Capítulo 2

Métodos generales*

Esta Tesis Doctoral abarca una metodología amplia con experimentos y recogida de datos de campo a varias escalas. En los **capítulos 3** y **4** se ha trabajado a escala de paisaje usando un estudio correlacional, mientras que en los **capítulos 4** y **5** se ha utilizado una metodología a escala local con parcelas de exclusión de herbívoros. Los experimentos en las parcelas de exclusión fueron puestos en marcha en agosto del 2001 y continúan en funcionamiento en la actualidad. En esta memoria se presentan los resultados de los muestreos de los tres primeros años (2002-2004). La metodología de cada estudio concreto está descrita de manera más minuciosa en los capítulos correspondientes.

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la dehesa "Santo Ángel de la Guarda" situada en el término municipal de Chapinería (40º 23´ N, 4º 12´ W), perteneciente a la Comunidad de Madrid. La dehesa, con un tamaño aproximado de 330 ha, está situada en el piedemonte de la Sierra de Madrid, en una zona de transición entre la Sierra de Guadarrama y la campiña (**Fig. 2.1**). Las altitudes más elevadas se encuentran en la zona noroeste de la dehesa, y oscilan entre los 727 y los 738 m. Las cotas más bajas rondan los 660 m y se encuentran en el límite sur (Instituto Tecnológico Geominero de España 1991). El área está dominada por suaves pendientes y zonas relativamente llanas. El clima es mediterráneo semiárido continental con una marcada estacionalidad. La temperatura y precipitación media anual es de 12.6º C y 432.6 mm, respectivamente (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1989). La precipitación está caracterizada por una alta fluctuación interanual y una pronunciada sequía estival. Durante el periodo de estudio (2002 - 2004) la temperatura y precipitación media anual fue de 13.4, 13.9 y 13.1º C y de 676, 550 y 584 mm, respectivamente (**Fig. 2.2**).

Geológicamente la zona está formada por pórfidos graníticos que forman haces de dimensiones importantes (Instituto Tecnológico Geominero de España 1991). Los suelos, principalmente silíceos y ácidos, están muy poco desarrollados en la mayor parte de la dehesa, caracterizándose por un bajo contenido en materia orgánica, escasa profundidad y muy baja productividad. En ocasiones aflora la roca. En las zonas de relieve más bajo aparecen suelos más desarrollados con componentes arcillosos. Son suelos con mayores contenidos en materia orgánica y nutrientes y, por tanto, más productivos (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1989).

El encinar (*Quercus ilex* subsp*. rotundifolia*) es la vegetación arbórea que domina la zona. Las especies arbustivas más abundantes son: *Lavandula stoechas*, *Retama sphaerocarpa*, *Cytisus scoparius* y *Genista cinerea*. La vegetación herbácea es muy diversa (111 especies encontradas durante los muestreos, **apéndices 2.1 y 2.2**) y está principalmente dominada por especies anuales. Sin embargo, existe un marcado gradiente topográfico en la composición de estas comunidades. En las partes altas y laderas, la comunidad herbácea está principalmente compuesta por plantas anuales de pequeño tamaño, mientras que en las partes bajas, la vegetación está dominada

* El formato de memoria de Tesis Doctoral en inglés, en la Universidad de Alcalá, obliga a "un amplio resumen de la memoria en español, que contenga al menos, los antecedentes, metodología y conclusiones del trabajo realizado". La metodología particular de cada estudio concreto está descrita en los capítulos correspondientes.

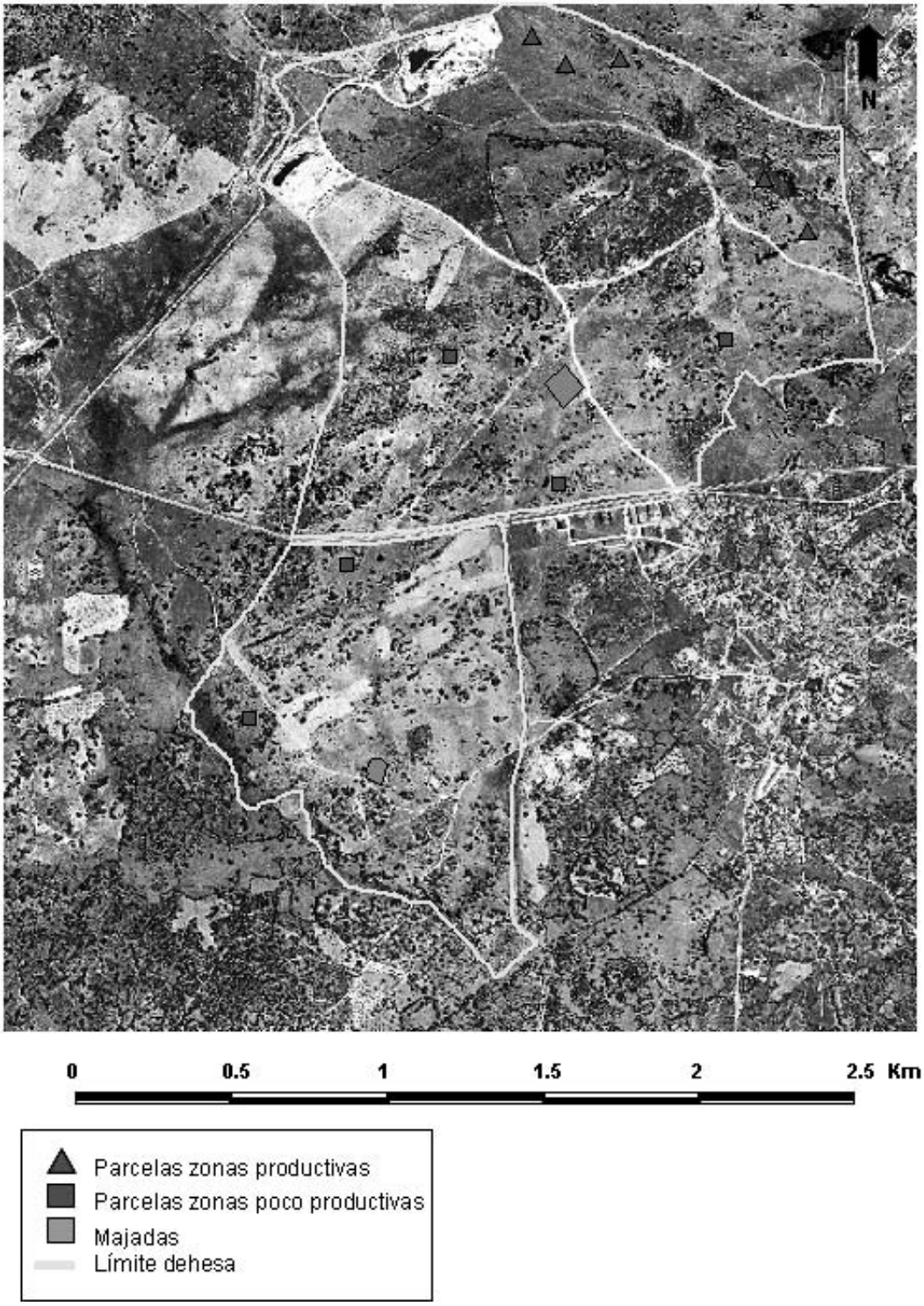

Figura 2.1: Foto aérea del área de estudio. En amarillo se muestra el límite de la dehesa. Se han señalado en rojo la localización en la finca de los experimentos de exclusión de herbívoros; triángulos para las zonas bajas muy productivas y cuadrados para las zonas altas poco productivas. En verde se muestra la localización de las majadas.

por especies altas, y algunas especies perennes como *Agrostis castellana* y *Cynodon dactylon* son muy abundantes. En Moreno (1998) puede consultarse un amplio análisis climático, edáfico y de la vegetación del área de estudio.

El principal herbívoro silvestre en la dehesa es el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus* L.), el cual es muy abundante en toda la zona. La dehesa también es pastada por un rebaño de 600 ovejas (2 ovejas/ha) en régimen extensivo que utiliza la finca desde principios de diciembre hasta principios de julio. Durante el verano, el agostamiento del pastizal obliga al desplazamiento del ganado a zonas de sierra situadas más al norte, en Ávila, con mayor productividad durante el verano. La gestión de la dehesa está principalmente enfocada a la caza del conejo. La gestión cinegética incluye la admisión de 20 cazadores por cada día del periodo hábil de caza del conejo, 15 días al año en otoño, y en total llegan a cazarse entre 500 y 600 conejos anuales. También, de manera periódica se realizan roturaciones para eliminar arbustos y mejorar el crecimiento del pasto en las zonas de ladera, mientras que las zonas bajas de vallicar suelen segarse, en años favorables, con la llegada del verano.

Destaca en la zona la gran abundancia de aves rapaces como el Águila calzada (*Hieraetus pennatus*), Ratonero (*Buteo buteo*) y Águila imperial (*Aquila adalberti*) y especies carroñeras como el Buitre leonado (*Gyps fulvus*) y Buitre negro (*Aegypius monachus*) que utilizan la dehesa como lugar de cría y/o cazadero.

Nomenclatura taxonómica de la vegetación: Tutin *et al*. (1964-1981).

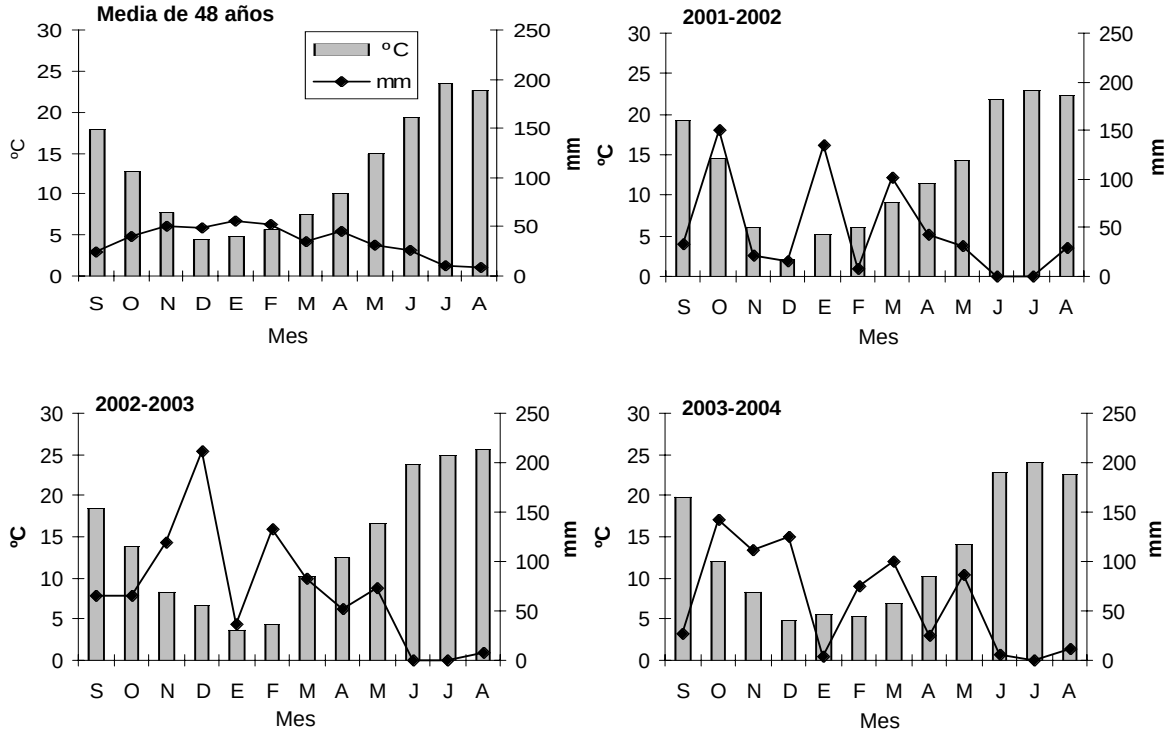

Figura 2.2: Temperaturas y precipitaciones medias mensuales de la zona de estudio (desde 1932 a 1980), adaptado de Moreno (1998) y temperaturas medias y precipitaciones totales mensuales durante los años de estudio. Se muestran años hidrológicos, desde septiembre a agosto.

Estudio correlacional a escala de paisaje: selección de hábitat por los herbívoros (Capítulos 3 y 4)

Sobre una ortofoto del área de estudio colocamos una rejilla regular de 50 x 50 m sobre la que seleccionamos al azar 220 puntos de un total de 350 intersecciones. Posteriormente los puntos fueron identificados y marcados en el campo. Cada uno de estos puntos fijos fue visitado a lo largo de un año, en primavera, verano e invierno para estimar la abundancia de conejos y ovejas y diferentes características del hábitat.

Muestreos de campo

Abundancia de herbívoros, vegetación y madrigueras

En cada punto dispusimos al azar dos cuadrados fijos de 0.5 x 0.5 m y uno de 0.5 x 5 m donde, mediante la extracción y posterior conteo de excrementos, estimamos la abundancia de conejos y ovejas, respectivamente. Al colocar los cuadrados se evitaron zonas de influencia de letrinas de conejo y zonas situadas debajo de la copa de las encinas y matorral. Los excrementos de conejo se separaron en el laboratorio por tamaños mayores y menores de 6 mm de diámetro (**capítulo 4**). Siguiendo la metodología de Bhadresa (1982), consideramos que las heces más pequeñas de 6 mm pertenecían a conejos juveniles y las mayores de ese tamaño a adultos. Además, en cada punto situamos al azar otros dos cuadrados fijos de 20 x 20 cm donde visualmente estimamos la cobertura herbácea verde, cobertura de cada especie, cobertura de gramíneas, leguminosas y compuestas y altura de la vegetación herbácea. Desde el punto central donde se realizaron estos muestreos, seleccionamos un área circular de 10 m de radio donde medimos la cobertura aérea de la vegetación leñosa (encina y matorral), y otro de 50 m donde medimos la abundancia de colonias de conejo y el número de entradas a estas colonias. Además, medimos la distancia mínima desde cada punto al agua en superficie disponible para beber así como la distancia existente desde cada punto hasta la majada de las ovejas.

Características del suelo (Capítulo 3)

En cada uno de los 220 puntos cogimos al azar cuatro muestras de suelo de 10 cm de profundidad. Las muestras fueron secadas al aire y pasadas a través de un tamiz de 2 mm para separar las piedras y las raíces. El peso de las piedras fue usado como una estima de la pedregosidad del suelo.

Para conocer la fertilidad del suelo hicimos un bioensayo. Parte del suelo recogido en cada punto fue tamizado y en él sembramos semillas de cebada (4 macetas por punto de muestreo y 10 semillas por maceta). Las macetas se mantuvieron en invernadero y fueron regadas de manera que la cebada siempre tuviera agua disponible para el crecimiento. Las plantas fueron cortadas cuando alcanzaron su máximo crecimiento y se observaron los primeros signos de senescencia. Después se secaron a 70ºC y se pesaron. Las diferencias de peso encontradas entre los puntos se consideran debidas a diferencias en la fertilidad química del suelo (Moro *et al*. 1997). Posteriormente, para conocer que componentes del suelo eran los responsables de esta fertilidad, llevamos a cabo análisis de suelo en 100 de las 220 muestras recogidas, en las cuales se estimó la textura del suelo (porcentaje de arena, arcilla y limo), contenido de materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo, pH y macronutrientes (K, Ca, Na y Mg).

También cogimos al azar cuatro muestras de suelo en primavera, verano e invierno en cada uno de los 220 puntos. Las muestras fueron pesadas, secadas a 100º C y pesadas de nuevo. La diferencia de peso se consideró una estima de la humedad del suelo.

La abundancia de heces de conejo y ovejas, características de la vegetación herbácea, distancia al agua y humedad del suelo fueron medidas en primavera, verano e invierno. La distancia a la majada, cobertura de vegetación leñosa, abundancia de madrigueras, pedregosidad y fertilidad fueron medidas sólo una vez, en primavera, ya que se consideró que estas variables permanecieron relativamente invariables a lo largo del año de muestreo.

Geomorfología

Combinando la geomorfología y los diferentes usos del suelo del área de estudio, identificamos cinco áreas geomorfologías o "tipos de hábitat" diferentes (**Fig.3.1**, pag. 49): (1) Las "crestas" o partes altas del sistema, con manchas densas de encina y matorral, (2) las laderas, con abundante encina, matorral y manchas de pastizal intercalados, (3) zonas planas a mitad de ladera, caracterizadas por ser áreas más abiertas con algunas manchas de matorral y amplias zonas de pastizal, (4) zonas planas bajas, caracterizadas por ser áreas muy abiertas, con pastizales más productivos que los anteriores, con árboles y matorral dispersos, (5) zonas planas bajas húmedas, normalmente localizadas en vaguadas o cerca de riachuelos temporales y que pueden permanecer encharcadas parte del año. Éstas se distinguen por ser zonas altamente productivas con vegetación herbácea alta donde abundan las especies perennes. Las cinco zonas representan un gradiente, desde las zonas altas a las bajas de la dehesa, donde se da una disminución de la vegetación leñosa y un aumento de la cobertura herbácea y productividad primaria así como la aparición de especies perennes.

Experimento factorial a escala de comunidad vegetal: efecto de los herbívoros sobre la vegetación (Capítulos 5 y 6)

El experimento se llevó a cabo en dos zonas de la dehesa con diferente productividad primaria; zonas altas poco productivas y zonas bajas de vallicar muy productivas (**Fig. 2.1**). Los tratamientos experimentales de pastoreo son tres: sólo pastado por conejos, pastado por conejos y ovejas (control) y no pastado. En Agosto de 2001 se establecieron cinco réplicas de estos tratamientos en zonas productivas y otras cinco en zonas poco productivas. Para ello, en cada una de las 10 zonas elegidas, se construyeron tres parcelas adyacentes de 36 m² con malla de 2.5 cm de luz y 1 m de altura. En la parcela donde sólo entran conejos, la malla fue elevada 20 cm del suelo para permitir su uso por conejos pero evitar la entrada de ovejas. La parcela donde pastan conejos y ovejas fue señalizada pero no se valló. La parcela no pastada fue totalmente vallada y la malla se enterró 30 cm en el suelo y formando una "L" hacia el exterior para evitar que los conejos entraran excavando. Una vez instalados, los tratamientos de pastoreo situados en las zonas poco productivas no fueron roturados y los situados en las zonas más productivas no fueron segados (operaciones habituales en la finca).

Muestreos de campo

Para analizar las causas de la diferencia de productividad entre las dos zonas seleccionadas, estimamos la humedad del suelo y la fertilidad. En cada una de las cinco réplicas existentes en cada

zona cogimos al azar cuatro muestras de suelo de 10 cm de profundidad de las que se analizó el contenido en nitrógeno y materia orgánica. Además en primavera, verano e invierno, cogimos cuatro muestras más de cada sitio para estimar la humedad del suelo. Las muestras se cogieron también al azar y de la misma profundidad, y fueron cribadas para eliminar las raíces y piedras. Las muestras fueron pesadas, posteriormente secadas en la estufa a 100º C durante 24 h y pesadas de nuevo. La diferencia entre el peso húmedo y el peso seco fue considerada como una estima de la humedad del suelo.

La intensidad de uso de las parcelas por los herbívoros se estimó mediante conteos fecales. Para ello, se establecieron tres cuadrados fijos de 1 m² dentro de las parcelas pastadas por conejos y dentro de las parcelas pastadas por conejos y ovejas, donde mensualmente recogimos los excrementos de conejo y oveja.

La persistencia de los excrementos de conejo puede variar entre hábitats y estaciones (Taylor & Williams 1956). Para asegurarnos que un mes era un tiempo adecuado entre conteo y conteo, realizamos un experimento de degradación de heces, en otoño, invierno, primavera y verano (2001-2002). En cada una de las parcelas no pastadas (totalmente vallada), de las zonas poco y muy productivas, se colocaron 20 heces frescas (excretadas el mismo día por los conejos) y pasado un mes fueron contadas de nuevo. Aunque en otoño e invierno, la persistencia de las heces fue ligeramente menor en las zonas más productivas (**Tabla 2.1**), la baja tasa de degradación encontrada nos permitió considerar que un mes era un periodo de tiempo adecuado para la estimación de la intensidad de uso por los herbívoros.

Tabla 2.1: Número medio de excrementos de conejo que permanecieron, tras un mes, en las parcelas no pastadas de las zonas productivas y poco productivas durante las cuatro estaciones. El número inicial de excrementos fue de 20.

	Otoño	**Invierno**	**Primavera**	**Verano**
Poco productivas	19	18.8	19.8	18
Muy productivas	16.5	14.7	19	20

La cobertura aérea de las especies, cobertura verde, necromasa y suelo desnudo se estimaron visualmente en 7 cuadrados de 20 x 20 cm situados en las diagonales de las parcelas de cada tratamiento. En cada año de muestreo la localización de los cuadrados en dichas diagonales cambió. Las coberturas fueron medidas en el pico de máxima productividad primaria, abril para las zonas poco productivas y mayo para las más productivas. Las especies se clasificaron en grupos: gramíneas, no gramíneas, leguminosas, y compuestas. En los sitios más productivos se separaron además en especies de porte alto, porte bajo y perennes. También medimos la altura media de la vegetación en cada cuadrado. Después de medir coberturas y alturas, cortamos la vegetación a nivel de suelo en cada uno de los cuadrados. En el laboratorio separamos las muestras en biomasa y necromasa, se secaron en la estufa a 55º C hasta alcanzar peso constante y se pesaron. Calculamos el consumo hecho por los herbívoros a partir de la diferencia entre la biomasa de la parcela no pastada y las pastadas. La biomasa subterránea fue estimada en cada parcela en 5 puntos al azar mediante muestras de suelo sacadas con tubos de PVC de 7,2 cm de diámetro y 12 cm de longitud. Las muestras se lavaron y fueron sucesivamente pasadas por un tamiz de 0.5 mm de luz. Las raíces extraídas se secaron en la estufa a 55ºC hasta alcanzar peso constante y se pesaron. Además, en 2004, los tubos de PVC fueron divididos en tres fracciones (0-4, 4-8 y 8-12 cm de profundidad) para conocer la distribución vertical de las raíces y las submuestras de suelo se trataron con la misma metodología.

Variables utilizadas en los análisis estadísticos

En el **capítulo 3** se ha usado el número de heces de conejo y oveja como una estima de la abundancia de herbívoros; la cobertura herbácea verde y la cobertura de especies como variables relacionadas con la abundancia y calidad del alimento para los herbívoros; la densidad de madrigueras y vegetación leñosa como variables relacionadas con el refugio para los herbívoros; distancias al agua y a la majada (refugio para las ovejas), y los parámetros del suelo, pedregosidad, fertilidad y humedad. En el **capítulo 4** se ha utilizado el número de heces de conejos adultos y juveniles (abundancia de herbívoros), la cobertura herbácea verde (alimento), la cobertura de gramíneas, leguminosas y compuestas (alimento), distancia al agua, la densidad de madrigueras, encinas, y diferentes especies de matorral (refugio) y el volumen de la vegetación herbácea (altura x cobertura) (refugio). En el **capítulo 5** se han utilizado las variables relacionadas con la estructura de la vegetación herbácea (altura y cobertura), necromasa y biomasas (aérea y subterránea). En el **capítulo 6** se han utilizado los parámetros de la vegetación a dos niveles de organización: grupo funcional y comunidad. Los grupos funcionales considerados fueron: gramíneas, no gramíneas, leguminosas, y compuestas, especies de porte alto, porte bajo y perennes. En el nivel de comunidad hemos utilizado: riqueza de especies, diversidad de especies (*H*), equitatividad (*J*) y heterogeneidad espacial (índice de Sörensen).

Procedimientos estadísticos

Se han utilizado modelos de ecuaciones estructurales (Path Model) para testar hipótesis causales sobre los factores directos e indirectos que determinan la selección de hábitat de conejos y ovejas en dehesas (**capítulo 3**). El Path Model es una potente técnica estadística para analizar modelos complejos con efectos directos e indirectos entre las variables (Mitchell 1992). Se utilizaron modelos de regresión múltiple "stepwise" para conocer las variables físicas y químicas del suelo que explican la variable "fertilidad" obtenida en el experimento de bioensayo (**capítulo 3**) y para determinar los factores que influyeron en las preferencias de hábitat por conejos juveniles y adultos (**capítulo 4**). Previo a los análisis de regresión múltiple se emplearon correlaciones (r Pearson) para ver la colinearidad entre las variables. Cuando estaban altamente correlacionadas se eliminaron aquellas que juzgamos más difíciles de interpretar, las cuales no se incluyeron en los análisis de regresión múltiple. Se ha usado análisis de la varianza (ANOVA) para testar el efecto de los herbívoros sobre la vegetación en el experimento factorial de exclusión de herbívoros: cobertura verde, suelo desnudo, altura, biomasa aérea, necromasa, biomasa subterránea y en la distribución vertical de la biomasa subterránea (**capítulo 5**) así como sobre los grupos funcionales y parámetros de la comunidad vegetal (**capítulo 6**); en la abundancia de excrementos de conejo entre tratamientos y productividades (**capítulo 5**). También para comprobar diferencias en las propiedades edáficas, y en la abundancia de conejos y ovejas entre las cinco zonas geomorfológicas (**capítulo 3**) y para comprobar diferencias en la abundancia de excrementos de conejos juveniles y adultos entre las cinco zonas geomorfológicas (**capítulo 4**). Se utilizaron t-test para ver diferencias significativas en fertilidad y número de excrementos de oveja entre zonas productivas y poco productivas (**capítulo 5**). Se utilizaron ANOVAs de medidas repetidas para testar el efecto de los herbívoros sobre las variables de la comunidad vegetal a lo largo de los tres años de muestreo (**capítulo 5** y **6**) y para testar las diferencias de humedad del suelo entre zonas productivas y poco productivas durante primavera, verano e invierno (**capítulo 5**). Se usaron test de comparación de medias (test de Tukey, $p<0.05$) para analizar las diferencias entre los niveles de la variable independiente. Con el fin de incrementar la normalidad y la homocedasticidad se realizaron las transformaciones necesarias en los datos.

Bibliografía

Bhadresa, R. 1982. Plant-rabbit interactions on a lowland heath. PhD. Thesis. King College. London.

Instituto Tecnológico Geominero de España. 1991. Mapa geológico de España 1:50.000. Hoja nº 557. San Martín de Valdeiglesias, Madrid, pp. 71.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1989. Caracterización Agroclimática de la provincia de Madrid, pp. 120.

Mitchell, R.J. 1992. Testing evolutionary and ecological hypothesis using path analysis and structural equation modelling. Functional Ecology 6: 123-129.

Moreno, B. 1998. Ordenación silvo-cinegético-pastoral de la dehesa vecinal "Santo Ángel de la Guarda", término municipal de Chapinería (Madrid). Proyecto fin de carrera, Universidad Politécnica de Madrid.

Moro, M J., Pugnaire, F.I., Haase, P. & Puigdefábregas, J. 1997. Effects of the canopy of Retama sphaerocarpa on its understory in a semiarid environment. Functional Ecology 11: 425-431.

Taylor, R.H. & William, R.M. 1956. The use of pellet count for estimating the density of populations of wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.). New Zealand Journal of Science and Technology 38: 236-256.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burguess, N.A., Moore, D. M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (1964-1981). Flora Europaea. Cambridge.

Apéndice 2.1. Especies encontradas durante los muestreos en las parcelas de exclusión de herbívoros de las zonas muy productivas, e incluidas en los análisis del **capítulo 6**. Los números representan la cobertura media de cada especie durante el periodo de muestreo (primavera) en 2002, 2003 y 2004. R = solo conejos presentes; R + S = Conejos y ovejas presentes; N = herbívoros ausentes. La nomenclatura sigue Tutin et al. (1964 - 1981). * Especies perennes.

Familia y especie	**2002**			**2003**			**2004**		
	R	**R + S**	**N**	**R**	**R + S**	**N**	**R**	**R + S**	**N**
Amaryllidaceae									
Narcissus bulbocodium *	0	0.05	0.68	0.11	0.34	0.80	0.05	0	0
Boraginaceae									
Echium plantagineum	1.72	3.20	1.58	0.97	0.40	1.77	2.80	2.05	2.31
Myosotis discolor	0.71	0.21	0.30	1.18	2.48	2.64	0.57	3.11	2.54
Caryophyllaceae									
Cerastium glutinosum	0.90	0.75	0.60	0.97	1.31	0.80	1.14	0.80	0.43
Chaetonychia cymosa	-	-	-	-	-	-	0.20	0	0.71
Moenchia erecta	0.03	0.60	0.04	0.48	0.26	0.06	0.40	0.17	0.08
Petroragia nanteuilii	0.80	0.38	0.03	0.11	0.60	0.04	0.20	0.40	0.03
Sagina apetala	-	-	-	-	-	-	0	0.03	0
Silene gallica	1.14	1	0.72	0.34	0.63	0.34	0.37	0.03	0
Spergula arvensis	0	0	0.01	0	0.03	0	0.06	0.20	0.05
Spergularia rubra	0.03	0	0	0	0	0.15	-	-	-
Cistaceae									
Tuberaria guttata	1.02	0.41	0.20	0.85	0.51	0	0.33	0.97	0.14
Compositae									
Cardus bourgeanus	0	0.08	0	-	-	-	-	-	-
Crepis capillaris	0.71	1.28	0.40	0.83	1.08	0.42	0.82	1.00	0.48
Hypochaeris radicata	8.17	5.06	5.15	4.08	5.88	1.08	1.58	0.57	1.18
Leontodon longirostris	-	-	-	1.74	2.03	2.07	0.85	1.06	0.08
Leontodon taraxacoides	-	-	-	1.23	2.23	0	0.48	1.71	0.68
Logfia gallica	0	0	0.14	-	-	-	0.14	0	0
Matricaria chamomilla	4.80	6.74	4.37	1.29	8.68	1.77	0.28	4.43	6.14
Tolpis barbata	0.08	0	0	-	-	-	-	-	-
Pulicaria odora	-	-	-	1.71	0	0	0	0.08	0
Senecio jacobea	0	0.71	0	-	-	-	-	-	-
Convolvulaceae									
Convolvulus arvensis	0.37	0	1.26	0.60	0.08	1.55	0.68	0.20	1.40
Cruciferae									
Diplotaxis tenuifolia	1.40	0.38	2.47	2.28	0.46	0.71	0.03	0	0
Erophila verna	0	0	0.01	0.57	0	0	-	-	-
Thlaspi perfoliatum	0	0.42	0	0.11	0.14	0.14	0	0	0.08
Cyperaceae									
Carex leporino *	3.17	3.71	4.43	9.77	4.92	10.08	7.20	6.17	2.40
Euphorbiaceae									
Euphorbia exigua	0.63	0.44	0.36	0.12	0.20	1.20	0.74	1.20	0.37
Geraniaceae									
Erodium cicutarium	0.55	0.08	0.28	0.48	0.17	0	0	0.28	0
Geranium dissectum	1.91	1.03	0.28	1.14	0.54	0.05	1.05	0.83	0.57
Gramineae									
Agrostis castellana *	20.84	18.77	18.92	13.86	11.25	14.62	21.90	12.57	6.05
Agrostis pourretii	0.06	0.94	0	0.03	0.03	0	0.74	4.17	1.25
Aira caryophyllea	1.77	0.82	1.14	1.81	0.46	0.06	0.28	0.28	0.08

Apéndice 2.1. Continuación.

Familia y especie	2002			2003			2004		
	R	R + S	N	R	R + S	N	R	R + S	N
Gramineae									
Briza minor	0.10	0.31	0.13	0.10	0.20	0.14	0.08	0.11	0.57
Bromus diandrus	-	-	-	-	-	-	0.08	0	0
Bromus hordaceus	4.54	0.97	7.67	2.17	3.54	2.05	4.11	5.97	2.05
Bromus squarrosus	0.67	1.38	7.20	7.29	8.05	4.54	11.51	5.60	2.06
Cynodon dactylon *	8.23	12.28	9.70	4.94	8.78	5.57	3.71	3.05	3.25
Festuca ampla *	0.05	0.12	0	-	-	-	0.57	0.57	6.43
Gaudinia fragilis	14.54	16.67	1.55	10.83	12.07	3.97	5.88	8.00	4.37
Hordeum secalinum	0	0.03	0	0	0.08	0	0	0.20	0.11
Koeleria caudata	-	-	-	0.03	0	0	0	0	0.05
Mibora minima	0.01	0	0	-	-	-	-	-	-
Phleum pratense	-	-	-	-	-	-	0.20	0	0
Poa bulbosa *	0	0	0.03	0.28	0.11	0.14	0.11	0	0.08
Poa trivialis *	0.03	0.17	0.05	0.06	0.03	0.95	0.63	1.20	0
Vulpia ciliata	0	0	0.10	0.06	0.03	0.08	0.23	0.40	0.45
Vulpia bromoides	10.20	8.64	17.75	7.77	1.28	8.63	2.74	3.65	6.80
Vulpia membranacea	-	-	-	0.48	1.00	0	-	-	-
Vulpia myuros	18.44	21.30	30.20	2.34	1.65	1.48	0.54	0.71	0
Taeniatherum caputmedus.	-	-	-	0.14	0	0.05	0	0.03	0
Iridaceae									
Romulea bulbocodium	-	-	-	0	0	0.08	0.40	0.34	0.34
Juncaceae									
Juncus bufonis	0.05	0.78	0.03	0.51	0.94	1.65	0.17	1.91	1.57
Juncus capitatus	0.05	0.10	0.08	-	-	-	0.43	0.43	0.63
Leguminosae									
Anthyllis lotoides	0.01	0	0	-	-	-	-	-	-
Lathyrus cicera	-	-	-	0.06	0.08	0	0.05	0	0
Lotus corniculatus	2.35	2.23	1.74	0.34	1.54	0	2.20	2.14	1.43
Ornitopus compressus	-	-	-	0	0.086	0	0.14	0	0
Trifolium angustifolium	0	0	0.05	-	-	-	-	-	-
Trifolium arvense	0.03	0	0	-	-	-	-	-	-
Trifolium campestre	4.74	1.93	2.62	3.08	7.00	1.44	3.85	7.43	2.97
Trifolium cernuum	-	-	-	0.14	1.03	0.06	0.71	2.88	0.57
Trifolium glomeratum	-	-	-	-	-	-	0	0.08	0
Trifolium nigrescens	0.21	0.20	0	-	-	-	-	-	-
Trifolium ornithopoides	-	-	-	0.43	0	0	0.40	0.06	0
Trifolium resupinatum	0.07	0	0.06	-	-	-	0	0.14	0.43
Trifolium subterraneum	0.06	0.48	0.78	0.14	0.80	0.63	0.52	2.28	2.77
Trifolium striatum	3.03	0.48	0.78	1.31	4.08	0.06	4.03	2.28	1.77
Trifolium strictum	0.25	0.80	0.54	0.83	1.31	0.48	0.28	0.80	1.25
Liliaceae									
Ornithogallum umbellatum *	0.17	0.20	0.27	0.71	0.77	0.91	0.28	0.14	0.03
Linaceae									
Linum bienne	0.33	0.94	2.43	0.17	0.51	0.71	0.23	0.80	3.97
Orchidaceae									
Serapias lingua	0.14	0	0	-	-	-	-	-	-
Plantaginaceae									
Plantago coronopus	0	0.03	0	0	0.14	0	-	-	-
Plantago lagopus	0.60	1.24	1.50	1.71	2.20	1.34	1.37	1.51	1.05

Apéndice 2.1. Continuación.

Familia y especie	2002			2003			2004		
	R	R + S	N	R	R + S	N	R	R + S	N
Polygonaceae									
Rumex acetosa *	0.08	0.45	0.48	0	0	1.00	0	0.20	0.20
Rumex bucephalophorus	0.15	0	0	0.66	0.25	0	1.43	0.11	0
Primulaceae									
Anagallis arvensis	-	-	-	-	-	-	0.11	0.20	0
Ranunculaceae									
Ranunculus bulbosus *	0.23	0.35	0	0.34	0.28	1.14	1.34	0.74	3.28
Ranunculus paludosus	-	-	-	0.86	0.71	0.28	-	-	-
Ranunculus parviflorus	0.41	0.27	0.38	0.68	1.77	0.48	-	-	-
Ranunculus trilobus	-	-	-	-	-	-	0	0.14	0
Rosaceae									
Aphanes microcarpa	-	-	-	0	0	0.03	-	-	-
Sanguisorba minor	0.37	0.37	0	0.06	0.28	0	0.48	0.14	0.08
Rubiaceae									
Galium parisiense	0.03	0.30	0.18	0.21	0.20	0.48	0.17	0.08	0.14
Scrophulariaceae									
Parentucellia latifolia	-	-	-	-	-	-	0	0.11	0.08
Parentucelia viscosa	0	0	0.74	-	-	-	0.48	0.57	0.71
Bellardia trixago	-	-	-	-	-	-	0	0	0.28
Veronica arvense	0.17	0.10	0.04	0	0.11	0	0	0.05	0.05
Umbelliferae									
Eryngium campestre	0.21	0.20	0.74	0.48	0.14	0	0.28	0	0

Apéndice 2.2. Especies encontradas durante los muestreos en las parcelas de exclusión de herbívoros de las zonas poco productivas, e incluidas en los análisis del **capítulo 6**. Especificaciones de la clave y la nomenclatura como en el apéndice 2.1. * Especies perennes.

Familia y especie	**2002**			**2003**			**2004**		
	R	**R + S**	**N**	**R**	**R + S**	**N**	**R**	**R + S**	**N**
Boraginaceae									
Anchusa azurea	-	-	-	0	0	0.14	-	-	-
Echium plantagineum	-	-	-	-	-	-	0	0.28	1.91
Myosotis discolor	0.10	0.34	0	0.04	0.14	0.14	0.03	0.01	0
Neatostema apulum	0.10	0.18	0.05	0.08	0.07	0	0.12	0	0.34
Campanulaceae									
Jasione montana	-	-	-	-	-	-	0	0	0.34
Caryophillaceae									
Cerastium glutinosum	0.35	0.34	0.18	0.68	0.13	0.38	0.44	0.15	0.17
Herniaria hirsuta	0.42	0.33	0.19	0.17	0.15	0	0.17	0.23	0
Moenchia erecta	-	-	-	0.04	0.04	0	0.17	0.14	0.24
Polycarpon tetraphyllum	0.24	0	0	0.33	0	0.03	0.31	0.06	0.14
Sagina apetala	-	-	-	0.11	0.21	0.28	0.15	0.17	0.13
Silene colorata	-	-	-	-	-	-	0	0	0.28
Spergula arvensis	0.13	0.17	0.20	0	0	0.08	0.01	0.03	0.44
Spergularia rubra	1.38	0.66	1.01	1.21	0.43	0.13	1.00	1.57	0.45
Cistaceae									
Tuberaria gutatta	12.68	9.74	12.14	12.17	12.67	8.88	16.11	19.59	12.05
Compositae									
Andryala integrifolia	6.46	2.25	1.77	3.95	1.77	2.74	4.97	2.00	3.70
Centaurea melitensis	-	-	-	0	0	0.88	0.08	0.23	0.08
Crepis capillaris	-	-	-	2.91	2.63	1.77	2.41	2.68	3.93
Evax carpetana	0.06	0.10	0.06	0.06	0.11	0.14	0.14	0.17	0.03
Hypochaeris glabra	12.64	12.23	17.31	12.8	13.8	19.16	6.97	3.31	2.67
Leontodon longirostris	1.88	2.40	2.05	0.37	0.40	2.14	0.48	0.54	1.37
Logfia gallica	0.18	0.25	0.41	0.45	0.23	0.45	0.54	0.48	0.48
Logfia mínima	1.14	0.78	0.64	1.13	0.83	0.90	1.84	1.47	1.59
Tolpis barbata	0.34	0.14	0.03	0.76	0.73	0.37	1.02	1.48	2.40
Convolvulaceae									
Convolvulus arvensis	0	0	0.28	0.06	0	0.13	-	-	-
Crassulaceae									
Crassula tillaea	0.57	0.47	0.45	0.50	0.43	0.18	1.37	1.28	0.2
Cruciferae									
Diplotaxis tenuifolia	2.64	1.57	1.18	1.05	0.06	1.48	0	0.08	0.17
Erophila verna	0	0.01	0.07	0	0	0.30	0	0	0.42
Cyperaceae									
*Carex leporino**	-	-	-	-	-	-	0	0	0.06
Euphorbiaceae									
Euphorbia exigua	-	-	-	0	0	0.03	-	-	-
Fagaceae									
*Querqus ilex**	-	-	-	-	-	-	0	0	0.05
Geraniaceae									
Erodium cicutarium	0.47	0.48	0.87	1.35	1.10	1.84	0.86	0.65	1.31

Apéndice 2.2. Continuación

Familia y especie	2002			2003			2004		
	R	R + S	N	R	R + S	N	R	R + S	N
Gramineae									
Aira caryophyllea	0.01	0	0	0	0	0.08	0.31	0.44	0.23
Briza minor	-	-	-	-	-	-	0.28	0	0
Bromus tectorum	-	-	-	-	-	-	0	0	0.06
Mibora minima	0.21	0.30	0.18	0.35	0.38	0.87	0.24	0.14	0.10
*Poa bulbosa**	0	0	0.10	0.06	0.07	0.11	0.056	0.29	0.03
Vulpia ciliata	2.07	5.79	2.29	7.29	14.14	11.86	10.85	11.92	27.42
Vulpia bromoides	0.20	0.17	1.26	0.17	0.06	0.51	0.17	0.51	1.20
Vulpia membranacea	7.48	5.20	3.95	6.45	5.40	2.65	3.63	4.03	2.03
Vulpia myuros	5.92	8.86	5.14	0.43	2.34	1.48	1.63	1.65	3.20
Leguminosae									
Anthyllis lotoides	0	0.06	0.28	0.26	0.14	0	3.40	1.71	1.94
Biserrula pelecinus	0.78	1.35	3.74	0.93	1.14	1.33	4.03	3.60	4.03
Lathyrus cicera	0.06	0	0	-	-	-	-	-	-
Lupinus hispanicus	0	0	0.71	0	0	7.34	0	0	12.14
Ornitopus compressus	0.23	0	1.34	0.29	0.03	1.06	0.83	0.14	7.88
Trifolium arvense	1.10	1.97	3.93	0.76	2.70	6.06	2.71	4.57	6.45
Trifolium cernuum	-	-	-	-	-	-	0	0	0.14
Trifolium cherleri	-	-	-	0	0.29	0.48	0.25	0.23	0.48
Trifolium gemellum	0.07	0	0.40	-	-	-	0.37	0.51	0.88
Trifolium glomeratum	0.14	0	0	0.94	0.17	0	1.74	0.94	1.43
Trifolium suffocatum	0	0.01	0.20	0.08	0.37	0.17	0	0.25	0.08
Trifolium tomentosum	-	-	-	0.74	0.31	0.37	-	-	-
Plantaginaceae									
Plantago coronopus	0	0	0.01	0.06	0	0.03	0	0	0.14
Polygonaceae									
*Rumex acetosa**	-	-	-	0	0	0.64	-	-	-
Rumex angiocarpus	0.10	0.14	0.03	-	-	-	-	-	-
Rumex bucephalophorus	-	-	-	-	-	-	0.20	0	0.48
Rosaceae									
Aphanes microcarpa	0.67	0.38	0.34	0.63	0.38	0.60	0.60	0.25	1.01
Sanguisorba minor	0	0.04	0.08	0	0.03	0.16	0.01	0.25	0.68
Rubiaceae									
Galium parisiense	0.38	0.01	0.04	0.33	0.18	0.27	0.44	0.25	0.34
Scrophulariaceae									
Veronica arvense	0.04	0	0.01	0.13	0.06	0	0.13	0	0
Umbelliferae									
Eryngium campestre	-	-	-	0	0	0.28	-	-	-
Thapsia villosa	-	-	-	-	-	-	0	0	0.14