) los "maninhos" o prados del municipio. Cada vecino estaría aún obligado a plantar 40 olivos, y sería multado si no lo hiciera en 4 años. Se estipularon aún multas para los propietarios de bovinos (100 "reis") y ovinos (20 "reis") que entraran a esas plantaciones. (Alves 1982).

En el siglo XVIII, el aumento de la población y las crecientes influencias de las teorías económicas fisiocráticas determinarían un nuevo acoso contra la propiedad comunal. Las "Memorias Agronómicas" de los agrónomos delegados en la región dan cuenta de la necesidad de privatizar los terrenos comunales por el hecho del "desgobierno" que representa su usufructo comunal. En el siglo XIX, las teorías capitalistas conducentes a la liquidación de las formas comunitarias de la actividad agro-pastoral se plasman en la legislación de los "aforamientos perpétuos" (1804 y 1815) y la transferencia de las poblaciones para las corporaciones municipales, de la administración de esos terrenos. Por otro lado, la aniquilación de los privilegios y estructuras del "Antiguo Régimen" que constituyó la revolución liberal de 1834 determinó procesos desamortizadores responsables por la extinción y confiscación de todos los bienes de conventos, monasterios, colegios, hospicios y ordenes religiosas en general.

El Nuevo Código Civil de 1867 determina el final de los pastos comunes o "compáscuo" acentuando aún más la tendencia creciente para la separación entre la propiedad y el cultivador directo de la tierra. La Guerra de 1914-1918 determina nueva legislación en el sentido de la apropiación privada de los terrenos comunales con el objetivo de intensificar su productividad. Sin

embargo, pese a la tendencia generalizada de la administración central para repartir los terrenos que desde hace siglos siguen siendo de propiedad y usufructo comunal, la resistencia a su desamortización por los pueblos de la región de Trás-os-Montes, y en particular en la región de estudio, determinó que aún en la actualidad, la propiedad comunal fuera un componente muy importante en el funcionamiento agrario de los pueblos estudiados, así como de toda la región.

### ***Los usos del suelo***

Aunque a una región natural no se sobreponga necesariamente una región humana, y admitir el contrario sería postular un "estrecho y ridículo determinismo geográfico" (Taborda 1932), la capacidad de acogida de cada región para la población humana dependió desde siempre de la coincidencia espacial de un conjunto de condiciones que posibilitaron los diferentes usos del suelo necesarios a la supervivencia humana (abundancia de agua, profundidad de suelo, bondad de clima, etc.). De hecho, y tal como antes se ha referido, la diversidad de los componentes del paisaje y los recursos naturales (agua, piedra, etc.) ha sido esencial para la supervivencia de estos poblados desde los tiempos de la economía agro-silvo-pastoral de la cultura castreña. En el contexto del paisaje actual, y a grandes rasgos, los componentes del paisaje más importantes en el territorio estudiado son el monte, el campo, el pasto y la vega. Este paisaje representa un modelo de utilización de recursos naturales con cambios y adaptaciones que dependen de las restricciones ambientales locales, de entre las cuales, el tipo de vegetación es la más notable. Sin embargo, otras restricciones matizan estos cambios, como son los casos de la vestimenta tradicional y de la tracción animal anteriormente utilizada. En el primero caso, el uso del "cotim" (tejido en lino) en la región más cálida es sustituido por el uso del "pardo" o "burel" (en lana negra) en las regiones más frías (Barroso 1923). Para las tareas de laboreo y transporte, los gradientes climáticos suponen también el uso de asnos en las regiones de menor productividad (calientes y secas), una vez que no tienen capacidad para el mantenimiento de ganado bovino, con necesidades superiores en alimentación (Lourenço 1932).

### **El monte**

El monte, frecuentemente de propiedad y/o usufructo comunal, es sinónimo de recursos en nutrientes y de un espacio intensamente utilizado, casi "cultivado" - se han sembrado piornales,

## Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos

escobares y tojos. El monte es la base material fundamental para el sostenimiento de la actividad productiva de los campos y de la vega (Taborda 1932). El monte bajo o los matorrales configuran un paisaje abierto en aparente contradicción con la necesidad de protección del clima y de leña para calefacción, que existe el territorio de Trás-os-Montes (Coutinho 1877). Su utilización se hace de manera directa (leña, carbón, pastoreo, agua, caza y apicultura) o indirecta (matorral para ser esparcido en establos y calles, para la preparación del estiércol). En este último caso, el matorral sería dispuesto en los establos o a lo largo de las calles, de manera a que incorporara las materias fecales de los animales, tanto durante la pernocta como cuando de paso por la vía pública. En este último caso y por imperativos de protección sanitaria, situaciones hubo en que se determinó la obligación de circular con calzado (sin los pies desnudos como solía acontecer en esos casos) así como la obligación de dejar un carril estrecho sin matorral a lo largo de las calles para la circulación de los vecinos.



Figura 2.2 - Relación de los componentes del espacio rural transmontano con la disponibilidad de agua y el acercamiento al pueblo.

Otros materiales necesarios al desarrollo de la actividad humana (piedra, cal, barro) son aún hoy recolectados muchas veces también de los montes. Los montes comunales, inicialmente propiedad pública, de la Corona, fueran a lo largo de los siglos propiedad de la iglesia, de la nobleza y corporaciones municipales; aunque muchas veces ambicionados por los consejos municipales, son hoy de propiedad y administración de los pueblos. A lo largo de los tiempos se desvaneció la diferencia entre "baldios", de propiedad y usufructo de los vecinos, los "maninhos" (de mano común), de propiedad privada y usufructo comunal, y los "bienes del consejo", de propiedad de la corporación municipal y usufructo comunal (Rodrigues 1987); o bien perdieran su utilización comunal y se reconvirtieran en propiedad de propiedad y uso privado, o evolucionaron en el sentido de la propiedad

y propiedad común, convirtiéndose en "baldios". En un ejemplo de utilización social de los bienes del monte (Alves 1982), una determinación regia de 1781 destinó las arriendas cobradas por los "maninhos" de Izeda (Bragança) para la reconstrucción de los estragos causados por las tropas españolas en 1762 en aquélla villa.

Sin embargo, la necesidad puede llevar al cultivo de algunas partes del monte con centeno, una operación colectiva con normas muy estrictas - las "roçadas" o "cavadas", hecha con intervalos de tiempo muy largos (barbechos de 6, 10 o más años); es la tierra de labor. El matorral es rozado en el invierno y quemado a finales del verano, sembrando después del laboreo para enterrar de las cenizas. En general, se cultiva en dos años consecutivos, a finales de los cuales se da paso a otro barbecho largo, nuevamente dictado por la penuria del suelo y la necesidad alimentar de la comunidad humana. Aún en 1801, los montes considerados improductivos ("charnecas", "baldios") estaban exentos de tasas durante 10 años cuando roturados por la primera vez (Alves 1982).

### **El campo**

El campo es el ámbito esencial de la actividad de las comunidades rurales, y permaneció directamente dependiente de la capacidad productiva de los montes en matorral (fertilidad) y de los pastos para alimentación del ganado bovino para trabajo. En su mayor parte está dedicado al centeno en el sistema de "año y vez", o sea, con un año de barbecho. Por eso, el sistema requiere el doble del área de cultivo, implicando mayores necesidades de vigilancia, de transportes y desplazamientos, lo que se justifica por la escasa capacidad productiva del suelo, por los laboreos de control de malas hierbas, y por las fertilizaciones a "rabo de oveja". La fertilización a "rabo de oveja" o redileo consiste en pernoctar el ganado ovino en el "bardo", un redil formado por pequeñas piezas móviles, los "cancelos", y que mientras el sitio recibe la conveniente porción de estiércol, se van cambiando de sitio a lo largo de la parcela de cultivo. El número de "cancelos" es un muestra de la riqueza o importancia del labrador (Pires *et al.* 1994).

La matriz agrícola de cada aldea está dividida por una línea que pasa por el caserío y divide el término en dos "hojas de pan", de productividades equivalentes y cultivadas en años alternados. Esta

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

división busca la continuidad del área de laboreo para la concentración del trabajo colectivo en el espacio (laboreo, fertilización, siega, guardia), y su reparto en el tiempo, permitiendo acudir a los diferentes sitios en el mejor momento para cada operación. El sistema permite aún el libre pastoreo de los barbechos a los rebaños de ovejas y cabras, el "compáscuo", una imposición del régimen dominante de pequeña propiedad con origen en antiguas practicas comunales (Taborda 1932). La maximización de la diversidad ambiental interna de cada "hoja de pan" permitiría ampliar en el tiempo los trabajos agrícolas de laboreo y cosecha, de acuerdo con el avance del año, lo que sería estratégico en un contexto de limitación del factor trabajo, mayormente manual. Sin embargo, tal hipótesis necesita evidencia experimental.

Durante el invierno, el laboreo se hace según líneas perpendiculares a la dirección de mayor pendiente, mejorando la infiltración del agua, la meteorización del suelo y control de las malas hierbas; es la "decrua". A principios de verano el segundo laboreo se hace perpendicular al primero, para desmenuzar la tierra y controlar una vez más las malas hierbas; es la "entravessa" (Frias 1925).

Los suelos más profundos son dejados para rotaciones con cultivos más exigentes (nabo, trigo, patata, maíz); son las "tierras de nabal". Las rotaciones son bienales o trienales. Las primeras intercalan la cultura del cereal (trigo o centeno) con un cultivo escardado (patata, maíz, nabo); las segundas introducen también una leguminosa (altramuz u otra), o una forraje (maíz, cebada, avena), dependiendo de la disponibilidad de estiércol, del suelo y de la meteorología. Los cultivos escardados tiene normalmente como destino la alimentación animal, con la ventaja de dejar el suelo labrado, limpio y abonado (Coutinho 1877). Los cereales de primavera ("serôdio" en el caso del trigo, "centeninho" en el centeno), son aún una posibilidad en ciertos años, según la meteorología o el nivel de fertilidad. Las rotaciones descritas para las "tierras de nabal" son numerosas y variadas, huella del elevado grado de ajuste posible a las condiciones naturales logrado por la labor y creatividad humana. Los "amalgamientos" - divisiones del terreno para alternar los cultivos - es la verdadera ciencia del agricultor. El valor de las tierras "flacas" (de centeno) puede ser la mitad a un cuarto del valor de las tierras "fuertes" (de trigo), y por otro lado, la distancia al caserío puede, para tierras de la misma calidad, doblar el precio de la tierra (Coutinho 1877).

## 2 - Paisaje, usos de suelo y árboles

Particularidades topográficas del territorio determinan la ubicación de los cultivos de la vid, del olivo y del castaño. De ellas, la vid fue el cultivo que tuvo más expansión, siempre considerada necesaria para la supervivencia de una comunidad rural, escogiendo las pendientes orientadas a sur para su cultivo. Según Coutinho (Coutinho 1877), la diversidad de la provincia permite el desarrollo de todos los tipos de vino del País. En la región de estudio, el castañar y el olivar tienen exigencias climáticas antagónicas y complementarias; su patrón sugiere el suelo como factor determinante cuando en situación climática que no les corresponden (Taborda 1932). Dependiendo del sitio, el agricultor optaría por los espacios más amplios para el cultivo principal, eligiendo los espacios más protegidos de los vientos (oeste) y con suelo y disponibilidad de agua favorable para el cultivo que estuviera fuera de su "fitogeografía cultural", el castaño en las regiones más calurosas y el olivo en las regiones más frías; el importante sería tenerlos siempre cerca. La castaña tiene aquí el papel que la bellota de la encina y del alcornoque tuviera en otros puntos del territorio nacional; alimentación humana y animal, harinas, etc. El castaño tuvo su mayor expansión con los romanos, mientras que el olivo se expande sobretodo en el siglo XVI, progresando desde los valles más cálidos de los afluentes del Duero hacia el Norte (Alves 1982). El olivo es un cultivo con año de "zafra y contra-zafra", o sea, años de mayor producción que alternan con años peores; tal se debe sobretodo a la cosecha con varapalo, que destroza las ramas de fructificación, que de ese modo no producirán en el año siguiente. Al no haber producción en dicho año, el daño será mucho menor y la fructificación se restablece en el año subsiguiente (Coutinho 1877).

### Los pastos

Los pastos son la base de sustento y la reproducción animal, directamente proporcional a la cantidad de trabajo agrícola, y como tal, elemento central para distinguir socialmente el labrador, con pastos y ganado, del "cabouqueiro", asalariado sin pastos ni ganado (Portela 1992). A lo largo de Trás-os-Montes se distinguen tres gradientes con respecto al tipo de animal utilizado para trabajo, escogido en función de las disponibilidades forrajeras: las regiones sin pastos, menos productivas y de orografía más accidentada, que utilizan ganado equino o mular; las regiones con pastos exclusivamente para alimentación de animales de trabajo, que utilizan efectivo bovino masculino; y

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

las regiones más favorecidas en lo que toca a la productividad de los pastos que utilizan un efectivo bovino femenino para las labores agrícolas, la reproducción (venta de las crías), y si aún es posible, la producción mantequera. La raza bovina autóctona, la "Mirandesa", tiene en su área de procedencia un efectivo constituido principalmente por vacas y terneras para reproducción de ganado de trabajo exportado para otras regiones de la provincia, del País - Extremadura y Beira Litoral (Taborda 1932) y de España - Salamanca y Ávila (Descamps 1935). Su importancia hizo que se hayan dedicado para su alimentación los mejores suelos. Según su naturaleza, condiciones como la disponibilidad de suelo, agua y luz, y proximidad al caserío, se desarrollaron tipos distintos de gestión para las superficies pastorales. Su tipología depende del pastoreo y de la disponibilidad de agua.

Tabla IIa – Tipología de los pastos según su gestión y disponibilidad de agua (Pires & Moreira 1995).

Gestión	sólo pastoreo	"pastigueiro"
	corte de heno y pastoreo	"lameiros de heno"
	sólo corte de hierba	"segadeiras"
Disponibilidad de agua	sólo lluvia	"secadal"
	lluvia y línea de agua	"lameiro"
	lluvia, línea de agua y manantial	"regada"

En general, las "regadas" coinciden con las "segadeiras", los pastos cercanos al pueblo con abundante disponibilidad de agua, de manantial incluso, y que se destinan solamente a corte de hierba para repartir en el corral. Los "lameiros", más alejados del pueblo, son pastoreados desde el verano hasta finales del invierno, siendo reservados para la producción de heno durante la primavera. Dependiendo de su naturaleza y disponibilidades hídricas, pueden proporcionar más que un corte, con lo que la estación "guardada" puede ser mayor, prolongándose por el otoño. Derivaciones desde la línea de agua (red de acequias y regatos) permiten el aporte permanente de agua a estos pastos, con la doble finalidad de aporte de nutrientes y anti-hielo: es el método conocido como la "rega de lima", de tradición muy antigua, seguramente prerromana en estas tierras (Gonçalves 1985). Los "secadais" corresponden a los pastos más alejados del caserío y de las líneas de agua. El alejamiento y la baja productividad de algunos pastos hacen que no sea rentable su explotación por corte, con lo cual se destinan simplemente a pastoreo directo, los "pastigueiros". La mayor parte de los autores coincide en que la productividad tiene una relación inversa con el valor nutritivo de los pastos, una idea que

desde hace mucho la tiene el pueblo. Los henos de los "secadais" son referidos como los más aromáticos y apetecidos por los animales.

### La vega

La vega es la entidad básica al bienestar humano, tanto por la calidad de los productos de alimentación (huerta), como por suministrar fibras con las que elaboran los tejidos. Las particularidades de su cultivo, como la intensidad de trabajo, el aporte de materiales, el examen de su desarrollo y protección, requieren cercanía al caserío y abundancia de agua. A pesar de su alta productividad, su valor económico sería muy bajo, pues la conservación y transporte de sus producciones no le permitían una explotación "comercial". Sería frecuente el propietario rico dejar "generosamente" cierto espacio de huerta a su vecino más necesitado, lo que es significativo del alto valor de los componentes trabajo y materiales (semillas, estiércol, agua, etc.) en comparación con la tierra (Lourenço 1932).

La complejidad de la parcelación de su terreno hace necesario una coordinación extrema de las operaciones como el laboreo, el esparcir del estiércol, el riego o el escardar. La enorme diversidad del cultivo hortícola aumentó a lo largo de los tiempos con los contactos de otras culturas (África, América y Asia) y la subsiguiente habituación de las poblaciones locales. La zanahoria, pese de alguna rechazo inicial (Coutinho 1877), ha tenido bastante aceptación. Aparte de las verduras y legumbres (hortalizas) para consumo directo, las huertas producían las semillas para los cultivos de forrajes en verde de las "tierras de nabal", como el maíz, etc.

Los linares son zonas en todo idénticas a las de la huerta, con grandes necesidades de agua, manejo, estiércol y labor. Su cultivo ha sido muy importante y rentable, arrastrando en épocas remotas los propietarios a abandonar cultivos considerados más importantes como el pan (centeno) y la vid por el lino-cáñamo. En el siglo XV, la falta de alimentos y brazos provocada por las enfermedades resultantes del contacto con las áreas encharcadas de los linares, ha determinado decisiones regias en el sentido de prohibir o condicionar su cultivo. Los "hortos" son terrenos abrigados y contiguos a la casa del aldeano, sin necesidad de riego, donde se cultivan vegetales de

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

apoyo a la alimentación humana de invierno, primavera y otoño (habas, guisantes, melones, etc.), como complemento de las producciones de la vega. Aparte del riego, los cuidados extremos y la incorporación de elementos nutritivos y labor son en todo idénticos a los huertos de verano. La expresión "hortos" se ha empleado para nombrar a los tributos debidos a los párrocos por los aldeanos (Alves 1982).

### ***La ordenación del espacio***

Este conjunto diversificado de situaciones topográficas ha sido matizado por la población de Trás-os-Montes en función de las transferencias e interacciones entre los distintos elementos. La propia disposición del caserío con respecto a la complejidad física del territorio obedeció a premisas como las de cercanía (accesibilidad y vigilancia) y topografía (vientos, orientación, altitud, hidrología, etc.). En la zona estudiada, los pueblos están en general ubicados en la posición topográfica más favorable (vientos y orientación), en la coincidencia de presencia de agua y profundidad de suelo. La coincidencia de esos tres factores - agua, suelo y proximidad - determina la presencia de las parcelas más pequeñas: las huertas, los linares y las "regadas". A medida que nos alejamos del caserío, los relieves convexos determinan la presencia de pastos, los "lameiros" en las partes bajas y los "secadais" en las pendientes. Las superficies cóncavas corresponden a los campos donde surgen las tierras de "nabal", las hojas de pan, los olivares y/o los castañares, y la vid. El juego entre el alejamiento del pueblo y la población determina la amplitud de la matriz agrícola y su frontera con la matriz forestal, formada por las tierras de labor y el matorral más o menos arbolado. La distancia al caserío afectaba en los desplazamientos - cantidad de labranzas y otras tareas -, la vigilancia - valor del cultivo -, y los transportes - cantidad y peso de los factores y de la producción (Coutinho 1877).

A pesar de las diferencias de productividad, no es posible determinar la mayor o menor importancia de cada uno de los grupos de usos de suelo. Por lo contrario, de la correcta proporción entre ellos dependería la eficacia de utilización de los recursos: espacio, trabajo, estiércol, etc. La capacidad de cada localidad y situación para la sostenibilidad humana dependería de la clase de uso de suelo que fuera mínimo, factor limitante con respecto a la proporción adecuada entre todos. El cultivo de las llamadas "Terras da Igreja" y "Terras da Junta", resultantes sobretudo de donaciones

particulares por testamento, solían ser atribuido anualmente (huertos, pastos y monte) o bianualmente (tierras de cereal). En ese sentido, estos terrenos compondrían una reserva susceptible de completar alguna deficiencia de las explotaciones, constituyéndose como componente de regulación del sistema de producción rural (Portela 1985).

desde nuestro punto de vista, Coutinho (1877) tuvo un abordaje integrado del sistema de producción rural notable para su tiempo. En el momento del debate sobre la introducción de los fertilizantes químicos, el autor defiende su papel como portador de elementos químicos (nutrientes) inexistentes en el sistema, y no como sustituto de la función del estiércol. Por otro lado, y con respecto a la adaptabilidad de la tecnología importada, refiere la necesidad de arados de vertedera giratoria doble, de modo que, cualquiera que sea el sentido del laboreo de las pendientes, el suelo se desplace hacia arriba.

Pese a que el aumento de la población motivó la apropiación privada de la tierra, el aislamiento y la consecuente ausencia de mercado externo no permitían la acumulación capitalista de terrenos agrícolas; los años malos inducían el aumento de las tierras de las explotaciones más pequeñas y los años de abundancia penalizaban bastante los grandes propietarios que, para el mismo beneficio, tenían mayores gastos de cosecha. La mayor parte de los labradores de esta región transmontana no recurrían a segadores asalariados, lo que estaba reservado a un número muy limitado e insignificante de grandes propietarios (Lourenço 1932).

### ***El hecho comunal***

El hecho comunal y otras formas de asociación fueron importantes para el éxito de la "colonización" del territorio. Lo comprendió el rey D. Diniz al instituir los aforamientos colectivos, la recolección de impuestos debidos por el conjunto de la población, basándose en prácticas ancestralmente instituidas por la población local y esa puede haber sido la clave del éxito de su política (Costa & Castro 1900, Varela 1992). Las formas comunales han permanecido en la propiedad, en la gestión y en el trabajo colectivo. El hecho comunal está directamente relacionado con el tamaño y inversamente relacionado con la productividad de la propiedad. La diversidad mesoclimática que implica desarrollos diferenciados en los cultivos a lo largo del año, es también responsable por la

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

institucionalización del trabajo colectivo, haciendo posible acudir a cada sitio en el momento ideal para realizar los respectivos cuidados y cosechas.

En el paisaje analizado se pueden encontrar diferentes niveles de propiedad, gestión y trabajo asociados a sus diferentes componentes: monte, campo y huertas. Los terrenos de propiedad, gestión y trabajo comunal son sobretodo los montes o parcelas de cereal con barbechos largos (6, 10 o más años); es la dificultad en su manejo y su baja productividad, la principal razón para su mantenimiento, y de su existencia dependería toda una serie de actividades de entre las cuales, la pastoril es la más importante (Taborda 1932). Su papel se aproxima al de una bolsa de producción reguladora y estabilizadora del proceso productivo al nivel de la comunidad. Las "rozadas" o "cavadas", ya antes descritas, son verdaderos paradigmas de propiedad, gestión y trabajo comunal (Alves 1982).

En una posición intermedia están los secanos de centeno, y en algunos casos los pastos, que no son propiedad comunal pero si su gestión y trabajo. El conjunto de parcelas de centeno aún hoy se dividen por una línea que pasa por el centro del caserío, organizado en dos hojas para el cultivo alternado (año y vez). El trabajo colectivo o intercambiado permanece como imperativo de la eficacia productiva, permitiendo concentrar la máxima capacidad de realización en determinadas parcelas. De esta manera es posible operar en el momento de desarrollo ideal para la cosecha u otra cualquier operación, dependiente de la posición topográfica y del transcurso de la estación del año. Su uso se hace sobretodo en los momentos de mayor necesidad de trabajo, como son la siega del heno y del cereal, la recolección del olivo y uva, y el escardar de la patata. El "compáscuo", libre acceso del ganado a las propiedades comunales o particulares, es aún una imposición del régimen dominante de pequeña propiedad, actuando como correctivo del espacio parcelario derivado de la apropiación privada del espacio; el sistema de "año y vez" permite su desarrollo sin perjudicar los cultivos. Estos aspectos serán tanto más importantes cuanto más "cerealista" sea el paisaje.

Por último, las huertas, por su tamaño y por la peculiaridad de las demandas de los destinatarios de su producción, son de propiedad, gestión y trabajo exclusivamente privado. "La huerta es el espejo de su dueño, el máximo paradigma del individualismo en la sociedad rural" (Figueiredo 1983).

A parte de su contexto territorial, el hecho comunal - propiedad, gestión y trabajo - se manifiesta sobre otros aspectos como la propiedad, utilización y mantenimiento del horno del pan, de la forja, del molino, de la "vezeira" con sus reproductores (ganado común guardado a turnos según el número de animales propiedad de cada vecino), etc. Con todo, el hecho asociativo o comunitario, aunque haya estado desde siempre de alguna manera unido al funcionamiento del sistema rural de Trás-os-Montes, ha tenido poco éxito cuando preconizado externamente (Frias 1925), como es el caso de ciertas soluciones para resolución de problemas de retraso tecnológico, las cajas de crédito, las mutuas de ganado, los sindicatos agrícolas, o las cooperativas de producción y comercialización; la ausencia de una evidencia práctica inmediata y/o la falta de confianza en formas de organización preconizadas desde el exterior no serán extrañas a tales comportamientos.

### *Los árboles del paisaje rural*

Los elementos forestales de la matriz agrícola, por su naturaleza (biomasa, tasa de renovación, manejo y control humano, etc.), aportan estabilidad y equilibrio al paisaje rural de Trás-os-Montes, tanto desde el punto de vista ecológico, como productivo y económico. Su patrón refleja los sistemas de uso del suelo y su evolución expresa sus cambios con causas y consecuencias más o menos profundas. Tal y como ocurre con el avance o retroceso de la frontera agrícola/forestal, estos elementos arbóreos reproducen, o son ellos mismos actores, de las estrategias de ajuste de los sistemas de producción agraria. Según Coutinho (1877) "Cada progreso en la planicie deja un vacío en la montaña".

La estabilidad y equilibrio ecológico son debidos fundamentalmente a la persistencia y la funcionalidad de las estructuras arbóreas en el paisaje. Los árboles, dependiendo de los factores inherentes a la especie y su utilización, permanecen vivos entre 50 y 150 años. Están el primer caso las especies de rápido crecimiento y utilización maderable (chopo, aliso, etc.) y en el segundo las de crecimiento más lento y dedicadas a la recolección de biomasa, bien sean sus ramas, hojas o frutos (fresno, olmo, castaño, etc.). Sin embargo, hay ocasiones en que el valor simbólico, o las condiciones muy favorables, pueden contribuir a que un determinado individuo permanezca vivo varios centenares

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

de años, sea por su sombra, o por ser marco indicador de propiedad, hito, etc. La perennidad se asocia a su influencia sobre la infiltración del agua y la sustentación de tierras, configurando la importante función de regulación de los ciclos hidrológicos y de materiales en el conjunto del sistema paisajístico, cuyos casos más evidentes son los sotos y vegetación de ribera.

Tabla IIB – Árboles y arbolillos habituales en la matriz agrícola en Trás-os-Montes, y sus vectores de propagación.

Árbol	Especie	Vectores de propagación
Abedul	<i>Betula celtiberica</i> Rothm. & Vasc.	Viento
Álamo	<i>Populus alba</i>	Hombre
Alcornoque	<i>Quercus suber</i> L.	Torcaz
Aliso	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	Viento
Arce	<i>Acer monspesulanum</i> L.	Viento
Arraclán	<i>Frangula alnus</i> Miller	Viento
Avellano	<i>Corylus avellana</i> L.	Viento
Castaño	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Hombre, gayo
Cerezo	<i>Prunus avium</i> L.	Mirlo
Chopo	<i>Populus nigra</i> L.	Hombre
Encina	<i>Quercus ilex</i> L.	Torcaz
Fresno	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Viento
Higuera	<i>Ficus carica</i> L.	Hombre
Laurel	<i>Laurus nobilis</i> L.	Hombre
Mimbrera	<i>Salix fragilis</i> L.	Viento
Morera	<i>Morus alba</i> L. o <i>Morus nigra</i> L.	Hombre
Nogal	<i>Juglans nigra</i> L.	Hombre, gayo
Olivo	<i>Olea europea</i> L.	Hombre
Olmo	<i>Ulmus minor</i> Mill.	Viento
Rebollo o melojo	<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	Torcaz y retoños
Sauce	<i>Salix atrocinerea</i> Brot., <i>S. alba</i>	Viento
Sáuco	<i>Sambucus nigra</i> L.	Viento
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Viento

La perennidad es aún lo subyacente a la estabilidad y equilibrio productivo. La posibilidad de utilizar horizontes del suelo más profundos que los utilizados por los cultivos agrícolas, así como la complementación de la producción de estos, le atribuye un papel de reserva estratégica susceptible de ser utilizada en épocas en que, o por la sequía o por la helada, disminuye la producción agrícola. La producción de forraje es, en este caso, la situación más frecuente, siendo el fresno, el rebollo y los olmos los más utilizados.

A este papel regulador o compensador de la producción, se añade aún la diversidad de producciones permitida por los árboles. La puesta en juego de horizontes de suelo y aéreos diferentes

de los que utiliza la producción agrícola, está en la base de la estabilidad económica proporcionada por las estructuras forestales del paisaje.

### ***Utilización de los árboles***

Del mismo modo que ocurre con el conjunto del paisaje agrario tradicional, también las especies arbóreas se caracterizan por sus múltiples funciones asociadas. Aparte de la juiciosa utilización maderera, todas las otras partes del árbol se utilizarían en la gran mayoría de las especies; de una manera general, las hojas para alimentación del ganado, los frutos para alimentación humana y del ganado, y las cortezas para extractos con fines medicinales o artesanales. Ciertas especies son sobretodo conocidas por el valor culinario de sus hojas, como es el caso del laurel; junto a su valor culinario, el laurel, así como el tejo, era frecuentemente respetado y usados por su valor místico, asociado a protección y magia.

### **Madera**

El aprovechamiento maderero del árbol no incluía necesariamente la desaparición del individuo. En muchos casos, la producción de madera de pequeñas dimensiones (leña, tonelería) resultaba de podas realizadas a alturas variadas (1.5 a 3 metros), con el objetivo de beneficiar crecimientos más rápidos y obtención simultánea de madera de mayores dimensiones en el tronco del árbol; están en este caso el rebollo y el castaño. A parte de las calidades físicas de las diferentes maderas, la finalidad de uso era aún determinada por las formas desarrolladas por los troncos y las ramas, lo que podría determinar la longevidad del individuo; el fresno suele tomar formas bien adaptadas a la construcción de los yugos para los animales de trabajo y carga. Como producto pesado, la madera de una localidad muy raramente era exportada para lejos del pueblo en el que se producía. Entre las numerosas finalidades, cabe destacar por su importancia, las dedicadas a la elaboración por los artesanos locales, para la obtención de productos para la vivienda, herramientas, calzado, etc.

La leña era considerada de primordial importancia para el bienestar de las poblaciones, comparable al pan y al agua, mereciendo una ubicación y organización propia, el "sequeiro". El

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

“sequeiro” se dividía en tres partes: la leña gruesa, los “cavacos” y la leña pequeña. La primera consistía en el producto de las podas de los árboles (olivos), o de los árboles forrajeros (fresnos, olmos, rebollos, etc.), una vez pelados de sus hojas y ramas más tiernas por los animales. Los “cavacos” consistían en trozos de madera de dimensiones mayores que la de la anterior, procedente de árboles o sus partes mal conformadas o enfermas, y sin una utilización superior en ebanistería, carpintería, u otra utilización artesanal. La leña pequeña es la madera proveniente de especies arbustivas y residuos de la poda de la vid. Mientras en los dos primeros casos la leña va destinada a calefacción y cocina, la del tercer tipo sería la destinada a fuegos efímeros y con producción mínima de humo, como es el caso de los hornos.

Tabla Iic – Usos tradicionales de la madera de los árboles de la matriz agrícola, en el Trás-os-Montes.

<b>Árbol</b>	<b>Energía</b>	<b>Carpintería</b>	<b>Ebanistería</b>	<b>Herramientas y utensilios</b>
Abedul	Leña y carbón	Entarimados		Aros de cubas, cazuelas, platos, aperos de labor y cestería (ramas).
Alcornoque	Leña y carbón			Carretería y aperos.
Aliso	Carbón para pólvora	Postes y pilotes hidráulicos		Zuecos y tamangos, mangos de cepillos
Arce		Carpintería de lujo		Instrumentos musicales
Arraclán	Carbón para pólvora			
Avellano	Leña y carbón	Aros de toneles		Cestería (ramas)
Castaño	Ocasionalmente leña	Forro, duelas, postes y estacas	Muebles	Varillas para la aceituna, carro de buey (chasis)
Cerezo		Duelas	Muebles	
Chopo		Vigas, tablonos, cajas, entarimados	Muebles	
Encina	Leña y carbón	Postes y pilotes		Carretería (ejes y ruedas), aperos de labranza y instrumentos de hidráulica.
Fresno	Ramas para leña y carbón	En general	Elementos curvados	Carretería (eje, cabezal, timón), yugo, mangos
Mimbrera				Cestería
Nogal		Ocasionalmente	Muebles, culatas	
Olivo	Leña y carbón		Piezas de torno	
Olmo	Ramas para leña	Caños de agua, pilotes de minas y pozos		Carretería (chasis)
Rebollo	Leña y carbón	Vigas, postes, traviesas de Ffcc.		Arado
Sauce			En general	
Saúco			Piezas de torno y relojería	
Tilo	Carbón para pólvora			Escultura, utensilios domésticos y colmenas.

### **Hojas**

El tipo de utilización ganadera determina la ubicación de las especies cuya hoja o fruto son usados como forraje. A parte de las vías de comunicación donde coincidían todas las especies domésticas, y con eso todos los árboles, las utilizadas para la alimentación de cerdos y aves se ubicarían más cerca de las casas (olmos), las para el gado vacuno en los pastos (fresnos), y las para

los ovinos y caprinos en el campo de secano (Tiago 1987). La recogida de la hoja podría ocurrir a lo largo de su estación de desarrollo, aunque con más probabilidad en el final de estíos prolongados. La operación podría envolver o no la remoción de la totalidad rama, probablemente en función de la capacidad de la especie en rebrotar y recomponer sus estructuras foliares, del tipo de hoja y de la calidad forrajera de las ramas más tiernas. En el caso del olmo, la operación de "ripar" - arrancar las hojas a mano, rasgando a lo largo de la rama - conservaba intacta la rama. En el caso del rebollo, fresno y chopo, se recolectaba la totalidad de la rama; una vez retirado el material verde, la madera es utilizada para leña. El material recogido, seco o no, podría aún ser molido y/o cocido (olmo), y aún conservado como heno para alimentar el ganado en invierno, como es el caso de las ramas de chopo para los ovinos.

La hoja, aparte de la función ganadera y medicinal, puede en casos particulares asumir otros papeles. Es aún una práctica de hoy día la utilización de las hojas de rebollo y otras especies de hoja igualmente coriáceas en los corrales, de manera a incrementar y enriquecer los estiércoles producidos, aportando fibra al suelo y mejorando el humus. Su utilización puede también hacerse directamente en los estercoleros, para disminuir el calor de la fermentación y incrementar el valor en nutrientes de los estiércoles (Pereira 1931).

### **Frutos y cortezas**

Aunque haya registros de la utilización de la hoja de ciertos árboles, son sobretudo los frutos que son destinados para alimentación humana. Destacan en este caso, aunque sin la representatividad, dimensión y conformación física que les permita hacer parte del estudio presentado, las frutales tradicionales como los perales, manzanos y ciruelos. A lo largo de los tiempos, y con la mejora de las condiciones de vida y la introducción de nuevas especies, se han abandonado ciertos frutos antes utilizados en la alimentación humana, como la bellota de rebollo utilizada en la Edad Media, o la de la encina hasta hace menos tiempo. Desde entonces, las bellotas destacan por su utilización animal, sobretudo por el ganado porcino y ovino. La reciente prohibición del libre apacentamiento de cerdos contribuiría seguramente a la disminución del interés por estos árboles.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Los castaños, cerezos y olivos son especies que necesitan injertarse para producir frutos adecuados a la alimentación humana. De entre las variedades locales citadas por los campesinos están las siguientes:

Castaño: longal, aveleira, rebordona, cota y judía.

Cerezo: embroeza, bical, galega (ginja) y garrafal (ginja).

Olivo: verdial, redondal, madural, cordovil, santulhana, lentisca, bical, madural y bural.

Tabla IId – Usos tradicionales de las hojas de los árboles de la matriz agrícola, en Trás-os-Montes.

<b>Árbol</b>	<b>Uso forrajero</b>	<b>Propiedades medicinales</b>
Abedul		Diuréticas
Aliso		Reumatismo y ciática, sudorífica
Arce	Ganado en general	
Castaño	Ovinos	Faringitis, dientes (asentar)
Cerezo		
Chopo	Ovinos (en invierno, como el heno)	Hemorroides (las gemas)
Encina	Ovinos y caprinos	Diarreas y disenterías
Fresno	Bovinos (estimulante de lactación)	Purgante, diurético, antirreumático, artritis y gota.
Higuera	Ovinos y bovinos	
Laurel		Tónico estomacal, carminativo.
Morera		
Nogal		Infusiones y lociones estimulantes, resolutivas y hipoglucemiantes
Olivo	Ovinos	Tensión sanguínea, hipoglucemiantes, tónicas y febrífugas
Olmo	Porcinos y bovinos (también como harina de hoja seca)	
Rebollo	Todo ganado	
Saúco		purgante y resolutiva
Tilo	Bovinos y caprinos	

En un contexto de aislamiento físico y social, y consecuente autosuficiencia, asume particular importancia la utilización de extractos para fines medicinales e industrias artesanales. Aparte de los frutos y flores, las cortezas de los árboles eran con frecuencia la fuente de esas sustancias medicinales. Algunos arbolillos que de una manera accesoria surgen en el contexto del paisaje arbóreo tradicional asumen, de ese modo particular, un papel importante en el bienestar de estas comunidades. La medicina popular está íntimamente ligada a rituales en que los árboles también podrían tener un papel destacado, y de entre ellos, lo más citado por la literatura es la cura del raquitismo o "angaranho" de los niños. El crío debería pasar por entre un olmo joven abierto en el medio de su tronco, el cual sería cerrado a continuación. Si el olmo sobreviviera, el niño se curaría

## 2 - Paisaje, usos de suelo y árboles

también. Entre las industrias artesanales locales cuya actividad dependería de extractos arbóreos destacan el curtido de pieles y la tintorería.

Tabla IIe – Usos tradicionales de los frutos y cortezas de los árboles de la matriz agrícola en Trás-os-Montes.

Árbol	Frutos (alimentación)	Frutos (extractos)	Corteza (extractos)
Abedul			Medicina: riñones y vejiga (gema), piel (destilada)
Alcornoque	Porcinos, ovinos e caprinos		Tapones, colmenas, aislantes y calzado. Curtimiento.
Aliso			Tintorería (con las piñas), curtimiento y medicina (infecciones de boca, amígdalas, endurecer encías, febrífuga)
Arce			
Arraclán		Tintorería	Medicina: purgante
Avellano	Hombre		
Castaño	Hombre, porcinos y bovinos	Curtimiento	Curtimiento, medicina (antidiarreico)
Cerezo	Hombre		
Chopo			
Encina	Porcinos, ovinos e caprinos	Medicina (diarreas y disenterías)	Curtimiento y medicina (diarreas y disenterías)
Fresno			Medicina (tónica y febrífuga)
Higuera	Hombre	Medicina: propiedades laxantes, emolientes y pectorales.	
Laurel		Medicina: reumatismo y tónico emenagogo; Veterinaria: antiparásitos.	
Mimbrera			
Morera	Hombre	Medicina, para la garganta (jarabe)	Medicina, como laxante y vermífuga (raíz)
Nogal	Hombre	Aceites industriales (jabón, pinturas y barnices) y medicinales (vermífugo)	Tintorería
Olivo	Hombre	Aceite alimentar. Medicina: colagogas y laxantes.	
Olmo			Medicina, como adstringente y sudorífico (cocimiento) y para quemaduras (mucílago)
Rebollo	Porcinos, ovinos y caprinos	Curtimiento y tintorería	Curtimiento
Sauce			Medicina (febrífuga)
Sáuco		Medicina (laxante); flores: droguería, medicina y veterinaria (diurética, sudorífera, emoliente, garganta y amígdalas)	Medicina y veterinaria (laxante y diurética – ascitis y cirrosis)
Tilo		Medicina: sedante (flores y brácteas)	Medicina: vasodilatador y antiespasmódico; Hilandería: cuerdas y sogas.

La familiaridad del pueblo rural con los árboles lleva a que muchas veces las designe con género diferente, masculino o femenino, en consonancia con su forma y/o la calidad de sus frutos. En el primero es frecuente oírse denominar “carvalha” a los rebollos más bajos y anchos, guardando la designación oficial de “carvalhos” para aquellos ejemplares más altos y elegantes. En el segundo, se suele denominar de “castanheira” a los castaños no enjertados, de fruto “bravo” y más altos y estrechos, y “castanheiro” a los individuos de forma más baja y redondeada, enjertados para

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

producción de fruto de calidad. Afonso (1989) refiere tendencia de un vecino de un pueblo de la región para acariciar los árboles enjertados por él mismo y que habían crecido y producido satisfactoriamente.

### ***Estructuras arbóreas***

Conjuntamente con sus peculiaridades individuales, el papel de los árboles en el paisaje se complementa con las propiedades funcionales de sus agregaciones. En el paisaje tradicional de Trás-os-Montes, las estructuras arbóreas toman diferentes formas, representativas del tipo de explotación y de la correspondiente trama de usos de suelo. En este trabajo las clasificamos como elementos puntuales (árboles aislados), lineales (setos vivos, galerías ribereñas, etc.) y poligonales (bosquetes y otros retículos forestales), dependiendo del tipo de contacto entre las copas de los árboles.

### ***Árboles aislados***

Los árboles aislados son elementos puntuales que pueden tener varios significados; son origen de diversidad paisajística y claves del funcionamiento del sistema de usos donde se hallan, tal como otros tipos de estructuras puntuales no vivas - los palomares, los puntos de acceso a las parcelas, (cancelas), etc. Los árboles aislados ocurren normalmente en las huertas y pastos, y más escasamente en el monte y en el secano; su frecuencia depende de las circunstancias de la explotación agrícola a la que pertenece. Presentan un papel productivo propio o complementario al de la parcela donde se ubica, con función de amenizar el ambiente del sitio, confín o hito demarcador de propiedad, entre otras circunstancias más específicas y particulares. Como rasgo revelador del valor atribuido por los pueblos, pueden presentarse árboles aislados en montes comunales cuya propiedad es privada.

Además de otros ejemplares de importancia simbólica, en caminos, en los patios de las iglesias, etc., la literatura del principio de siglo alude al tipo de juez "debajo del olmo", una categoría de juez local, cuya denominación proviene de los tiempos medievales, cuando la justicia era ejercida delante de las grandes casas feudales, donde se ubicaban olmos monumentales (Alves 1982).

### Setos vivos y galerías ribereñas

La disposición lineal de los árboles permite la continuidad de las propiedades características de los casos aislados, pero promueve otras inherentes a ese tipo de orden, como son los efectos de barrera física para los agentes atmosféricos, o corredores para las especies no domesticas, entre otros. Los setos vivos, las hileras de árboles y las galerías ribereñas son contextos arbóreos, causa y consecuencia de procesos ecológicos, normalmente unidireccionales y situados en el borde de propiedades, gradientes hídricos, vías de comunicación, etc. Son las estructuras arbóreas más representativas en los prados de siega (lameiros), aunque puedan ocurrir también en los secanos intensivos y las huertas. Con independencia de algún particular simbolismo, su función es de complemento de forraje, de rompevientos y conservación de márgenes, saneamiento de terrenos bajos y aguanosos, lucha contra la erosión y separación de propiedades, entre otros. En este último caso, el valor de las propiedades lindantes determinaba la densidad y conservación de los setos (Millán Urdiales 1966).

### Bosquetes

La continuidad bidimensional del dosel arbóreo determina propiedades añadidas a las descritas para los casos adimensionales y unidimensionales, de las que destaca el hecho microclimático. Los bosquetes en campos de secano representan en su mayoría, situaciones de menor aptitud del suelo para el cultivo, y se utilizan para pasto o siesta de los rebaños de ovinos y caprinos. Su mayor frecuencia, densidad y madurez puede aún significar un pasado latifundista, bien señorial o bien eclesiástico, donde la reserva material y simbolismo "espiritual" sostenía su conservación, incompatible con "el placer frumentario de las rozas y quemadas del pueblo" (Alves 1982). Dependiendo de la especie y función atribuida, los bosquetes se distinguen por la dimensión del árbol, por la regularidad de su disposición en el terreno y por el manejo de la parcela que implican. Las arboledas ribereñas o sotos configuran también elementos espaciales que ocurrirían en zonas húmedas de las líneas de agua más desarrolladas y menos explotadas, en situaciones algo apartadas de los centros urbanos. Los castañares antiguos y densos pueden presentar una conformación poligonal. En algunos de los pueblos, los castañares representan formaciones de razonable extensión

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

(muchas decenas de hectáreas) no raras veces mezclados con formaciones de rebollo. Los pomares (manzanos, perales) son formaciones estructuralmente intermedias entre los bosquetes y los árboles aislados.

### ***Manejo y distribución espacial***

La ubicación de un espécimen concreto de árbol está determinada por el hábitat requerido por la especie en causa, por los vectores de diseminación de las semillas, así como por la presión humana de ordenación que actúa sobre la distribución que proporcionan dichos vectores. En el caso de bosquetes, la necesidad de leña, el valor de las maderas y el mayor rendimiento de los cultivos anuales son los factores que pueden influir en su reducción y desaparición.

Los diferentes requerimientos en cuanto a hábitat, permite ordenar las especies desde las más "ribereñas" hasta las de "monte", aunque con solapamiento en algunos ámbitos topográficos. Aparte del complejo de factores formado por el agua, el suelo, la pendiente y la orientación, la naturaleza de la roca madre puede aún interferir drásticamente con la composición arbórea del paisaje, como en el caso de las rocas básicas y ultra básicas en la provincia de Trás-os-Montes.

La naturaleza de la especie determina la preponderancia de unos u otros medios de reproducción o vectores naturales de diseminación: por rebrotes, por el viento o por animales. Los animales en general, y las aves en particular, tienen un papel importante en la diseminación de semillas, mecanismos de los cuales los locales tienen el conocimiento que permitió la elaboración de la Tabla IIb.

La siembra directa o plantación de estacas sólo se da en los casos de especies de valor económico importante, y cuyas posibilidades de éxito en cuanto a diseminación natural, no sean acordes con la distribución requerida. Como alternativa, la actuación humana se limita a seleccionar de entre los individuos que nacen en cada sitio, los que en cada contexto técnico y social produzcan más beneficios para su explotación. En el caso de las especies cuyos frutos son utilizados en la alimentación humana con necesidad de injerto, eran seleccionadas los individuos que por su ubicación facilitaban su vigilancia durante la época de maduración de sus frutos (cerezos, nogales, etc.).

## ***La evolución endógena y la sustitución de factores***

La privatización de los terrenos comunales y la expansión del cultivo del maíz fueron los principales factores de desarrollo agrícola en los principios del siglo XIX en Portugal, si bien con escasas repercusiones en Trás-os-Montes (Jacob 1989). La privatización y parcelación de los terrenos comunes respondió al aumento demográfico, con el incremento de la producción conseguido a costa de la superficie cultivada y no del aumento de la productividad por unidad de área. En muchos casos, el reparto de los terrenos pertenecientes a la comunidad determinada por el gobierno, no tuvo influencia en las poblaciones locales, tanto por las injusticias que su distribución inducía, como por la obstaculización promovida por los propietarios de los latifundios que de esa forma se hallaban privados de la fuerza de trabajo (Jacob 1989). De hecho, el aumento de pequeños propietarios disminuyó la cantidad de asalariados disponibles para los trabajos del campo, penalizando las situaciones de grandes propietarios absentistas y no involucrados en las tareas agrícolas. Sin embargo, la abolición de los vínculos decretada en 1863, junto con la obligatoriedad de la partición igualitaria de las herencias según el código de 1867, provocaron la multiplicación del número de parcelas entre 1890 e 1910 (Cepeda 1984). La castaña fue siendo sustituida por la patata que, al contrario del maíz, se extendió desde el interior hacia el litoral del País.

El aumento de la área de cultivo y la introducción del olivo, del maíz y de la patata, han sido casi las únicas innovaciones desde la Edad Media hasta el siglo XVIII. El desarrollo de las ciencias agronómicas en Portugal durante la segunda mitad del siglo XIX, apenas han surtido efecto en esta región. La utilización exclusiva de la tracción animal, del viejo arado romano de madera y del estiércol, era aún la norma general hasta la década de los 40 en el siglo XX. Según Taborda (1932), el agricultor explota la tierra tal y como ella la tierra le es brindada.

En la segunda mitad del siglo XIX se da la desaparición de dos de las actividades más prometedoras: la seda y el vino. Aunque haya autores que indirectamente lo atribuyan a su intensificación insostenible causada por el ánimo de ganancia rápida, la desaparición de la industria de la seda en los 70 del siglo XIX fue debida a la "pebrina" y la "flaxidez"; la primera es una enfermedad congénita del gusano y la segunda es una enfermedad contagiosa del mismo (Coutinho

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

1877). La decadencia de la producción de aguardiente, en siguiente década, es debida a la filoxera, una plaga de la raíz de la vid, a pesar de ya antes, en 1713 haya noticia de un pulgón que habrá arrasado la vid en Santulhão (Vinhais), y en 1853 de una epidemia de oídio en Miranda do Douro (Alves 1982). La situación es tanto o más dramática cuanto, siendo actividades muy antiguas (en el caso de la vid mismo ancestral), en las tres décadas anteriores se habían realizado inversiones importantes en el sector, con la instalación de una gran cantidad de telares modernos para la seda y destilerías para el vino (Barroso 1923, Alves 1982). Sus productos, el capullo del gusano y el alcohol destilado, eran productos de elevado valor por unidad de peso lo que, al contrario de los otros productos agrarios, hacía muy compensador su transporte hacia los grandes centros para su comercio. Del paisaje han desaparecido la vid y la morera. La primera volvió varias décadas más tarde, gracias al injerto en vid americanas; la conservación de las cuevas y de los bancales donde se cultivaba fue, en muchos casos, debido a las higueras y otros árboles que acompañaban su cultivo. Las moreras fueron arrancadas deliberadamente; como la enfermedad apenas se manifiesta hasta la última fase del crecimiento del gusano, la presencia del árbol era una tentación para la realización de un trabajo que luego se revelaba inútil (Coutinho 1877).

Los impuestos en dinero, en crecimiento hasta finales del siglo XIX, inducían la agricultura especializada y comercial, imposible de concretar en el Norte de Trás-os-Montes. La tensión provocada resultó en la destrucción de la economía tradicional de esta provincia, aunque la sociedad haya tenido mecanismos de preservación de la integridad de la propiedad (Rodrigues 1998). Muchas veces, y a falta de dinero, los impuestos eran sustituidos por "tributos de sangre", o sea, en el reclutamiento gratuito de soldados entre los pueblos locales. La falta de retorno del capital en inversiones públicas, y de medidas de salvaguarda económica por parte del Estado, han sido fuentes de conflicto social (Coutinho 1877).

Por otro lado, la revolución industrial eliminó las pequeñas industrias textiles locales de lana y lino. Un rasgo significativo del retraso de la región de Bragança a principios de siglo XX es la existencia de apenas dos molinos de cereales industriales a gas (Alves 1982).

## *2 - Paisaje, usos de suelo y árboles*

Las crisis de la seda y del vino, junto a otras anteriores más puntuales como la de los cereales y del cólera en los años de 1955 y 1956, propiciaron la emigración del inicio del siglo XX (Alves 1982), la mayoría hacia Brasil. El retorno de estos primeros emigrantes provocó una segunda oleada de emigrantes, que por "envidia" a los primeros buscó también "el dorado", aunque sin el éxito de aquellos (Barroso 1923).

Aunque las obras públicas (carreteras y ferrocarriles) hayan amortiguado la emigración (Jacob 1989), subsecuentes olas de emigración para Europa y África propias de los períodos de carencia económica o conflictos sociales (guerras y epidemias) afectaron en definitiva al funcionamiento de los sistemas tradicionales de producción agraria, para los cuales la mano de obra abundante era esencial. Por este tiempo, la mujer que antes no participaba en los trabajos colectivos, empieza a "ir à geira", o sea, a intercambiar días de trabajo con las explotaciones agrícolas vecinas.

La emigración fue la primera de las muchas contingencias internas y externas a la propia actividad agraria, que a lo largo del siglo XX cambiaron el mundo rural "transmontano". La construcción de nuevas vías de comunicación, principalmente ferrocarriles, ha propiciado el éxodo de la población y la migración estacional interna, aunque facilitase el acercamiento a nuevas tecnologías de producción. Las políticas de desarrollo agrario del "Estado Novo" de Salazar, así como más recientemente los dictámenes de política agrícola europea (PAC) y de la globalización de la economía entre otras, dejaron consecuencias importantes en el orden establecido descrito antes. La evolución endógena de los usos, dio lugar a la sustitución externa de algunas de las estructuras y procesos antes indicados; más que bienestar, se buscaba maximizar la productividad del trabajo y de la tierra.

### ***Sustitución de factores***

De este modo se originó la lenta introducción del arado en hierro, de los abonos y de los tratamientos químicos, de la tracción mecánica, de las semillas extranjeras, etc. La sustitución de los antiguos aperos polivalentes por herramientas especializadas es una de las señales más notables de la modernización "exterior" de la agricultura local. Los primeros arados metálicos modernos fueron introducidos en 1914 en la región de Miranda, con el objetivo de roturar de los terrenos comunales que acababan de ser privatizados y repartidos (Taborda 1932). La primera sembradora de trigo fue

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

introducida en 1931 (Vinhais); al tiempo, el número de segadoras mecánicas no superarían la media docena. Las cribas mecánicas para limpieza de la semilla de centeno antes de la siembra fueron utilizadas por primera vez en 1931. Las nuevas variedades importadas de trigo y mijo (*Panicum miliaceum* L.), junto a la sustitución del ganado por la mecanización, provocaron la roturación de gran cantidad de pastos para la producción de cereal (Lourenço 1932).

Los abonos asumen claramente el papel de sustitutos de los estiércoles. El superfosfato permite doblar la producción del centeno y acortar el período entre roturación de las "terras de labor" del monte. En los años treinta se hacen los primeros experimentos de abonados con nitrógeno y potasio. Era la designada "Campaña del trigo" del Estado Novo de Salazar; en la mayoría de las regiones de Trás-os-Montes, el trigo superó el 40 % de la producción de centeno (Taborda 1932).

La comparación de los cultivos y efectivos pecuarios entre 1870 y 1925 revelan una especialización atribuida sobretudo a la modernización de las vías de comunicación. Es el tiempo de los experimentos de cruces genéticos entre la raza porcina local "bísara" y las razas extranjeras Yorkshire y Berkshire. Las enfermedades contagiosas lastran el desarrollo económico, actuando como el reverso negativo de la modernización de las comunicaciones. Es el carbunco en ovinos y caprinos, con consecuencias también para la salud pública, y la peste porcina que habría disminuido a la mitad el efectivo porcino entre 1870 y 1925. La importancia del cerdo en la economía doméstica llevó a que la peste fuese responsable de niveles de pobreza bastante elevados en el medio rural. Con las dos guerras mundiales y la generalizada subida de los precios de los productos agrícolas, el efectivo bovino de trabajo consistente en machos castrados (buyes) fue en muchos casos sustituido por vacas, dado el precio compensador que alcanzó la carne.

Las ferias, antes con un papel importante en la circulación de los productos de la región, fueron asimismo afectadas por las nuevas vías de comunicación. Las localidades favorecidas por ellas asumen el papel de grandes depósitos de mercancías o almacenes, preferidos por los negociantes que de esa forma marginan los tradicionales mercadillos locales. Las poblaciones más pequeñas y apartadas son una vez más discriminadas y separadas del progreso.

### **Los árboles**

El carácter de reserva estratégica de las estructuras forestales les concedió un papel importante en las sucesivas épocas de crisis, implicando la tala y la venta de madera noble en los periodos de penuria o incremento de la demanda. De este modo y cíclicamente, el paisaje sería despojado de sus plusvalías arbóreas e inherentes plusvalías ecológicas. La especialización de los sistemas de producción ha supuesto la rotura entre algunos de sus componentes y los árboles están en ese caso.

La construcción y mejora de las vías de comunicación del principio del siglo han tenido un papel preponderante directo e indirecto en la dinámica de las estructuras arbóreas del paisaje de Trás-os-Montes. La construcción y mantenimiento de las vías de ferrocarriles del inicio del siglo XX supusieron un incremento de la tala de los bosques de rebollo. Por otro lado, la accesibilidad proporcionada incrementó los precios de los árboles de las especies de mayor valor maderable. Con la primera guerra y la consecuente alza del precio del carbón, los árboles más productivos para su elaboración han sido también muy explotados.

La morera es el caso más paradigmático de la importancia de la utilización de los componentes arbóreos en la conservación de la naturaleza y del paisaje. Hoy prácticamente residual, la morera ha sido de las especies más comunes en los ambientes rurales. Su importancia, estrictamente conectada con la industria de la seda, ha decaído con ella, conduciendo a su casi desaparición en el paisaje.

La industrialización de algunas de las actividades artesanales antes desarrolladas en los pueblos, así como la facilidad de utilizar los servicios exteriores de las aglomeraciones urbanas mayores - salud, comercio, etc. -, han significado el abandono del uso tradicional de ciertas especies; es el caso del aliso, el cual es hoy posible encontrar cerca de las poblaciones, y que anteriormente, por la presión para fabricación de calzado (zuecos), escaseaba junto al caserío.

Por último, la facilidad de tránsito de bienes ha facilitado la propagación de enfermedades que en ciertos casos han transformado drásticamente el paisaje arbóreo "transmontano". El castaño,

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

sobre cuya sustitución por la patata existen ya referencias en los siglos XVIII y XIX, sufrió desde principios de siglo XIX una nueva retracción importante, provocada en este caso por la tinta del castaño. En la actualidad su área se encuentra drásticamente reducida por el chancro del castaño (*Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr) contribuyo aún más para su reducción. La grafiosis del olmo (*Ophiostoma ulm*) ha transformado bastante el paisaje de los setos y pastos de los pueblos. Todo el territorio ha sido afectado, mermando la especie entre rebrotes vegetativos más o menos longevos en función del año climatérico sea o no más favorable al hongo.

## **Conclusión**

La provincia portuguesa de "Trás-os-Montes e Alto Douro" destaca por su diversidad paisajística determinada a su vez por los cambios en las características ambientales y largos siglos de ocupación y utilización humana. Las vicisitudes políticas y circunstancias económicas resguardaron el territorio de los cambios y presiones demográficas que en otros territorios supuso la Edad Moderna, como sucedió con la región litoral de Portugal. El aislamiento de los grandes centros urbanos y las dificultades de comunicación condujeron a un tipo de asentamientos agrupados y a un tipo de organización humana con un fuerte matiz comunitario. Las aldeas fueran a lo largo de los tiempos las unidades de organización social y productiva, lo que se vio reflejado en los sistemas de utilización productiva del territorio con mayor o menor intensidad.

La base productiva del sistema de auto-abastecimiento era el cultivo de cereales. Al paisaje cerealista cercano a los pueblos, sucedían los terrenos de matorral o bosques. Los pastos y las vegas complementaban la organización del espacio, de cuya diversidad dependía la capacidad de afrontar con éxito las irregularidades climáticas y/o perturbaciones políticas, económicas y sociales externas. Las circunstancias ambientales y espaciales determinaron la especialización productiva en ciertas regiones. Entre estas, es paradigmático el paisaje de viñedos del Duero, clasificado como patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

## *2 - Paisaje, usos de suelo y árboles*

El futuro de los paisajes rurales de Trás-os-Montes depende de la adopción de medidas que preserven su multifuncionalidad, la misma multifuncionalidad que durante siglos permitió a sus poblaciones sacar adelante en contextos de escasez de recursos mucho más limitados de los de hoy en día. Para tal es fundamental adoptar acercamientos sistemáticos de dinámica funcional para clasificación global de los distintos paisajes, distinguiendo entre los paisajes naturales y culturales, los humedales, bosques, matorrales o praderas que dependen de la energía solar, y los paisajes tecnoindustriales que dependen de las energías fósiles, así como distinguir entre los paisajes sostenibles de agricultura orgánica de bajos insumos y los paisajes claramente insostenibles de grandes cantidades de insumos agro-industriales (Naveh 1999).

Las estructuras de vegetación espontánea perdurables en la matriz agrícola que circunda los poblados de los municipios rurales de Trás-os-Montes son indicadores del valor natural del paisaje más tradicional de esta provincia. Entre ellas, la ubicación, configuración, composición y dinámica reciente de las estructuras arbóreas, permiten apreciar del valor natural de ese espacio tan intensamente manejado por el hombre. La función de cada una de las estructuras viene determinada por sus vectores de propagación, por su utilidad estructural en el paisaje, y por las propiedades particulares de los individuos que las componen. El resultado de este conjunto de compromisos es lo que asigna un valor añadido al paisaje en cuanto hecho cultural, dotándolo por otra parte de una madurez ecológica y valor productivo y económico no despreciables.



## 3 - Traditional landscape pattern

---

---

### *Introduction*

The landscape is a repeated pattern of internal landuses and ecosystems that tells you when you cross the boundary into a different landscape, effectively a huge mosaic (Forman 1999). The land mosaic theory resulted when efforts to apply island biogeography theory to patches in the landscape that first looked promising, for many reasons largely disappeared (Forman 1995). The ecosystems assemblage pattern becomes a central issue in landscape ecology, and particularly important in Europe where landcover conceals a long history of feedback between nature and culture.

Since the middle last century, European rural landscapes have been submitted to different processes of intensification (specially in suitable, accessible and flat areas) and abandonment (in marginal and hilly areas) (Gómez Sal 1995). Countryside "modernization" involved a change in scale of landscape use pattern, shifting from fine to coarser ones as a result of increasing plot size. The self-sustaining agriculture has become unsustainable in the present economic context and local regulation of some refined anthropic processes has been lost.

But that "modernization" process does not act uniformly over the territory, political, social, and economic circumstances have led to the preservation of some relict areas where some traditional landuse processes features still remain. This is the situation of the "High Natural Value" (HNV) areas that were described by Baldock & Beaufoy (1993). These areas have been object of the European Common Agrarian Policy (CAP), usually by partial measures dedicated to some selected productions (Baldock & Beaufoy 1993, Gómez Sal 1998a). However, the maintenance of HNV in particular, but also all traditional rural areas in general, does not require a mono productive approach; on the contrary, a spatial context must ensure its landscape integrity. For this reason, a method to identify the hierarchical landscape structure becomes desirable, recognizing areas that represent preferential

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

relationships among their components. The task of landscape description is to divide the continuous variation into classes that are convenient handle – such divisions are arbitrary since there is no evidence of discontinuity, except in some exceptional cases (Bunce 1999). The majority of studies have used overt expert judgement to describe, in order to define and evaluate landscapes. In this work, the expert judgement will take place after an automatic process of territory segmentation, and it is supported by geographic information about primary and dependent ecological factors. In fact, the idea of focusing on spatial pattern, with its relation to function and change, and focusing on a large area composed of many habitats or homogeneous areas, quickly filled and expanded an unfilled niche (Forman & Godron 1986, Forman 1999). The integration – or ecological synthesis – capacity of a map can be defined by the Mutual Information index between map sectors and environment drive forces such as ecological and socio-economic factors (Pablo *et al.* 1988). The level of coincidence between sectors and drive forces reflects their importance in shaping landscape structure. In order to compare a map of ecological synthesis to maps of natural and socio-economic factors, the Relative Operating Characteristic (ROC) procedure summarizes the statistics derived from several 2Xn contingency tables, crossing the map of each class of ecological synthesis and each map of each natural and socio-economic factors (Egan 1975, Pontius & Schneider 2001, Schneider & Pontius 2001).

Remote sensing technology permits to discriminate landscape properties related with vegetation, soil cover and hydrological and physiological state, physiographic profile and illumination amount, etc. (Lillesand & Kiefer 1987, Griffiths & Mather 2000). Research efforts attest its importance in topics like pattern and process analysis (Frohn 1997, Griffiths & Lee 2000, Hostert *et al.* 2001, Johnson *et al.* 2001, Hill *et al.* 2002), landcover changes (Wear & Bolstad 1998, Chuvieco 1999, Peralta & Mather 2000, Petit & Lambin 2001, Read & Lam 2002) and landscape structure scale (Cain *et al.* 1997, Johnson *et al.* 1999, Gulinck *et al.* 2000, Hay *et al.* 2001, Treitz 2001, Sheail & Bunce 2003).

The unsupervised classifications (or cluster analysis) define landcover classes without personal judgment. The possibility to use the maximal number of discriminated classes by the

### *3 - Traditional landscape pattern*

classificatory process increases methodological accuracy. Cluster analysis provides a useful method for organizing large data sets and information retrieval is more efficient (Duda & Canty 2002). These items - remote sensed data, unsupervised classification and all discriminated classes utilization - confer a general character to landscape hierarchical interpretation; it becomes independent from a more or less conscientious definition of landcover classes, derived from main or accessory research objectives.

ROC - Relative Operating Characteristic - is one of the clever ways to glean useful information from contingency tables (Pontius & Schneider 2001), and it is probably one of the first natural sciences applications, after engineering, medicine, meteorology and psychology among others fields of science. ROC methodology assesses forecast models of an entity incidence (landscape sector or land unit), comparing a quantitative map (entity incidence probability) with the entity location map; ROC can be used, for instance, to compare a household distance map against a map of home garden.

This work uses a vicinity model to simulate hierarchically structured landscapes with two objectives: (a) to construct and evaluate hierarchical forecast models of rural landscapes, and (b) to test the influence of physical and anthropic factors in the variation of landscape scale. Some limitations in previous researches are now obviated by (i) using the maximum number of landcover discriminated classes (automatic unsupervised procedure), (ii) characterizing each pixel by its neighbouring character (iii) modelling forecast landscape processes at different hierarchical levels. Multiple landcover classes were obtained from spring and early summer satellite images and samples were characterized by neighbours' frequency. TWINSpan analysis defined landscape segmentation algorithms derived from TWINSpan indicators with two division levels. Hierarchical landscape maps were then contrasted with ancillary information about natural and anthropic landscape factors. These factors represent undergoing landscape processes. They range from total independent primary functions (e.g. parent rock) to exclusive dependent functions (e. g. soil unit), or from natural (e. g. physiography) to anthropic character (e. g. land use); their mutual influences gives them a reciprocal character, which can not be classified stochastically as a primary or a dependent factor (Vos &

Stortelder 1992). The main objective is to get predictive models that can focus planning research efforts considering all landscape phenomena.

## ***Methods***

Remote sensing information consisted in three samples areas extracted with GIS ERDAS Imagine 8.3.1 after geometric and radiometric correction from two vertical multi-spectral SPOT XS scenes acquired on different pass in early summer of 1993 and late spring of 1994 (figure 3.1 and Table IIIa). Cartographic information concerning landscape variables was collected, digitalised, and determined from published cartographic information, such as geology, topography, hydrology, soils, landuse, buildings, and roads, (Table IIIb).

Table IIIa – Sample site characteristics.

<b><i>Sample site</i></b>	<b><i>Plateau area</i></b>	<b><i>Hillside area</i></b>	<b><i>Hilly area</i></b>
Altitude mean (m)	685	936	832
Multispectral SPOT XS scenes	10262669307121128571X		30272669405051130151X
Latitude (W)	41° 43' 32"	41° 40' 57"	41° 52' 09"
Longitude (N)	06° 41' 14"	06° 51' 23"	07° 02' 13"
Extension (km)	8129	8129	4837
Grain (m)	23 × 23	23 × 23	23 × 23

The study areas were particularly suitable to research by: 1) their territorial significance, with gradients from flat to gentle mountainous areas; 2) their diversified woodland and agricultural matrix, which helps to evaluate the proposed methodology; 3) our familiarity with this region by previous research on traditional landuse systems (Castro 1996, Castro *et al.* 2000a, Castro *et al.* 2000b, Castro *et al.* 2003a, Castro & Castro 2003, Castro *et al.* 2003b). The first analysed landscape – plateau site - represents the old central Iberian plateau; the second one – hilly site – is on a more recent and mountainous complex; the third one – hillside site – represents a gentle slope situation between the two others. Landscape statistics (McGarigal *et al.* 2002) and heterogeneity analysis (semivariogram) highlight some structural properties of study areas.

### ***New band derivation and image classification***

The SPOT image processing and classification consisted in new band derivation and unsupervised classification (IDRISI 3.22). New bands were generated through:

### 3 - Traditional landscape pattern

1. Band rationing (red/green, near-infrared/green, near-infrared/red and near-infrared/(near-infrared + red))
2. Principal components analysis – PCA (first and second principal components)
3. Texture analysis (near-infrared).

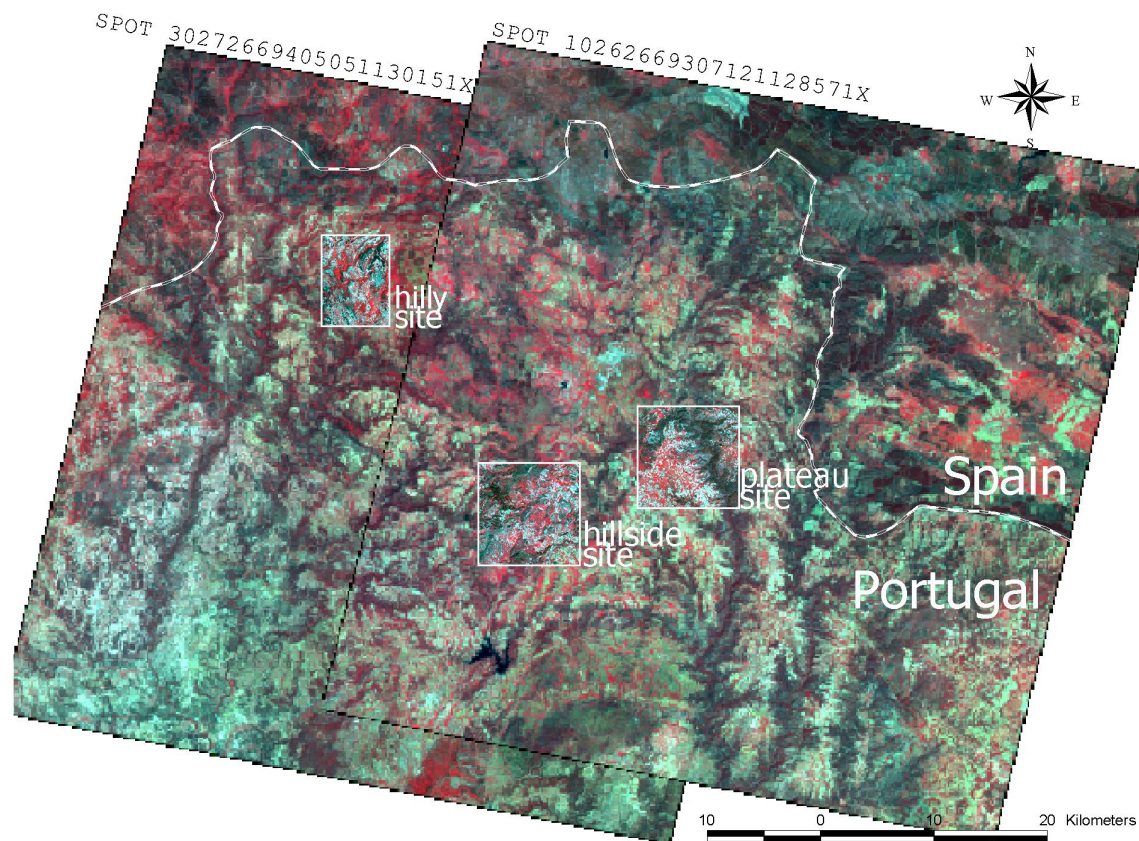


Figure 3.1 – SPOT images and study areas location (North-eastern Portugal).

The PCA was performed on the three SPOT bands, with the first two principal components included in the band selection process. The texture analysis was performed using local variance windows on the NIR channel, computed within a small neighbourhood (3\*3) surrounding each pixel (Ryherd & Woodcock 1996, San Miguel Ayanz & Biging 1996). Spectral analysis was performed on the three original and the seven derived bands of SPOT imaginary data.

The unsupervised classification utilised is a three-dimensional histogram peak technique. A peak occurs when a class frequency is higher than all their neighbours' classes in cluster analysis. Once peaks have been identified, all possible values are assigned to the nearest peak; divisions between classes fall at the midpoints between peaks. All clusters are retained, with no selection between more or less frequent, and more or less significance class. No cluster labelling was

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

performed: each different class was considered a different landcover class, without any accuracy assessment procedure. A local window with the nearest 37 neighbouring pixels generated vicinity images, one by each landcover class of the unsupervised classified images (figure 3.2) (ERDAS 1998, Eastman 2002).

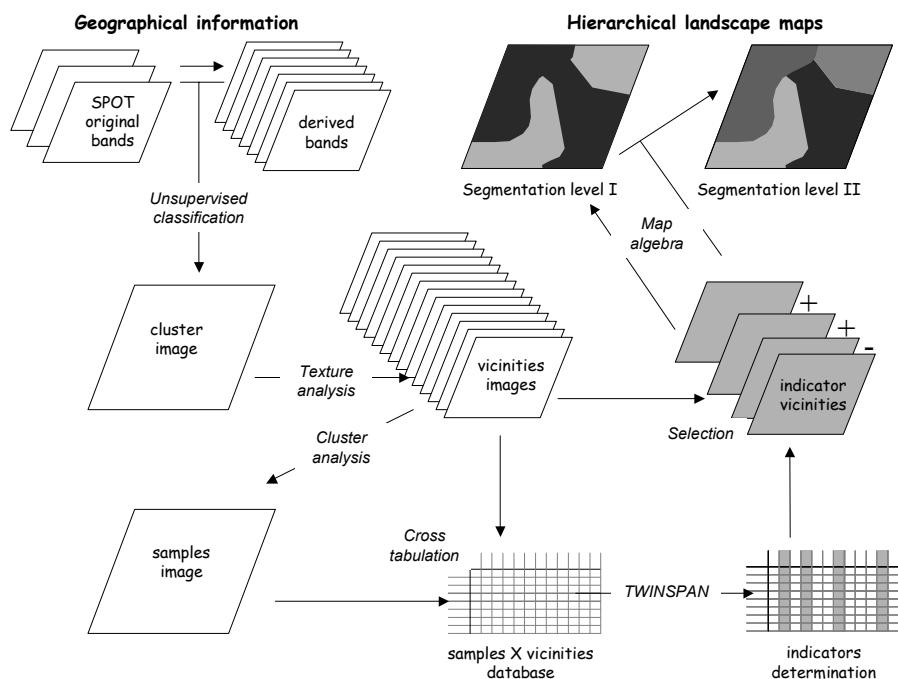


Figure 3.2 - Methodological development used for landscape segmentation.

Software sample set restriction (TWINSpan) forced to group more than one hundred thousand pixels of each study area into some hundreds of samples. Thus, a second cluster procedure was applied to the first three principal components of vicinity images set. Each group of identical and contiguous pixels was considered a sample in the classificatory process. Groups with no more than 40 pixels were rejected and their pixels were incorporated in the immediately contiguous group.

The TWINSpan main procedure divides hierarchically a reciprocal averaging ordination space, using indicators; it does not analyse abundance data directly, but presence/absence of pseudo-factors considered ecological indicators (Hill 1979, Gauch & Whittaker 1981, Gauch 1982). In our case, these indicators correspond to class vicinity images, which were used to generate the hierarchical models of landscape structure; maps of landscape sectors were generated by adding positives or negatives vicinity images determinate as indicator in each TWINSpan division level. All study areas were

### 3 - Traditional landscape pattern

segmented into four sectors, by submitting each one to a repeated division process of two hierarchical levels (figure 3.2). The resulting contiguous areas fewer than 10 hectares were considered without any landscape meaning and they were generalized into to their surrounding groups by a post-segmentation "dissolve" process (Forman & Godron 1986, McCune & Mefford 1999, Eastman 2002).

Table IIIb – Factors derived from ancillary maps of study areas.

<i>Physio graphic factors</i>	<i>FAO Soil Units factors</i>	<i>Human occupation factors</i>	<i>Land use factors</i>	<i>Parent rock factors</i>
Altitude	Orthi-dystric cambisol	Road/track distance	Shrubland	Granite
Slope	Chromi-dystric cambisol	Cart-way proximity	Forest plantation	Sedimentary rock formations
North exposure	Orthi-umbric cambisol	Drift-way proximity	Traditional forestry	Shale and similar rocks
East exposure	Chromic-umbric cambisol	Footway proximity	Oak coppice	Basic rocks
Hillshade	Chromic cambisol	Building distance	Pasture	Migmatitis and gneisses
Profile concavity	Cambi-dystric leptosol	Isolated house proximity	Arable rotation	Quartzithic rocks
Planimetric concavity	Orthi-dystric leptosol	Block proximity	Vines and olives with rotation	Alluvial deposits
Stream distance	Cambi-eutric leptosol		Holm oak coppice	
Nearest stream order 1	Orthi-eutric leptosol		Olives	
Nearest stream order 2	Lithic leptosol		Orchards	
Nearest stream order 3	Umbric leptosol		Chestnuts	
Nearest stream order 4	Orthi-dystric fluvisol		Vegetable garden	
Nearest stream order 5	Chromic luvisol		Riparian vegetation	
	Haplic alisol			
	Gleyic alisol			
	Dystric regosol			
	Umbric regosol			
	Eutric pararegosol			
	Umbric pararegosol			

#### ***TWINSpan hierarchical classification and image segmentation***

#### ***Relative Operating Characteristic - ROC***

The ROC procedure (Egan 1975, Pontius & Schneider 2001) compares presence/absence maps of polygonal entities, with quantitative maps of importance to these entities (suitability, probability, model, etc). ROC analysis defines percentiles thresholds for the quantitative map that are overlaid to the presence/absence map. A contingency table summarizes the results: table's rows correspond to cumulative percentiles thresholds of quantitative map; table's columns correspond to presence/absence categories of entity map; entries are the pixels amount for each category combination. The pixels of each cumulative percentile threshold (rows) are "true positives" when entity is present and "false positives" when they are not classified as entity. The "true positives" proportion of entity total, against "false positives" proportion of not entity total, plots a scatter graphic

(figure 3.3). The area under the curve, which connects the plotted points, is the ROC statistic: a ROC value 1 indicates a perfect spatial agreement between entity map and quantitative map; a ROC value 0.5 means no spatial agreement between two maps (Eastman 2002).

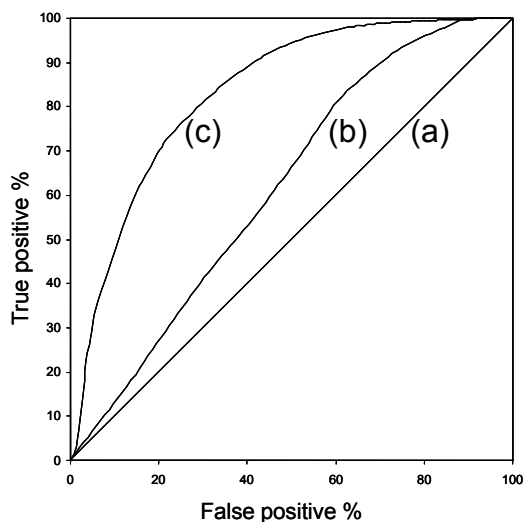


Figure 3.3 - ROC curves: (a) random location (ROC = 50%), and logistic regression of altitude with (b) land unit 01 (ROC = 62%) and (c) land unit 11 (ROC = 83%) for plateau site.

In this work, logistic regression models were used to generate forecast maps for each factor of Table IVb and each segmented landscape entity (land units). Forecast maps assessment of ROC statistics was made using LOGISTICREG module of GIS IDRISI 3.22. The basic assumption of logistic regression is that the probability of a dependent variable takes the value of 1 (positive response) follows a logistic curve and its value can be estimated with the following formula:

$$P(y = 1|X) = \frac{\exp(\sum BX)}{1 + \exp(\sum BX)}$$

We used Y as the segmented landscape entity in a binary map and X as each factor derived from ancillary maps of study areas.

## Results

### **Landscape classification**

The discriminated landcover classes vary from 36 (plateau area) to 40 (hilly area), with a frequency pattern very similar in the three analysed images. FRAGSTATS Shannon's Diversity Index (SHDI) and Landscape Shape Index (LSI) characterize landscape pattern continuity of study areas spatial arrangement. Shannon's Diversity Index varies from 2.73 at plateau area to 2.99 at hilly area, with 2.83 at hillside area. The different number of landcover classes in study areas could justify these differences (figure 3.4).

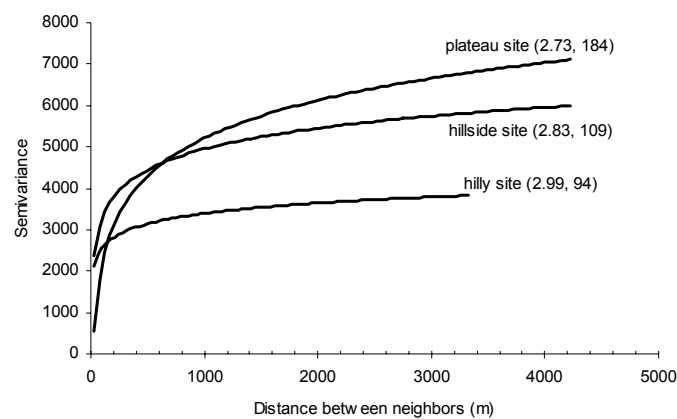


Figure 3.4 - Semivariograms and FRAGSTATS statistics (Shannon's Diversity Index – SHDI, Landscape Shape Index - LSI) for study areas.

The semivariograms present differences among study areas: differences in asymptote reach signify differences in heterogeneity scale, coarser at plateau site than at hilly site; different interceptions of semivariance axis indicate differences in spatial dependence. Hilly site area presents small-scale heterogeneity (many patches, small and more sharply discontinuous), pointing hot and cold spots; plateau area, with large-scale heterogeneity, indicates few patches, large and smoothly continuous, concerning to gradients; hillside area has again an intermediary character between plateau and hilly study area (figure 3.4).

### **Processes assessment**

All segmented images present the four categorical landscape units (00, 01, 10 and 11) corresponding to two segmentation hierarchical levels (figure 3.5 to figure 3.7). Higher values of ROC

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

occur in plateau area and lower in hilly area; extreme landscape units (00 and 11) present more significant factors than their intermediate classes (figure 3.5 to figure 3.7) - lines represent the positives relationships and hatched lines represent the negatives ones).

Physiographic and soil factors predominate as undergoing processes in plateau area; anthropic and landuse factors predominate in hillside area, as well as landuse in hilly area. Building distance, arable fields and scrublands are important functions in all study areas.

## ***Discussion***

The landscape pattern is both a challenge and a requirement for landscape ecologists. Landscapes are concrete, three-dimensional ordered wholes of our Total Human Ecosystem, not just repeat patterns of ecosystems on kilometres wide scales, but interacting ecological "Gestalt" system on their own rights in multi-dimensional space/time scales from smallest, mappable ecotope to the global ecosphere landscape (Naveh 1999). The methodology was used for hierarchical classification detected the importance of processes at different landscape levels. The landscape metrics do not reveal strong differences between study areas, but Shannon's Diversity, Landscape Shape Indexes and semivariograms, can distinguish the nature of study areas heterogeneity, from plateau to hilly sites.

The semivariograms show the large-scale heterogeneity of plateau gradients, and the small and patched pattern of hilly area; in the former case, the ground morphology and the strong imprint of Sabor river canyon explain its heterogeneity character; on the other hand, hilly area presents a complex pattern due to its intricate physiography. The hillside area, once again, presents an intermediate character between plateau and hilly areas. Processes and functions associated with each study area are certainly responsible by each particular character.

### 3 - Traditional landscape pattern

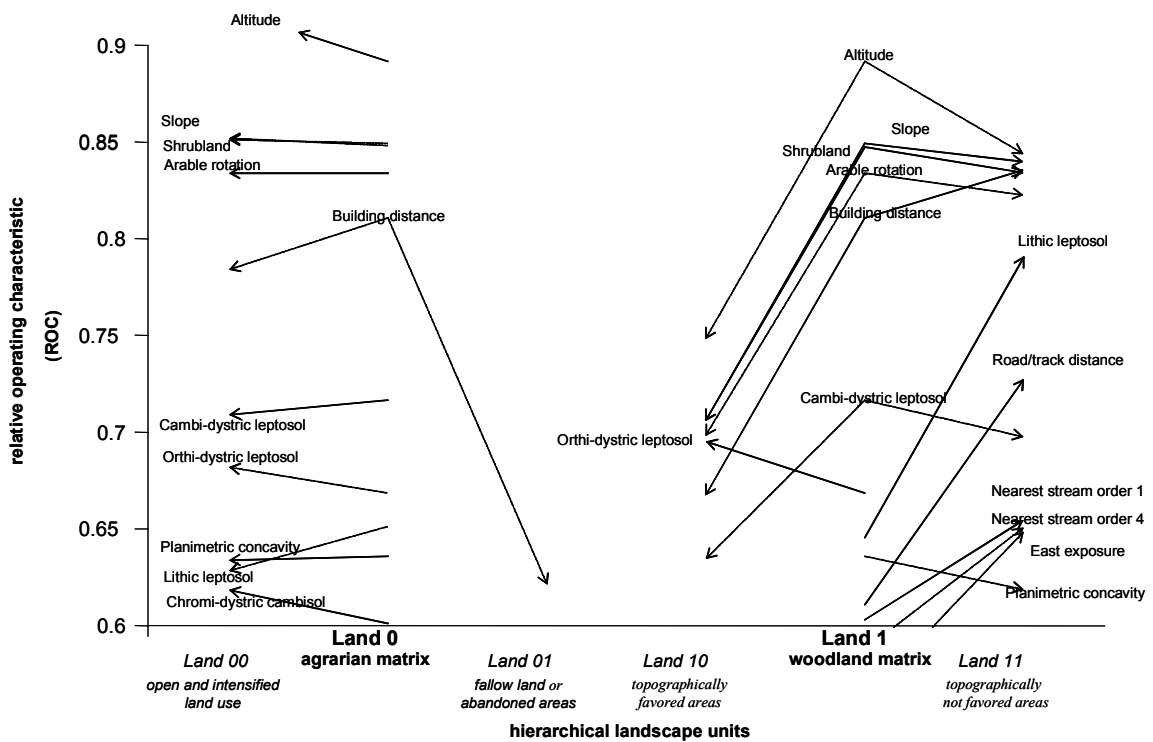
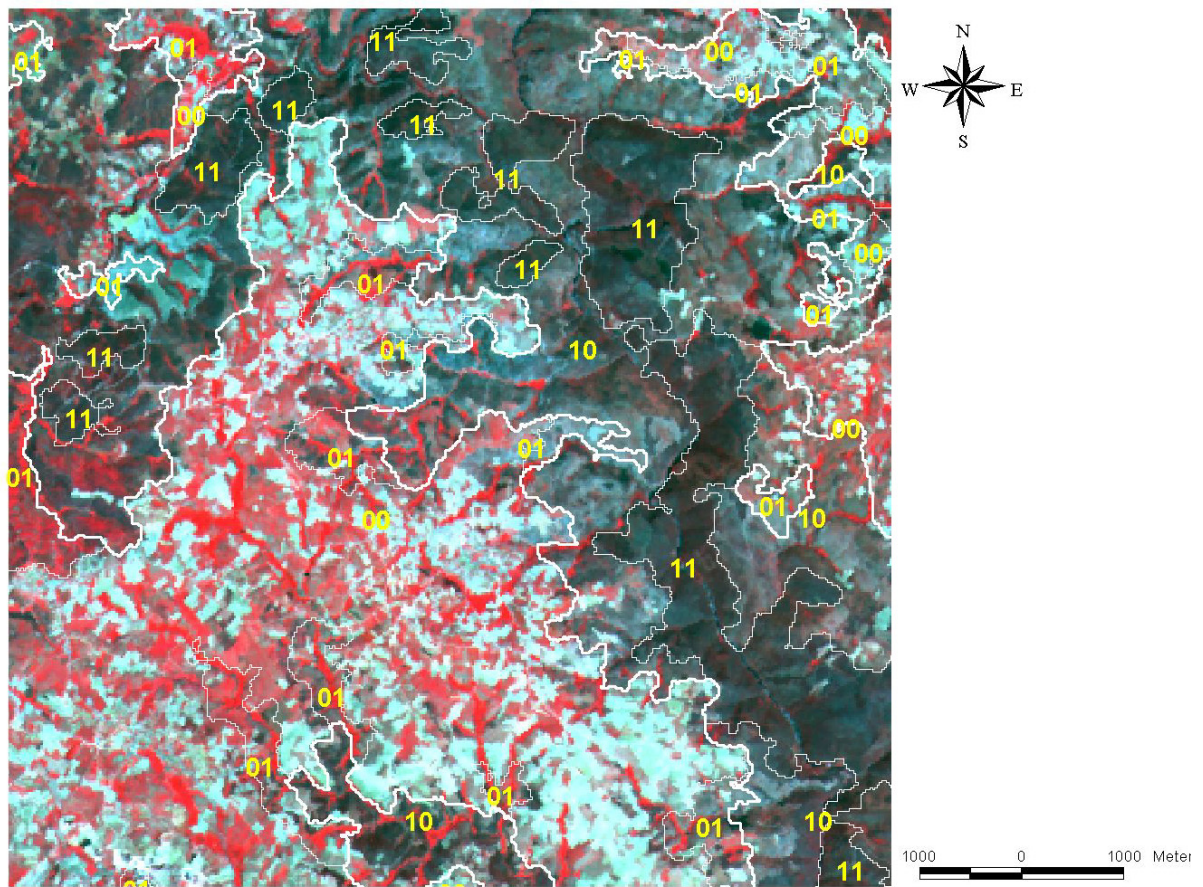


Figure 3.5 – Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - plateau site.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

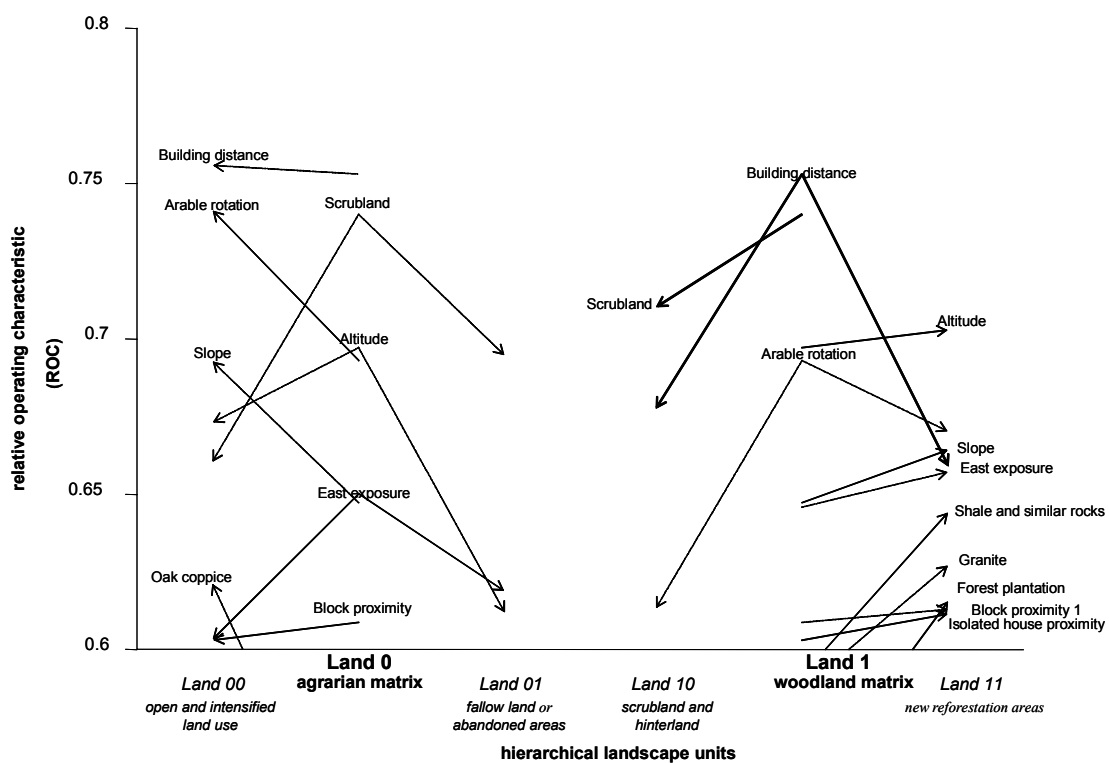
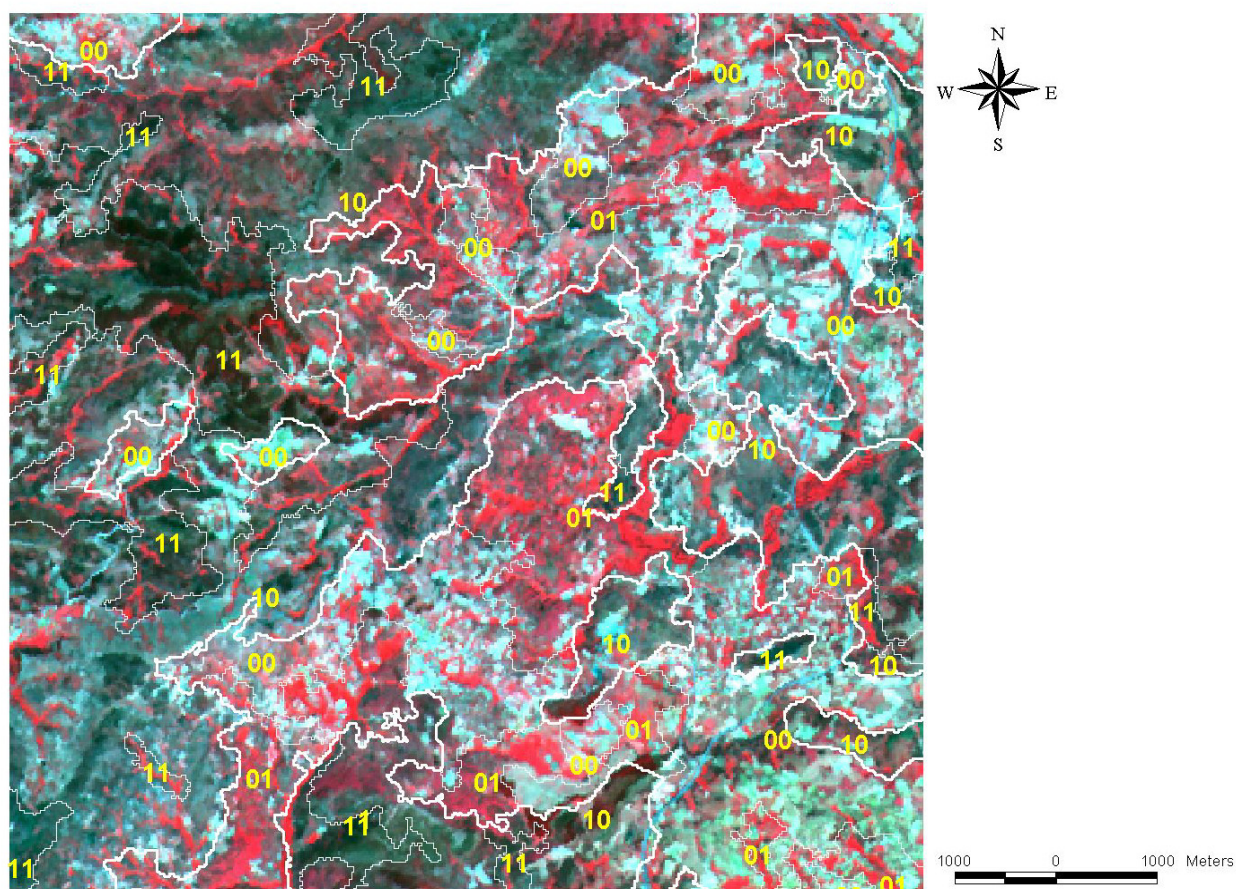


Figure 3.6 - Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - hillside site.

### 3 - Traditional landscape pattern

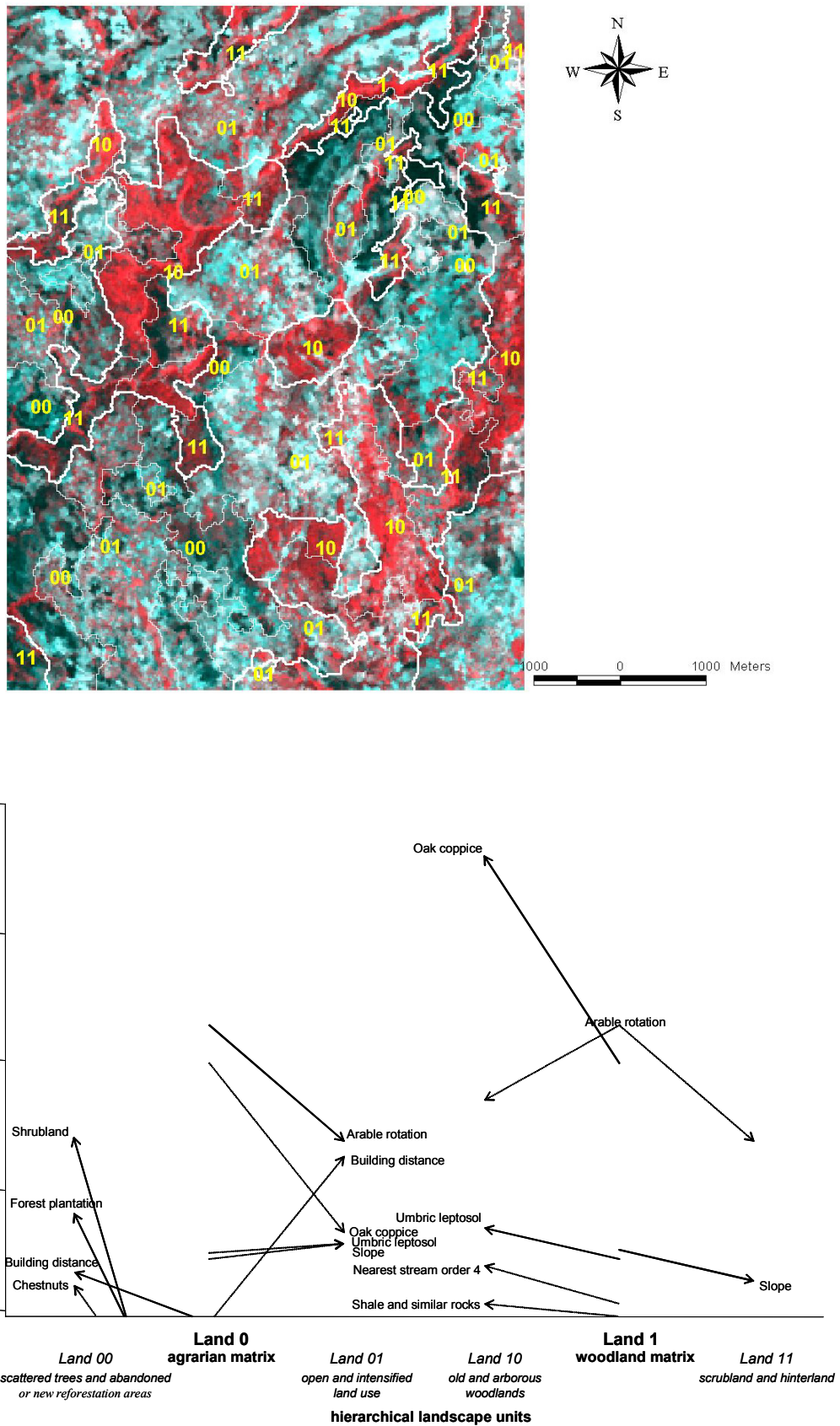


Figure 3.7 - Segmentation map and ROC values over 0.6 of first two segmentation levels - plateau site.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

ROC values pointed the duality of agrarian matrix vs. woodland matrix at first level division for all study areas, which can be interpreted by the preponderance of factors such as building distance, arable rotation fields, and scrublands. In fact, landuse and human livelihood emerge indubitably as landscape shaping main agents. It represents a confluence of nature and human undergoing processes in creating and maintaining current landscape. In plateau area, landuse and human factors are complemented by the action of factors such as altitude, slope, and physiographic concavities, which reveal the preponderance in segmenting landscape, played by the river canyon impact crossing that area.

At the second level, the agrarian matrix is segmented separating the more open and intensified fields from the fallow, abandoned, or wooded areas. The woodland matrix division can be interpreted differently in the study areas. In plateau area, woodland corresponds to low and steepest areas. Contrasting situations like aspect and soil accumulation induce different landuse and vegetation type, caused by its xerophytic character. Hilly area woodlands present a differential zone with woodlots (oak coppice) opposite to scrublands, traditionally used to small ruminants pasture or to biomass gathering (manure). Some hillside remote areas have remarked lithology and topography, which were reforested, reducing traditional shrub areas utilisation.

The edaphic pattern, which is determined by water, soil, and nutrient supplying, controls the landscape pattern in plateau and hilly areas. The different stream channel hierarchy means different bed structure and stability; they control the pattern of bed and floodplain at fine scale. The patterns of landcover and concomitant vegetation and land uses are strongly related with the geomorphologic processes.

Parent rock, probably due to the contrast between weathering intrusive versus weathering resistant extrusive rocks, has a fundamental role controlling main landcover types association. Hillside and hilly sites present relevant parent rock functions in landscape discrimination. Hillside area presents an intermediate character with landuse and relief factors as landscape determinants.

### *3 - Traditional landscape pattern*

Even nowadays, agrarian matrix expansion depends mainly on building distances, more than road/track distance. This fact can be related to the cultural landuse history of human and animal traction of manure, seeds, and harvests.

The scale must be focused in next research issues. In our case, for a similar grain (23 meters) does not correspond a similar extension. The areas extension can affect results both in area form (quadrangular or rectangular) and in edge influence; the dissolve process of small areas can also influence the contiguity of land units located in area boundary. The use of bigger analysed areas can reduce that problem.

## ***Conclusions***

A neighbourhood procedure applied to remote sensing data of three sampled sites of Trás-os-Montes permitted to recognise the broad character of its landscape. In order to demonstrate these applications and focus our future endeavours, the methodological approach built a landscape hierarchical model for each of the three study areas. The hierarchical division procedure revealed a recurrent pattern in the landscape structure: first division level showed alternation among woodland and agrarian matrices; second division level discriminates different land utilisation intensities in both agrarian and woodland matrix.

A classification method widely used in vegetation ecology (TWINSPAN) proved to be also useful in landscape ecology, retaining "cut levels" of landcover abundance as indicator of landscape character. ROC parameter revealed that human processes such as urban proximity, and topographic related processes such as stream proximity or soil quality, join landuse classes in determining landscape character of study sites.

This study applies to three of the most important issues of landscape ecology (Forman 1999): (i) mosaic pattern and function, (ii) hierarchical theory and spatial scale, and (iii) habitats arrangements and neighbourhood interactions. It shows that remotely sensed data could be processed digitally with process identification proposes, at various landscape scales. The analysis

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

show the close association of types of ecosystems (agricultural, traditional, humanised) that can lead to operative landscape units based in their context, even more useful for land planning than to only extract information about landcover. To demonstrate these applications and focus our future endeavours, a conceptual model of landscape structure was presented for each study landscape. To conclude, we discussed issues regarding scenario design and model limitations. Its appropriate application might be a useful tool for the assessment of landscape structure and process changes due to ecological and economic context of this region.

## 4 - Woody network heterogeneity

---

---

### *Introduction*

In Europe, deciduous trees structures harbour a substantial proportion of biodiversity in both forested and cultural landscapes (Berg *et al.* 1994, Rackham 1998). Natural patterns of the spatial and temporal distributions of deciduous trees species resulted from abiotic conditions (e.g. soils, fire and water disturbance regimes). Agriculture and forestry complement the actual landscape structure in order to deciduous woods. The present managed landscape contains remnants of the formerly widely distributed deciduous components, and species and populations have declined and become regionally extinct in some cases (Enoksson *et al.* 1995, Jansson & Angelstam 1999). The human presence over the territory not only changed the amount but also the distribution of trees structures in landscape. Deciduous trees provide fodder and litter for domestic animals, fuel for heating houses, and important raw material used for various purposes. Moreover, the presence of sunny and green deciduous woods intermixed with meadows and fields in the vicinity of settlements created desirable elements of cultural landscape being a buffer from the "evil" dark forests in surrounding rangeland matrix (Mikusinski & Angelstam 1999).

Traditional models of cultural landscapes involve punctual, linear, and polygonal woody structures, essential for keeping favourable ecological processes, maintaining landscape diversity and its natural value. These structures are particularly meaningful on the agrarian matrices of traditional rural landscapes, acting as an environmental indicator of: (1) ecological stability that they confer to landscape processes; (2) information value about old productive agricultural processes and current ecological processes; and (3) ecological contrast and ecotones, which can promote wildlife richness in humanized ecosystems. Woodlots, hedgerows, and scattered trees over agriculture fields can be perceived as stepping-stones – a component of ecological corridors – linking woodland matrix and

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

adjacent agriculture matrix. Woodlots and hedgerows enable animal migration among larger forest complexes, crossing the agrarian matrix. Woody structures of field boundaries have been generally considered important semi-natural components in rural landscapes (Le Coeur *et al.* 2002).

Although the closed landscapes of the Atlantic fringe termed 'bocage' have often been considered as the core of hedgerow distribution (Baudry *et al.* 2000a), there are many other landscape structures with equally dense and diversified woody network. Integrated management of natural resources and the multiple uses of trees and forests have prevailed in most European societies since prehistoric times. In the Iberian landscape heritage, it also depends on old and close interactive evolution between nature and landuse. The integration of the ecological role of these structures with their productive and economic purposes has maintained their complex functions over time. In North-eastern Portugal, the main native trees are usually deciduous species such as oak, elm, ash, poplar, alder, willow, lime-tree, hazel-tree, cherry-tree and mulberry, to which we can add the chestnut, walnut and fig tree that were brought in remote times and have developed local well adapted varieties. Native conifers are irrelevant. Through out history, the way of reproduction of most trees species has been coppiced or suckled after been felled.

Today, agro-forestry systems in temperate, industrialized countries contain trees, pasture, and livestock arrangements: fruit or nut trees interplant with vegetable or grain crops; windbreaks and shelterbelts; multi-specific riparian buffer strips; and forest farming systems for special crops (Long 1999). Endogenous knowledge allowed the development of "involution" models in woodlands management (Vos & Stortelder 1992). Nevertheless, recent issues of economic and technological developments have threatened the ancient order of landscape as well as its traditional sustainable scenario, according to the model of Gómez Sal *et al.* (2003). The ecological-productive-economical complex has been deregulated because of: (1) rupture in traditional knowledge heritage; (2) absence of local human regulation; (3) introduction of economic scale issues. During the last century, depopulation rates conducted to endogenous knowledge erosion and local regulation loss. Recent studies in development countries point the insight of local inhabitants in the landscape-ecological factors which control the growth of the plants and determines their capacity to adapt to

environmental changes such as drastic changes in landuse and sharp landscape contrasts (Jungerius 1998).

The main objective of this study was to investigate the spatial distribution of tree network of nine traditional villages belonging to three municipalities of northeastern Portugal, enhancing the knowledge about the relationship between nature and culture in the traditional rural systems. Woody network heterogeneity was conceptualized as representation of spatial patterns and/or a demonstration of environmental processes. Both natural and cultural factors are discussed as components of actual rural landscape. Table IVa compiles some of the most used terms to designate the different structures that compound the woody network of rural landscapes.

##### ***Spatial patterns vs. environmental processes***

Spatial distribution models of organisms became classic in ecological theory, considering that heterogeneity of ecological patterns originated either from the physical forcing of environmental variables and/or from community processes (May 1976). In landscape ecology, spatial patterns acquired a status of study object, more than a prospective issue for sampling or statistical testing. In fact, pattern and function interaction paradigm consider spatial distribution of organisms as cause and/or consequence of ecological heterogeneity (Wiens 1989, Wiens *et al.* 1993).

The traditional rural landscapes are human-dominated landscapes where nature and culture interact influenced by a technological level; an inherent spatial dimension influences its function. Two main forces contribute to the heterogeneity of rural landscapes in the study region: geomorphologic processes and anthropic disturbances. Geomorphologic processes determine landform age and stability that have a strong effect in soil, nutrients, and natural vegetation patterns. Geomorphologic action is characterized by impoverishment of upper and convex ecosystems, promoting the enrichment of lower and concave ecosystems. The anthropic disturbance has been maintained by agriculture, forestry, and development of infrastructures (houses, roads, dams) among others. Human activity depends on technology and it shapes landscape towards a broad range of spatial-temporal scales (Naveh & Lieberman 1994).

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

The ecological behaviour of cultural landscapes depends on: (i) farmers existence, and their valuable human and cultural biodiversity; (ii) mosaic territorial organization of farmers according constraints and rules, which implies they are collectively responsible for emerging landuse patterns at landscape scale; (iii) farmers management of field margins in a wide range of ways (Le Coeur *et al.* 2002).

Last years, some authors have investigated enhanced procedures to distinguish and quantify the spatial heterogeneity due to biological control and the environmental heterogeneity due to resources distribution (Borcard & Legendre 2002). Analytical methods to describe spatial patterns of organisms in synecological approaches were published (Legendre & Troussellier 1988, Legendre & Fortin 1989, Borcard *et al.* 1992, Leduc *et al.* 1992, Legendre & Legendre 1998, Borcard & Legendre 2002). These methods use synthetic exploratory variables developed from geographical coordinates of organisms at various scales and dimensions. The variation of undergoing factors can be explained by four components (Borcard & Legendre 2002):

- a) Environmental variation concerning to descriptors not shared by any spatial pattern;
- b) Spatially structured environmental variation or external unidentified space-structured processes;
- c) Spatial variation not shared with environmental data;
- d) Explained variation neither by geographical coordinates nor by environmental data.

Our work applies the variation partition concept to landscape heterogeneity. It was assumed that environmental processes could be determined by ancillary geographical information. In our case, component b) was referred to landscape processes such as geomorphic determination of water and nutrients movements, altitudinal structured vegetation patterns, human disturbance spatial character, etc. Component c) was referred to anthropic processes, not recognized by any geomorphologic function, but derived from social contexts such as ownership regime, property inheritance, etc.

A GIS system and multivariate methods were used. Many spatial analysis and landscape indices are now integrated into GIS. They have become basic tools applied in landscape ecology worldwide.

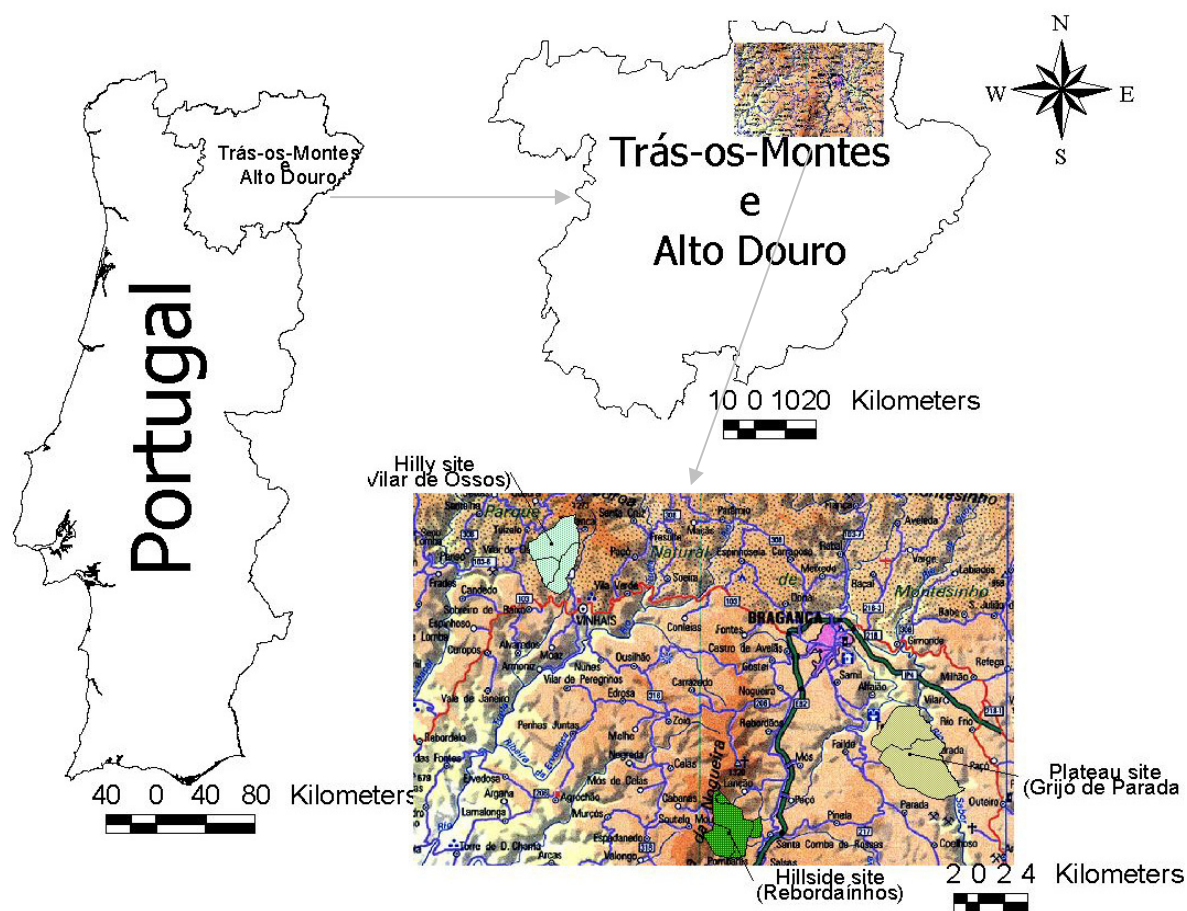


Figure 4.1 - Study areas location (Northeastern Portugal).

## Methods

### *Study areas and photo interpretation*

Selected study areas are situated in the Northeastern of Portugal, covering nine small villages clustered in threes municipalities (figure 4.1). The traditional rural landscape has a recurrent pattern: a more or less compact woodland matrix outlines an agrarian matrix, which surrounds the main households' agglomeration.

The first municipally - plateau site - is over the residual Iberian plateau, and it has large-scale landscape heterogeneity; the second municipality – hillside site – is over a continuous mountain slope; the third municipality – hilly site - is in a region of hilly relief, and it has small-scale landscape heterogeneity. Study areas are particularly suitable to our research proposal by: 1) their high diversity in woody and tree structures over the agrarian matrix; 2) the region knowledge derived from previous

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

researches on traditional landuse systems (Castro 1996, Castro *et al.* 2000a, Castro *et al.* 2000b, Castro *et al.* 2003a, Castro & Castro 2003, Castro *et al.* 2003b); and 3) their representative character of North-eastern Portugal landscape ecology (Castro 1996).

Tree structures were interpreted from aerial infrared orthophotos (august/95), recording the punctual (single and isolated trees), linear (hedgerows, fences) and polygonal (clumps of trees, boscaje, and woodlots) elements on the agrarian matrix. Some times this simplification can be a reducer to the complexity of tree structures considered here; they cannot always correspond to their current and stricter usage. In fact, many denominations can be found in specialized literature, mostly related with intended structural or functional applied approach. Table IVa compiles some of the most utilised terms to designate the different structures that compound the tree network of rural landscapes.

Table IVa – Some of tree structures designations and concepts in literature.

<b>Tree structure type</b>	<b>Structural approach</b>	<b>Functional approach</b>
Punctual	Single trees (Brown <i>et al.</i> 1999)	
Linear	Fencerows (Demers <i>et al.</i> 1995)	Fencerows (Forman & Baudry 1984, Bennett <i>et al.</i> 1994)
	Hedgerow network (Schmucki <i>et al.</i> 2002)	Hedgerows (Jobin <i>et al.</i> 1997, Baudry <i>et al.</i> 2000a, Hinsley & Bellamy 2000, Oreszczyn 2000)
	Hedgerows (Kienast 1993, Garbutt & Sparks 2002)	
	Riparian buffer strips (Long 1999)	Shelterbelts (Long 1999, Hinsley & Bellamy 2000)
	Road verges (Cousins & Eriksson 2002)	Windbreaks (Long 1999)
	Tree row (Antrop 1998)	
Polygonal	Verges (Hinsley & Bellamy 2000)	Farmland biotopes (Bignal & McCracken 1996)
	Midfield islets (Cousins & Eriksson 2002)	Forest fragments (Merriam 1988)
	Non crop habitats (Schmucki <i>et al.</i> 2002)	Woodlands (Fry & SarlovHerlin 1997, Jobin <i>et al.</i> 1997)
	Woodlots (Belanger & Grenier 2002)	

Subsequent fieldwork permitted to determinate species composition of tree structures, inquiring about its functional character. Ancillary environmental maps were added to GIS describing the ecological heterogeneity of each study area (Table IVb). Study areas were compartmentalized in two hectares hexagons to be analyzed. Each of them constituted a sample unit in the geographical database (ArcView GIS) that was organized recording the tree structures, the spatial data and environmental data (Applegate 1995, Rempel 2002).

### ***Spatial patterns and spatial data***

The methodology to detect and quantify spatial patterns over a wide range of scales was recently enhanced with the use of principal coordinates analysis (Borcard & Legendre 2002). This methodology uses eigenvalue decomposition of a matrix of geographic distances among the sampling sites. The eigenvectors that correspond to positive eigenvalues represent the spatial descriptors that will be applied in regression or canonical analysis.

The samples of geographic coordinates generated the spatial variables, which are about two thirds of total samples because of the numerical process employed (Borcard & Legendre 2001). The first spatial variable is a linear trend crossing the totality of spatial sample distribution. The last variable corresponds to a scattered pattern with maximum to minimum values among sample neighbours (figure 4.2).

### ***Environmental processes and environmental data***

All the main landscape processes that affect and shape the studied agrarian matrices were considered. These processes can be associated to anthropic disturbance, water drainage and soil movement. Anthropic disturbance was recorded including variables such as household and road/track distance or landuse; water and soil characters were considered using variables such as stream order and distance, altitude, slope, horizontal and vertical concavities, soil unit (FAO), etc. Topography, landuse, soil, parent rock, hydrology, and human occupation (tracks and buildings) factors defined 59 environmental variables. The cartographic database that compounds those ancillary maps was used to determine the environmental variables, using geographical analysis from published thematic cartography (ArcView GIS).

### ***Gradient analysis***

Canonical Correspondence Analysis (CCA) is currently one of the most popular ordination techniques in community and landscape ecology. In our research, it permitted to identify the relationship between tree structures, and spatial and environmental factors. CCA is unique among the ordination methods with reciprocal averaging of samples and species (main matrix) constrained by a

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

multiple regression on environmental variables (second matrix). The method assumes the use of meaningful environmental variables, which was confirmed in previous research about study areas landscape patterns (3 - Traditional landscape pattern).

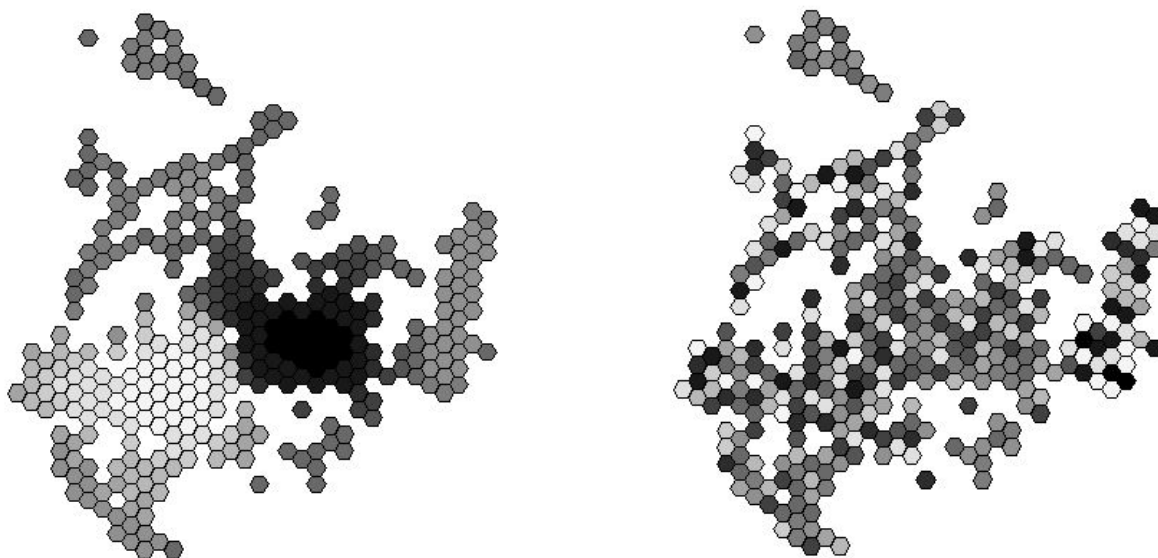


Figure 4.2 - Geographical representation of first spatial variable (Spat1) and last spatial variable (Spat196)

The CCA seeks patterns of main matrix (tree structures) maximizing the relationship strength with the second matrix (spatial and/or environmental factors). The sum of all unconstrained eigenvalues determines the total heterogeneity of tree structures (total inertia); the sum of all canonical eigenvalues determines the heterogeneity due to spatial and environmental data; the sum of all canonical eigenvalues constrained by spatial variables, added to the sum of all canonical eigenvalues constrained by environmental variables, and subtracted to the sum of all canonical eigenvalues constrained by environmental and spatial variables corresponds to heterogeneity shared simultaneity by spatial and by environmental factors. Pure environmental heterogeneity is calculated subtracting heterogeneity-shared simultaneity by spatial and environmental factors to the sum of all canonical eigenvalues constrained by environmental variables. Pure spatial heterogeneity is calculated subtracting heterogeneity-shared simultaneity by spatial and environmental factors to the sum of all canonical eigenvalues constrained by spatial variables (Borcard *et al.* 1992). CCA was performed with down weighting of rare species, focus scaling on inter-species distances, and Hill's scaling type plot options (Braak & Smilauer 1999).

Table IVb – Factors derived from ancillary maps of study areas.

<i>Physio graphic factors</i>	<i>FAO Soil Units factors</i>	<i>Human occupation factors</i>	<i>Land use factors</i>	<i>Parent rock factors</i>
Altitude	Orthi-dystric cambisol	Road/track distance	Shrubland	Granite
Slope	Chromi-dystric cambisol	Cart-way proximity	Forest plantation	Sedimentary rock formations
North exposure	Orthi-umbric cambisol	Drift-way proximity	Traditional forestry	Shale and similar rocks
East exposure	Chromic-umbric cambisol	Footway proximity	Oak coppice	Basic rocks
Hillshade	Chromic cambisol	Building distance	Pasture	Migmatites and gneisses
Profile concavity	Cambi-dystric leptosol	Isolated house proximity	Arable rotation	Quartzitic rocks
Planimetric concavity	Orthi-dystric leptosol	Block proximity	Vines and olives with rotation	Alluvial deposits
Stream distance	Cambi-eutric leptosol		Holm oak coppice	
Nearest stream order 1	Orthi-eutric leptosol		Olives	
Nearest stream order 2	Lithic leptosol		Orchards	
Nearest stream order 3	Umbric leptosol		Chestnuts	
Nearest stream order 4	Orthi-dystric fluvisol		Vegetable garden	
Nearest stream order 5	Chromic luvisol		Riparian vegetation	
	Haplic alisol			
	Gleyic alisol			
	Dystric regosol			
	Umbric regosol			
	Eutric pararegosol			
	Umbric pararegosol			

Results were interpreted considering three situations: (i) using the total set of spatial and environmental variables; (ii) using the first 40 variables in determining the species data heterogeneity (variables forward selection); (iii) using the first 20 best spatial variables plus the first 20 best environmental variables in determining the species data heterogeneity.

## **Results**

### ***Heterogeneity partition analysis***

Heterogeneity partition analysis presents a similar pattern among study areas (figure 4.3). Explained heterogeneity represents about 80 – 85% of the inertia of tree network data. In case (i), considering all spatial patterns and environmental processes, a half of total heterogeneity is spatially explained, one third of it is spatial-environmentally explained, and one sixth of it is environmentally explained. In case (ii), with forward selection of factors, the explained heterogeneity drops drastically: spatial and spatial-environmental components were reduced drastically; environmental component were meaningful incremented, except in hilly site. In case (iii), with equal number of spatial and environmental factors forced to explain heterogeneity of tree network, no significant differences

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

happened in total and environmental explained heterogeneity; spatial-environmental component incremented and reducing spatial component reduced.

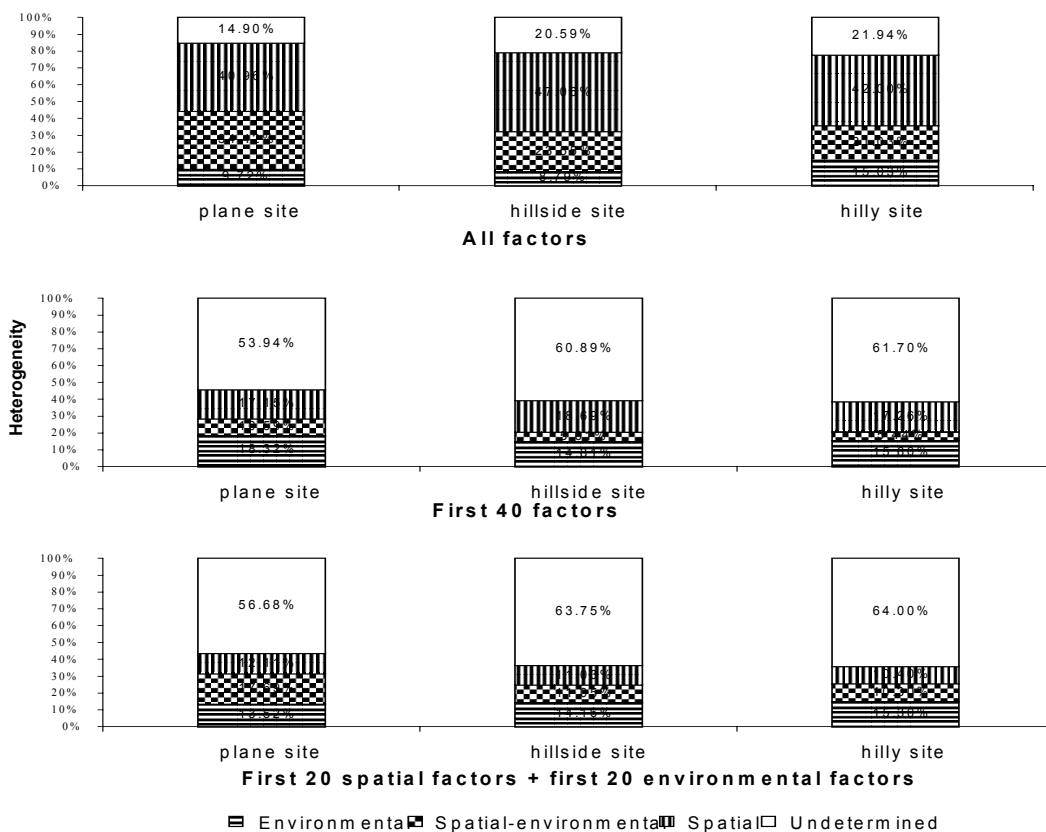


Figure 4.3 - Tree network heterogeneity explained by environmental processes and/or spatial patterns.

Landuse, altitude, and aspect are the main source of heterogeneity explanation in all study areas. Other topographic factors are important in hillside site, as well as hydrographical factors in hilly site (Table IVc and Table IVd).

### ***Gradient analysis***

The two firsts canonicals axes outline the tree structures against spatial patterns and environmental processes explanatory factors (and - cases of conditional effect over 1.5% of total heterogeneity). The cumulative percentage variance of first two axes is 63.8 % (plateau site), 52.7 % (hillside site), and 46.5 % (hilly site). First and second plot axes correlations are 0.780 and 0.723 for hilly site, 0.737 and 0.683 for hillside site, and 0.804 and 0.747 for plateau site.

#### 4 - Woody network heterogeneity

Table IVc – First twenty environmental and first twenty spatial variables in determining the tree network heterogeneity.

<b>Plateau site</b>		<b>Hillside site</b>		<b>Hilly site</b>	
<i>Environmental processes variables</i>					
Variable	LambdaA	Variable	LambdaA	Variable	LambdaA
Chestnuts	0.29	Block distance	0.15	Pine stands land use	0.29
Church distance	0.2	Slope profile concavity	0.12	Altitude	0.29
Altitude	0.16	Pine stands land use	0.11	Slope profile concavity	0.23
Urban land use	0.09	Meadow land use	0.08	Urban land use	0.19
Block distance	0.07	Altitude	0.08	Dystric regosol	0.11
Meadow land use	0.06	Urban land use	0.07	Road distance	0.11
Riparian deciduous forest land use	0.05	Coniferous stands with oaks land use	0.06	Rotation with vines land use	0.09
Vegetable garden land use	0.04	Chestnuts	0.05	Meadow land use	0.06
Rotation with chestnuts land use	0.04	Scrubland	0.04	Quercus pyrenaica forest land use	0.06
Rotation with vines land use	0.04	Cambic dystric leptosol	0.04	Coniferous stands land use	0.06
Vines and olives land use1	0.04	Slope	0.04	Pine stands with oaks land use	0.06
Orchards land use	0.04	<i>Quercus pyrenaica</i> forest land use	0.03	Heatland land use	0.05
Chestnuts with rotation land use2	0.03	Church distance	0.03	Irrigated rotation land use	0.05
South exposure	0.03	East exposure	0.03	Vineyards land use	0.05
Dense deciduous forest land use	0.03	Sparse deciduous forest land use	0.02	Block distance	0.05
Track distance	0.03	Illumination	0.02	South exposure	0.05
Sparse deciduous forest land use	0.03	Lithic leptosol	0.02	Basic parent rock	0.04
Deciduous forest land use	0.02	Umbric regosol	0.02	Seasonal steam proximity	0.04
Visibility from village	0.02	Schist parent rock	0.02	Permanent steam proximity	0.04
<i>Quercus ilex</i> forest land use	0.02	Visibility from village	0.02	Church distance	0.04

#### *Spatial structure variables*

Variable	LambdaA	Variable	LambdaA	Variable	LambdaA
spat1	0.21	Spat4	0.08	spat1	0.22
spat2	0.1	Spat7	0.08	spat5	0.11
spat3	0.1	Spat1	0.07	spat8	0.11
spat11	0.07	Spat14	0.06	spat3	0.09
spat26	0.07	Spat2	0.05	spat6	0.09
spat7	0.06	Spat6	0.05	spat7	0.09
spat12	0.06	Spat12	0.05	spat12	0.08
spat16	0.06	Spat35	0.05	spat31	0.08
spat5	0.05	Spat134	0.05	spat4	0.07
spat6	0.05	Spat3	0.04	spat13	0.07
spat9	0.05	Spat8	0.04	spat26	0.07
spat15	0.05	Spat11	0.04	spat37	0.07
spat29	0.05	Spat16	0.04	spat32	0.06
spat37	0.05	Spat22	0.04	spat43	0.06
spat46	0.05	Spat5	0.03	spat46	0.06
spat13	0.04	Spat19	0.03	spat11	0.05
spat23	0.04	Spat21	0.03	spat24	0.05
spat27	0.04	Spat32	0.03	spat25	0.05
spat38	0.04	Spat63	0.03	spat44	0.05
spat25	0.03	Spat78	0.03	spat59	0.05

Two main trends can be identified from canonical representation of tree network of study areas: urban proximity and topographic characters (figure 4.4, figure 4.5 and figure 4.6). The urban trend shows urban landuse against main tracks, households, and church distance; structures near households are trees and hedgerows congregating walnut, elm, mulberry, fig tree, and lime-tree species, with oak woodlots and hedgerows on the opposite side. Spatial factors associated are the coarsest ones, except in hillside study area. The topographical trend outlines the altitude against the

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

meadows factors. Trees or hedgerows (riparian galleries) of ash, associated with poplar, alder, willow and oak species occur in lowest areas occupied by meadows. Chestnut, pine, and oak structures usually occur in uppermost areas (hills). In hilly and hillside sites, a third trend can be outlined representing the concavity profile areas with alder and poplar structures.

Table IVd – First forty variables in determining the tree network heterogeneity.

<b>Plateau site</b>		<b>Hillside site</b>		<b>Hilly site</b>	
Variable	LambdaA	Variable	LambdaA	Variable	LambdaA
Chestnuts	0.29	Distance to block	0.15	Pine stands land use	0.29
spat1	0.21	Slope profile concavity	0.12	Altitude	0.29
Church distance	0.16	Coniferous stands land use	0.11	Slope profile concavity	0.23
Altitude	0.15	Altitude	0.08	Urban land use	0.19
Urban land use	0.09	Meadows land use	0.08	Dystric Regosol	0.11
spat3	0.06	Urban land use	0.07	Distance to road	0.11
spat2	0.06	Spat1	0.07	spat12	0.1
Meadow land use	0.05	Coniferous stands land use with oaks	0.05	spat8	0.09
Scrubland land use with deciduous trees	0.05	Spat14	0.05	Rotation land use with vines	0.09
spat37	0.05	East exposure	0.05	spat1	0.07
Deciduous forest land use	0.04	Spat11	0.04	spat5	0.06
Dense deciduous forest land use	0.04	Slope	0.04	spat3	0.06
spat27	0.04	Spat17	0.04	Seasonal stream proximity	0.06
spat46	0.04	Spat22	0.04	spat46	0.06
spat16	0.03	Scrubland	0.03	spat11	0.06
spat29	0.03	Spat18	0.03	spat13	0.05
spat21	0.03	Spat12	0.03	spat6	0.05
spat25	0.03	Spat35	0.03	Distance to houses	0.05
Vegetable garden land use	0.03	Cambic dystric leptosol	0.03	Irrigated rotation	0.05
Rotation land use	0.03	Spat21	0.03	spat97	0.05
spat5	0.03	Spat25	0.03	spat4	0.05
spat7	0.03	Spat63	0.03	spat59	0.05
South exposure	0.03	Spat26	0.03	spat44	0.05
spat141	0.03	Spat13	0.03	spat7	0.05
spat22	0.03	Spat39	0.03	spat34	0.05
Orchards land use	0.03	Spat94	0.03	spat22	0.05
spat13	0.02	Spat53	0.02	spat14	0.04
spat20	0.02	Spat29	0.02	spat60	0.04
Olives land use with rotation	0.02	Spat32	0.02	Vineyards land use	0.04
Dense urban land use	0.02	UFF1	0.02	spat39	0.04
Cambic dystric leptosol	0.02	Spat78	0.02	spat24	0.04
Lithic leptosol	0.02	Spat19	0.02	spat75	0.04
spat15	0.02	Spat7	0.02	spat35	0.04
spat11	0.02	Spat2	0.02	River proximity	0.04
<i>Quercus ilex</i> forest land use	0.02	Spat134	0.02	Distance to stream line	0.04
spat4	0.02	Spat126	0.02	spat26	0.03
spat12	0.02	Spat38	0.02	<i>Quercus pyrenaica</i> land use with chestnuts	0.03
spat105	0.02	Spat59	0.02	spat18	0.03
Distance to block	0.02	Spat33	0.02	spat19	0.03
spat48	0.02	Spat92	0.01	spat48	0.03

#### 4 - Woody network heterogeneity

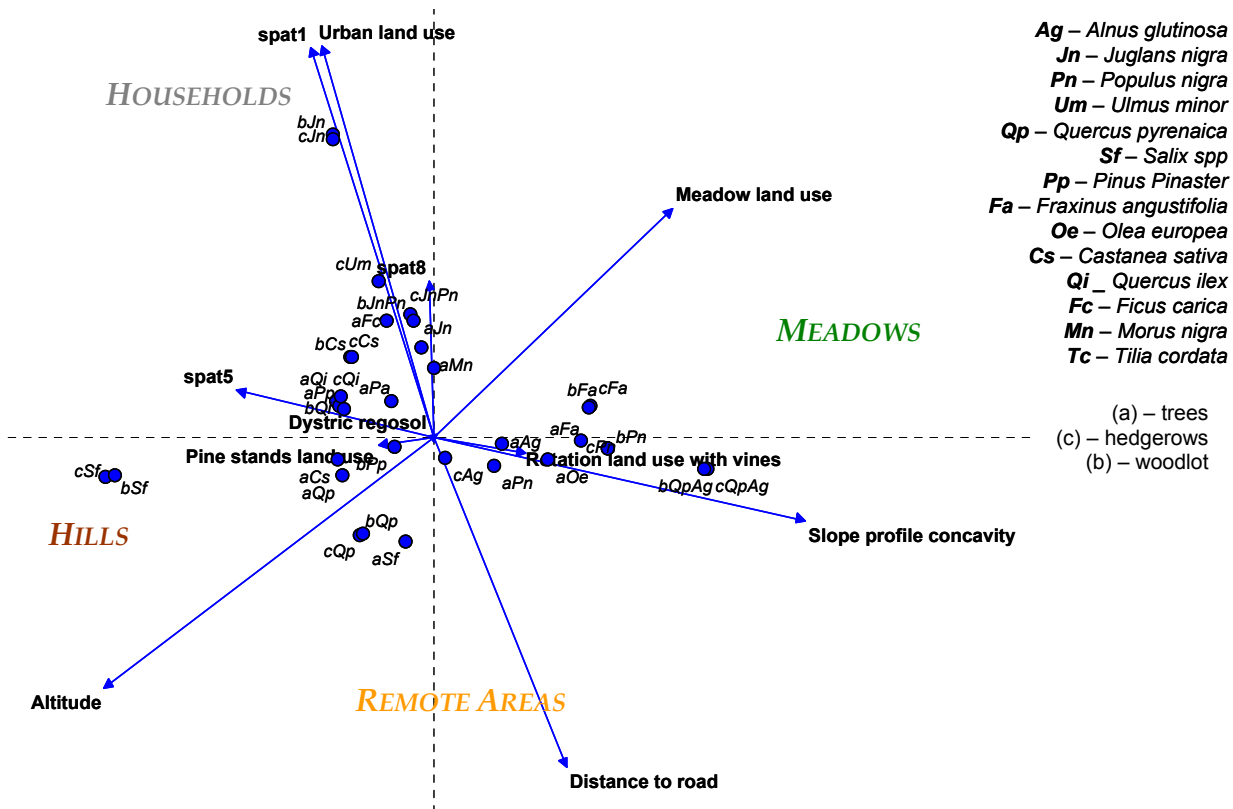


Figure 4.4 - Canonical join plot of hilly site tree network: environmental and spatial data.

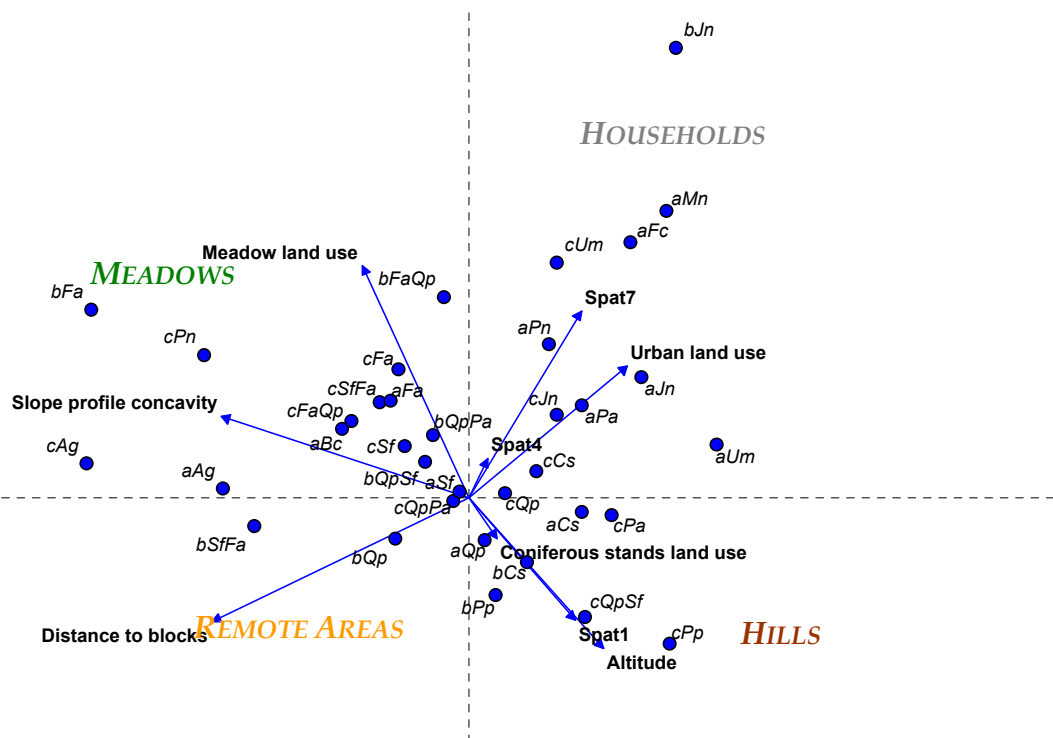


Figure 4.5 - Canonical join plot of tree network for hillside site: environmental and spatial data.

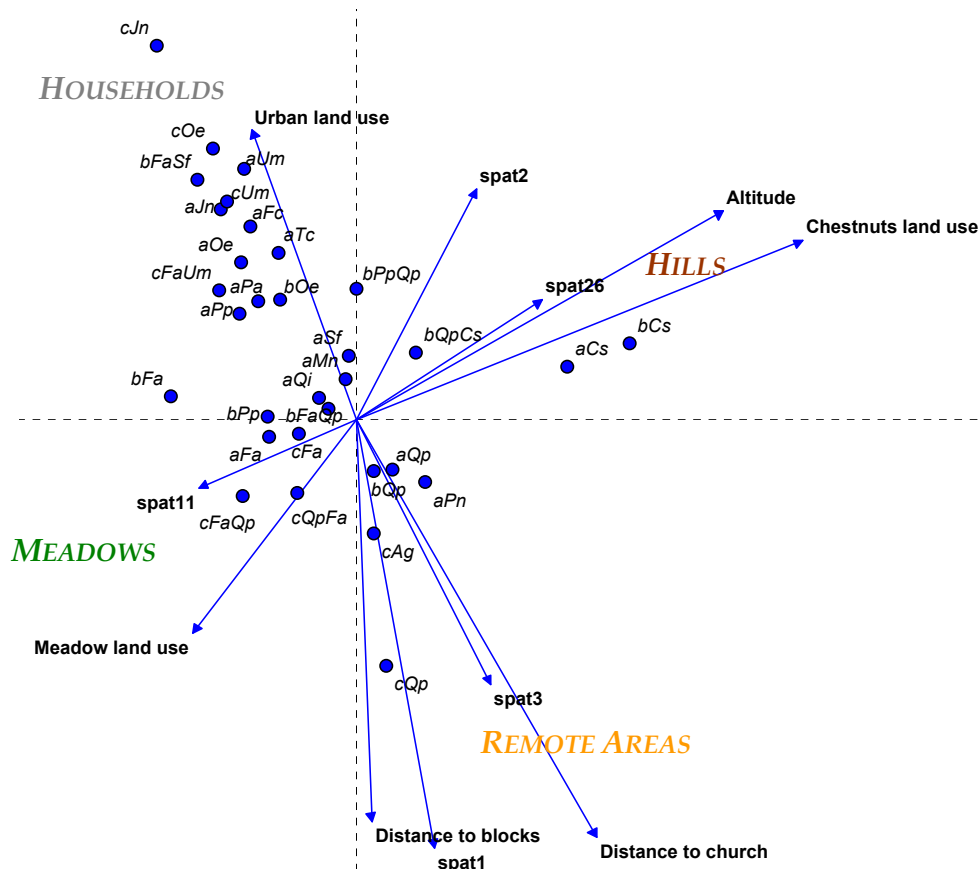


Figure 4.6 - Canonical join plot of tree network for plateau site: environmental and spatial data.

## ***Discussion***

Forman (1999) point out that indispensable patterns for a landscape, those with no knowledge or feasible alternatives for providing key ecological benefits, at the present are: a few large patches of natural vegetation, connectivity among them, vegetation along major streams and small rivers, and bits of nature scattered over a less hospitable matrix. According Mikusinski & Angelstam (1999), at a landscape level we also found the majority of deciduous woods is found close to farmsteads, on land presently or historically used for agriculture. Results confirmed empirical field knowledge about these key ecological features: in general, trees are located on the villages' environs (chestnut, walnut, cherry-tree, mulberry), hedgerows over pastures (ash, alder, willow, oak, poplar) and woodlots over open fields (chestnut, oak). Village proximity reveals the current human use (chestnut, walnut, cherry-tree, and mulberry) or vanishing forage practices (elm). Trees in pastures

#### *4 - Woody network heterogeneity*

aim to complement animal forage in dry season, as well as river regulation. Small woodlots are strategically placed over open fields for animal resting during hot season.

The applied methodologies shows that the agrarian matrix tree network have a high level of spatial and environmental determination. Nevertheless, a significant part of spatial explained heterogeneity might be due to the high number of factors used; fine-grained spatial factors do not have an easy or specific explanation and its exploratory power can merely be due to chance (Borcard & Legendre 2002).

All study areas repeat an identical canonical pattern: two contrasting variation trends, one dictated by urban proximity and another by topographic situation. Meadows and households' areas present an abundant tree network diversity associated. Meadows reflect the use of trees to cattle and sheep forage, as well as a protection role on stream margins (ash, poplar and alder trees, and hedgerows). In households' proximities, tree network is dominated by human consummation role, such as fruit recollection from walnut, mulberry, fig tree, and chestnut trees. In farmer's households, some trees are benefited due to its high valued wood (cherry-tree and walnut) or branches (willow). Elm trees remain in households' vicinities, testifying a vanishing function of pig forage in the end of summer.

Tree network of remote areas and hills is not as recurrent and diversified as described before to households or meadows areas. Remote areas have tree structures in the vicinity and contiguity of woodland matrix, essentially oak and pine, as scattered trees or woodlots. These structures act as corridors, promoting stepping-stone connectivity, minimizing the deleterious effects of a large and continuous agrarian matrix. This pattern is quite similar to a 'jaws' model proposed as an ecologically optimum land pattern (Collinge & Forman 1998). Hills are usually cultivated with small chestnut woodlots or scattered trees. It is the opposite situation of meadows in the geomorphologic trend axis, with preponderance to the environmental processes.

Heterogeneity decomposition and gradient analysis reveal a common pattern of landscape, despite the differences in natural, and obviously in cultural, conditions of study areas. However,

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

common results in gradient analysis explain only half of the heterogeneity of low detailed spatial structure. The undetermined heterogeneity might refer to small nuances of detailed spatial structures that discriminate natural and cultural differences among sites.

Scale still is a central issue in landscape ecology, and landscape ecologists have studied processes scales determination. This analysis considers spatial and environmental factors and the correlation between these two heterogeneity components, revealing the scale of undergoing processes and landscape dynamics.

Order in landscape is identified with the degree of landscape elements predictability occurrence in space and time and, as perceived by people, serves as source of information (Vos & Stortelder 1992). When Ruxton (1968 cit by Vos & Stortelder 1992) defined order as the regular distribution of attributes of land, he provided the basis to assess order and disorder in the patterns at any scale and at any stage of landscape development. When we assess the amount of heterogeneity explained by regular spatial patterns and/or environmental functions, could we define unexplained variation as a disorder degree?

## ***Conclusions***

Tree elements of rural landscape are an intricate complex of ecological, productive, and economical implications. Our result clearly indicates an important role of human presence in sustaining deciduous trees structures in the traditional agrarian landscape. This work presents a new application to the variation partition technique, remarking some traits of Northern Portugal rural landscape. New spatial and multivariate techniques introduced new directions in landscape heterogeneity analysis. Recently, cultural landscapes have suffered changes that can be negative to their character. Results suggest new models of landscape analysis, towards a real unified nature of landscape ecology as a common and general discipline.

During centuries, isolated rural existence imposed the need of woodland function, production, and diversity. As in others less developed regions of Southern Europe, our study areas reveal traits of

#### *4 - Woody network heterogeneity*

its past existence, in a time delay between pattern and function dictated by low establishment rates and growth of trees species. More than an aesthetical or biological reason, woody components of rural landscape are an intricate complex of local contexts.

Tree patches and corridors represent the connectivity among natural habitats and they constitute the basic tool for the preservation of connectedness between agrarian and woodland matrices in the rural landscape. If the amount and distribution of deciduous trees structures in the landscape has strong effects on the occurrence of dependent organisms, it seems that several species may find suitable habitat only in the vicinity of human settlements (Mikusinski & Angelstam 1999). These areas of natural vegetation can also be one of the solutions used for the preservation of biodiversity in traditional agrarian landscapes of Portugal.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

## 5 - Recent changes in woody network

---

---

### *Introduction*

Landscape is a dynamic phenomenon that changes almost continuously. The overall change of a landscape is the result of complex interacting natural spontaneous processes and planned actions by man (Antrop 1998). As in many parts of Europe, two opposite forces of change have shaped Portuguese rural landscapes during the last decades: intensification of cultivation in favourable areas and abandonment of marginal areas; it is the GRAND TRANSITION from the industrial to post-industrial information society in which, once again, the human society has to chose between extinction or further evolution (Naveh 1999). The resulting landscape changes have a multitude of consequences on agricultural production, landscape aesthetics, recreational and amenity values of the landscape, and on biodiversity (Fjellstad & Dramstad 1999). Most studies have used similar methods to quantify structural patterns, usually by comparing various landscape structural indices through time (Pan *et al.* 1999).

Rural landscapes can be defined as mosaics of landscape elements that affect and are affected by farming practices. Even though woodland habitats are managed, they are among the most stable elements of agricultural landscapes and can play a key role in the maintenance of biodiversity (Bird 1998). Woody structures such as isolated trees, hedgerows or small woodlots over the agrarian matrix of rural landscapes perform several environmental, productive and economical functions (Schmucki *et al.* 2002), but their dynamics and drivers of changes are often poorly known. The main determinants of hedgerow biodiversity are related to farming activities (Freemark *et al.* 2002).

Woody network have developed in response to the inherent physical and biological character of the region concerned, in conjunction with cultural factors. Traditionally, it is an important source of

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

wood as well as other products, although such functions are declining in many regions (Baudry *et al.* 2000a). Differences in structure and function are correlated to adjacent land-use and to differences in farming systems (Baudry *et al.* 2000b). Hedgerow networks, due to their linear shape and high degree of connection, enhance or interrupt many fluxes in the landscape. Hedgerows can be corridors for many forest species (carabids, small mammals, plants, etc.), or they can interrupt or slow down air fluxes and the propagules they carry. In the heterogeneous mosaic of fields and woody patches, hedgerows often increase the functional connectivity of rural landscapes (Burel 1996). The two most important factors positively associated with species richness and abundance of breeding birds in hedgerows are hedge size and the presence/abundance of trees (Hinsley & Bellamy 2000).

We investigated the landscape transformation in Trás-os-Montes, the Northeastern region of Portugal. Comparisons of historical orthophotos reveal the change and the persistence of cultural landscape structures. Focus is on the dynamics of tree structures of agrarian matrix in nine villages, with a time scale referring to the last five decades. In the previous chapter, we defined three elementary configurations which characterize the tree network of rural landscape with remarkable ecological implications: points (scattered, solitary trees), lines (hedgerows, fences), and polygons (small woodlots). It was shown distinct patterns of trees formations structured mainly by use and situation; four main situations of agricultural matrix were defined with specific composition and diversity of patterns: meadows, households' adjacencies, hills, and remote areas. Landuse was considered the primary determinant of tree structures and we hypothesized that different landuse configuration would lead to distinct woody network dynamics. In this chapter, we assess and compare the temporal (1958-1995) changes in the tree network in relation to those matrix sectors for the same three rural communities.

## ***Methods***

The traditional rural landscape has a recurrent pattern: a more or less dense woodland matrix outlines an agrarian matrix that rounds the main households' agglomeration; topographical and hydrological gradients enhance the landuse sharpness. The cereal production was the main driving

## *5 - Recent changes in woody network*

crop, occupying more than two thirds of agrarian matrix, mostly in elevated and remote areas. Households' vicinities are cultivated with self-subsistence crops; meadows are the basis for livestock maintenance. In the last half-century, rural areas have become depopulated as a result of lower incomes proportionate by agrarian activity, and upper attraction, bigger incomes and expected better way of life of urban regions. Cereal production and rural population were reduced to about one third.

The study area covered the agrarian matrix used by the same nine small villages clustered in three administrative municipalities (figure 4.1). The first municipality is identified as plateau site by its location over the residual Iberian central plateau, with large-scale landscape heterogeneity (low fractal dimension of arable land-woodland boundary, see 3 - Traditional landscape pattern). The second municipality is identified as hillside site by its location over the lower and gentle slope of "Serra da Nogueira" mountain. The third municipality is identified as hilly site by its location on a hilly relief region, with small-scale landscape heterogeneity.

Time series of aerial photographs have proven to be a suitable tool to capture such changes as, for example, the changes in vegetation caused by a gradual reduction of human, groundwater level, increased grazing intensity, recreational pressure, etc. A GIS can be a useful tool to measure and analyse the amount of changes (Zee 1999). Spatial data was derived from time series (1958, 1968, 1977-79, 1985 and 1995) of orthorectified aerial photos set up with PCI OrthoEngine software. ArcView GIS was used to record the amount variation in trees, hedgerows, and woodlots over last five decades.

In the previous chapter (4 - Woody network heterogeneity) concerning the current landscape, a Canonical Correspondent Analysis (CCA) established the major tracts of tree structures distribution: households' vicinities, meadows, hills, and remote areas. These four categories mainly correspond to farming systems that were associated with topographical and social landuse differentiation of territory. For each study site, we selected the most representative areas of the sectors that were dictated by CCA trends.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Punctual (individual tops), linear (aligned continuity of tops) and polygonal (indistinctive top individualization) structures were interpreted over the time series of orthophotos. To simplify the explanation, punctual elements will be denominated by trees, linear elements by hedgerows and polygonal elements by woodlots, even if that simplification is restrictive to the complexity of woody structures considered; they cannot always correspond to the current and stricter usage of them. In fact, many denominations can be found in specialized literature, mostly related with intended structural or functional applied approach (Table IVa).

Ten hexagons of two hectare for each main landuse sector (meadows, hills, households' vicinities and remote areas) and for each study area (plateau, hillside and hilly) are retro-interpreted, comparing each tree structure with that existing before. When two consecutive maps are digitised separately, many small differences along limits may occur because of such digitising slivers, rather than being related to real changes. Many programmes have buffer functions, which such slivers can be eliminated. In our work, it was more efficient to create the map of each previous decade by editing the subsequent one, adding the old characteristics (larger boundaries, extended lines or new points) and deleting the new ones, but maintaining in the same place all features that did not change. In this way the differences displayed in an overlay functions are real differences and not the result of digitising "errors" (Zee 1999).

The selection of sample hexagons were based on a distance rule of CCA that points the nearest sample to the species point is more likely to contain the species than a sample that is distant from the species point. Selected hexagons represent the samples that scores are near to centroids of environmental variables relative to households' vicinity, meadow, hills, and remote area.

Sampled area represents 6.1% of agriculture matrix in plateau site, 9.7% in hilly site, and 10.5% in hillside site. ArcView 3.1 GIS was used to store and manipulate the data, producing transition matrices among punctual, linear, and polygonal structures. Transitions between structures types (punctual from/to linear from/to polygonal) were considered when a new structure coincides with the disappearance of any other of different nature and located no more than 5 meters from the existed one.

## ***Results***

Figure 5.1 to figure 5.16 show the quantitative evolution of woody structures in the agrarian matrix of study sites, total and by study site and main zones. Punctual structures (isolated trees) are expressed in number per hectare, linear structures (hedgerows, riparian galleries) are expressed in meters per hectare, and polygonal structures (small woods) are expressed in square meters per hectare. On graphics, the marked lines represent tree structures variation during study time; thick straight lines represent the decrease trend of 1958 existing structures and thin straight lines represent the trend of decrease of structures that arose in posterior dates. The variation in time of tree structures amount, and the linear decrease trend of existing structures before 1958, is scaled by the left vertical axis; linear decrease trend of structures in posterior dates is scaled by the right vertical axis. In the transition bars graphics, line bars increase in the direction of change of structural types, and represent their evolution trend. Transitions from punctual structures to linear and polygonal ones are expressed by number of trees per hectare; transitions from linear to polygonal features are expressed in meters of hedgerows per hectare.

All study sites reveal a general decrease of tree structures total in the last half century, particularity on punctual and linear structures during the last decade. Nowadays, linear structures were reduced to a half of 1958 total, and today punctual structures were reduced in one third of 1958 total. Polygonal structures do not reveal significant changes in the study time.

A general and abrupt reduction of linear structures occurs in all sectors of agriculture matrix: 52.5% on households' vicinities, 52.2% on hills, 50.4% on remote areas, and 42.6% on meadows. However and in real terms, the total amount of hedgerows was particularly reduced on meadows and hills, where losses are more than forty meters per hectare of linear structures. In households' vicinities and remote areas, linear structures were reduced about thirty meters per hectare. Punctual structures reduction was particularly intense in remote areas, hills, and households' vicinities. Single trees in remote areas were reduced to about two per hectare, half of 1958 amount. Changes in structures type are evident only in the last two decades, from linear to punctual and to polygonal

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

structures, representing about ten percent of the new structures. On meadows, the fragmentation of old linear structures preserved the number of single trees.

The study area on plateau is the most affected by tree network reduction. At present time, linear structures of remote areas are less than ten meters per hectare (26.7 %). Punctual structures were also reduced; these structures have been felled particularly on remote areas and hills (50.7 % and 49.2% of 1958 status). The hilly site also presents a dramatic reduction in linear structures whereas the hillside site presents a transitional situation. On the contrary, changes in polygonal tree structures depend largely on the sector in agricultural matrix sector, considerable on remote and hills of hilly study site, and lesser in households' vicinities of plateau site. During study period, polygonal structures present steadiness. A significant number of new woodlots emerged in the intermediate decades (60's, 70's, and 80's) that suffered an abrupt decline in last years. Woodlots on households' vicinities have increased in plateau and hilly sites whereas they have declined in hillside site. Most of woodlots increments on meadows in the last decades mean abandonment of riparian galleries that turned into small woods.

Reduction ratios on tree network are higher for existing structures before 1958 than for structures that appeared after 1958. The decay of tree structures existing before 1958 are about one tree, a dozen of meters of hedgerow and a hundred square meters of woodlot per hectare and decade. Higher values of decay occur with hedgerows on meadows and trees and woodlots on hills. Tree structures that become visible after 1958 concern to initial stages of growth they present lower loss ratios values; mainly young trees structures developed in the 80's and 90's.

5 - Recent changes in woody network

All study sites

MEADOWS

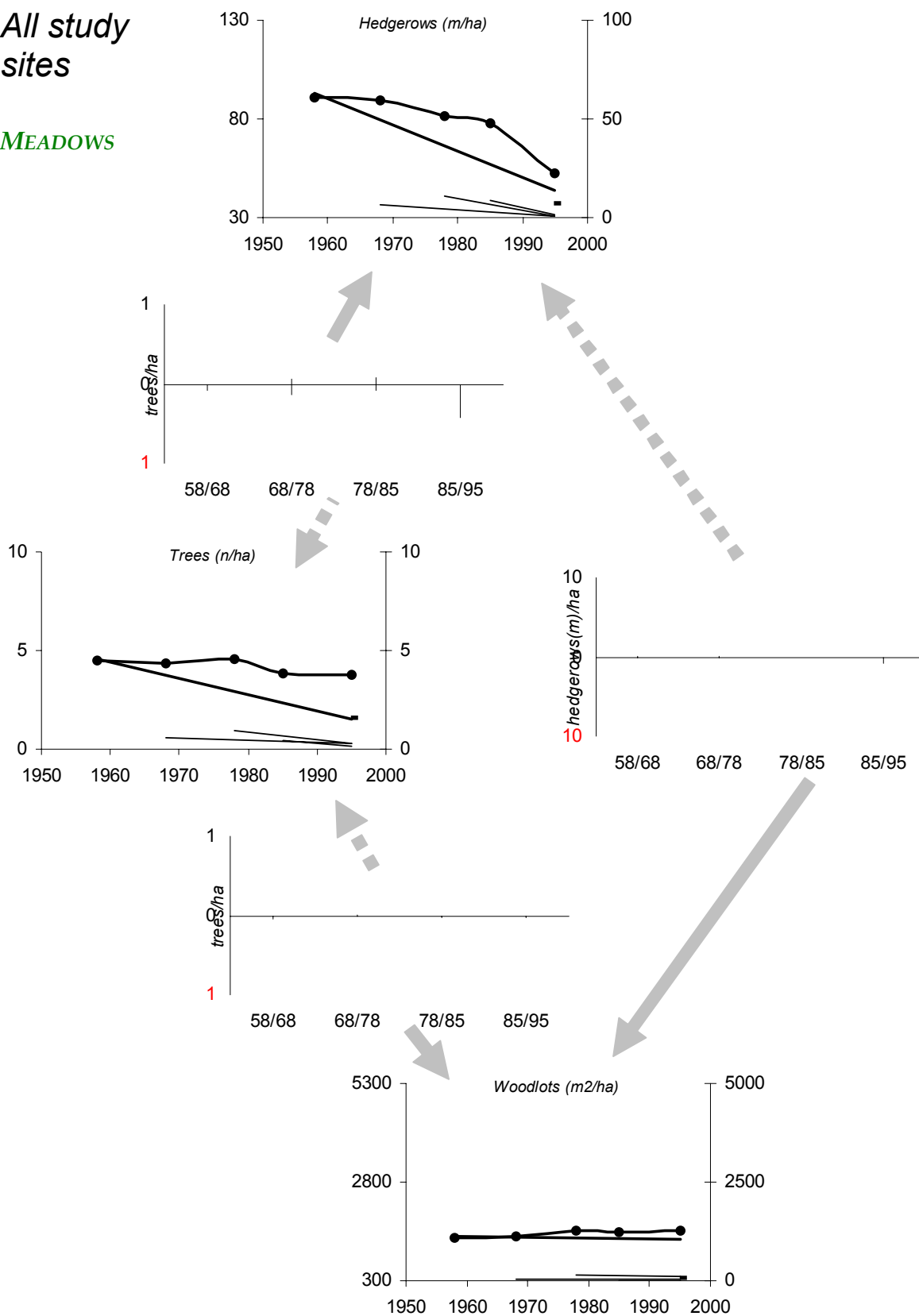


Figure 5.1 - Evolution of meadows tree structures for all sites, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

All study sites

HILLS

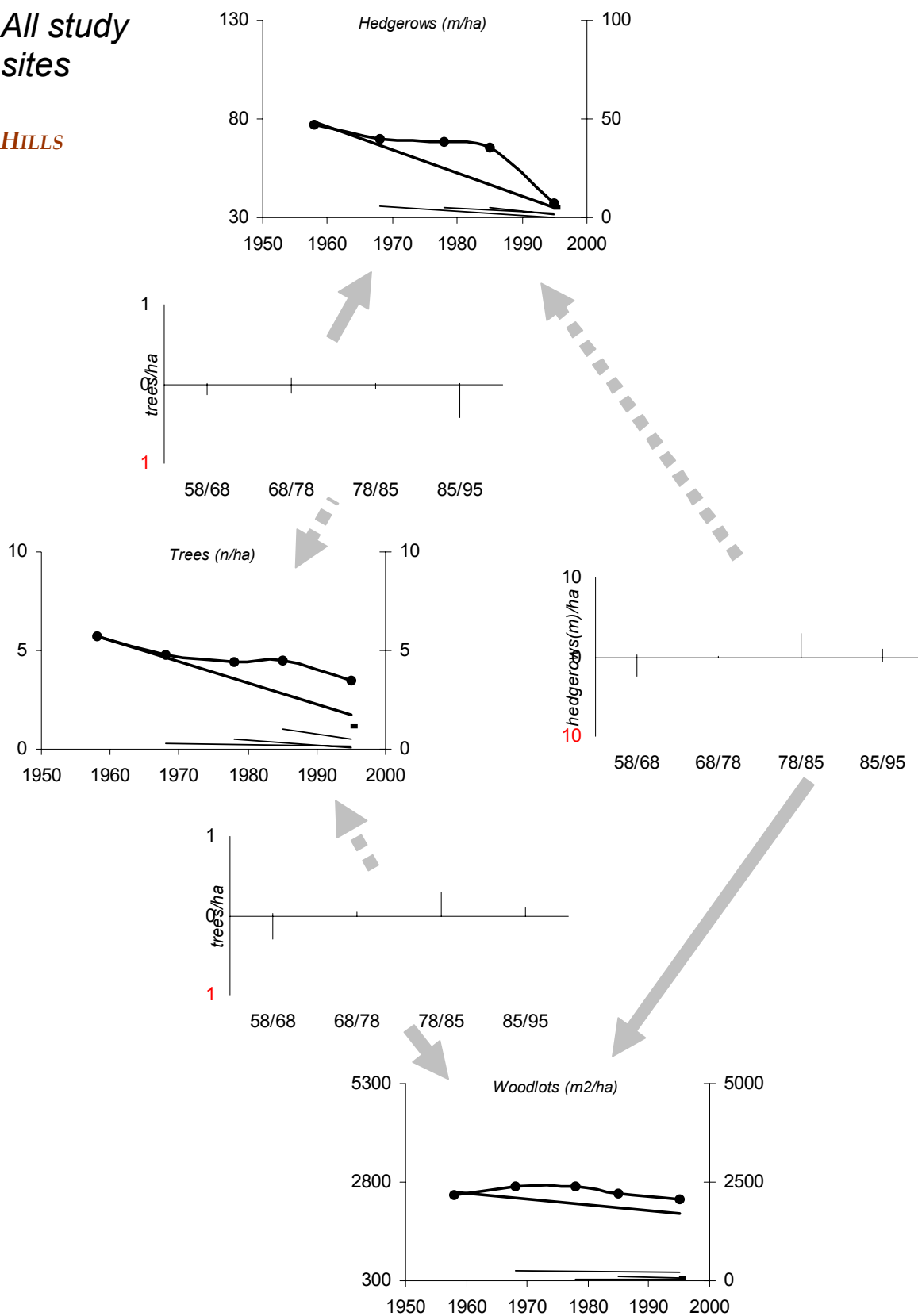


Figure 5.2 - Evolution of hills tree structures for all sites, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

All study sites

REMOTE AREAS

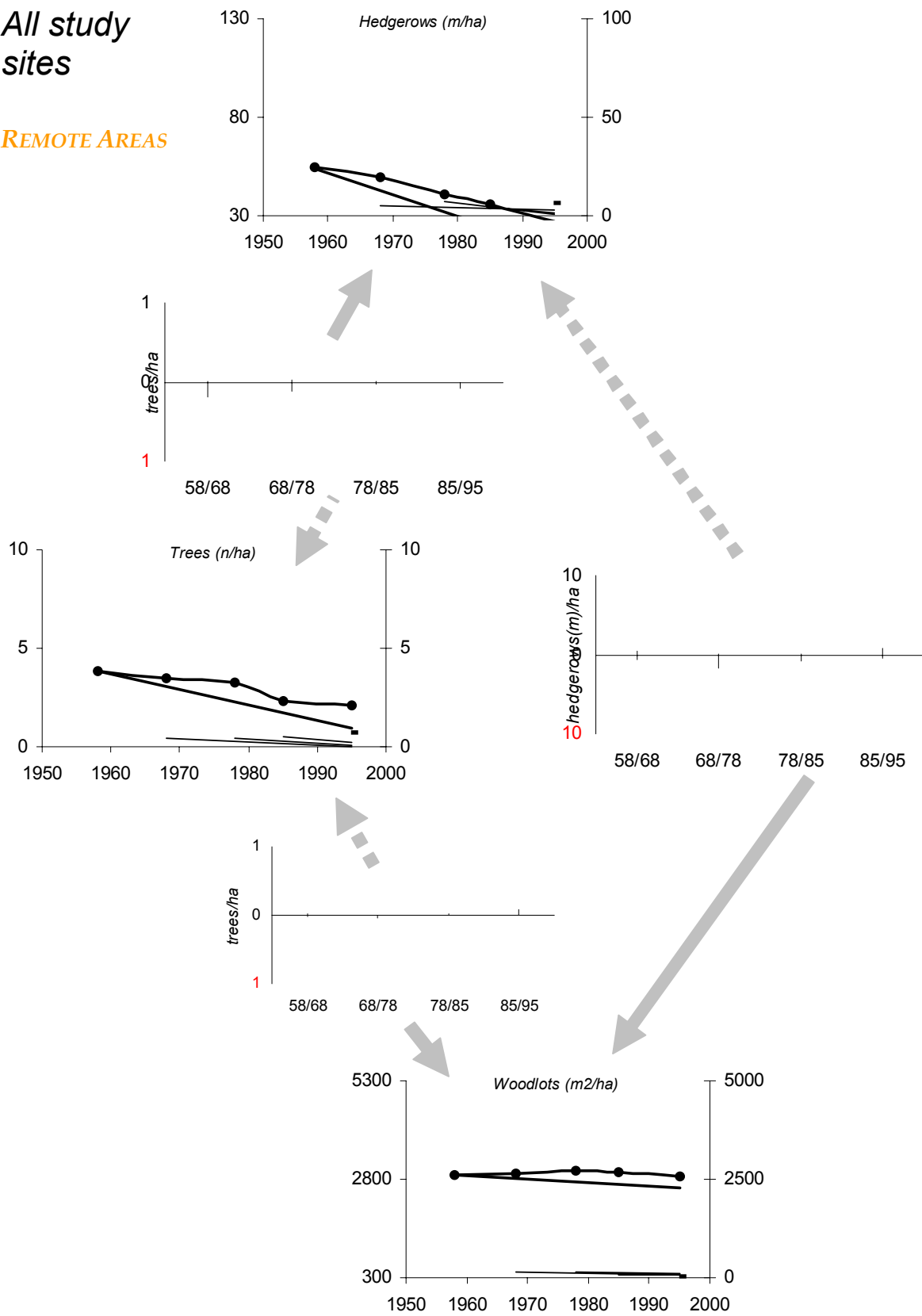


Figure 5.3 - Evolution of remote areas tree structures for all sites, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

*All study sites*

*HOUSEHOLDS*

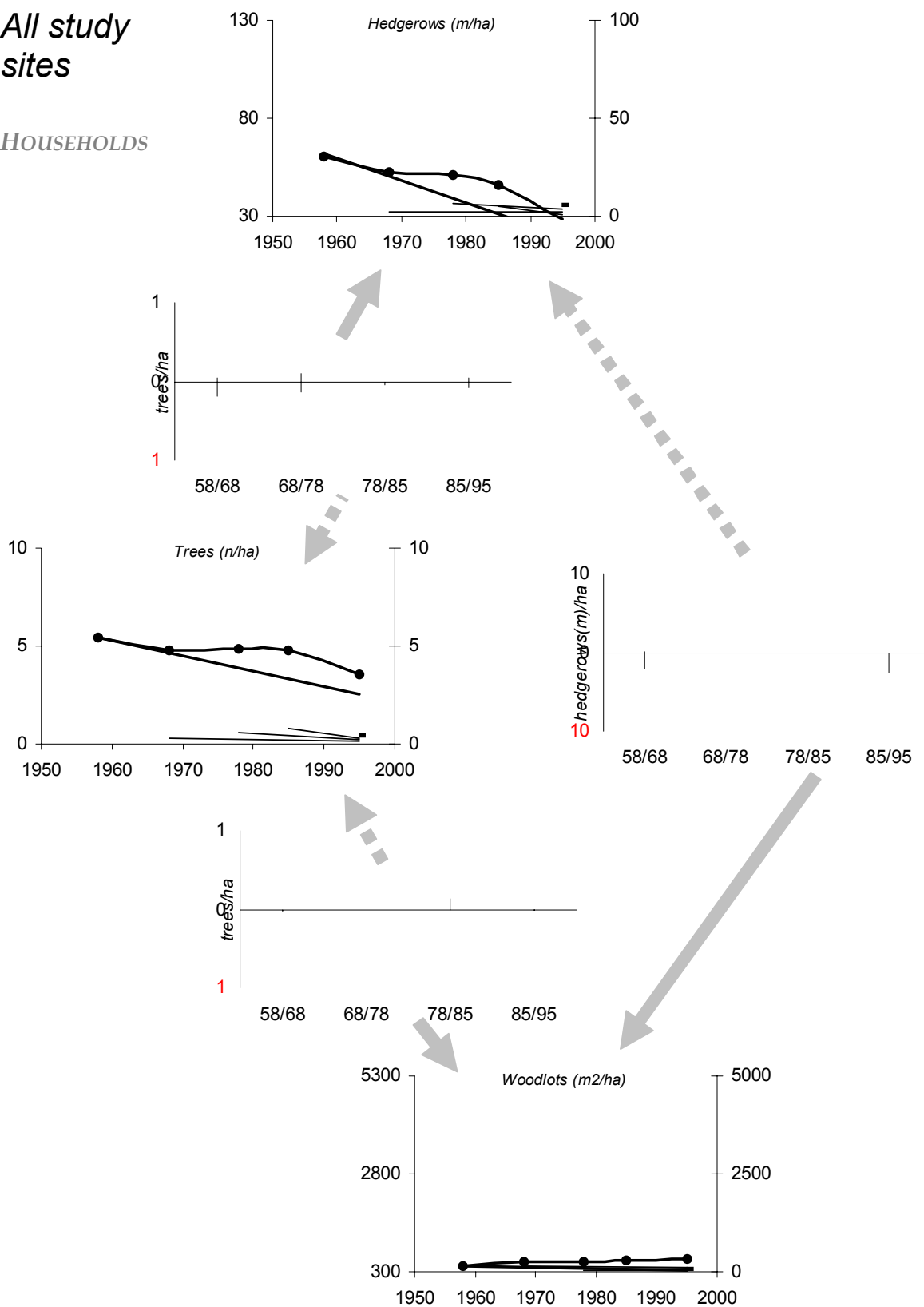


Figure 5.4 - Evolution of urban areas tree structures for all sites, from 1958 to 1985.

Plateau Site

MEADOWS

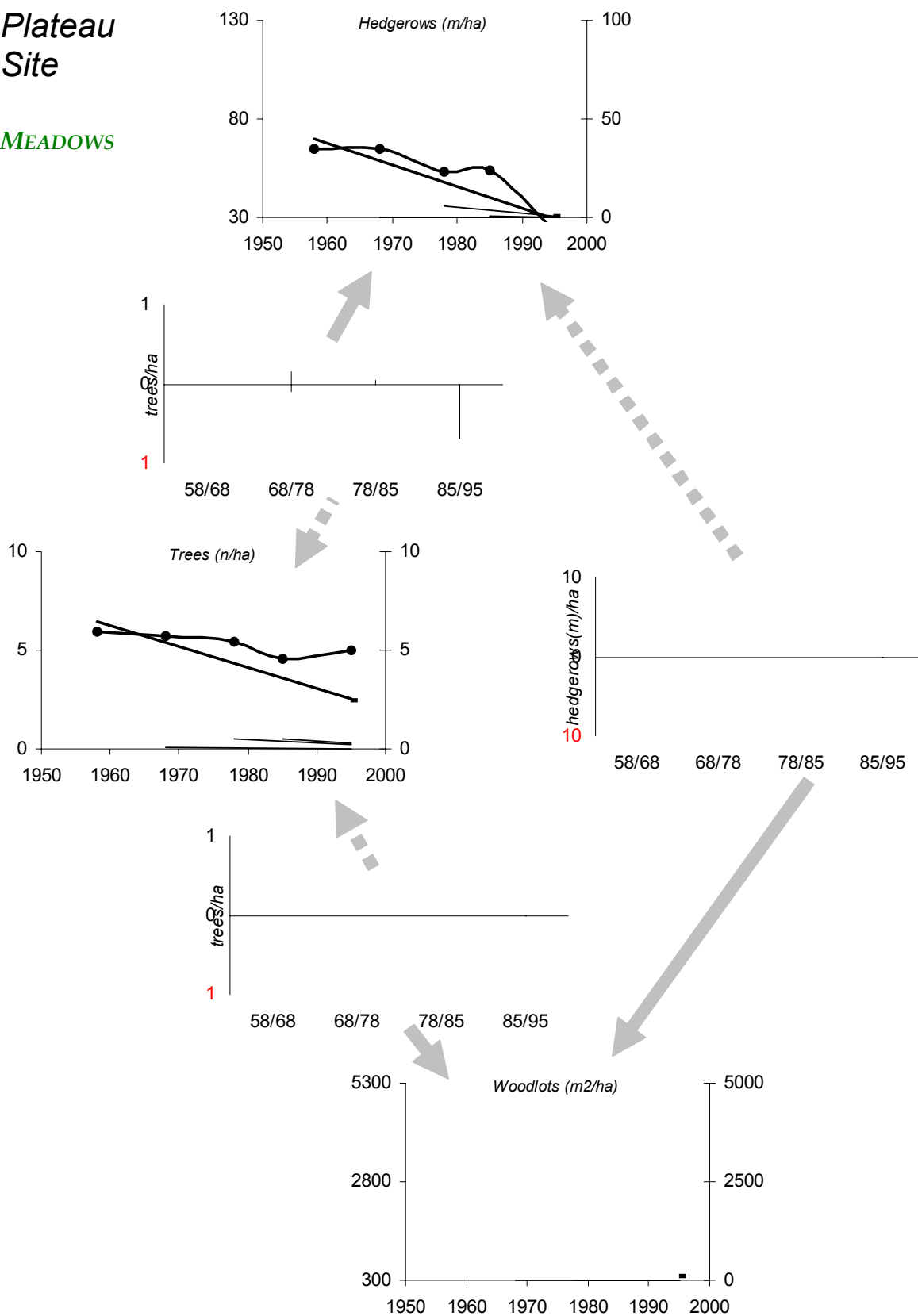


Figure 5.5 - Evolution of meadows tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

**Plateau Site**

**HILLS**

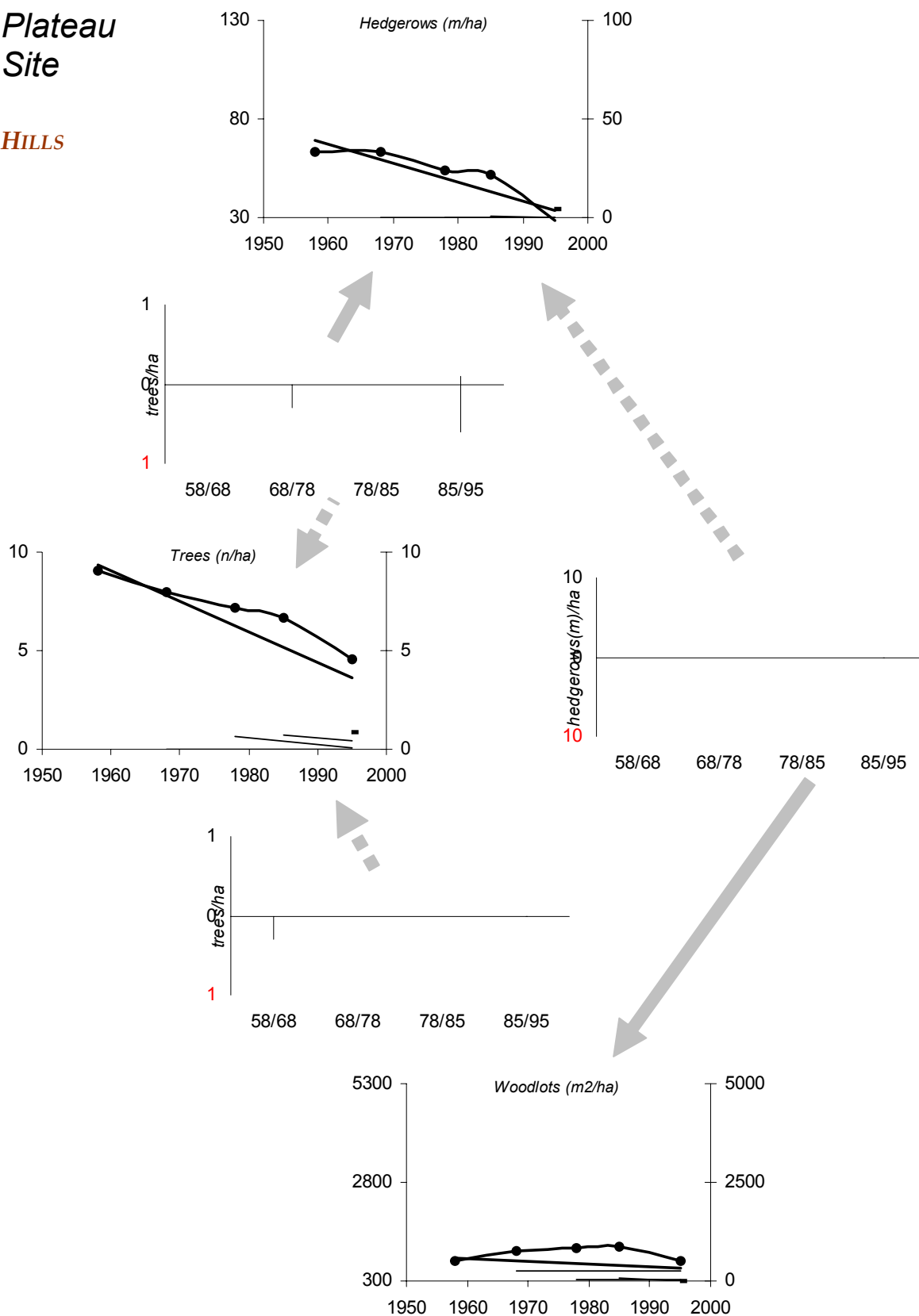


Figure 5.6 - Evolution of hills tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

Plateau Site

REMOTE AREAS

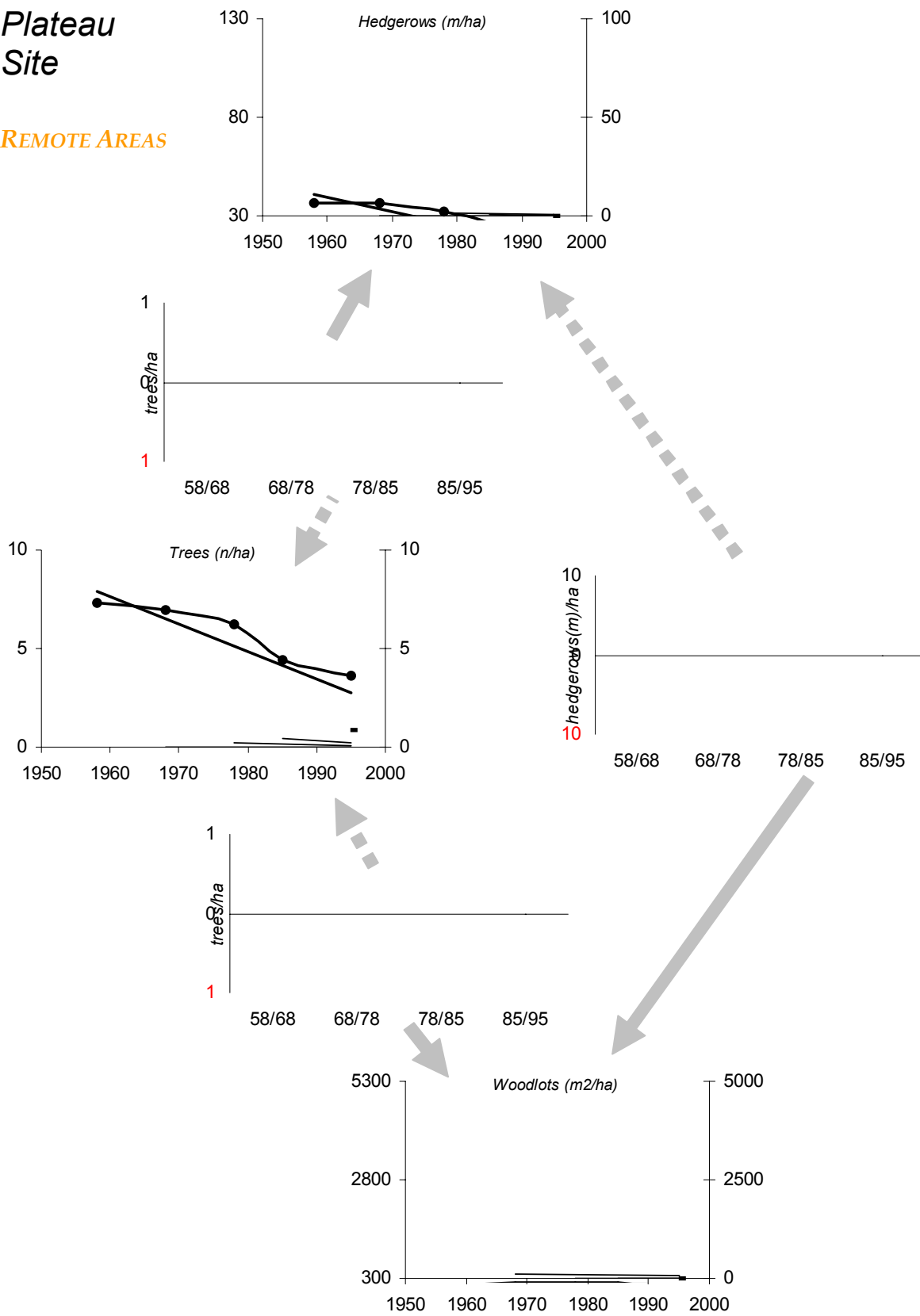


Figure 5.7 - Evolution of remote areas tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

**Plateau Site**

HOUSEHOLDS

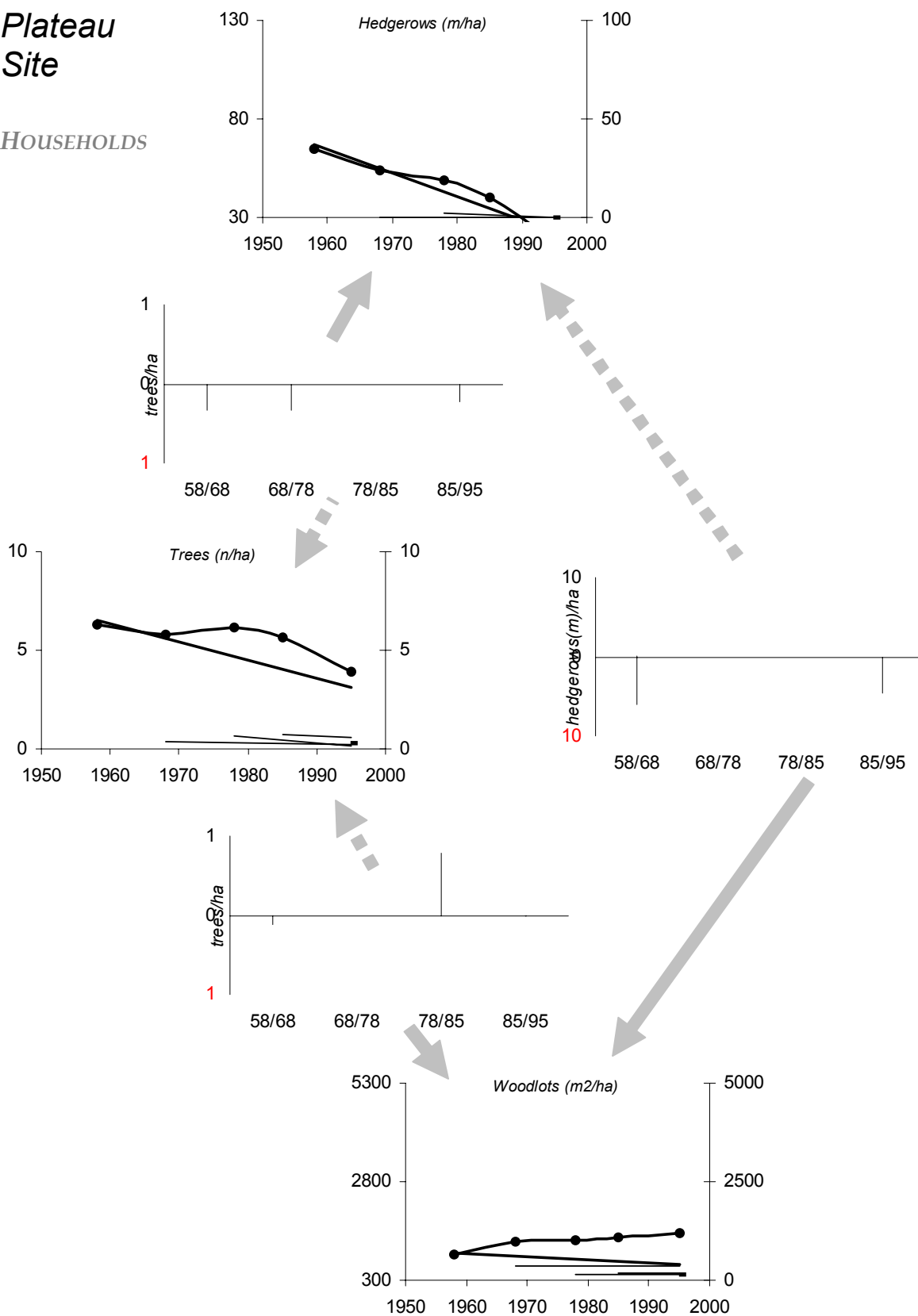


Figure 5.8 - Evolution of urban areas tree structures for plateau site, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

Hillside Site

MEADOWS

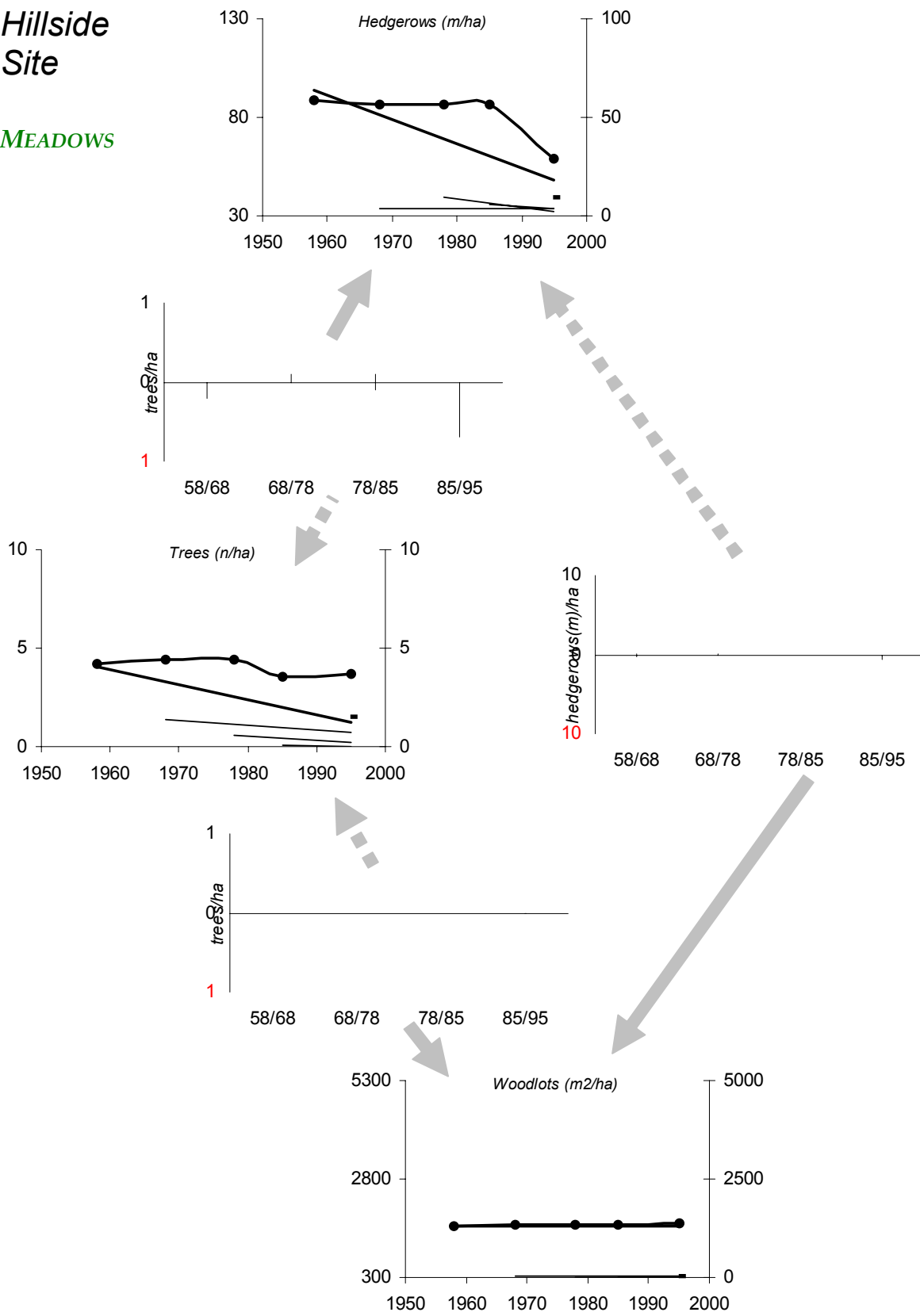


Figure 5.9 - Evolution of meadows tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Hillside Site

HILLS

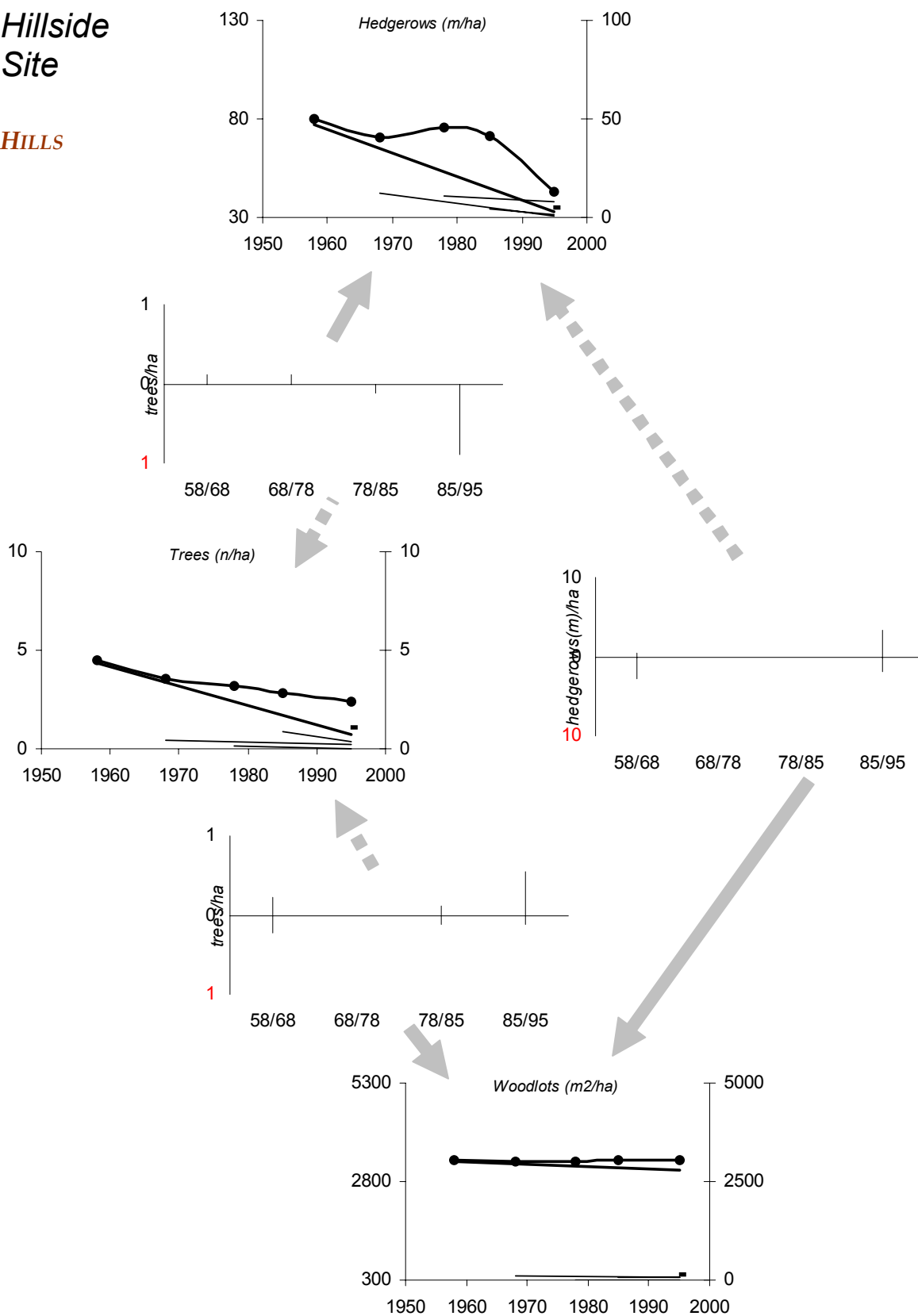


Figure 5.10 - Evolution of hills tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

Hillside Site

REMOTE AREAS

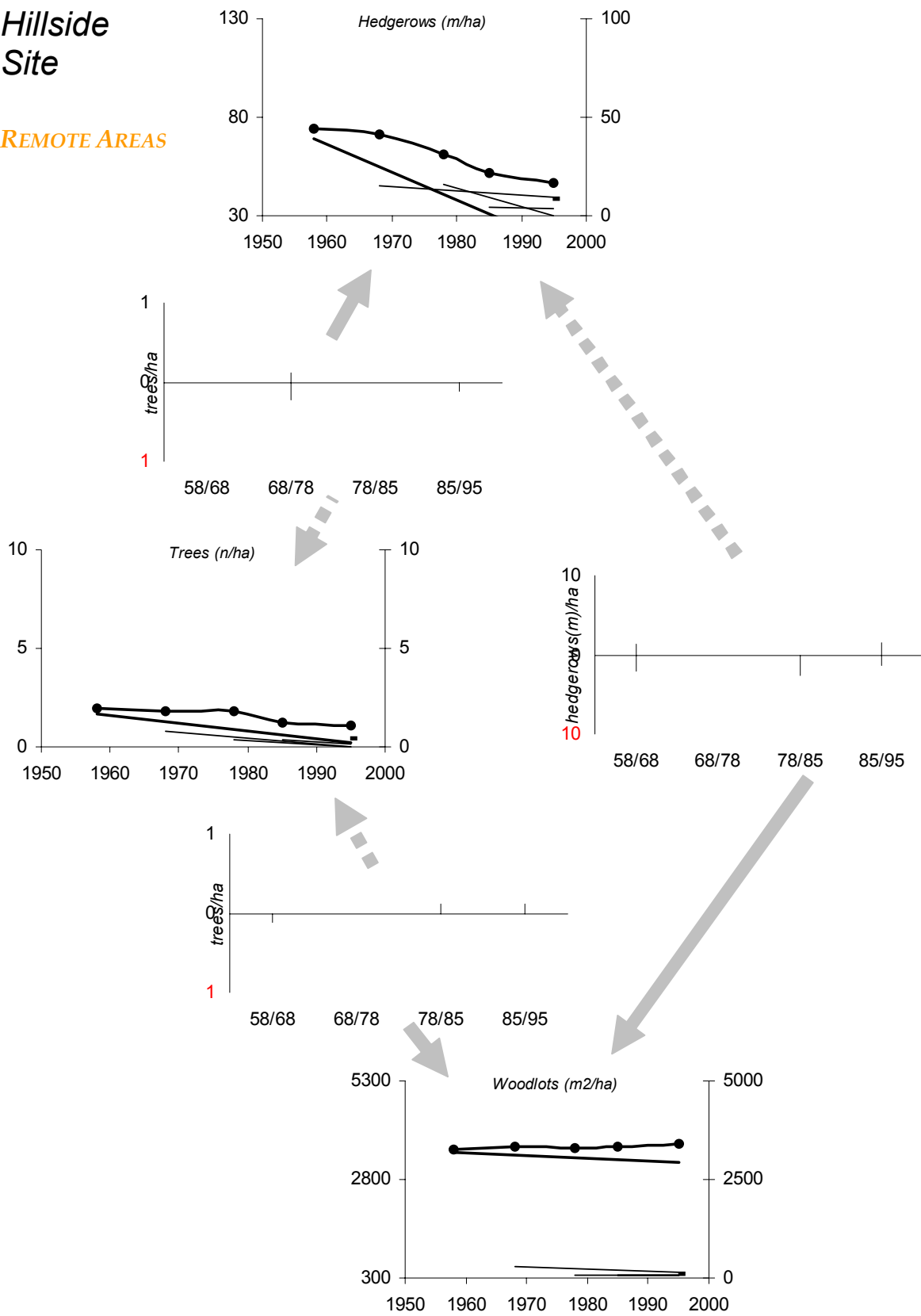


Figure 5.11 - Evolution of remote areas tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

**Hillside Site**

*HOUSEHOLDS*

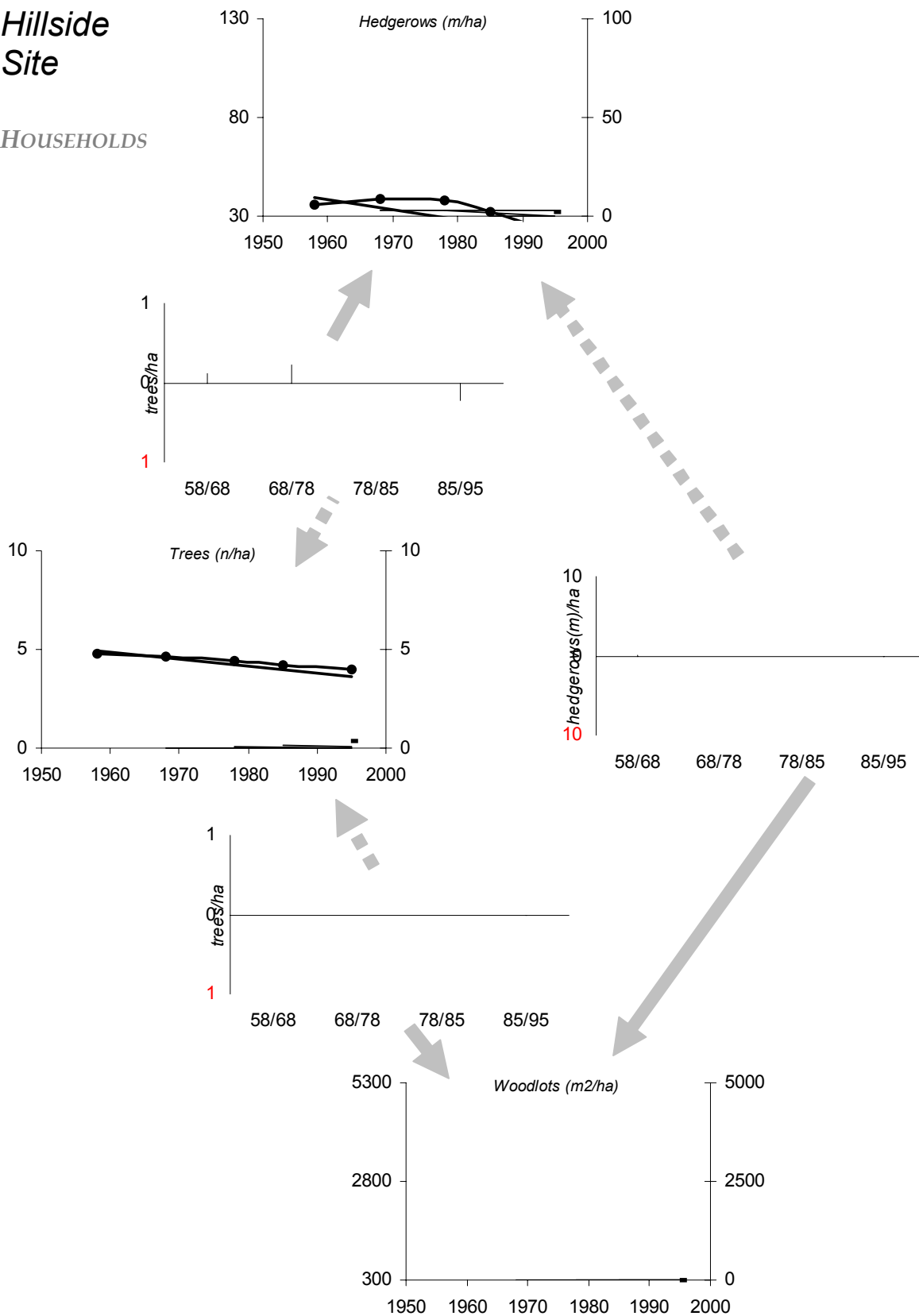


Figure 5.12 - Evolution of urban areas tree structures for hillside site, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

Hilly Site

MEADOWS

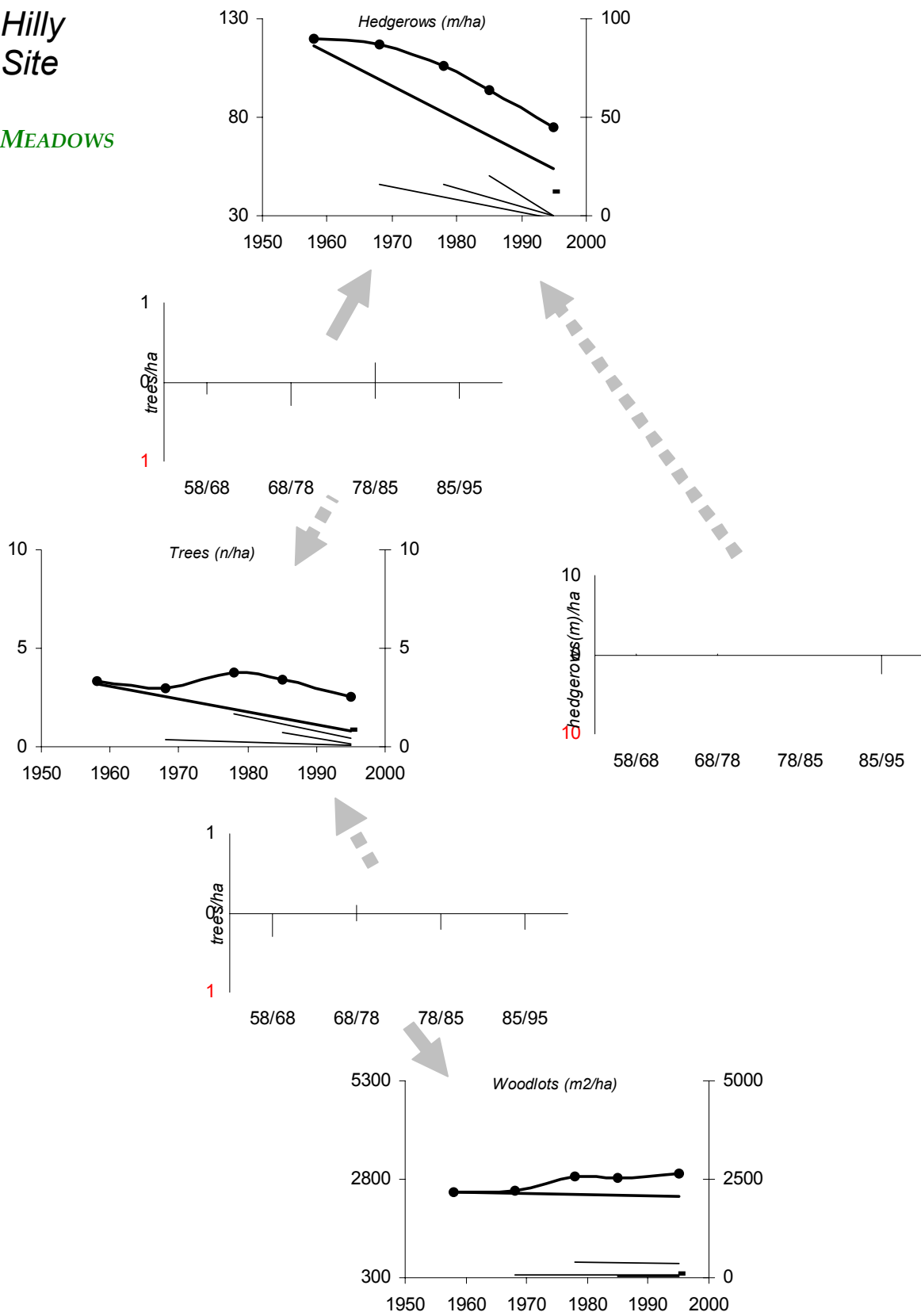


Figure 5.13 - Evolution of meadows tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

*Hilly Site*

*HILLS*

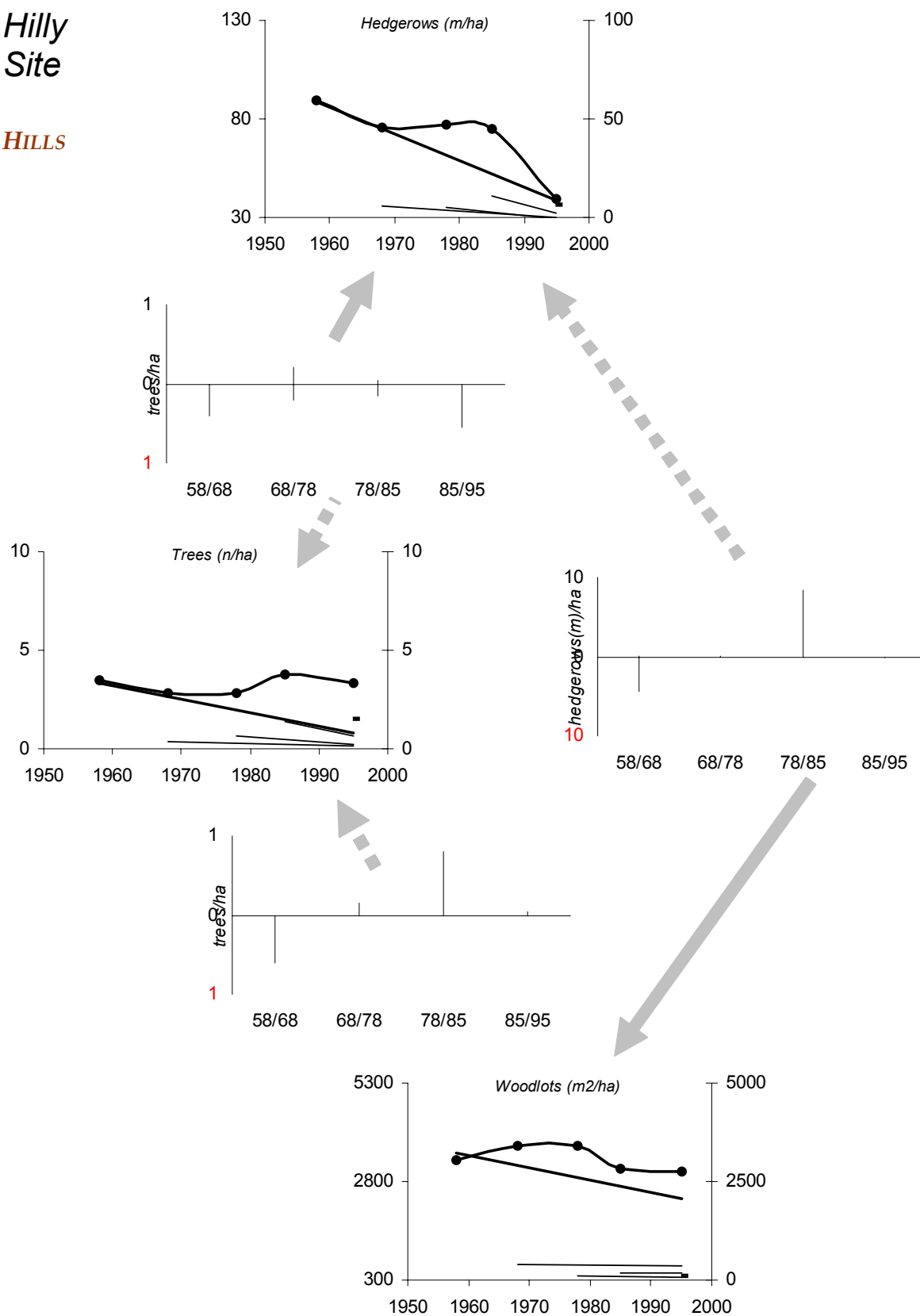


Figure 5.14 - Evolution of hills tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.

5 - Recent changes in woody network

Hilly Site

REMOTE AREAS

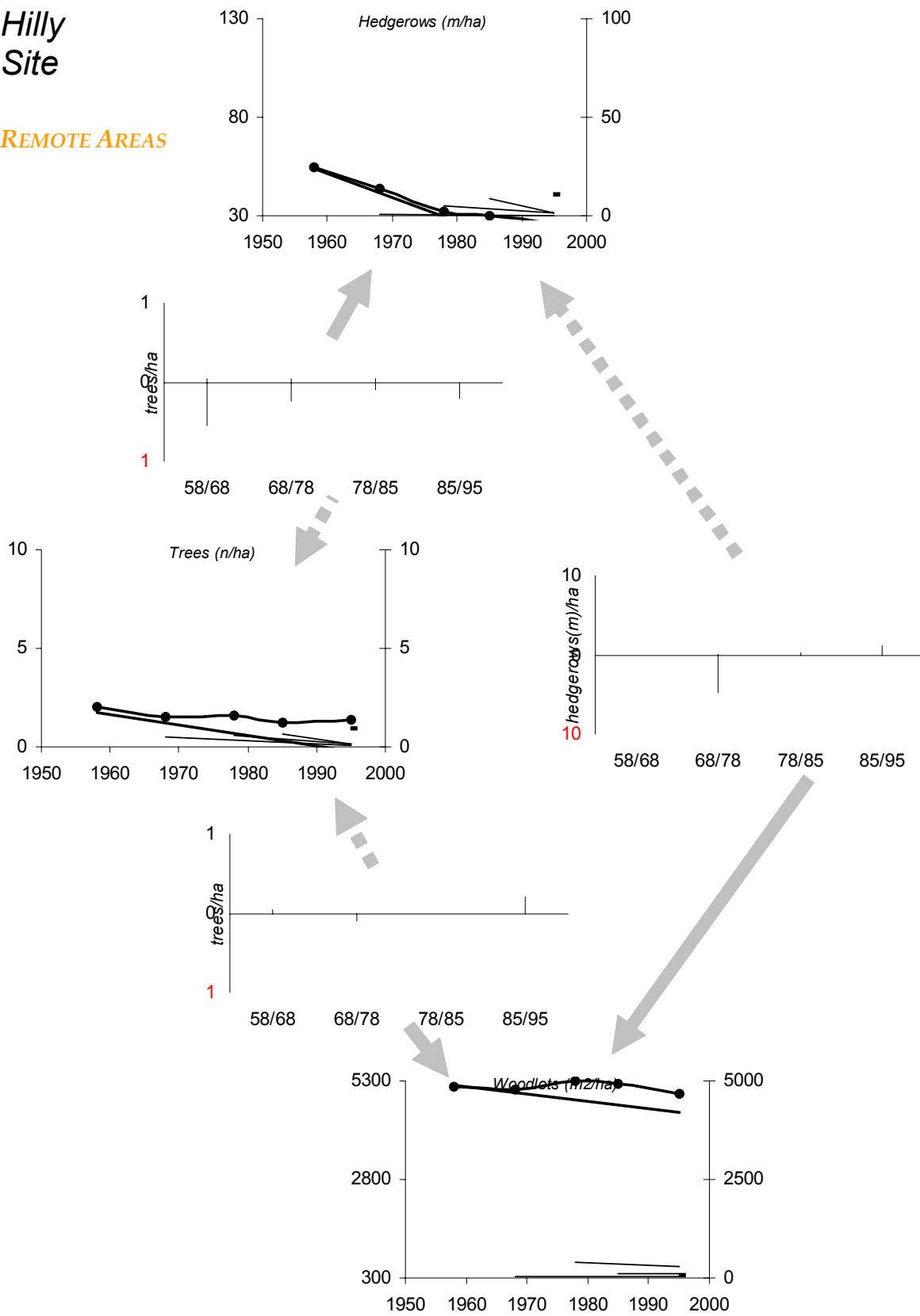


Figure 5.15 - Evolution of remote areas tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

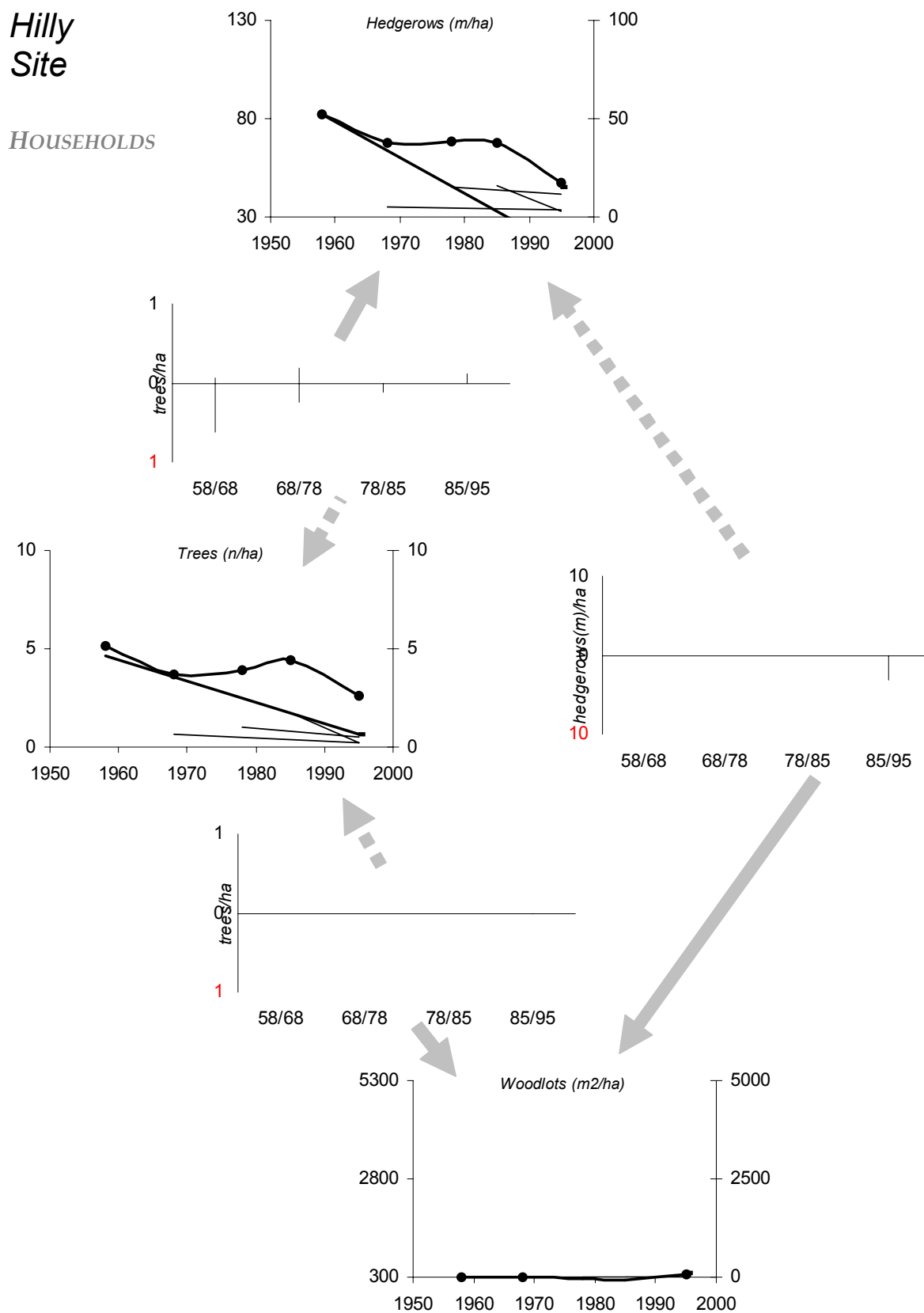


Figure 5.16 - Evolution of urban areas tree structures for hilly site, from 1958 to 1985.

## ***Discussion***

Different levels of agriculture modernization that have taken place in the last decades could originate differences among study sites. A more feasible mechanization persuades the massive use of big tractors and harvesters, which could disrupt the preservation of linear and punctual structures. These facilities of mechanical power could also explain the fragmentation process mainly in the eighties, when Portugal becomes an Economic European Community member. The first issue of a well-supported new Agricultural Common Policy was the intensification of Portuguese agrarian production. Nevertheless, the decline of tree structures occurred largely in the last decade. Meadows are diversity hotspots that perform a primordial role for wildlife movements towards important water sources; they have been dramatically reduced in its woody complexity.

As stated by Fjellstad & Dramstad (1999), households adjacencies and hills of agriculture matrix results show that further intensification of the intensively managed landscape has led to an increasingly homogeneous and large-scale landscape featuring with fewer boundaries; in contrast, reduced management in mountain-farm systems has resulted in an increasingly heterogeneous and small-scale landscape. Nevertheless, the landscape changes in Trás-os-Montes also induce an increasing homogeneity and large-scale landscape features fewer boundaries on remote areas and on meadows. Unmanaged hedgerows on meadows have consolidated woodlots of riparian species like ash, poplar, alder, and willow, particularly in the situations of isolated meadows of unprofitable utilization.

Hedgerows, rows of trees or shrubs enclosing or separating fields, are man made; they are part of rural landscapes and should not be studied without considering the farming systems and the rural society as a whole. Their pattern depends on the history of the countryside, as well as current farming practices (Burel 1996). Hedgerows on remote arable areas and hills of the agriculture matrix tend to be felled just when trees get economic dimension. Afterward, residual sprouts are not managed to become a new linear structure if their function was not recognized. Actually today, only some farmers plough fields merging yours with other surrounding lands that belong to absent landowners. Thus, they neglect the emergent lines of sprouts separating individual plots. Results

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

show different levels of this progressive process of hedgerow removal, more intense at plateau site than at hilly site. Studies of contemporary land-cover change require an integrated approach because changes in cover and environmental conditions are primarily caused by landuses, which, in turn are governed by human driving forces in a specific socio-economic and cultural context. Therefore, a research perspective which bridges the gap between the most specialized approaches of natural and social sciences is required (Nusser 2001).

The presence of hedgerows in rural landscapes is of great importance for survival of forest species but, as hedgerow quality influences its efficiency for species diffusion, attention should be paid to their management in order to maintain functional links between natural remnants (Charrier *et al.* 1997). Recent changes in agricultural politics encouraged the forestation of old rural landscapes European, leading to a considerable increase in woodland edges. In many countries, this development coincides with an emerging emphasis on the multiple uses of forest landscapes, e.g. a combination of recreation, biodiversity, and production objectives. However, an despite the potential role of woodland edges in nature conservation and landscape planning was raised (Fry & SarlovHerlin 1997), the growing compactness of agriculture matrix edges could be restrictive for wildlife which habitats depends on agroecosystems productivity.

## ***Conclusions***

The results demonstrate the use of aerial orthophotos to assess rural landscape transformations. Last half century, Trás-os-Montes landscape became homogeneous as a result of vanishing woody structures. Loss ratio average is one tree, a dozen meters and one hundred square meters of tree structures per hectare each decade. Structures decrease is larger on meadows and hills, particularly in scatter trees and hedgerows; woodlots amount show constancy. Plane areas show a superior level of tree network degradation than hilly or hillside areas, which we associate with an advanced degree of agriculture intensification on most productive areas and abandonment of marginal fields.

## 5 - Recent changes in woody network

Agriculture intensification has involved losses of ecological and agronomic functions performed by no crop areas, reducing their dynamics in rural landscapes (e.g., habitat, movement corridors, windbreak, etc.). As pointed by Schmucki *et al* (2002), drivers of changes are often unknown. A review of their distribution and dynamics would be of great interest for the design of appropriate policies for landscape management and conservation of woody network; such regions show marked differences in their character, species composition, and management type, but there is a degree of convergence between them. The diversity in origins and roles in the landscape of trees stems constitutes a significant contribution to biodiversity and function (Baudry *et al.* 2000a). One way to preserve diversity in landscape and also in species level might be to regulate the management of fields margins around plots, streams (Hietala-Koivu 1999) and road verges (Cousins & Eriksson 2002).

All human influenced, modified and converted cultural landscapes have been shaped after a series of shock waves in which the system is destabilized by fluctuation before achieving a new state of dynamic stability (Naveh 1999). The future of woody network depends on the changes of the rural society, which more and more includes nonfarmers; woody network has to be managed not only as a part of a productive area, but also as an element of a multifunctional landscape (Pinto Correia 2000). Tree structures of agrarian matrix require a monitoring programme in order to recover a stable level that watch over a new sustainable and functional rural landscape.



## 6 - Consideraciones finales

---

---

### *Matriz agrícola y árboles*

#### *La matriz agrícola*

El paisaje cultural de Trás-os-Montes tiene su origen más remoto en la expansión de las comunidades castreñas consistente en la consolidación y en el refuerzo de los asentamientos de carácter defensivo. De esta forma, los pequeños núcleos de clanes o familias que se distribuían por lomas y colinas cada pocos kilómetros, se fueron reuniendo en comunidades humanas mayores, más dispersas y, consecuentemente, con necesidades mayores de recursos pastorales y mejores suelos. Así se dio inicio a la separación entre el *ager* y el *saltus*, consolidando la frontera entre matriz agrícola - matriz forestal, matizada por los patrones de ocupación o utilización del suelo que resultan de la apropiación del espacio por el hombre. Los contextos políticos, sociales y tecnológicos subsecuentes han motivado el cambio de la ubicación primitiva de muchas de estas comunidades, hacia situaciones más beneficiadas por los recursos naturales o cercanas a ellos, sin las necesidades defensivas de antaño.

La unidad política que supuso la nación portuguesa implicó la toma de medidas que aseguraran un asentamiento coherente y susceptible de concretar tal hecho nacional. De entre esas medidas destacan por su relevancia, el papel de las instituciones religiosas en la propagación de técnicas de agricultura, así como la distribución del usufructo de la tierra para la población local, como una de las formulas para la apropiación privada del espacio. Las condiciones ambientales extremas e irregulares que supone el clima y la fisiografía de Trás-os-Montes implicó el desarrollo de modelos de ocupación del espacio concentrados, en los que el hecho comunal tiene un papel primordial en términos de propiedad de la tierra, del trabajo y su organización, así como de ciertas infraestructuras necesarias para la supervivencia de las comunidades rurales.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

A principios del siglo pasado, la utilización del territorio por las poblaciones locales se apoyaba en cuatro componentes: la vega, los pastos, el campo y el monte. Este orden decreciente de productividad lo era también en términos de hecho comunal, desde las situaciones puramente de propiedad individual (vega) hasta las situaciones de organización, trabajo y propiedad comunal (monte). La "vega" ocupaba los lugares más cercanos al pueblo y de mejores suelos y agua; proporcionaba la diversidad y calidad alimentar necesaria para la población, así como otros productos específicos como las fibras (lino). Los pastos ocupaban también zonas favorables en términos de recursos edáficos y hidrológicos, aunque no necesariamente junto al pueblo; su potencial y extensión ha limitado el desarrollo de la comunidad por cuanto proporciona la energía de la fuerza de trabajo animal, prácticamente exclusiva aún a principios del pasado siglo. El campo ocupaba los restantes terrenos con condiciones para el cultivo de cereales, de suelo y suficiente cercanía al poblado como para que fuese posible el transporte de los medios de producción (semillas y estiércol) y las cosechas. Sus productos, a parte de constituir la base de la dieta, representaron la primera moneda de cambio en el pago de artefactos y servicios, tanto intra como inter comunidades locales. El monte representaba todo el espacio restante más allá de los componentes anteriores, con funciones y recursos propios (leña, piedra, forraje de caprinos, apiarios), pero también con un papel de amortiguamiento de las variaciones de productividad de los anteriores (aumento de la área de cultivo y recogida de biomasa para estiércol). La escasez de recursos tecnológicos, información y facilidades para el comercio necesarios al desarrollo, configuró comunidades rurales cerradas al exterior y muy orientadas al autoabastecimiento. Los primeros tres componentes configuran la matriz agrícola, y el monte la matriz forestal. Para la correcta lectura del paisaje de hoy en día, hay que tener en cuenta esta referencia de autoabastecimiento, así como las dinámicas subsecuentes, que han alterado estas condiciones.

El paisaje actual de Trás-os-Montes, aunque en mucho menor grado que la generalidad del campo en territorio portugués, acusa e incorpora cambios derivados de las revoluciones tecnológica y social del último medio siglo. La primera, junto a la mecanización de las principales tareas agrícolas, fue responsable por la introducción de medios de producción externos (abonos, pesticidas), y de comunicación y transporte, promoviendo la apertura a nuevos mercados. La segunda, en parte

consecuencia la primera, fue responsable de la emigración y el abandono de los campos, así como, más recientemente, de la disponibilidad de apoyos para su modernización y subsidios para su competitividad. Sin embargo, la organización del espacio transmontano denota, aún hoy y en su mayor extensión, su pasado de economía de autoabastecimiento cerrada al exterior. La jerarquía de unidades paisajísticas determinadas en el capítulo 3 ponen de manifiesto la importancia del binomio “matriz agrícola / matriz forestal”, manifestando una cierta regularidad en sus proporciones en los tres municipios estudiados, matizado en las distintas situaciones por factores ambientales como la altitud o la pendiente, y factores humanos como la proximidad al caserío. En un segundo nivel jerárquico de influencia sobre la organización del espacio, los factores litológicos, edáficos e hidrológicos proporcionan aptitudes diferentes dentro de cada una de esas matrices, principalmente respecto a la intensidad de uso agrícola o forestal.

### ***Los árboles***

Los árboles de la matriz agrícola son aún hoy testigos vivos de la multifuncionalidad que ha caracterizado la explotación agraria del paisaje de Trás-os-Montes. La forma y la composición de las diferentes configuraciones arboladas permiten distinguir cuatro tipologías distintas respecto al tipo de estructuras arbóreas que ocurren en cada una de ellas: las cercanías del pueblo, las zonas más apartadas, las lomas y colinas y los pastos. Esta distinción tiene relación con la importancia de los usos de suelo en la ocurrencia de los distintos tipos de configuraciones arboladas, así como las respectivas funciones asociadas a ellas.

La distribución de las estructuras arbóreas se caracterizara por su regularidad respecto al sitio donde ocurren. El nogal y el olmo destacan en las proximidades del pueblo, el fresno y el aliso para los pastos de ribera (lamerros), y el aliso en los más distantes; el rebollo en las zonas más alejadas y altas de la matriz agrícola. Independientemente de su forma de árbol aislado, seto vivo o bosque, estas especies siempre aparecen en la misma situación. Por otro lado, mencionamos las especies que, dependiendo de la respectiva conformación, aparecen en situaciones diferentes. Los castaños forman líneas en las cercanías a los pueblos, si bien en las zonas altas se presentan aislados o formando bosques; los chopos actúan como seto o bosque en los prados de ribera (lameiros) y como árbol

## Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos

aislado en el resto de la matriz agrícola; el cerezo puede aparecer como seto en las zonas de altitud, o aisladamente en las cercanías de los pueblos. Aunque de entre las especies predominantes todas se presenten aisladas o en alineamientos, el aliso, el cerezo y el olmo no se presentan nunca en bosque, lo que indica la asociación del tipo de estructura a la función concreta que desempeñan. Podemos mencionar por último las especies cuya distribución actual no permite reconocer un patrón regular, como es el caso del sauce. Muchas otras especies (tilo, avellano, higuera, pino, olivo, encina, morera) presentan un carácter errático o muy particular que no facilita hacer generalizaciones como las anteriores. Por ese motivo se han referido sólo las del cuadro resumen presentado (figura 6.1).

Configuración Territorio	Árbol			Seto			Bosquete		
	páramo	cuesta	ondulado	páramo	cuesta	ondulado	páramo	cuesta	ondulado
Aliso		↕	↕	→	↕	→			
Nogal	←	←	←		←	←		←	←
Chopo	→	←	→		↓	↓			
Olmo	←	←		←	←	←			
Rebollo	→	↑	↑	→	←	↑	→	→	↑
Sauce	←	↓	↕		↓	↑			↑
Fresno	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↕	↓	↓
Castaño	↑	↑	↑		←	←	↑	↑	←
Cerezo	←	←	←		↑				

←	cercanía	↑	loma	←	Grado de amenaza bajo	←	Grado de amenaza alto
→	alejamiento	↓	pastos	←	Grado de amenaza mediano	←	Situación no considerada

Figura 6.1 – Cuadro-resumen del diagnóstico realizado en los capítulos 4 y 5.

Los resultados del capítulo 4 aunasen posible distinguir ciertos matices entre los municipios estudiados. La situación de páramo presenta apenas tres cuartas partes de las estructuras que aparecen en las otras situaciones. Destaca la mayor variedad de estructuras alineadas y árboles aislados en el sitio de pendiente, y el predominio de los bosquetes en el sitio topográficamente más irregular (ondulado). Esta situación ondulada es la que presenta más diferencia de configuraciones y especies cuando comparamos con el conjunto de las situaciones estudiadas. Carácter que no es ajeno a la diversidad y complejidad topográfica y factores derivados de ella (suelo, agua, visibilidad, etc.).

En el mencionado caso del páramo ¿representará la predominancia de árboles aislados y alineamientos, un mayor fraccionamiento del esquema bosquetes que aún se aprecia en la situación de relieve ondulado? ¿Supondrá en este caso un estadio más avanzado de desintegración, en el cuál ya no nos es posible de observar ciertos tipos de estructuras? ¿Puede ser esta diferencia un paradigma de dos estadios típicos de alteración, producidos a lo largo de los últimos años?

### ***Las amenazas***

Las estructuras de tipo arbóreo representan menos de la mitad de las que hace medio siglo poblaban la matriz agrícola del paisaje de Trás-os-Montes. Los resultados revelan casos de reducciones hasta una cuarta parte de lo existente anteriormente, como ocurre con los casos de los alineamientos adyacentes a los pueblos en la situación de pendiente, o en las zonas más apartadas en la situación de relieve más ondulado. Son este tipo de setos vivos los que hoy se presentan más amenazados, en todas las situaciones de los municipios estudiados. Los bosquetes, por el contrario, presentan extensión constante a lo largo del periodo estudiado, aunque su forma y composición sean merecedoras de investigación más detallada. De hecho, muchos de los bosquetes de hoy en día pueden resultar del abandono del manejo lineal de los setos, con lo que ello implica de disminución en su complejidad, diversidad y productividad. Las estructuras arbóreas puntuales presentan dinámicas diferenciales dependiendo de su situación y del respectivo municipio. Los árboles ubicados en los pastos y en las zonas de altitud de los municipios de páramo y pendiente presentan tasas de desaparición parecidas a las de los setos, por lo tanto un estado de amenaza. En la situación contraria, en el municipio de relieve ondulado, los árboles de las cercanías del pueblo y de las zonas más apartadas no presentan especiales tasas de desaparición, sino una apreciable constancia. Las situaciones junto al pueblo o las más apartadas en los municipios de páramo y de pendiente presentan tasas moderadas de desaparición. Esa es también la situación en los "lameiros" y lomas en el municipio de relieve ondulado.

El análisis de la distribución de las estructuras arbóreas a lo largo de la matriz agrícola puso de manifiesto las situaciones más contrapuestas: disminución en la variedad de estructuras (caso del páramo) y la abundancia de bosquetes (zona de relieve ondulado); entre estos dos casos, la

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

abundancia de estructuras de árboles aislados y alineamientos (zona de pendiente). De esta situación se infiere estadios diferentes en la dinámica de cambio: la desaparición de algunos tipos de bosquetes (más en la situación de montaña pero también en la de pendiente), y más tarde la desaparición de las restantes estructuras puntuales y lineales (de la situación de pendiente hacia la de páramo). El análisis de la dinámica temporal permitió confirmar esta tendencia. En la generalidad de las situaciones y en todos los municipios, la disminución de los alineamientos es tan drástica como la disminución de los árboles aislados en los pastos y en situaciones de altitud de los municipios de páramo y pendiente. Menos drástica, pero no menos preocupante, es la situación en las cercanías de los pueblos y en las zonas más apartadas de estos mismos municipios, semejante a lo que empieza a suceder en las zonas de pastos y de altitud en el área relieve ondulado.

Las transiciones entre tipos de estructuras no son relevantes, lo que manifiestamente es una señal de constancia de la mayor relevancia del tipo de configuración respecto a las funciones que cumple en el paisaje, que el hecho de que esta esté compuesta por una u otra especie. Entre los resultados de transiciones obtenidos, los valores más significativos son los que se observan respecto a la fragmentación de setos en el municipio de relieve ondulado, posiblemente algo ya ocurrido antes en los otros municipios, de cuyas líneas de setos no restan ya ni siquiera árboles aislados.

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados tanto para la composición como para la cantidad de estructuras arbóreas parecen indicar que la degradación es mayor en las situaciones de pastos y de altitud, así como también es mayor en el municipio de páramo que en el de relieve ondulado. El primero puede indicar diferentes dinámicas de abandono del campo. La tala de las estructuras de las zonas de altitud indica el abandono de su utilización, muchas veces sustituido por soluciones de agricultura perenne de monocultivo, o incluso forestales, lo que supone un avance de la matriz forestal respecto a la matriz agrícola. En el caso de los pastos se trata de un abandono sobre todo funcional. Aunque los pastos siguen siendo pastoreados, la función de valla o forraje complementario ya no se mantendría más que en situaciones muy particulares. El pastoreo de los "lameiros" ya no es un uso exclusivo del ganado bovino, sino también ovino, y la explotación lechera fue ya casi completamente sustituida por la explotación para carne, dejando de ser tan importante

como antes lo era la utilización de las ramas de fresno como forraje estimulador de la producción lechera. El municipio de páramo, por su mayor proximidad a las rutas de comercialización, estará sujeto a una presión adicional de tala y venta de leña, sin argumentos suficientes como para mantener las respectivas estructuras vivas a lo largo de las distintas situaciones de la matriz agrícola.

### *Perspectivas de cara al futuro*

La ecología del paisaje creó y extendió su campo teórico, así como sus diversas aplicaciones, a la ordenación del territorio y gestión de recursos naturales. Su próximo paso requiere captar la atención de la opinión pública para su novedosa valoración de los sistemas naturales (Forman 1999). Según Naveh (1999), los paisajes rurales sostenibles de la sociedad de la información pos-industrial han de ser ordenados, eficientes en términos energéticos y de información, de gran flexibilidad y creatividad, con alta complejidad estructural y niveles de organización. Por otro lado, más que esperar el estudio de cada especie o cartografiar todas las zonas erosionadas o manantiales amenazados, se necesitan aproximaciones que no demanden bases de datos extensas y sean de implementación inmediata. Para eso, dos tipos de actuaciones vienen siendo utilizadas (Forman 1999): los patrones claves, indispensables y sin alternativas para sus beneficios ecológicos (áreas extensas y conectadas de vegetación natural, vegetación ribereña a lo largo de los ríos y riberas, y "puntos de naturaleza" repartidos por una matriz menos acogedora) y el modelo agregado, particularmente eficaz por agregar ecológicamente diferentes usos de suelo, en distintas configuraciones.

De la evaluación realizada resalta la necesidad de actuar rápidamente para que aún sea posible revertir el ritmo de degradación actual de los valores naturales de la matriz agrícola en los paisajes rurales más tradicionales de Trás-os-Montes. De mantenerse el ritmo de hoy en día, se pronostica el colapso del sistema a corto plazo, o sea, en el espacio de un par de décadas. Al deterioro ecológico y productivo seguiría, muy posiblemente, la paralización de sus funciones naturales y el desmantelamiento de sus funciones sociales y culturales.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

A pesar de que el esquema metodológico de este estudio comparativo de tres casos distintos no pretenda la obtención de resultados con significación estadística generalizable, la coincidencia de la mayoría de los resultados animó a terminar el trabajo presentando un referencial de planificación útil para el gestor y el político, así como la propuesta de líneas para futuros desarrollos en la conservación del paisaje cultural transmontano y sus recursos. Como cuadro de referencia y deseable para frenar y cambiar el rumbo de la situación actual, se toma como objetivo la reposición del nivel arbolado existente a mediados del siglo pasado, o sea, el marco inicial de la dinámica temporal estudiada. Tal debe entenderse como el compromiso entre un referente claramente reconocido y una situación cercana a lo que se podría considerarse como "sustentable", con lo que tal concepto encierra de complejidad, nivel mínimo de intercambios con el exterior y utilización casi exclusiva de recursos productivos endógenos.

### ***Escenarios, problemas, actores y políticas: el Método de las Jerarquías Analíticas***

La gestión de recursos naturales implica casi siempre la elección entre diferentes regímenes alternativos de su utilización. Tal hecho implicó el desarrollo a lo largo de los últimos años de numerosas herramientas de apoyo a la decisión racional que se pretende derivada de raciocinios claros y decisiones justificadas. Las últimas décadas han sido prodigas en el desarrollo y presentación de una gran variedad de herramientas analíticas habilitadas para ayudar al planificador a entender y evaluar escenarios de planificación y las posibilidades de su alcance; es el caso de los modelos de simulación, los sistemas de información geográficos, los sistemas expertos, los modelos econométricos o las técnicas de optimización (Loh & Rykiel 1992, Romero 1993, Schmoldt & Rauscher 1996, Grant 1998, Greer 1998, Morain 1999, Reynolds *et al.* 1999). La mayor parte de los casos de aplicación se refieren a un aspecto particular de gestión, lo que simplifica sobremanera la escala o índice elegidos, y de los cuales va a depender la selección por el planificador de las alternativas que compiten. Sin embargo, no raras veces la decisión requiere el uso de numerosas escalas de distintos tipos, ni siempre con relaciones evidentes entre ellas. Para la presentación y resumen de los elementos que actualmente intervienen en el sistema estudiado, así como de las políticas que podrán promover el escenario futuro deseado, se recurrió a las metodologías preconizadas por el Método de las Jerarquías Analíticas - AHP (Saaty 1990).

## 6 - Consideraciones finales

El Método de las Jerarquías Analíticas - AHP fue diseñado específicamente para ayudar a la toma de decisiones multicriterio. Sus rasgos más importantes son: (i) estructuración jerárquica del problema con su objetivo decompuesto por los respectivos aspectos subordinados; (ii) comparación de pares entre los elementos de cada uno de los niveles de evaluación; (iii) síntesis de prioridades locales hasta las prioridades globales por propagación entre los distintos niveles específicos. Los niveles subordinados al objetivo general de la estructura jerárquica de decisión son los objetivos específicos, los escenarios, los acontecimientos, las acciones, los beneficios y las alternativas.

Las comparaciones entre todos los posibles pares de elementos que componen cada nivel son realizadas respecto a todo y cada uno de los elementos del nivel inmediatamente superior. Estas comparaciones se hacen de acuerdo con la preferencia, importancia o adecuación relativa entre cada par de elementos considerados, y se plasman en una tabla cuadrada de doble entrada. La escala propuesta por el autor del método y aquí utilizada es: (1) igual importancia entre elementos línea y columna, (3) simple ventaja del elemento línea sobre el elemento columna, (5) declarada ventaja del elemento línea respecto al elemento columna, (7) demostrable y definitiva importancia del elemento línea respecto al elemento columna, (9) elemento línea absolutamente más importante que el elemento columna; para los casos de mayor importancia del elemento columna respecto al elemento línea corresponderá el valor reverso ( $1/x$ ) a los presentados. Se reservan los valores intermedios para el desempate de las situaciones más complejas. El diagonal principal de la tabla cuadrada será obligatoriamente de valor 1. Los valores de la mitad superior al diagonal principal serán necesariamente los reversos a los correspondientes en la mitad inferior a la misma diagonal. El resultado es una matriz cuadrada, recíproca y positiva.

Las alternativas en juego y sobre las cuales hay que decidir, representan el nivel más bajo de la estructura jerárquica del problema. La determinación del vector propio derecho principal normalizado permiten combinar las comparaciones realizadas a los distintos niveles para producir el valor final de prioridad de entre el juego de alternativas (Saaty 1980).

A pesar de desarrollado a finales de los años 70, el método AHP se ha convertido en una de las técnicas más ampliamente utilizadas, tal y como lo demuestra la literatura publicada en artículos y

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

libros, la mayor parte de los cuales no necesariamente relativa a la gestión de recursos naturales (Saaty 1980, Kangas 1993, Kangas *et al.* 1993, Romero 1993, Reynolds & Holsten 1994, Alho *et al.* 1996, Alho & Kangas 1997, Nousiainen *et al.* 1998, Schmoldt & Peterson 2000, Pesonen *et al.* 2001, Schmoldt 2001, Schmoldt *et al.* 2001, Silvennionen *et al.* 2001, Meixner & Haas 2002, Mardle *et al.* 2004). De entre las escasas aplicaciones a los recursos naturales, agricultura o montes, obras recientes presentan el potencial que encierran las diferentes metodologías de AHP (Hernández Alemán & Cardells Romero 1999, Reyna Doménech & Cardells i Romero 1999, Schmoldt *et al.* 2001). La metodología "backward planning process" es una de ellas, presentada originalmente por el autor (Saaty 1990). "Backward planning process" compone con "forward planning process" la aplicación del AHP designada por "policy improvisation". El primero considera la anticipación de un escenario de planificación, el cual puede derivar de varios escenarios investigados y evaluados por el segundo; representan por lo tanto, el proceso inverso uno del otro. En el primero caso, la estructura jerárquica normalizada es Foco > Escenarios > Problemas > Actores > Decisiones; son evaluadas las posibles decisiones o políticas importantes para la consecución de un determinado escenario de planificación. En el segundo, las posibles implicaciones de las decisiones políticas son reflejadas en escenarios probables. En el presente trabajo se entendió por más ajustado la metodología de "backward planning process" tal y como representada en la figura 6.2. El Foco, tal y como viene siendo manifestado a lo largo de este capítulo, será la planificación de un paisaje rural arbolado que asegure condiciones de estabilidad, equilibrio y viabilidad al funcionamiento productivo de su matriz agrícola, así como plana integración con los espacios adyacentes, bien sea el monte circundante, bien sea la mayor o menor urbe relacionada.

### ***El escenario de planificación***

Aunque las referencias históricas permiten inferir la influencia de la tecnología industrial en la agricultura de Trás-os-Montes a mediados del siglo pasado, la inercia inherente a los sistemas leñosos maduros, como son los referentes a las estructuras arboladas, tiene muy posiblemente en cuenta un referencial anterior, no inferior a medio siglo. Para la elaboración de las propuestas de acción inherentes al presente trabajo se ha planteado el reto de planificar la preservación de las estructuras arbóreas, o sea, la distribución y la densidad de estructuras arboladas que los resultados de los

anteriores capítulos revelaran como el existente por esas fechas en el paisaje rural de Trás-os-Montes.

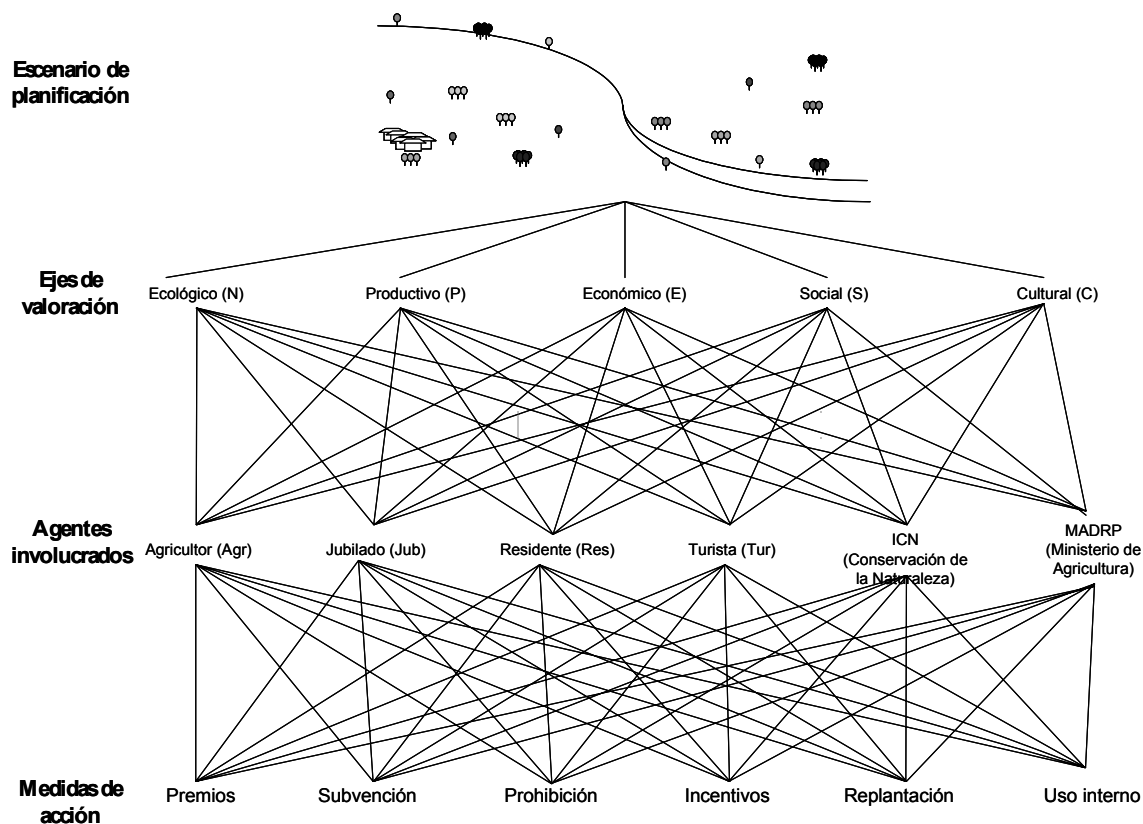


Figura 6.2 – Metodología de "backward planning process" adaptada al paisaje arbolado de la matriz agrícola.

Para la construcción del "escenario de referencia" se han considerado las cuatro situaciones que tipifican la distribución de las distintas configuraciones arboladas que ocurren en la matriz agrícola: cercanías, extremos, lomas y pastos (4 - Woody network heterogeneity). Se han retenido las estructuras arbóreas específicas que más se repiten a lo largo de los tres municipios estudiados, así entendidas como las configuraciones canónicas del paisaje agrícola arbolado de Trás-os-Montes (figura 6.3).

Grado de aridez	Grado de aridez	Aliso	Nogal	Chopo	Chno	Pebrolo	Fresno	Castaño	Cerezo	Sato de aliso	Sato de nogales	Sato de chopos	Sato de chinos	Sato de fresnos	Sato de castaños	Esquete de nogales	Esquete de rebollos	Esquete de fresnos	Esquete de castaños
-3	-3	1	1	2	1	1	1	0,5	2	1	1	1	0,5	1	1	4	5	4	1
-2	-2	1	1	1	1	1	0,5	0,33	1	1	0,5	1	0,33	0,5	1	3	4	3	1
-1	-1	0,5	1	1	1	0,5	0,33	0,25	1	0,5	0,33	0,5	0,25	0,33	1	2	3	2	1
-2	-2	1	1	1	1	1	0,5	0,33	1	1	0,5	1	0,33	0,5	1	3	4	3	1
-3	-3	1	1	2	1	1	1	0,5	2	1	1	1	0,5	1	1	4	5	4	1
-4	-4	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	6	5	1
-5	-5	2	3	4	3	2	1	1	4	2	1	2	1	1	1	6	7	6	1
-1	-1	0,5	1	1	1	0,5	0,33	0,25	1	0,5	0,33	0,5	0,25	0,33	1	2	3	2	1
-3	-3	1	1	2	1	1	1	0,5	2	1	1	1	0,5	1	1	4	5	4	1
-4	-4	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	6	5	1
-3	-3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0,5	1	1	4	5	4	1
-5	-5	2	3	4	3	2	1	1	4	2	1	2	1	1	1	6	7	6	1
-4	-4	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	6	5	1
-5	-5	2	3	4	3	2	1	1	4	2	1	2	1	1	1	6	7	6	1
		0,06	0,04	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,03	0,06	0,08	0,06	0,10	0,08	0,10	0,02	0,01	0,01	0,02

Tabla VIe – Tabla de juicios sobre la importancia relativa de cada una de las estructuras arbóreas consideradas en el trabajo.

## 6 - Consideraciones finales

De entre los tres municipios estudiados, el de relieve ondulado es el que presenta mayor aleatoriedad en la distribución de sus estructuras arbóreas, así como el que presenta mayores diferencias respecto a las tendencias del conjunto investigado. Este hecho no será ajeno a la, ya antes discutida, menor presión de la coyuntura económica inductora de la tala de esas estructuras leñosas; en este sentido, hay que tomar con reserva el grado de amenaza bajo de los árboles de este municipio, muy probablemente resultante de la significativa fragmentación de antiguos setos. La irregularidad del relieve puede también alterar las circunstancias de utilización de esos árboles, tanto por su diferente accesibilidad, pero también por su visibilidad y necesidad de vigilar sus frutos cuando sea el caso. Ciertos árboles, como el olmo (ol) o el aliso (al), no presentan nunca la forma boscosa, lo que indica la importancia de su configuración con respecto a su especie. En sentido contrario, las estructuras del sauce no presentan regularidad en cuanto a su ubicación en la matriz agrícola, lo que indicia la preponderancia de las condiciones físicas topológicas con respecto a su determinación, más que un determinado contexto funcional enmarcado en el paisaje rural. Las estructuras multiespecíficas se entienden como representativas de estructuras y funciones intermedias de las consideradas; otros casos se han entendido como particulares en sus marcos territoriales, por lo que merecedores de otra escala de aproximación que no es necesariamente la considerada en este trabajo. Se cree estar de esta manera lo más cercano al que es el referente sustentable a la más pequeña escala local y que caracteriza los aspectos más tradicionales del paisaje rural de Trás-os-Montes.

El escenario considerado está afectado por problemas implicados en su normal desarrollo. Para la evaluación de la importancia relativa de las estructuras retenidas, se ha considerado el grado de amenaza de cada una de ellas, utilizando una escala entre -5 (estructura muy amenazada) y 2 (estructura actualmente beneficiada). Así, y de acuerdo con los resultados del Capítulo 5, se han ponderado como muy amenazadas todas las configuraciones de setos (🌳🌳🌳) y aún los árboles (🌳) de las situaciones de pastos y lomas. Los árboles ubicados en otras situaciones (cercanías y extremos) se han considerado con grado intermedio de amenaza. Los retículos boscosos (🌳🌳🌳) se han considerado con bajo grado de amenaza, atendiendo a su aparente incremento propio de la tendencia para abandono del campo. Debido al grado creciente de amenaza dictado por las enfermedades que los

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

vienen afectando, han aumentado las ponderaciones de los olmos (ol) y los castaños (ca). La presión económica constituye razón para considerar un grado de amenaza creciente sobre los nogales (no) y fresnos (fr), tal y como la disminución de la función forrajera de los fresnos por la abundancia de pasto que deriva de la disminución de la carga ganadera. En sentido inverso, o sea con disminución de ponderación, se han considerado los retículos de castaño que a causa de su subvención, han incrementado considerablemente en los últimos años. Se han comparado cada posible par de configuraciones arbóreas con respecto al grado de amenaza de cada una; los resultados obtenidos para cada tipo de estructura arbórea han ponderado las evaluaciones consideradas en el siguiente nivel de la cadena de decisión (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

### ***Problemas: los ejes de valoración***

A lo largo del pasado siglo, las revoluciones industrial y tecnológica, la creciente globalización de la sociedad, y las políticas de desarrollo o su ausencia, vienen transfiriendo el referente sustentable de las sociedades para escalas sucesivamente superiores. Como resultado, los niveles altos y equilibrados de productividad y naturalidad de los sistemas tradicionales se han visto afectados por una demanda de rentabilidad que compita en los mercados inherentes a la integración en ámbitos sociales cada vez mayores. Como resultado, se han intensificado los sistemas cuya productividad es susceptible de convertirse en un alto valor económico, pero a costa de su naturalidad (Gómez Sal 1995, 1998a). Sin embargo, la creciente preocupación ambiental ha dado paso a la economía apoyada o subvencionada que permitiera mantener altos niveles económicos compatibles con la naturalidad, pero descuidando el motor del sistema que supone su potencial productivo y que se ha ido mermando poco a poco. Al mismo tiempo, los sistemas empobrecidos, o bien por su abandono, o bien por su sobreexplotación e agotamiento, alcanzan niveles preocupantes de irreversibilidad. Las distintas reflexiones sobre estos temas (Gómez Sal 1995, 1998a, Gómez Sal 1998b, Gómez Sal *et al.* 2003) han demostrado que la estabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas dependen del equilibrio existente entre los distintos enfoques que configuran cada uno de los criterios de evaluación del valor natural de los ecosistemas considerados.

## 6 - Consideraciones finales

Tabla VIa – Tablas de juicio de la importancia de cada estructura arbórea según los ejes de valoración considerados.

<b>Alisos</b>						<b>Seto de alisos</b>						<b>Bosquete de nogales</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	1	1	3	7	Ecológico	1	5	7	7	5	Ecológico	1	0,2	3	3	0,2
Productivo	1	1	1	3	3	Productivo	0,2	1	5	5	3	Productivo	5	1	7	7	0,2
Cultural	1	1	1	3	7	Cultural	0,14	0,2	1	1	0,2	Cultural	0,33	0,14	1	3	0,14
Social	0,33	0,33	0,33	1	3	Social	0,14	0,2	1	1	0,2	Social	0,33	0,14	0,33	1	0,14
Económico	0,14	0,33	0,14	0,33	1	Económico	0,2	0,33	5	5	1	Económico	5	5	7	7	1
	0,29	0,27	0,29	0,1	0,05		0,59	0,15	0,05	0,05	0,11		0,09	0,15	0,05	0,05	0,59
<b>Nogal</b>						<b>Seto de nogales</b>						<b>Bosquete de rebollos</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	0,2	1	1	0,2	Ecológico	1	0,33	5	5	0,2	Ecológico	1	3	5	5	0,33
Productivo	5	1	5	5	1	Productivo	3	1	5	5	0,2	Productivo	1	1	5	5	0,33
Cultural	1	0,2	1	1	0,2	Cultural	0,2	0,2	1	3	0,2	Cultural	0,2	0,2	1	3	0,2
Social	1	0,2	1	1	0,2	Social	0,2	0,2	0,33	1	0,2	Social	0,2	0,2	0,33	1	0,14
Económico	5	1	5	5	1	Económico	5	5	5	5	1	Económico	3	3	5	7	1
	0,08	0,38	0,08	0,08	0,38		0,11	0,15	0,06	0,05	0,56		0,19	0,14	0,06	0,05	0,5
<b>Chopo</b>						<b>Seto de chopos</b>						<b>Bosquete de fresnos</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	0,33	5	5	0,33	Ecológico	1	3	7	7	5	Ecológico	1	3	5	7	5
Productivo	3	1	7	7	3	Productivo	0,33	1	5	5	1	Productivo	0,33	1	7	7	5
Cultural	0,2	0,14	1	1	0,2	Cultural	0,14	0,2	1	1	0,2	Cultural	0,2	0,14	1	3	0,2
Social	0,2	0,14	1	1	0,2	Social	0,14	0,2	1	1	0,2	Social	0,14	0,14	0,33	1	0,2
Económico	3	0,33	5	5	1	Económico	0,2	1	5	5	1	Económico	0,2	0,2	5	5	1
	0,14	0,51	0,05	0,05	0,21		0,55	0,19	0,05	0,05	0,14		0,53	0,22	0,05	0,04	0,09
<b>Olmo</b>						<b>Seto de olmos</b>						<b>Bosquete de castaños</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	0,33	3	1	5	Ecológico	1	0,33	5	7	5	Ecológico	1	0,2	0,2	1	0,2
Productivo	3	1	3	5	5	Productivo	3	1	5	7	7	Productivo	5	1	1	5	0,2
Cultural	0,33	0,33	1	0,33	5	Cultural	0,2	0,2	1	3	5	Cultural	5	1	1	5	0,2
Social	1	0,2	3	1	5	Social	0,14	0,14	0,33	1	3	Social	1	0,2	0,2	1	0,14
Económico	0,2	0,2	0,2	0,2	1	Económico	0,2	0,14	0,2	0,33	1	Económico	5	5	5	7	1
	0,18	0,48	0,1	0,13	0,05		0,22	0,55	0,09	0,05	0,05		0,06	0,14	0,14	0,05	0,57
<b>Rebollo</b>						<b>Seto de fresnos</b>						<b>Seto de castaños</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	1	3	1	0,33	Ecológico	1	5	5	7	5	Ecológico	1	1	0,33	1	0,2
Productivo	1	1	5	3	1	Productivo	0,2	1	5	5	3	Productivo	1	1	5	1	0,2
Cultural	0,33	0,2	1	0,33	0,2	Cultural	0,2	0,2	1	3	0,33	Cultural	3	0,2	1	0,33	0,2
Social	1	0,33	3	1	0,33	Social	0,14	0,2	0,33	1	0,2	Social	1	1	3	1	0,2
Económico	3	1	5	3	1	Económico	0,2	0,33	3	5	1	Económico	5	5	5	5	1
	0,16	0,28	0,06	0,12	0,35		0,57	0,15	0,07	0,05	0,1		0,09	0,12	0,07	0,12	0,56
<b>Fresno</b>						<b>Seto de castaños</b>						<b>Castaño</b>					
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E		N	P	C	S	E	
Ecológico	1	1	5	7	5	Ecológico	1	1	0,33	1	0,2	Ecológico	1	0,33	1	0,2	0,2
Productivo	1	1	5	5	3	Productivo	1	1	5	1	0,2	Productivo	3	1	5	0,33	0,2
Cultural	0,2	0,2	1	0,33	0,33	Cultural	3	0,2	1	0,33	0,2	Cultural	1	0,2	1	0,2	0,2
Social	0,14	0,2	3	1	0,2	Social	1	1	3	1	0,2	Social	5	3	5	1	0,2
Económico	0,2	0,33	3	5	1	Económico	5	5	5	5	1	Económico	5	5	5	5	1
	0,39	0,37	0,06	0,05	0,1		0,09	0,12	0,07	0,12	0,56		0,07	0,1	0,06	0,15	0,56
<b>Cerezo</b>						<b>Cerezo</b>											
N	P	C	S	E		N	P	C	S	E							
Ecológico	1	0,2	3	3	0,2	Ecológico	1	0,2	3	3	0,2						
Productivo	5	1	7	7	3	Productivo	5	1	7	7	3						
Cultural	0,33	0,14	1	0,33	0,14	Cultural	0,33	0,14	1	0,33	0,14						
Social	0,33	0,14	3	1	0,14	Social	0,33	0,14	3	1	0,14						
Económico	5	0,33	7	7	1	Económico	5	0,33	7	7	1						
	0,09	0,55	0,05	0,05	0,22		0,09	0,55	0,05	0,05	0,22						

## Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos

La relevancia de cada una de las configuraciones arboladas en el contexto del paisaje rural de Trás-os-Montes tiene también un carácter multicriterio resultante de los ecosistemas en los que se enmarcan. La resultante de los múltiples problemas que los afectan va determinar su perspectiva futura. En ese sentido se procuró el conjunto de factores que, desde una perspectiva amplia, valoraran la importancia de cada una de las estructuras desde uno punto de vista de sus múltiples funciones. Para tal se han utilizado los ejes de evaluación del valor natural de los ecosistemas (Gómez Sal *et al.* 2003): ecológico, productivo, económico, cultural y social. Así mismo, el nivel siguiente de la cadena jerárquica de decisión considera estos cinco ejes.

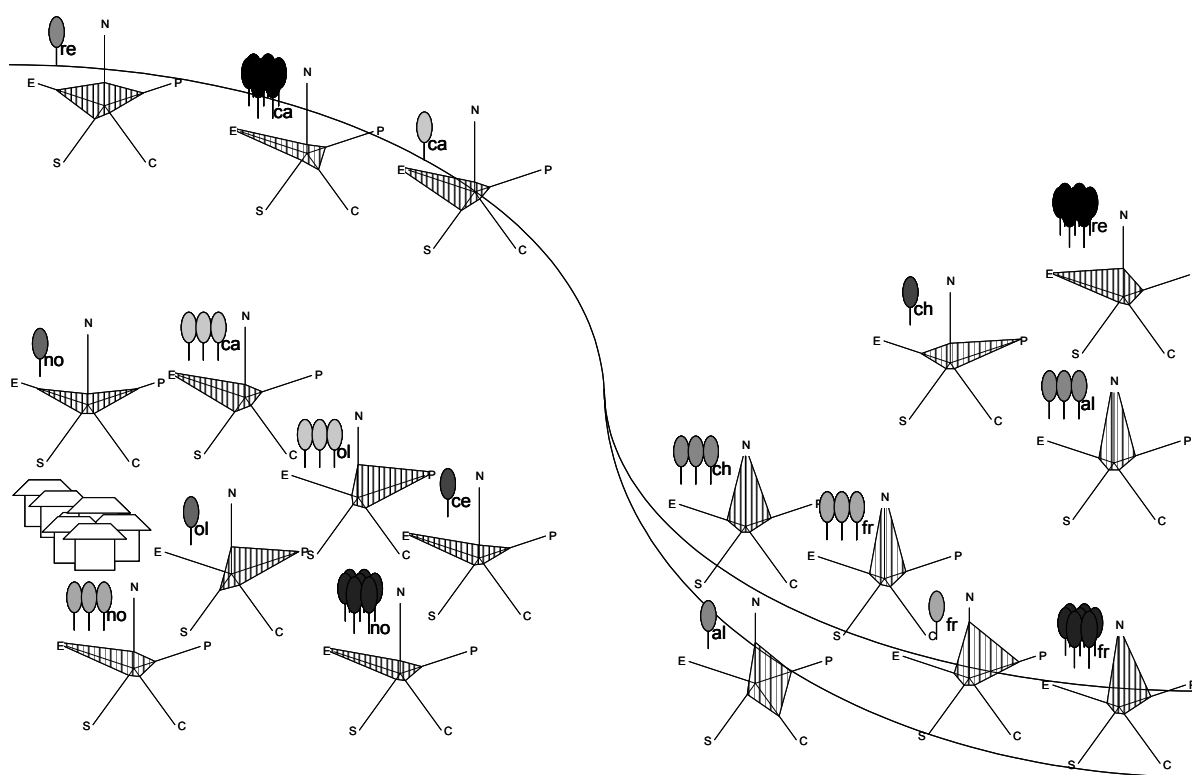


Figura 6.3 – Configuraciones arboladas, según su grado de amenaza e importancia de sus ejes de valoración.

El primero, el eje ecológico (N), representa la relevancia de las estructuras arbóreas para la preservación del funcionamiento estable de los ecosistemas en el cual están enmarcadas. El segundo, el eje productivo (P), está relacionado con la producción de los diferentes recursos inherentes a las distintas estructuras arbóreas, teniendo en cuenta el potencial de crecimiento, la disponibilidad tecnológica y la relevancia de las distintas producciones principalmente para su utilización endógena. El tercero, el eje económico (E), se refiere a la viabilidad económica de las producciones anteriores, para la cual concurre su valor comercial y respectiva dinámica regional o nacional de oferta-demanda.

El cuarto, el eje cultural (C), representa la relevancia de la estructura arbórea en el conocimiento endógeno sobre la utilización de los recursos, sus aspectos paisajísticos e históricos, y cuya valoración traspasa normalmente las fronteras puramente locales. El quinto, el eje social (S), al contrario del anterior, se refiere casi exclusivamente a la relevancia local de la estructura arbórea en las vivencias de las sociedades endógenas, los sentimientos de pertenencia a un grupo y la identificación con un territorio y un paisaje (Gómez Sal *et al.* 2003).

Se han comparado cada posible par de ejes de valoración con relación a su importancia para cada una de las configuraciones arbóreas consideradas en el escenario de planificación. Teniendo en cuenta la importancia funcional de las estructuras arbóreas respecto a su edad y madurez, estas se han valorado siempre respecto a su desarrollo de máxima eficiencia. Los resultados obtenidos para cada eje de valoración están representados por gráficas tipo radar (figura 6.4). Todos estos criterios, que han de concurrir para el valor intrínseco de cada una de las configuraciones arboladas, son inherentes al conyunto de actores responsables por la gestión del paisaje de Trás-os-Montes (Tabla VIa).

### ***Actores: los agentes involucrados***

De entre los variados agentes con responsabilidades en la gestión del territorio, se han tipificado aquellos que por su actitud pueden configurar un comportamiento remarcado respecto a la gestión de las distintas configuraciones arboladas. Se ha intentado abarcar todo el posible juego de actitudes susceptibles de implicaciones en las estructuras arbóreas. Para tal, las visitas al campo referente al capítulo 4 se han revelado de gran utilidad para su definición. Se han considerado los agricultores (Agr), la población jubilada (Jub), los residentes no agricultores (Res), el turismo rural y de naturaleza (Tur), la normativa ambiental (ICN) y las directrices de la política agrícola (MADRP).

La actitud de los agricultores representa el punto de vista más estrictamente económico, susceptible de asegurar la viabilidad en el corto plazo. Los jubilados, no descartando totalmente los aspectos económicos, aportan toda su sensibilidad por los valores más tradicionales y conocimientos inter-generacionales que van escaseando cada vez más en los días de hoy. Los residentes no agricultores pueden representar una parte importante de la población propietaria en los medios

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

rurales, sea en los pueblos más cercanos a las urbes grandes donde ejercen su profesión, bien sea como segunda residencia de fin de semana para las situaciones más alejadas de los grandes centros. En todo caso representan propietarios con una actitud bien menos productiva que los anteriores, pero susceptible de aportar una actitud diferente respecto a los valores naturales.

Tabla VIb – Tablas de juicio de la importancia de cada ejes de valoración según los actores considerados.

<b>Production (P)</b>							<b>Social (S)</b>						
	<i>Agr</i>	<i>Jub</i>	<i>Res</i>	<i>Tur</i>	<i>ICN</i>	<i>IADRP</i>		<i>Agr</i>	<i>Jub</i>	<i>Res</i>	<i>Tur</i>	<i>ICN</i>	<i>ADRP</i>
Agricultor	1	3	5	7	7	3	Agricultor	1	0,2	1	5	0,33	1
Jubilado	0,33	1	3	7	7	3	Jubilado	5	1	3	5	5	7
Residente	0,2	0,33	1	5	5	1	Residente	1	0,33	1	5	1	5
Turista	0,14	0,14	0,2	1	1	0,2	Turista	0,2	0,2	0,2	1	0,2	3
ICN	0,14	0,14	0,2	1	1	0,14	ICN	3	0,2	1	5	1	7
MADRP	0,33	0,33	1	5	7	1	MADRP	1	0,14	0,2	0,3	0,14	1
	0,46	0,2	0,1	0,04	0,04	0,12		0,09	0,48	0,16	0	0,13	0,04

<b>Economy (E)</b>							<b>Cultural (C)</b>						
	<i>Agr</i>	<i>Jub</i>	<i>Res</i>	<i>Tur</i>	<i>ICN</i>	<i>IADRP</i>		<i>Agr</i>	<i>Jub</i>	<i>Res</i>	<i>Tur</i>	<i>ICN</i>	<i>ADRP</i>
Agricultor	1	5	5	7	5	3	Agricultor	1	0,33	0,2	0,2	0,2	1
Jubilado	0,2	1	1	7	5	3	Jubilado	3	1	0,33	0,2	0,2	5
Residente	0,2	1	1	5	3	1	Residente	5	3	1	0,3	1	5
Turista	0,14	0,14	0,2	1	0,33	0,14	Turista	5	5	3	1	3	7
ICN	0,2	0,2	0,33	3	1	0,33	ICN	5	5	1	0,3	1	5
MADRP	0,33	0,33	1	7	3	1	MADRP	1	0,2	0,2	0,1	0,2	1
	0,48	0,13	0,12	0,03	0,06	0,12		0,05	0,07	0,17	0,5	0,18	0,04

<b>Ecology (N)</b>						
	<i>Agr</i>	<i>Jub</i>	<i>Res</i>	<i>Tur</i>	<i>ICN</i>	<i>IADRP</i>
Agricultor	1	0,33	0,33	0,33	0,2	1
Jubilado	3	1	1	0,33	0,33	5
Residente	3	1	1	1	0,33	5
Turista	3	3	1	1	1	5
ICN	5	3	3	1	1	5
MADRP	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1
	0,06	0,12	0,15	0,26	0,33	0,05

El turismo representa una población estacional muy marcada y no propietaria pero que por su importancia económica es susceptible de influir indirectamente en la actitud de los propietarios de manera a mantener e incrementar los valores paisajísticos que condicionan la propia demanda turística. La normativa ambiental, regulada en Portugal por el Instituto de Conservação da Naturaza, es dictada por las políticas nacionales de protección de los valores naturales. En ese sentido suelen tener menos en cuenta los valores económicos o productivos, pero sobre valorar los aspectos inherentes a la riqueza biológica. La política agrícola del Ministerio de Agricultura, aunque interesada en la viabilidad económica de las explotaciones, implica una actitud diferente de la de los agricultores, al privilegiar el medio y largo plazo en las decisiones de gestión, en la protección de las reservas de recursos naturales de los cuales depende la producción agrícola y en la concesión de apoyos y

subsidios susceptibles de alterar la opción por determinadas culturas. Se han comparado cada posible par de agentes implicados en la gestión del espacio arbolado de la matriz agrícola con relación a la importancia dada a cada uno de los ejes de valoración (Tabla VIb). Sus resultados servirán para ponderar cada una de las medidas políticas diseñadas para alcanzar el escenario de planificación (figura 6.5).

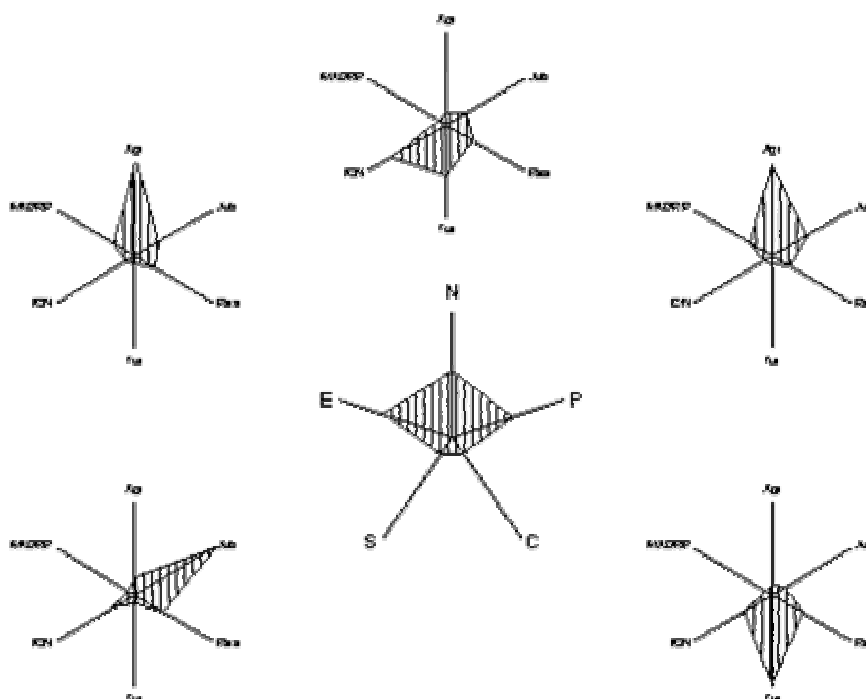


Figura 6.4 – Evaluación de los ejes de valoración, según los actores considerados.

### ***Políticas: las medidas de actuación***

Por políticas se ha entendido describir el tipo de medidas que son más comúnmente utilizadas en la persecución de los objetivos de planificación del sistema rural, así como otras que desde nuestro punto de vista merecen ser implementadas aunque primeramente de una manera exploratoria. Entre las primeras figuran los premios asignados al mantenimiento de las estructuras (Premios), los subsidios para su reposición (Subvención), o bien la total prohibición de talar (Prohibición); entre las segundas figura la obligación de reposición (Replantación), la utilización local en exclusivo (Uso local), y los incentivos a las actividades artesanas locales (Incentivo). Se han comparado cada posible par de medidas de acción con relación a su importancia para cada uno de los agentes implicados en la gestión de las estructuras arboladas del paisaje. En su conjunto, las medidas propuestas deben generar caminos a la sostenibilidad de la infraestructura arbolada más cercana a la actividad humana.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

La asignación de Premios monetarios anuales figura entre las formas más comunes de compensación de la competitividad del campo en el contexto económico europeo. Aunque los premios directos a las configuraciones arboladas no sean usados, el reglamento de las medidas agro-ambientales preconiza que sus beneficiarios se comprometen a mantener y conservar las respectivas estructuras arbóreas, entre otras estructuras como los muros, para poder percibir la prima relativa a la parcela de cultivo, normalmente los "lameiros", y las superficies de cereal extensivo. En este caso se trataría de atribuir una renta anual directa a los propietarios de estructuras arbóreas cuya dimensión lo justificara. La Subvención a la reposición de espacios arbolados son muy comunes pero siempre sobre la forma de bosque para lo cual se exige una dimensión mínima. Corrientemente vienen siendo utilizados para sustituir o renovar espacios degradados en la matriz forestal (monte), o bien para sustituir espacios ya no cultivados en la matriz agrícola; en ambos casos se subsidian configuraciones compactas y simplificadas cuando comparadas con la infraestructura arbolada tradicional. Se trataría, en este caso, de apoyar la plantación individual o de setos, específicos y justificables. La Prohibición total de tala del arbolado es una medida enmarcada en la legislación de protección ambiental. En el caso portugués está aplicada a todos los casos relativos al alcornoque y a la encina, cuya tala apenas puede ser autorizada en casos excepcionales mediante previo requerimiento justificativo al Instituto de Conservação da Natureza. En este caso se trataría de ampliar ese tipo de medidas no exclusivamente en términos específicos, sino también en términos de dimensión y complejidad estructural de la configuración arbolada, y respectiva ubicación y función. La adaptación de las directivas que vienen siendo utilizadas no agota las posibilidades de medidas novedosas y originales que pueden complementar y incluso aún aumentar la efectividad de las primeras.

En varias ocasiones hemos reflexionado con los distintos interlocutores que hemos contactado en los trabajos de campo sobre varios otros tipos de apoyos específicos, que no los más tradicionales como los discutidos antes. La primera de estas medidas preconiza la necesidad de asegurar con anterioridad, la Replantación de una estructura del mismo tipo y función pero con el doble de la dimensión de una cualquiera que se pretenda talar. Con tal se pretende, aparte de reponer, recuperar los niveles de arbolado existentes anteriormente, manteniendo su funcionalidad y complejidad. Una

## 6 - Consideraciones finales

segunda medida sería la exclusividad de Uso local de los recursos arbóreos sacados a la matriz agrícola (forraje, ramas, muebles, leña, etc.). De esta manera se impediría el comercio exterior de estos productos, tornándolos invulnerables a coyunturas externas susceptibles de presionar la depauperación de este patrimonio. Aunque susceptible de mermar la actividad y posibilidad económicas locales, su posibilidad debe tenerse en cuenta a la hora de proteger ciertas situaciones muy amenazadas (nogales, fresnos, cerezos).

Tabla VIc – Tablas de juicio de la importancia de cada uno de los actores según las medidas consideradas.

<b>Agricultor</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol	<b>Turista</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol
Premio	1	3	7	3	5	5	Premio	1	1	0,14	0,14	0,2	0,2
Subvención	0,33	1	7	3	5	5	Subvención	1	1	0,2	0,14	0,2	0,2
Prohibición	0,14	0,14	1	0,2	0,2	0,2	Prohibición	7	5	1	0,33	5	5
Incentivo	0,33	0,33	5	1	5	3	Incentivo	7	7	3	1	5	5
Replantación	0,2	0,2	5	0,2	1	1	Replantación	5	5	0,2	0,2	1	1
Uso Interno	0,2	0,2	5	0,33	1	1	Uso Interno	5	5	0,2	0,2	1	1
	0,45	0,21	0,03	0,13	0,06	0,07		0,04	0,04	0,21	0,5	0,08	0,08

<b>Jubilado</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol	<b>ICN</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol
Premio	1	3	7	3	5	5	Premio	1	0,33	0,14	0,2	0,2	0,2
Subvención	0,33	1	7	3	7	5	Subvención	3	1	0,14	0,2	0,2	1
Prohibición	0,14	0,14	1	0,2	0,33	0,33	Prohibición	7	7	1	5	3	5
Incentivo	0,33	0,33	5	1	5	3	Incentivo	5	5	0,2	1	0,33	3
Replantación	0,2	0,14	3	0,2	1	1	Replantación	5	5	0,33	3	1	5
Uso Interno	0,2	0,2	3	0,33	1	1	Uso Interno	5	1	0,2	0,33	0,2	1
	0,45	0,21	0,04	0,13	0,05	0,07		0,04	0,05	0,5	0,1	0,2	0,07

<b>Residente</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol	<b>MADRP</b>	Prem	Subv	Proh	Ince	Repl	Usol
Premio	1	1	3	3	3	3	Premio	1	1	5	0,33	0,2	5
Subvención	1	1	3	3	3	3	Subvención	1	1	5	0,33	0,2	5
Prohibición	0,33	0,33	1	0,33	0,33	0,33	Prohibición	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,2
Incentivo	0,33	0,33	3	1	1	1	Incentivo	3	3	5	1	0,33	5
Replantación	0,33	0,33	3	1	1	1	Replantación	5	5	5	3	1	5
Uso Interno	0,33	0,33	3	1	1	1	Uso Interno	0,2	0,2	5	0,2	0,2	1
	0,3	0,3	0,06	0,11	0,11	0,11		0,1	0,1	0,04	0,2	0,47	0,05

Una tercera medida menos restrictiva, pero en el mismo sentido del anterior, sería el Incentivo a las actividades locales susceptibles de generar valor añadido a los recursos arbóreos, como es el caso de la artesanía, pero también de otros tipos. Se trataría de ampliar el ámbito local de la medida anterior, así como ampliar las posibilidades de estas actividades en contribuir para la economía local.

Las seis medidas propuestas representan la base del proceso jerárquico de análisis idealizado para la situación en estudio. La metodología aplicada va a ponderar la importancia de cada una en

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

función de los niveles anteriores, actores y criterios. Sus resultados expresan, más que la elección de la medida o directiva más correcta, la importancia relativa de cada una, necesaria a la hora de alocar recursos para su implementación. Naturalmente los resultados expresan el entendimiento primero del autor sobre la importancia de cada uno de los elementos pertenecientes a cada uno de los niveles del modelo jerárquico. Sin embargo, la metodología es abierta tanto a la alteración una cualquiera de las comparaciones entre pares de elementos, así como a la introducción o supresión de un cualquiera de sus elementos. En ese sentido sus resultados deben ser entendidos como un primero acercamiento en función de la información extraída de los datos utilizados, pero imprescindibles dado el carácter de urgencia que configura la actual dinámica de degradación del paisaje rural de Trás-os-Montes, principalmente desde el punto de vista de estructuras arboladas (Tabla VIc).

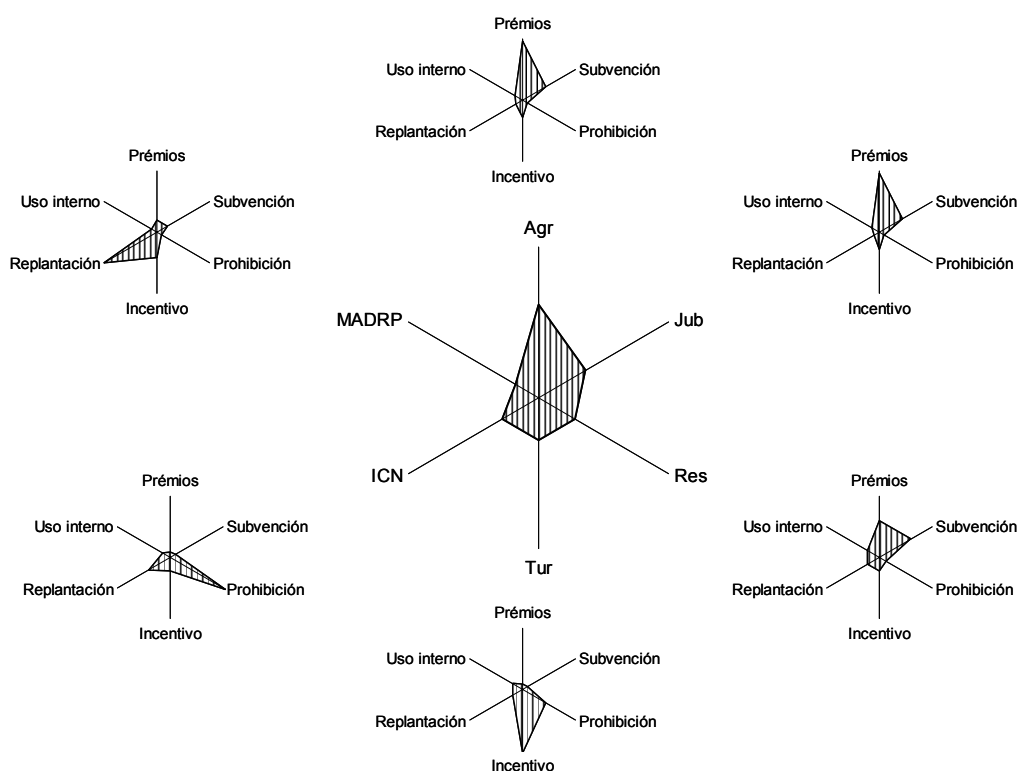


Figura 6.5 – Ponderación de los actores según su relación con los tipos de medidas propuestas.

### ***Comentarios finales***

El escenario de referencia (figura 6.3) configura la importancia de la función reguladora de las estructuras arbóreas inherentes a los pastos, con sus valores importantes para el eje ecológico y

productivo, y la importancia de la función productiva o económica relevante en todas las otras situaciones de la matriz agrícola. El eje productivo, por su significado en el componente de autoabastecimiento local, es relevante en las estructuras asociadas a las cercanías de los caseríos, así como las estructuras más importantes para la economía están normalmente asociadas a las situaciones menos accesibles, como lo son las lomas apartadas del pueblo. Cabe destacar el caso de los setos de alisos que no han sido asociados a las situaciones de pastos como en el caso de sus árboles aislados, sino en las situaciones más apartadas; cabe destacar su eje ecológico teniendo en cuenta su papel regulador en las depresiones topográficas ubicadas por entre el espacio dedicado a los cultivos extensivos de cereales. Los ejes social y cultural han sido sistemáticamente subvalorados, a lo que no será extraño un menor dominio de su real importancia y significado para las poblaciones locales; su correcto tratamiento implica un acercamiento a los temas de las ciencias sociales, que por su extensión y metodología sería imposible de tratar en el ámbito de este trabajo. Como resultado, los ejes ecológico, productivo y económico son ponderados de manera muy igualada, y los restantes social y cultural apenas son considerados.

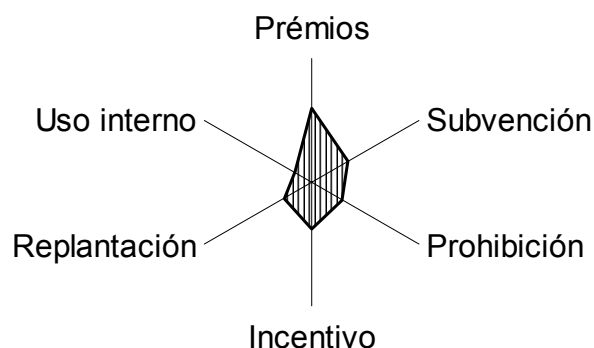


Figura 6.6 – Importancia relativa de cada una de las medidas propuestas en función de su relevancia para el modelo de decisión presentado.

El análisis de la importancia de cada uno de los ejes de valoración para los distintos agentes interventores en la gestión de territorio define relaciones muy distintas entre ellos, remarcando una muy interesante complementariedad. La semejanza de la relación entre agentes implicados con respecto a los ejes productivos y económicos puede tener dos razones: por un lado la escasez de valor añadido de los productos vendidos por el agricultor; por otro lado la importancia del autoabastecimiento en el funcionamiento de las explotaciones. Como resultado de las ponderaciones

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

atribuidas resulta acrecentada la valoración de los agentes propietarios (agricultores, jubilados y residentes) en detrimento de los restantes.

La relación entre las medidas de acción preconizadas respecto a los diferentes agentes implicados denota siempre patrones diferentes, aparte del caso muy semejante de intereses entre agricultores y jubilados. De hecho, con el envejecimiento de los activos dedicados a la agricultura, será cada más difícil distinguir intereses entre ellos. De todos modos, los resultados incorporan una suficiente amplitud entre los tipos de agentes considerados. Como resultado final cada destacar el papel de las primas para el mantenimiento de las configuraciones arboladas, seguido de todos los otros tipos de medidas de acción, con excepción del bajo significado para la obligatoriedad de uso interno local de los recursos proporcionados por las estructuras arbóreas.

Las relaciones de importancia entre las medidas de acción están referidas a la totalidad del escenario de referencia presentado al inicio. Como tal, deben ser entendidas como generales y eventualmente propiciadoras de ese conjunto. Sin embargo, la metodología puede ser trabajada aún para cada tipo de estructura arbórea, considerando cada una de ellas como el escenario de planificación. De tal resultaría determinar las mejores medidas de acción dedicadas a cada una de las configuraciones consideradas. De hecho, esta será siempre una entre otras cambiantes de una metodología que se pretende desde ya abierta al desarrollo de alternativas.

Los resultados presentados son fruto de estimaciones nuestras, basadas en el conocimiento y análisis del problema de la conservación funcional del paisaje rural de Trás-os-Montes en cuanto entidad ecológica, anteriormente estable y sustentada. Sin embargo, es evidente que el proceso de toma de decisión no ha de ser nunca un proceso solitario sino que debe incorporar la participación de todos los agentes y expertos de cada uno de los temas de trabajo. En ese sentido, el modelo de toma de decisión presentado pretende ser un hipotético punto de partida para la concretización de herramientas de decisión lo más amplias y generales posibles. Tal supuesto apoya las bases para los ejercicios que configuraran los futuros temas de trabajo.

## *6 - Consideraciones finales*

Los resultados del método AHP determinan la relación de prioridad entre las diferentes alternativas en juego y, en este caso, entre las medidas que posibilitan la concretización del escenario de planificación propuesto. Su efectividad requiere pues una correcta utilización de los recursos disponibles para su concretización, así como la determinación espacial correcta de las estructuras que serán objeto de intervención. A continuación se expone las posibilidades para su ejecución.

El proceso de planificación y ordenación territorial conlleva tener en cuenta un contexto limitativo de recursos monetarios disponibles, de agentes destinatarios existentes y de umbrales mínimos y máximos que aseguran la efectividad del proceso de recuperación funcional del paisaje: las metodologías de programación lineal pueden ser una alternativa para optimizar la utilización de esos recursos. En este caso, una función objetivo maximizaría variables de decisión relativas a cada una de las estructuras arbóreas, ponderadas por coeficientes determinados por el método AHP para las medidas alternativas. Las restricciones monetarias restringirían al presupuesto disponible, las diferentes estructuras, ponderadas por el coste de cada una de las medidas propuestas; las restricciones de destinatarios tendrían en cuenta el cuantitativo de los agentes designados en el modelo; umbrales mínimos y máximos de estructuras arbóreas asegurarían el éxito del proceso de planificación en el concretar un paisaje estable y sustentable. El paso siguiente sería la determinación de la ubicación de las estructuras determinadas ahora como objeto de las medidas de acción.

Los sistemas de información geográficos incorporan hoy en día herramientas multicriterio y de asignación de usos cada vez más elaboradas, como sean los sistemas multicriterio y multiobjetivo. Para este caso, se trataría de en un primer paso, determinar mapas de aptitud del territorio para cada tipo de estructura arbórea propuesta. Para tal asumen particular importancia los factores estudiados en el capítulo 3 y 4, y entre todos, los especialmente relacionados con el acercamiento o el alejamiento al caserío, la altitud, y la cercanía a la red hidrográfica, así como todos los referentes a los usos de suelo cuya funcionalidad implica a cada una de las estructuras arbóreas estudiadas. Los sistemas multicriterio permiten tener en cuenta los factores (variables físicas) o restricciones (usos de suelo) inherentes a cada tipo de estructura arbórea. Una vez determinado el modelo espacial para cada tipo de estructura arbórea, se trataría a continuación de combinar el cuantitativo determinado

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

antes por programación lineal en el marco del territorio de planificación. Están para eso los sistemas de asignación de área para objetivos múltiples, o sea en este caso, las múltiples estructuras propuestas por el proceso de planificación. Entre el proceso metodológico y su desarrollo definitivo figuran toda una serie de etapas más o menos difíciles y complicadas pero que se entienden como imprescindibles a la tarea de recuperar las estructuras y rehabilitar las funciones de las distintas configuraciones arboladas de la matriz agrícola.

El desarrollo del presente trabajo resalta la necesidad de rápidamente cambiar el rumbo actual de degradación de los valores naturales del paisaje de Trás-os-Montes. La recuperación y rehabilitación ambiental implica hoy en día referenciales ecológicos jerárquicamente superiores, así como considera la dinámica funcional junto a la estructural y específica. En ese sentido, este trabajo pretendió corresponder a esas nuevas tendencias. La ecología del paisaje rural tradicional de Trás-os-Montes ha sido estudiada desde el punto de vista de sus componentes arbóreos, cuya inercia temporal, y concomitante estabilidad y madurez, les imputa un valor acrecido como indicador ecológico. Aunque su distribución denote todavía la organización interna del sistema rural, su drástica disminución en las últimas décadas es hoy de veras preocupante.

## 7 - Conclusiones generales

---

---

1. Pese a los fuertes cambios que hoy experimenta el territorio de Trás-os-Montes, su paisaje rural mantiene la pauta de una matriz agrícola concéntrica respecto al caserío, a la que se sucede la matriz de monte, principalmente ocupada por bosques y matorrales. A su tiempo, el parcelario cerealista dominante de la matriz agrícola tradicional era recortado por pastos en las depresiones topográficas, así como por parcelas directamente relacionadas con el autoabastecimiento local de alimentos y fibras.
2. Entre el nivel de organización superior - municipal o regional -, y el nivel inferior - explotación o parcela -, el nivel de localidad o aldea - comunidad de vecinos, responsable de la gestión comunal - ha pesado singularmente, y determinado la organización y el funcionamiento del espacio rural. De carácter tendencialmente relicto, la propiedad y las regulaciones comunales, aún hoy manifiestan notable influencia tanto en la organización del espacio cómo en su gestión.
3. Las estructuras arbóreas incluidas en la matriz agrícola cumplen, junto con su papel productivo dentro de las parcelas que las incorporan, funciones importantes relacionadas con la estabilidad de los procesos físicos y ecológicos; entre estos destacan el suministro de forraje y la amortiguación del estrés ambiental en los cultivos (sombra, cortavientos, barreras para procesos de transferencia), con efectos indirectos de refugio y alimento para la vida salvaje, gracias al incremento de productividad inducido por los usos humanos.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

4. Los sistemas tradicionales de producción agrícola, y la organización del territorio que ellos provocan, requieren una multiplicidad de funciones de las estructuras arbóreas para cuyo desempeño son relevantes la especie, la ubicación en el terreno, y su configuración modelada por los usos humanos. Entre estos, destaca el alimento para el ganado, abrigo, elaboración de aperos, cierres y cercados, sustentación de taludes y márgenes, funciones simbólicas, producción de leña o carbón y extractos para uso medicinal.
5. A lo largo del último siglo, la apertura al exterior de la región de Trás-os-Montes facilitada por las nuevas vías de comunicación y las tecnologías inherentes a una mayor disponibilidad energética, permitió la intensificación y la especialización de los sistemas agrarios, implantándose una nueva estrategia basada en la sustitución de los factores de producción preexistentes y en detrimento de la evolución endógena dominante a lo largo de los tiempos pretéritos.
6. Las tres comunidades rurales donde se localiza el estudio han experimentado a lo largo del último medio siglo un patrón de cambio representativo de la generalidad del territorio de Trás-os-Montes: disminución de la población a menos de la mitad, descenso paralelo de las áreas de cereales, y un correspondiente incremento de las áreas ocupadas por matorral. La última década supuso aún la implantación de extensas áreas de pinar y un aumento muy significativo de la cabaña ovina.
7. El “modelo de vecindad” aplicado a imágenes de satélite de paisajes rurales de Trás-os-Montes, pone de relieve la sucesión de las matrices agrícola y monte en función de factores topográficos y de proximidad al pueblo. Enmarcada en el proceso de abandono, la matriz agrícola presenta hoy intensidades de manejo muy diferentes. Ante la imposibilidad de mantener la gestión del conjunto del

área, las variables estudiadas revelan una limitación de los cultivos a las parcelas más fértiles y accesibles desde el pueblo.

8. La irregularidad topográfica condiciona la distribución y alternancia entre la matriz agrícola y la matriz monte, incluyendo asimismo un cambio en la estructura del paisaje, consecuencia de un cambio en la percepción y el manejo. La dificultad que representa la irregularidad topográfica para la modernización agrícola, induce diferentes ritmos en la estabilización del proceso de abandono en las tres situaciones estudiadas, que tiene también un reflejo en el territorio (gradientes más o menos bruscos en el patrón espacial de los usos del suelo)
9. La distribución de las estructuras arbóreas está a la vez condicionada por los factores responsables su organización: distancia al caserío y topografía. En función de ello es posible identificar cuatro tipos de situaciones canónicas para la matriz agrícola: las cercanías, los extremos, los pastos y las lomas. Cabe destacar la alta diversidad de especies arbóreas y/o formas de uso en las cercanías, y la baja diversidad también de especies y formas de los extremos.
10. La distribución de las estructuras arboladas a lo largo de la matriz agrícola está determinada por procesos, naturales y humanos, que actúan a distintas escalas espaciales y son similares a los que rigen el funcionamiento del paisaje. Por esta razón, los métodos de análisis espacial propios de la ecología del paisaje han resultado muy útiles para el estudio de las estructuras arboladas
11. De entre las funciones, configuraciones y especies a ellas asociadas, cabe destacar: el papel forrajero de los fresnos en los pastos, de los rebollos en las lomas y, de carácter relicto, de los olmos en las cercanías de los caseríos; el papel de protección de los bosquetes de rebollo para los rebaños, de las hileras de alisos

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

para los cultivos en las zonas más alejadas, e incluso las galerías de fresnos y chopos para los márgenes de las líneas de agua de los pastos. Por último, el papel productivo de los nogales en las cercanías, y de los bosquetes de castaños en las lomas.

12. Las estructuras arboladas vienen sufriendo un claro retroceso desde por lo menos mediados del siglo pasado, presentando hoy en algunas situaciones un carácter notoriamente relicto. Los casos estudiados indican una marcada relación entre el estadio de degradación y la mayor o menor estabilización del proceso de abandono que afecta los pueblos estudiados. Las situaciones más afectadas por el abandono respetan a las formaciones arboladas más complejas, como son los setos vivos - líneas de árboles - y los árboles aislados, en las situaciones de mayor fragilidad ecológica, - caso de los pastos y lomas.
13. El proceso de degradación se ha incrementado de forma abrupta durante la última década estudiada. Las estructuras leñosas lineales representan la mitad de lo existente a mediados del siglo pasado, y su retroceso afecta sobre manera a los pastos donde se ha pasado de una media de 100 metros lineales por hectárea, a menos de 50 metros. Las estructuras puntuales (árboles aislados) representan aproximadamente dos tercios respecto al mismo referente temporal, habiendo pasando de valores de 6-7 árboles por hectárea, a aproximadamente 4 árboles de media. Las estructuras poligonales (bosquetes), presentan hoy aproximadamente los mismos porcentajes que en el periodo de referencia, aunque con configuraciones y distribuciones aparentemente menos complejas.
14. La mitigación de la dinámica actual de cara a preservar la estructura y funcionamiento del paisaje al menos similar a la situación presente, implica priorizar los aspectos ecológicos (conservación de la naturaleza, funcionalidad) en

las áreas de pastizal y prados, y los aspectos productivos y económicos en las restantes zonas consideradas en el análisis de la matriz agrícola. Para ello serán importantes las políticas que involucren a los actores más directamente relacionados en el mantenimiento del paisaje - los agricultores -, y favorecer mediante incentivos de distinto tipo, las actividades agrarias productivas

15. Los paisajes de Trás-os-Montes son ejemplos muy claros de la importancia de las configuraciones tradicionales de los agroecosistemas en la conservación de la biodiversidad y otros valores naturales. Teniendo en cuenta los elementos que aún los configuran, pueden ser considerados como paisajes culturales de alta calidad y profundo significado ecológico, representativos de los más acendrados paisajes rurales del noroeste ibérico y, en general, de las áreas europeas con antiguo policultivo agrícola, y lo por tanto merecedores de protección y apoyo.



## Referencias

---

---

- Afonso, B. 1989. A «Lenha das Almas» na Lombada. *Brigantia* 9:47-52.
- Agroconsultores, and Coba. 1991. Carta dos solos, carta do uso actual da terra e carta da aptidão da terra do Nordeste de Portugal, Vila Real.
- Albuquerque, J. P. M. 1950. Agrotipos do Continente Português. Pages 223-236 in A. P. p. o. P. d. Ciências, editor. Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências, Lisboa.
- Albuquerque, J. P. M. 1954. Carta ecológica de Portugal, Lisboa.
- Alho, J. M., and Kangas, J. 1997. Analyzing uncertainties in experts' opinions of forest plan performance. *Forest Science* 43:521-528.
- Alho, J. M., Kangas, J., and Kolehmainen, O. 1996. Uncertainty in expert predictions of the ecological consequences of forest plans. *Applied Statistics-Journal of the Royal Statistical Society Series C* 45:1-14.
- Almeida, A. C. F. d. 1993. A mecanização agrícola em Trás-os-Montes: o caso da freguesia de Carrapatas. Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Alves, F. M. 1982. Memórias Arqueológico-Históricas do Distrito de Bragança. Museu do Abade de Baçal, Bragança.
- Andrade, M. A. 1999. Disciplina de História da Evolução do Território. in. Curso de Eng. do Ambiente e do Território.
- Anónimo. 1980. Projecto de desenvolvimento rural integrado de Trás-os-Montes, Porto.
- Antrop, M. 1998. Landscape change: Plan or chaos? *Landscape and Urban Planning* 41:155-161.
- Applegate, A. D. 1995. ArcView GIS. in. Environmental Systems Research Institute, Inc.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Azevedo, J. M. T. d. 1994. Excertos do trabalho : contributo para o estudo dos sistemas de exploração ovina., Vila Real.
- Baldock, D., and Beaufoy, G. 1993. Nature conservation and new directions in the EC common agricultural policy. Institute for European Environmental Policy, London, Arnhem.
- Baptista, A., and Portela, J. 1990. O PDRITM / vales sub-montanos e o funcionamento das explorações leiteiras : que sistema forrageiro para que tipo de exploração?, Vila Real.
- Barroso, A. A. P. d. S. 1923. O concelho de Macedo de Cavaleiros sob o ponto de vista agrícola: algumas notas para o seu estudo. Tese de licenciatura. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Baudry, J., Bunce, R. G. H., and Burel, F. 2000a. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management* 60:7-22.
- Baudry, J., and Burel, F. 2004. Ecologia del Paisaje Conceptos, Metodos y Aplicaciones. Mundiprensa.
- Baudry, J., Burel, F., Thenail, C., and Le Coeur, D. 2000b. A holistic landscape ecological study of the interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France. *Landscape and Urban Planning* 50:119-128.
- Belanger, L., and Grenier, M. 2002. Agriculture intensification and forest fragmentation in the St. Lawrence valley, Quebec, Canada. *Landscape Ecology* 17:495-507.
- Bennett, A. F. 1999. Linkages in the landscape : the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources--the World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Bennett, A. F., Henein, K., and Merriam, G. 1994. Corridor Use and the Elements of Corridor Quality - Chipmunks and Fencerows in a Farmland Mosaic. *Biological Conservation* 68:155-165.
- Bennett, G., editor. 1991. Towards a European Ecological Network, Edición edition, Arnhem.
- Berg, A., Ehnstrom, B., Gustafsson, L., Hallingback, T., Jonsell, M., and Weslien, J. 1994. Threatened Plant, Animal, and Fungus Species in Swedish Forests - Distribution and Habitat Associations. *Conservation Biology* 8:718-731.
- Signal, E. M., and McCracken, D. I. 1996. Low-intensity farming systems in the conservation of the countryside. *Journal of Applied Ecology* 33:413-424.

- Bird, P. R. 1998. Tree windbreaks and shelter benefits to pasture in temperate grazing systems. *Agroforestry Systems* **41**:35-54.
- Bischoff, N. T., and Jongman, R. H. G. 1993. Development of Rural Areas in Europe: The Claim for Nature., Netherlands Scientific Council for Government Policy edition, Den Haag.
- Borcard, D., and Legendre, P. 2001. SpaceMaker - Generate spatial explanatory variables to be used in multiple regression or canonical ordination. *in*. Université de Montréal, Montréal.
- Borcard, D., and Legendre, P. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* **153**:51-68.
- Borcard, D., Legendre, P., and Drapeau, P. 1992. Partialling out the Spatial Component of Ecological Variation. *Ecology* **73**:1045-1055.
- Braak, C. J. F. t., and Smilauer, P. 1999. Canoco for Windows. *in*. Centre for Biometry Wageningen, CPRO-DLO, Wageningen.
- Brito, J. P. d. 1996. Retrato de aldeia com espelho - ensaio sobre Rio de Onor, 1<sup>a</sup> edition. Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- Brown, P. M., Kaufmann, M. R., and Shepperd, W. D. 1999. Long-term, landscape patterns of past fire events in a montane ponderosa pine forest of central Colorado. *Landscape Ecology* **14**:513-532.
- Bunce, R. G. H. 1999. A framework for the analysis of cultural landscapes in Europe. Pages 69-73 *in* P. Kovar, editor. Nature and Culture in Landscape Ecology. Experience for the 3rd Millenium. The Karolinum Press, Prague.
- Burel, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences* **15**:169-190.
- Cain, D. H., Riitters, K., and Orvis, K. 1997. A multi-scale analysis of landscape statistics. *Landscape Ecology* **12**:199-212.
- Carballo Arceo, L. X. 1995. O Espaço na Cultura Castreja Galega. Pages 63-86 *in* A. Redentor, editor. O I Milénio a. C. no Noroeste Peninsular; A fachada atlântica e o interior. Parque Natural de Montesinho, Bragança.
- Carvalho, A. M. P. 1993. Barbela, um trigo escravo : a cultura tradicional de trigo na Terra-Fria Transmontana : que futuro? Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Castro, C. A. B. B. 2002. Métodos alternativos à produção convencional de arvenses, Vila Real.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Castro, J. M. C. d. S. F. d. 1996. Análise da estrutura ecológica de Trás-Os-Montes e Alto Douro. Utilização de métodos de análise multivariada e teoria da informação. MSc. CIHEAM, Zaragoza.
- Castro, M., Castro, J., Esteves, A., Teixeira, A., and Gómez Sal, A. 2000a. Les parcours annuels des troupeaux d'ovins dans la région de montagne de Trás-os-Montes e Alto Douro, au Portugal. Pages 371-373 in F. Guessous, N. Rihani, and A. Ilham, editors. *Livestock Production and Climatic Uncertainty in the Mediterranean*. Wageningen Pers, Wageningen.
- Castro, M., Castro, J., and Teixeira, A. 2003a. Caracterização do sistema de pastoreio de percurso no nordeste de Portugal. *Revista Portuguesa de Zootecnia* **X**:95-105.
- Castro, M., and Castro, J. F. 2003. Ocupação tradicional do território e os novos modelos de utilização do espaço: implicações na pastorícia extensiva. Pages 13 p in V Colóquio Hispano - Português de Estudos Rurais, Bragança.
- Castro, M., Castro, J. F., and Gomez - Sal, A. 2002. L'utilisation du territoire par les petits ruminants dans la région de montagne de Trás-os-Montes, au Portugal. in F. CIHEAM, editor. *Evolution des systemes de production ovine et caprine: Avenir des systems extensifs face aux changements de la societe*, Alghero, Sardaigne.
- Castro, M., Castro, J. F., and Gómez - Sal, A. 2003b. The role of black oak woodlands (*Quercus pyrenaica* Willd.) in the small ruminant production in northeast Portugal. in, Caceres (España).
- Castro, M., Vinagre, P., Esteves, A., and Castro, J. 2000b. Caracterização dos percursos de pastoreio de ovinos e caprinos no nordeste de Portugal. Pages 723-729 in G. e. P. A. Conselleria de Agricultura, editor. *Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Bragança, A Coruña, Lugo.
- Cepeda, F. J. T. 1984. Economia agrária Portuguesa no 1º quartel do século XX. *Brigantia* **4**:551-.
- Charrier, S., Petit, S., and Burel, F. 1997. Movements of *Abax parallelepipedus* (Coleoptera, Carabidae) in woody habitats of a hedgerow network landscape: A radio-tracing study. *Agriculture Ecosystems & Environment* **61**:133-144.
- Chuvieco, E. 1999. Measuring changes in landscape pattern from satellite images: short-term effects of fire on spatial diversity. *International Journal of Remote Sensing* **20**:2331-2346.
- Collinge, S. K., and Forman, R. T. T. 1998. A conceptual model of land conversion processes: predictions and evidence from a microlandscape experiment with grassland insects. *Oikos* **82**:66-84.

- Costa, B. C. C., and Castro, L. 1900. Le Portugal au point de vue agricole, Imprimerie Nationale edition, Lisboa.
- Cousins, S. A. O., and Eriksson, O. 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology* **17**:517-529.
- Coutinho, A. X. P. 1877. A Quinta Districtal de Bragança no Anno Agricola de 1875 a 1876. Porto.
- Cruz, G. E. S. 1929. Considerações acerca do funcionamento dos Sindicatos de Pecuária. Relatório final do Curso de Engenheiro Agrónomo. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Delgado, A., and Moreira, F. 2000. Bird assemblages of an Iberian cereal steppe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **78**:65-76.
- Demers, M. N., Simpson, J. W., Boerner, R. E. J., Silva, A., Berns, L., and Artigas, F. 1995. Fencerows, Edges, and Implications of Changing Connectivity Illustrated by 2 Contiguous Ohio Landscapes. *Conservation Biology* **9**:1159-1168.
- Descamps, P. 1935. Le Portugal: la vie sociale actuelle, Paris.
- Dias, J. 1948. Vilarinho das Furnas Uma Aldeia Comunitária. INSTITUTO.
- Duda, T., and Canty, M. 2002. Unsupervised classification of satellite imagery: choosing a good algorithm. *International Journal of Remote Sensing* **23**:2193-2212.
- Eastman, J. R. 2002. IDRISI32. in. Clark University, Worcester, USA.
- Egan, J. P. 1975. Signal detection theory and ROC-analysis. Academic Press, New York.
- Enoksson, B., Angelstam, P., and Larsson, K. 1995. Deciduous Forest and Resident Birds - the Problem of Fragmentation within a Coniferous Forest Landscape. *Landscape Ecology* **10**:267-275.
- ERDAS. 1998. ERDAS IMAGINE. in. ERDAS, INC.
- Farina, A., and Naveh, Z. 1993. Landscape Approach to Regional Planning: The future of Mediterranean Landscapes. *Landscape and Urban Planning* **24**.
- Fernandes, A. d. C. M. 1989. Evolução das formas de ocupação do território no Parque Natural do Alvão (1947-1984), Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza edition, Lisboa.
- Fernandes, J. D. 1998. Oliveira Santulhana : área geográfica de expressão e características. UTAD, Vila Real.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Figueiredo, A. d. 1983. Ambiência do ano. *Brigantia* **3**:147-.
- Fjellstad, W. J., and Dramstad, W. E. 1999. Patterns of change in two contrasting Norwegian agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning* **45**:177-191.
- Forman, R. T. T. 1995. Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Forman, R. T. T. 1999. Landscape ecology, the growing foundation in land-use planning and natural-resource management. Pages 13-21 in P. Kovar, editor. Nature and Culture in Landscape Ecology. Experience for the 3rd Millenium. The Karolinum Press, Prague.
- Forman, R. T. T., and Baudry, J. 1984. Hedgerows and Hedgerow Networks in Landscape Ecology. *Environmental Management* **8**:495-510.
- Forman, R. T. T., and Godron, M. 1986. Landscape ecology. Wiley, New York.
- Freemark, K. E., Boutin, C., and Keddy, C. J. 2002. Importance of farmland habitats for conservation of plant species. *Conservation Biology* **16**:399-412.
- Frias, N. d. S. M. 1925. Notas para o estudo da agricultura no concelho de Carrazeda de Ansiães. Relatório final do Curso de Engenheiro Agrónomo. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Frohn, R. C. 1997. Remote Sensing for Landscape Ecology. New Metric Indicators for monitoring, Modeling, and Assessment of Ecosystems. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Fry, G., and SarlovHerlin, I. 1997. The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape, a basis for design and management. *Landscape and Urban Planning* **37**:45-55.
- Garbutt, R. A., and Sparks, T. H. 2002. Changes in the botanical diversity of a species rich ancient hedgerow between two surveys (1971-1998). *Biological Conservation* **106**:273-278.
- Gauch, H. G. 1982. Noise-Reduction by Eigenvector Ordinations. *Ecology* **63**:1643-1649.
- Gauch, H. G., and Whittaker, R. H. 1981. Hierarchical-Classification of Community Data. *Journal of Ecology* **69**:537-557.
- Girão, A. A. 1933. Esboço duma carta regional de Portugal, Imprensa da Universidade edition, Coimbra.
- Gómez Sal, A. 1995. El paisaje agrario desde la perspectiva de la ecología. Pages 145-182 in F. Bancaja, editor. Ciclo de Agricultura y Ecología, Valencia.

- Gómez Sal, A. 1998a. The nature of mediterranean ecosystems and some specific conservation questions. *in* I Encontro Nacional de Ecologia da Paisagem, Montemor-o-Novo.
- Gómez Sal, A. 1998b. Relationships between ecological and socio-economic evaluations of grazing in Mediterranean ecosystems. Pages 275-286 *in* V. P. e. P. Papanastasis, D., editor. Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems.
- Gómez Sal, A. 2000. The variability of Mediterranean climate as an ecological condition of livestock production systems. Pages 3 -11 *in* N. R. F. Guessous, A. Ilham, editor. Livestock Production and Climatic Uncertainty in the Mediterranean. Wageningen Pers, Wageningen.
- Gómez Sal, A., Belmontes, J.-A., and Nicolau, J.-M. 2003. Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. *Ecological Modelling* **168**:319-341.
- Gonçalves, D. A. 1985. A rega de lima no interior de Trás-os-Montes : alguns aspectos da sua energética. Prova complementar para obtenção do grau de Doutor. IUTAD, Vila Real.
- González Bernáldez, F. 1995. Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias.23-31.
- Goriup, P. D., Batten, L. A., and Norton, J. A. 1991. The Conservation of Lowland Dry Grassland Birds in Europe. *in*, University of Reading.
- Grant, W. E. 1998. Ecology and natural resource management: reflections from a systems perspective. *Ecological Modelling* **108**:67-76.
- Greer, J. D., editor. 1998. Natural resource management using remote sensing and GIS, Edición edition. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Nassau Bay, Texas.
- Griffiths, G. H., and Lee, J. 2000. Landscape pattern and species richness; regional scale analysis from remote sensing. *International Journal of Remote Sensing* **21**:2685 - 2704.
- Griffiths, G. H., and Mather, P. M. 2000. Remote sensing and landscape ecology: landscape patterns and landscape change. *International Journal of Remote Sensing* **21**:2537 - 2539.
- Guerreiro, J. P. 1986. Problemas y perspectivas de la ordenación rural en áreas periféricas. El caso de Miranda do Douro (Portugal). MSc. CIHEAM, Zaragoza.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Gulinck, H., Dufourmont, H., Coppin, P., and Hermy, M. 2000. Landscape research, landscape policy and Earth observation. *International Journal of Remote Sensing* **21**:2541 - 2554.
- Gusmão, F. M. d. M. V. 1964. Uma freguesia de Barroso (Pitões das Júnias). Relatório (Licenciatura em Engenharia Agronómica). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Hay, G. J., Marceau, D. J., Dubé, P., and Bouchard, A. 2001. A multiscale framework for landscape analysis: Object-specific analysis and upscaling. *Landscape Ecology* **16**:471-490.
- Hernández Alemán, A., and Cardells Romero, F. 1999. Aplicación del método de las jerarquías analíticas a la valoración del uso recreativo de los espacios naturales de Canarias. *Medio Ambiente CANARIAS - Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente* **13**:61-63.
- Hietala-Koivu, R. 1999. Agricultural landscape change: a case study in Ylane, southwest Finland. *Landscape and Urban Planning* **46**:103-108.
- Hill, M. O. 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, New York.
- Hill, R. A., Smith, G. M., Fuller, R. M., and Veitch, N. 2002. Landscape modelling using integrated airborne multi-spectral and laser scanning data. *International Journal of Remote Sensing* **23**:2327-2334.
- Hinsley, S. A., and Bellamy, P. E. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. *Journal of Environmental Management* **60**:33-49.
- Hostert, P., Roder, A., Jarmer, T., Udelhoven, T., and Hill, J. 2001. The potential of remote sensing and GIS for desertification monitoring and assessment. *Annals of Arid Zone* **40**:103-140.
- Ihse, M., and Lindahl, C. 2000. A holistic model for landscape ecology in practice: the Swedish survey and management of ancient meadows and pastures. *Landscape and Urban Planning* **50**:59-84.
- Jacob, J. M. N. 1989. A Agricultura no Distrito de Bragança durante o Século XIX. *Brigantia* **9**:143-.
- Jansson, G., and Angelstam, P. 1999. Threshold levels of habitat composition for the presence of the long-tailed tit (*Aegithalos caudatus*) in a boreal landscape. *Landscape Ecology* **14**:283-290.

- Jobin, B., Boutin, C., and DesGranges, J. L. 1997. Effects of agricultural practices on the flora of hedgerows and woodland edges in southern Quebec. *Canadian Journal of Plant Science* **77**:293-299.
- Johnson, G. D., Myers, W. L., and Patil, G. P. 1999. Stochastic generating models for simulating hierarchically structured multi-cover landscapes. *Landscape Ecology* **14**:413-421.
- Johnson, G. D., Myers, W. L., Patil, G. P., and Taillie, C. 2001. Characterizing watershed-delineated landscapes in Pennsylvania using conditional entropy profiles. *Landscape Ecology* **16**:597-610.
- Jungerius, P. D. 1998. Indigenous knowledge of landscape-ecological zones among traditional herbalists: a case study in Keiyo District, Kenya. *GeoJournal* **44**:51-60.
- Kangas, J. 1993. A Multiattribute Preference Model for Evaluating the Reforestation Chain Alternatives of a Forest Stand. *Forest Ecology and Management* **59**:271-288.
- Kangas, J., Laasonen, L., and Pukkala, T. 1993. A Method for Estimating Forest Landowners Landscape Preferences. *Scandinavian Journal of Forest Research* **8**:408-417.
- Kienast, F. 1993. Analysis of Historic Landscape Patterns with a Geographical Information-System - a Methodological Outline. *Landscape Ecology* **8**:103-118.
- Kirby, K. J. 2003. Woodland conservation in privately-owned cultural landscapes: the English experience. *Environmental Science & Policy* **6**:253-259.
- Le Coeur, D., Baudry, J., Burel, F., and Thenail, C. 2002. Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture Ecosystems & Environment* **89**:23-40.
- Leduc, A., Drapeau, P., Bergeron, Y., and Legendre, P. 1992. Study of Spatial Components of Forest Cover Using Partial Mantel Tests and Path-Analysis. *Journal of Vegetation Science* **3**:69-78.
- Legendre, P., and Fortin, M. J. 1989. Spatial Pattern and Ecological Analysis. *Vegetatio* **80**:107-138.
- Legendre, P., and Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. Elsevier Health Sciences, Amsterdam.
- Legendre, P., and Troussellier, M. 1988. Aquatic Heterotrophic Bacteria - Modeling in the Presence of Spatial Auto-Correlation. *Limnology and Oceanography* **33**:1055-1067.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Lillesand, T. M., and Kiefer, R. W. 1987. Remote Sensing and Image Interpretation, 2 edition. John Wiley and Sons, New York.
- Loh, D. K., and Rykiel, E. J. 1992. Integrated Resource-Management Systems - Coupling Expert Systems with Database-Management and Geographic Information-Systems. *Environmental Management* **16**:167-177.
- Long, A. J. 1999. Trees outside forests: agro-, community, and urban forestry. *New Forests* **17**:145-174.
- Lourenço, F. J. 1932. Rápida notícia acerca das culturas e gados da Terra Fria Bragançana. Tese de licenciatura Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Mardle, S., Pascoe, S., and Herrero, I. 2004. Management objective importance in fisheries: An evaluation using the analytic hierarchy process (AHP). *Environmental Management* **33**:1-11.
- May, R. M. 1976. Patterns in multi-species communities. Pages 142-162 in R. M. May, editor. Theoretical ecology. Blackweel Scientific Publications, Oxford.
- McCracken, D. I., Bignal, E. M., and Wenlock, S. E., editors. 1995. Farming on the Edge: the nature of traditional farmland in Europe: proceedings of the Fourth European Forum on Nature Conservation and Pastoralism, Trujilo, November 1994, Edición edition. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- McCune, B., and Mefford, M. J. 1999. PC-Ord - Multivariate Analysis of Ecological Data. in. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., and Ene., E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. in. University of Massachusetts, Amherst.
- Meixner, O., and Haas, R. 2002. Cultural landscape planning in Austria: Transfer of scientific knowledge to selected target group's by applying the analytic hierarchy process. *Bodenkultur* **53**:13-21.
- Meneses, A. d. F. d. C. e. 1990. Inventário de cogumelos em soutos e castiçais de Trás-os-Montes. relatório final de estágio. UTAD, Vila Real.
- Merriam, G. 1988. Landscape Dynamics in Farmland. *Trends in Ecology & Evolution* **3**:16-20.
- Meurk, C. D., and Swaffield, S. R. 2000. A landscape ecological framework for indigenous regeneration in rural New Zealand-Aotearoa. *Landscape and Urban Planning* **50**:129-144.

- Mikusinski, G., and Angelstam, P. 1999. Man and deciduous trees in boreal landscape. Pages 220-224 in P. Kovar, editor. *Nature and Culture in Landscape Ecology. Experience for the 3rd Millenium*. The Karolinum Press, Prague.
- Millán Urdiales, J. 1966. *El habla de Villacidayo (León)*. Imprenta Aguirre, Madrid.
- Morain, S. A. 1999. *GIS solutions in natural resource management : balancing the technical-political equation*, 1st edition. OnWord Press, Santa Fe, NM.
- Moreira, F. 1999. Relationships between vegetation structure and breeding bird densities in fallow cereal steppes in Castro Verde, Portugal. *Bird Study* **46**:309-318.
- Nascimento, M. P. d. 1997. *Estudo de diversidade genética em populações de trigo barbela pela técnica de AFLPs*. Mestre. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Naveh, Z. 1998. The role of Landscape Ecology in the Mediterranean. in *I Encontro Nacional de Ecologia da Paisagem, Montemor-o-Novo*.
- Naveh, Z. 1999. Transdisciplinary challenges for landscape ecology facing the post-industrial information society. Pages 22-28 in P. Kovar, editor. *Nature and Culture in Landscape Ecology. Experience for the 3rd Millenium*. The Karolinum Press, Prague.
- Naveh, Z., and Lieberman, A. 1994. *Landscape Ecology Theory and Application*, Second edition. Springer-Verlag, New York.
- Neto, A. M. d. S. 1988. *Análise do processo de adesão ao projecto de desenvolvimento rural integrado de Trás-os-Montes (PDRITM). relatório final de estágio*. UTAD, Vila Real.
- Nousiainen, I., Tahvanainen, L., and Tyrvainen, L. 1998. Landscape in farm-scale land-use planning. *Scandinavian Journal of Forest Research* **13**:477-487.
- Nusser, M. 2001. Understanding cultural landscape transformation: a re-photographic survey in Chitral, eastern Hindukush, Pakistan. *Landscape and Urban Planning* **57**:241-255.
- O'Neil, B. J. 1984. *Proprietários, Lavradores e Jornaleiros - Desigualdade Social numa Aldeia Transmontana 1870 - 1978*. Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- Oreszczyn, S. 2000. A systems approach to the research of people's relationships with English hedgerows. *Landscape and Urban Planning* **50**:107-117.
- Pablo, C. L. d., Agar, P. M. d., Sal, A. G., and Pineda, F. D. 1988. Descriptive capacity and indicative value of territorial variables in ecological cartography. *Landscape Ecology* **1**:203-211.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Pan, D. Y., Domon, G., de Blois, S., and Bouchard, A. 1999. Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecology* **14**:35-52.
- Peralta, P., and Mather, P. 2000. An analysis of deforestation patterns in the extractive reserves of Acre, Amazonia from satellite imagery: a landscape ecological approach. *International Journal of Remote Sensing* **21**:2555 - 2570.
- Perdigão, V. 1992. Stratification of Trás-os-Montes using integrated GIS and Landsat TM data. Joint Recherche Center-Commission of the European Communities, Bruxelas.
- Pereira, J. 1931. As folhas mortas prestam-se a múltiplos usos hortícolas. *Lavrador*.
- Pesonen, M., Kurttila, M., Kangas, J., Kajanus, M., and Heinonen, P. 2001. Assessing the priorities using A'WOT among resource management strategies at the Finnish Forest and Park Service. *Forest Science* **47**:534-541.
- Petit, C. C., and Lambin, E. F. 2001. Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection. *International Journal of Geographical Information Science* **12**:785 - 803.
- Pinto Correia, T. 2000. Future development in Portuguese rural areas: how to manage agricultural support for landscape conservation? *Landscape and Urban Planning* **50**:95-106.
- Pinto Correia, T., and Cancela d'Abreu, A. 2001. Identificação e caracterização de paisagens como contributo para o ordenamento: metodologia aplicada a Portugal. in I Jornadas Ibéricas de Ecologia da Paisagem, Bragança.
- Pires, J. M., and Moreira, N. T. 1995. O subsistema pecuário da bovinicultura na área do Parque Natural de Montesinho. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Pires, J. M., Pinto, P. a., and Moreira, N. T. 1994. Lameiros de Trás-os-Montes. Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Pontius, R. G., and Schneider, L. C. 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture Ecosystems & Environment* **85**:239-248.
- Portela, J. 1992. The Terra Fria Farming System: Elements, Practices and Neglected Research Domains. UTAD, Vila Real.
- Portela, J., Melo, A., and Baptista, A. 1987. PDRITM : melhoria dos regadios tradicionais : efeitos intermédios, Vila Real.

- Portela, J. F. G. 1985. Terras e arremates em Fontim. *Brigantia* 5:683-694.
- Rackham, O. 1998. Trees and woodland in a cultural landscape: the history of woods in England. *Forestry Sciences* 54:139-147.
- Read, J. M., and Lam, N. S.-N. 2002. Spatial methods for characterising land cover and detecting land-cover changes for the tropics. *International Journal of Remote Sensing* 23:2457-2474.
- Redentor, A. 1998. História e Gentes. Pages 51-57 in Parque Natural de Montesinho. João Azevedo Editor, Mirandela.
- Rempel, R. 2002. Patch Analyst. in. Sustainable Forest Management Network (NCE), Centre for Northern Forest Ecosystem Research (OMNR).
- Reyna Doménech, S., and Cardells i Romero, F. 1999. Valoración AHP de los ecosistemas naturales de la Comunidad Valenciana. *Revista Valenciana D'Estudis Autònoms* 27:153-177.
- Reynolds, K., Bjork, J., Riemann-Hershey, R., Schmoldt, D., Payne, J., King, S., Moer, M., Decola, L., Twery, M., and Cunningham, P. 1999. Chapter 28: Decision support for ecosystem management. Pages 687-721 in N. C. Johnson, A. J. Malk, W. T. Sexton, and R. Szaro, editors. *Ecological Stewardship: A Common Reference for Ecosystem Management*. Elsevier Science Ltd, Oxford.
- Reynolds, K. M., and Holsten, E. H. 1994. Relative Importance of Risk-Factors for Spruce Beetle Outbreaks. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere* 24:2089-2095.
- Ribeiro, O., and Lauteusach, H. 1987. Geografia de Portugal: a posição geográfica e o território. Edições João Sá da Costa, Lisboa.
- Rocha, J. M. S. d. C. 1995. Caracterização das famílias-explorações leiteiras dos vales sub-montanos de Trás-os-Montes. relatório final de estágio. UTAD, Vila Real.
- Rodrigues, M. 1987. Os baldios. Editorial Caminho, Lisboa.
- Rodrigues, O. 2003. A agricultura e o uso da terra na região de Alto Trás-os-Montes. IDARN, Vila do Conde.
- Rodrigues, O. A. 1998. A terra e a mudança. Reprodução social e património fundiário na Terra Fria Transmontana. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Romero, C. 1993. Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones, Madrid.

## *Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

- Ruxton, B. P. 1968. Order and disorder in land - UNESCO Symposium. Pages 29-39 in G. A. Stewart, editor. Land Evaluation, Australia.
- Ryherd, S., and Woodcock, C. 1996. Combining spectral and texture data in the segmentation of remotely sensed images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* **62**:181-194.
- Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, New York.
- Saaty, T. L. 1990. Multicriteria decision making : the analytic hierarchy, Pittsburgh.
- Samways, M. J. 1995. Insect conservation biology. Chapman & Hall, London ; New York.
- San Miguel Ayanz, J., and Biging, G. S. 1996. An iterative classification approach for mapping natural resources from satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing* **17**:957-981.
- Santos, J. M. L. 1990. Estrutura agrária e recursos naturais no Alto barroso. in 1ª Jornadas sobre o mundo rural, Bragança.
- Sardinha, A. M., and Macedo, F. W. 1987. Pastos arbóreos. Factor de valorização da pecuária transmontana., Lisboa.
- Schmoldt, D. L. 2001. The analytic hierarchy process in natural resource and environmental decision making. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht ; Boston.
- Schmoldt, D. L., Kangas, J., and Mendoza, G. A. 2001. Basic Principles of Decision Making in Natural Resources and the Environment. Pages 1-13 in D. L. Schmoldt, J. Kangas, G. A. Mendoza, and M. Pesonen, editors. The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Schmoldt, D. L., and Peterson, D. L. 2000. Analytical group decision making in natural resources: Methodology and application. *Forest Science* **46**:62-75.
- Schmoldt, D. L., and Rauscher, H. M. 1996. Building knowledge-based systems for natural resource management. Chapman & Hall, New York.
- Schmucki, R., De Blois, S., Bouchard, A., and Domon, G. 2002. Spatial and temporal dynamics of hedgerows in three agricultural landscapes of southern Quebec, Canada. *Environmental Management* **30**:651-664.
- Schneider, L. C., and Pontius, R. G. 2001. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture Ecosystems & Environment* **85**:83-94.

- Sérgio, A. 1972. Breve interpretação da História de Portugal, Livraria Sá da Costa Editora edition, Lisboa.
- Sheail, J., and Bunce, R. G. H. 2003. The development and scientific principles of an environmental classification for strategic ecological survey in the United Kingdom. *Environmental Conservation* **30**:147-159.
- Silvennionen, H., Alho, J., Kolehmainen, O., and Pukkala, T. 2001. Prediction models of landscape preferences at the forest stand level. *Landscape and Urban Planning* **56**:11-20.
- Taborda, V. 1932. Alto Trás-os-Montes Estudo Geográfico. Livros Horizonte, Lisboa.
- Teixeira, A. J. C. 1994. Caracterização e classificação etnológica dos ovinos churros portugueses. Uma perspectiva morfométrica, Bragança.
- Tellería, J. L. 2003. Utilidad de las cañadas para la conservación de la fauna. Pages 257-266 in O. a. d. P. Naturales, editor. Las vías pecuarias del Reino de España: un patrimonio natural y cultural europeo. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Terao, S. 2002. Vocabulário dos nomes arbóreos no âmbito toponímico, religioso e humano nos distritos de Bragança e Vila Real. *Brigantia* **22**:39-90.
- Tiago, A. C. 1987. Pastos Arbóreos. Fator para a valorização da Pecuária em Trás-os-Montes. Relatório final de Estágio. UTAD, Vila Real.
- Treitz, P. 2001. Variogram analysis of high spatial resolution remote sensing data: An examination of boreal forest ecosystems. *International Journal of Remote Sensing* **22**:3895 - 3900.
- Varela, J. A. S. 1992. A agricultura e o espaço rural. Contributo para a compreensão das suas relações em Portugal, Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura (DGPA) edition. Ministério da Agricultura, Lisboa.
- Vos, W., and Stortelder, A. 1992. Vanishing Tuscan landscapes - Landscape ecology of a Submediterranean-Montane area (Solano Basin, Tuscany, Italy). Pudoc Wageningen, Wageningen.
- Wear, D. N., and Bolstad, P. 1998. Land-use changes in Southern Appalachian landscapes: Spatial analysis and forecast evaluation. *Ecosystems* **1**:575-594.
- Webster, S., and Felton, M. 1993. Targeting for Nature Conservation in Agricultural Policy. *Land Use Policy* **10**:67-82.
- Wiens, J. A. 1989. Spatial Scaling in Ecology. *Functional Ecology* **3**:385-397.

*Paisaje rural y la dinámica de los retículos arbóreos*

Wiens, J. A., Stenseth, N. C., Vanhorne, B., and Ims, R. A. 1993. Ecological Mechanisms and Landscape Ecology. *Oikos* **66**:369-380.

Zee, D. v. d. 1999. The use of GIS in the study of nature-culture interactions in landscapes. Pages 319-326 in P. Kovar, editor. *Nature and Culture in Landscape Ecology. Experience for the 3rd Millenium*. The Karolinum Press, Prague.