

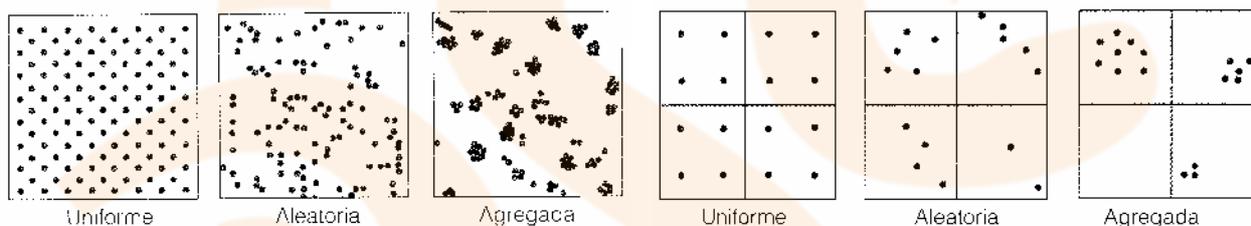
“Los bienes y los servicios esenciales de nuestro planeta dependen de la variedad y de la variabilidad de los genes, de las especies, de las poblaciones y de los ecosistemas”

Agenda 21. Conservación de la diversidad biológica  
Río de Janeiro, 1992

## 11.1 ECOLOGÍA DE POBLACIONES

### LAS POBLACIONES ESTÁN FORMADAS POR INDIVIDUOS DE UNA MISMA ESPECIE

- Una población es un grupo de individuos de la misma especie que potencialmente pueden interactuar y entrecruzarse, y que viven en un mismo lugar al mismo tiempo.
- El número de individuos que componen una población se denomina efectivo. Frecuentemente interesa conocer, más que el efectivo de la población, su densidad, es decir, el número de individuos por unidad de superficie o volumen.
- Para no cometer errores en la determinación de la densidad, es necesario conocer cómo es la distribución espacial. Los patrones de distribución más frecuentes son: regular o uniforme, aleatorio y agregado o en enjambre. A estos podemos añadir la distribución por gradientes.

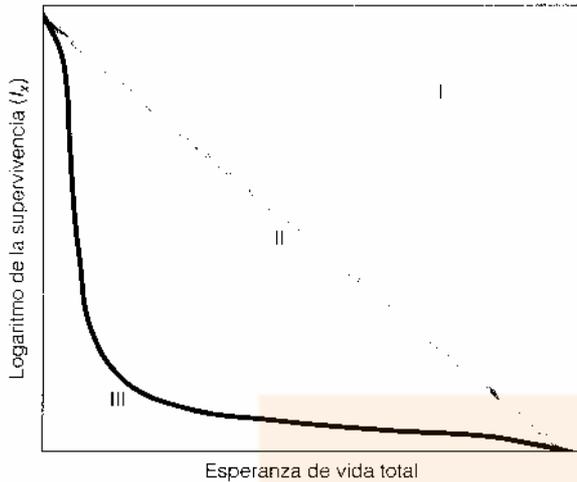


### LA ESTRUCTURA DE EDADES DE UNA POBLACIÓN NOS INDICA CUÁL ES LA TENDENCIA DEL CRECIMIENTO DE LA MISMA

- La estructura de edades de una población se representa mediante pirámides de edades, en las que se muestra, en forma de barras horizontales apiladas de longitud proporcional al valor que representan, los porcentajes de individuos en edad prerreproductiva, reproductiva y posreproductiva.
- Un gran número de individuos jóvenes listos para entrar en la edad reproductiva (base de la pirámide ancha) sugiere una población potencialmente en crecimiento, mientras que una gran proporción de individuos en las clases de edad posreproductivas (base estrecha) sugiere una población con crecimiento cero o en declive.
- En ocasiones las pirámides de edades reflejan también la distribución por sexos. En general, la proporción tiende a ser 1:1 en el momento del nacimiento, desviándose después hacia las hembras.

### HAY VARIOS FACTORES QUE CONDICIONAN EL CRECIMIENTO DE UNA POBLACIÓN

- La tasa de natalidad ( $b$ ) es el número de nacimientos de una población en un tiempo determinado en relación con el tamaño de la población. Normalmente se expresa como el número de nacimientos por cada mil individuos de la población y por año.
- El número de individuos que muere en un determinado periodo de tiempo respecto al total de la población, es la tasa de mortalidad ( $d$ ). También suele expresarse por cada mil individuos.
- La diferencia  $b - d$  se conoce como tasa específica de aumento. Al valor máximo que puede alcanzar se le denomina potencial biótico o potencial de reproducción ( $r$ ).
- El complementario de la tasa de mortalidad es la tasa de supervivencia. Si representamos gráficamente las tasas de supervivencia en función de la edad, obtenemos las curvas de supervivencia, que pueden adoptar tres formas generales:



- I – Los individuos tienden a vivir hasta el final de su esperanza de vida fisiológica.
- II – La tasa de mortalidad es constante a lo largo de toda la vida.
- III – La tasa de mortalidad es muy alta en los jóvenes.

- El tamaño de la población también puede verse afectado por la emigración (individuos que abandonan la población), la inmigración (llegada de individuos de otra población) y las migraciones (desplazamientos estacionales).

### LAS POBLACIONES PUEDEN CRECER EXPONENCIALMENTE SI LAS CONDICIONES AMBIENTALES LO PERMITEN

- Cuando hay un exceso de recursos (porque se trata, por ejemplo, de una zona aun no ha sido colonizada) las poblaciones tienden a crecer en forma exponencial.

#### CRECIMIENTO EXPONENCIAL

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$N \rightarrow N^{\circ}$  total de individuos de la población;  $t \rightarrow$  tiempo;  $r \rightarrow$  potencial biótico

- Sin embargo, lo normal es que el ambiente no sea constante y los recursos sean limitados. AL aumentar la densidad de la población la competencia entre los miembros por los recursos disponibles también aumenta. Esto determina que, con el paso del tiempo, el incremento poblacional disminuya y llegue incluso a detenerse (crecimiento logístico).
- La resistencia ambiental viene marcada por el conjunto de factores bióticos y abióticos que impiden a la población alcanzar el máximo potencial biótico (figura 5.2, pág. 117).
- El número de individuos que puede ser sustentado por los recursos de un área determinada se conoce como capacidad de carga del medio ( $K$ ).

#### CRECIMIENTO LOGÍSTICO

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( \frac{K - N}{K} \right)$$

mientras que el valor de  $N$  se encuentre lejos de  $K$ , el crecimiento es exponencial; cuando  $N$  se aproxima a  $K$  el crecimiento se ralentiza y termina por detenerse.

### LAS ESPECIES ADOPTAN DISTINTAS ESTRATEGIAS DE CRECIMIENTO

- Los organismos especialistas tienden a ajustar el tamaño de sus poblaciones a la capacidad de carga del medio ( $K$ ) y tienen tasas de reproducción bajas; se denominan estrategias de la  $K$ . Estos organismos invierten una gran cantidad de recursos en el cuidado de la prole. Están especializados y son más eficaces en el aprovechamiento de los recursos.
- En cambio, las especies oportunistas (o generalistas) tienen potenciales bióticos ( $r$ ) elevados y se expanden rápidamente cuando encuentran recursos disponibles; son los estrategias de la  $r$ . Son especies pioneras en la colonización de un hábitat, invasoras y oportunistas por su facilidad para dispersarse rápidamente ocupando los espacios vacíos o utilizando los nutrientes disponibles.

## **LAS POBLACIONES FLUCTÚAN ENTRE CIERTOS LÍMITES**

- Las poblaciones naturales raramente alcanzan un nivel estable, sino que oscilan dentro de unos límites superior e inferior alrededor de la capacidad de carga. Podemos decir que se encuentran en un estado de equilibrio dinámico.  
Las oscilaciones en el número de individuos de una población alrededor del valor de K se conocen como fluctuaciones.
- En ocasiones, las fluctuaciones se repiten de una forma más o menos regular a lo largo del tiempo. Estas fluctuaciones cíclicas suelen estar relacionadas o con cambios estacionales o con la interacción con otras poblaciones. Este último caso lo comentaremos más tarde.

## **LOS ECOSISTEMAS SON CAPACES DE AUTORREGULARSE**

- Un ecosistema “modelo” es cerrado para la materia, aunque abierto para la energía, siendo capaz de autorregularse (mediante bucles de retroalimentación) y permanecer en equilibrio dinámico a lo largo del tiempo.
- Los ecosistemas incluyen dos tipos de componentes:
  - Abióticos: son las características fisicoquímicas del medio ambiente susceptibles de cambiar a lo largo del tiempo y que ejercen su influencia en los seres vivos, provocando respuestas concretas.
  - Bióticos: se refieren a los seres vivos que lo habitan, entre los cuales se establecen relaciones intra e inter-específicas (entre individuos de la misma o diferente especie respectivamente).
- Cualquier alteración en los elementos bióticos o abióticos del ecosistema puede alterar ese equilibrio y llevarlo, incluso, a la desaparición.

## **LOS FACTORES ABIÓTICOS ACTÚAN COMO FACTORES LIMITANTES DE LAS POBLACIONES**

- Entre los factores abióticos podemos considerar: factores climáticos (temperatura, fotoperiodo, ...), factores edáficos (composición mineralógica, pH, humedad, ...), etcétera.
- Cada especie puede soportar variaciones de los distintos factores del medio dentro de unos límites. Estos límites se conocen como límites de tolerancia, y el intervalo entre ellos intervalo de tolerancia.
- Cuando un factor determinado supera los límites de tolerancia de una especie e impide su desarrollo en una zona concreta, decimos que está actuando como factor limitante de dicha población.
- Hay organismos cuyo intervalo de tolerancia para un determinado factor es amplio (eurióicos) y otros para los que el intervalo es, en cambio, estrecho (estenoicos).
- Las especies eurióicas para varios factores se pueden adaptar a muchas situaciones diferentes. Son los organismos denominados generalistas u oportunistas.
- Sin embargo, las especies estenoicas sólo pueden vivir en unas condiciones concretas (en las cuales es difícil hacerles competencia). Son organismos especialistas.
- La valencia ecológica es la capacidad de una especie para colonizar ambientes muy diferentes; es grande en los organismos generalistas y pequeña en los especialistas.

## **LAS RELACIONES QUE SE ESTABLECEN ENTRE LOS INDIVIDUOS DE UNA POBLACIÓN SE DENOMINAN INTRAESPECÍFICAS**

- Cuanto más limitados son el espacio o los recursos del medio, más intensa es la competencia entre individuos. Esta competencia intraespecífica provoca una reducción en las tasas de natalidad y un aumento en las de mortalidad, por lo que el crecimiento poblacional se ralentiza.
- A pesar de la competencia, la asociación de individuos de la misma especie con diferentes fines puede suponer un beneficio para ellos. Entre estas asociaciones podemos destacar:
  - Las asociaciones familiares: formadas por individuos estrechamente emparentados, tienen como objetivo facilitar la procreación y el cuidado de las crías. Pueden ser parentales, matriarcales, filiales, ...
  - Las asociaciones coloniales: formadas por individuos procedentes de un único progenitor que se mantienen íntimamente unidos, llegando a compartir órganos. Si todos los individuos son iguales la colonia es homomorfa, pero si, por el contrario, hay distintos tipos de individuos especializados en diferentes funciones, la colonia es heteromorfa.

- Las asociaciones gregarias: formadas por individuos que se agrupan con diferentes fines (búsqueda de alimento, defensa, reproducción, emigración, etc.)
- Las asociaciones estatales: formadas por sociedades de individuos en las que aparece una jerarquización (castas) y reparto de funciones.

### CADA ESPECIE TIENE UN EFECTO POSITIVO, NEGATIVO O NULO SOBRE LAS DEMÁS

RELACIONES INTERESPECÍFICAS		
TIPO DE INTERACCIÓN	EFECTO	
	Especie A	Especie B
Neutra	0	0
MUTUALISMO <sup>(1)</sup>	+	+
COMENSALISMO	+	0
COMPETENCIA	-	-
AMENSALISMO <sup>(2)</sup>	-	0
DEPREDACIÓN <sup>(3)</sup>	+ (Depredador)	- (Presa)
PARASITISMO	+ (Parásito)	- (Huésped)

<sup>(1)</sup> Cuando el mutualismo es obligado se denomina Simbiosis.

<sup>(2)</sup> La actividad normal de una especie impide el desarrollo de otra.

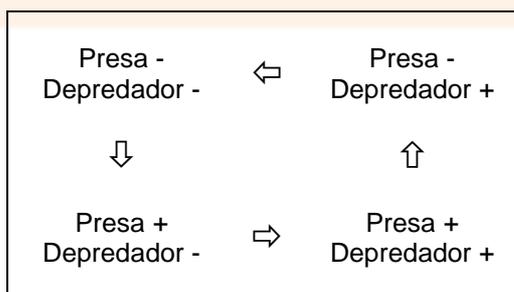
<sup>(3)</sup> Los organismos herbívoros y ramoneadores y las plantas de las que se alimentan se pueden incluir en este grupo.

### EL NICHÓ ESTÁ RELACIONADO CON LA COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

- Podemos definir el nicho de una especie como el papel que desempeña en la comunidad, incluyendo actividades y relaciones. El nicho incluye el hábitat (lugar donde vive una planta o animal) y las relaciones del individuo con otros organismos y con el medio.
- En ausencia de interferencias por parte de otras especies, un organismo puede usar el rango completo de condiciones y recursos al cual está adaptado; este rango se llama nicho fundamental de la especie. Sin embargo, la competencia por parte de otra especie restringe a la especie a ocupar una porción de su nicho fundamental, denominada nicho efectivo.
- Cuando dos o más especies usan de la misma manera recursos idénticos (explotan el mismo nicho ecológico), no pueden coexistir en un medio estable y la más competitiva elimina a las otras. Esta regla se conoce como principio de exclusión competitiva y fue estudiado experimentalmente por primera vez por el biólogo ruso G. F. Gause utilizando dos especies de paramecio (figura 5.15, pág. 124).

### EL MODELO PREDADOR-PRESA PUEDE EXPLICAR CIERTAS FLUCTUACIONES REGULARES DE LAS POBLACIONES

- El sistema predador-presa es estabilizador, ya que se basa en un bucle de retroalimentación negativo.
- El siguiente esquema muestra cómo se suceden de forma cíclica las oscilaciones en un modelo de interacción predador-presa:



Al aumentar la población del depredador, ésta consume una cantidad progresivamente mayor de presas, hasta que la población de la presa comienza a disminuir en número. La población en declive de la presa ya no puede

sustentar a la gran población de depredadores, y éstos se enfrentan a un recorte de alimentos, de forma que muchos de ellos mueren por inanición o no se reproducen con éxito. La población del depredador disminuye bruscamente hasta llegar a un punto en que la reproducción de la presa se equilibra con su mortalidad por depredación, e incluso la supera. Entonces aumenta de nuevo la población de la presa, lo cual será seguido por un aumento de la población de depredadores. De este modo, tanto la presa como el depredador nunca desaparecen por completo.

- A partir de este modelo se pueden representar gráficamente las oscilaciones de las poblaciones del depredador y de la presa en función del tiempo (figura 5.7, pág. 120).  
Entre la fluctuación de la población de la presa y la del depredador existe un intervalo de tiempo; este intervalo se conoce como tiempo de respuesta.

## 11.2 DINÁMICA DE COMUNIDADES

### LAS POBLACIONES NO VIVEN AISLADAS UNAS DE OTRAS

- Un conjunto de poblaciones que viven en una zona determinada y que interactúan entre sí constituye una comunidad o biocenosis.
- La composición de especies, que incluye su número y su abundancia relativa, define la estructura biológica de una comunidad.
- Cuando una única o unas pocas especies predominan en una comunidad y ejercen un control sobre el resto, se dice que son las especies dominantes.

### LAS COMUNIDADES TIENEN LÍMITES MÁS O MENOS DEFINIDOS

- La zona de transición entre dos comunidades estructuralmente diferentes se conoce como ecotono. Como los vegetales son las especies dominantes en la mayoría de los ecosistemas, los ecotonos se corresponden con la transición entre zonas con distintos tipos de vegetación.
- La variedad y densidad de seres vivos son a menudo mayores en y cerca de los ecotonos. Este fenómeno se conoce como efecto de borde y se debe a que estas zonas comparten rasgos y, por tanto, especies de las dos comunidades colindantes.
- Considerado a gran escala, lo normal es que encontremos una transición gradual (como consecuencia de gradientes ambientales de lluvias, temperaturas, concentración de nutrientes, ...) entre los grandes ecosistemas (biomas). Estas zonas de transición gradual reciben el nombre de ecoclinas.

### LAS COMUNIDADES SE CARACTERIZAN POR TENER UNA ESTRUCTURA VERTICAL EN CAPAS

- En los ecosistemas terrestres la estratificación está definida por la vegetación. En un ecosistema boscoso bien desarrollado podemos distinguir los siguientes estratos: zona de copas, sotobosque, estrato arbustivo, estrato herbáceo, estrato muscinal y suelo.
- Las comunidades que presentan un grado de estratificación mayor son las que ofrecen la mayor diversidad puesto que contienen mayor número de hábitats y de nichos diferentes.
- En los ecosistemas acuáticos los estratos vienen determinados por la penetración de luz y por gradientes de temperatura y nutrientes. Así podemos distinguir entre una zona superficial fótica, en la que puede haber organismos fotosintéticos, y una zona profunda afótica.  
Por otro lado se puede diferenciar entre una zona superficial cálida y oxigenada denominada epilimnion, otra intermedia, el metalimnion, que se caracteriza por presentar una termoclina (zona de rápida disminución de la temperatura) y el hipolimnion, la capa más profunda, densa, fría y con poco oxígeno.

## 11.3 EL ECOSISTEMA EN EL TIEMPO

### LA VARIACIÓN TEMPORAL EN LA ESTRUCTURA DE UNA COMUNIDAD SE CONOCE COMO SUCESIÓN

- Una sucesión ecológica es un proceso por el cual las comunidades de especies de animales y plantas en una zona en particular son reemplazadas con el tiempo por una serie de comunidades distintas y a menudo más complejas.

- La sucesión primaria supone el establecimiento gradual de comunidades bióticas en un área que antes no estaba ocupada por la vida. En cambio, la sucesión secundaria supone el restablecimiento de una comunidad biótica en un área en la que la vegetación natural ha sido eliminada o destruida, pero el suelo permanece intacto.

#### DURANTE UNA SUCESIÓN LA COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES TIENDE A AUMENTAR

- En las primeras etapas de una sucesión predominan especies que poseen elevadas tasas de crecimiento, pequeño tamaño y amplia capacidad de dispersión (oportunistas o estrategias de la r). En etapas más avanzadas las especies anteriores son sustituidas por otras con menores tasas de dispersión, de crecimiento y con mayor tamaño (especialistas o estrategias de la K).
- Las sucesiones tienden a un estado de máxima complejidad y equilibrio con el medio que se denomina clímax. En el clímax la comunidad presenta una amplia diversidad de especies, una estructura espacial bien definida y cadenas alimenticias complejas que contribuyen a su estabilidad. Además, el número de nichos aumenta, existiendo una sola especie por nicho. En cuanto a la evolución de los parámetros tróficos, la biomasa es máxima, sin embargo la productividad es mínima.
- En la actualidad existe la tendencia entre los ecólogos a pensar que realmente no existe un estado de equilibrio con el medio, sino que existen continuas perturbaciones que dan continuidad a los procesos sucesionales.

Característica	Ecosistema inmaduro	Ecosistema maduro
<b>Estructura del ecosistema</b>		
Tamaño de las plantas	Pequeño	Grande
Diversidad de especies	Baja	Alta
Estructura trófica	Principalmente productores, pocos descomponedores	Mezcla de productores, consumidores y descomponedores
Nichos ecológicos	Pocos, la mayoría generales	Muchos, la mayoría especializados
Organización de la comunidad (nº de vínculos de interconexión)	Bajo	Alto
<b>Función del ecosistema</b>		
Cadenas y redes tróficas	Sencillas, principalmente plantas → herbívoros, con pocos descomponedores.	Complejas, dominadas por los descomponedores.
Eficacia del reciclado de nutrientes	Baja	Alta
Eficacia del uso de la energía	Baja	Alta

Características de un ecosistema en etapas maduras e inmaduras de sucesión ecológica

## 11.4 DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

### LOS BIOMAS O ECOSISTEMAS TERRESTRES

#### ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE

#### ECOSISTEMAS MARINOS

## 11.5 LA BIODIVERSIDAD

### EL NÚMERO Y LA ABUNDANCIA RELATIVA DEFINEN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

- Tradicionalmente se entiende la diversidad biológica o biodiversidad como la riqueza o variedad de las especies de un ecosistema y a la abundancia relativa de los individuos de cada especie.
- Tras la Conferencia de Río de Janeiro de 1992 en el término biodiversidad se engloban tres conceptos:
  - Variedad de especies que hay sobre la Tierra. Es importante tanto su variedad como su número.
  - Diversidad de ecosistemas en nuestro planeta. En la Tierra hay una gran variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos.
  - Diversidad genética. Los diferentes genes que poseen los individuos les permiten evolucionar, enriquecerse por cruzamiento y adaptarse a las diferentes condiciones ambientales.
- La diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies (riqueza de especies), como a la abundancia relativa de individuos en cada especie (equitatividad de especies).
- Una comunidad que contiene unos pocos individuos de muchas especies posee una mayor diversidad que una comunidad con el mismo número total de individuos pero que pertenecen solamente a unas pocas especies.
- Se han propuesto diversos índices para cuantificar la diversidad de especies:

- Índice de Shanon

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

$H \rightarrow$  diversidad de especies;  $s \rightarrow$  número de especies;  $p_i \rightarrow$  proporción de individuos del total de la muestra que pertenece a la especie  $i$ .

Este índice toma en consideración tanto el número de especies (riqueza) como el esquema de abundancia.

- Índice de Margalef

$$Diversidad = \frac{s-1}{\log N}$$

$s \rightarrow$  número de especies;  $N \rightarrow$  número de individuos.

Es menos útil porque no expresa las diferencias entre comunidades que tienen los mismos valores de  $s$  y  $N$ . No tiene en cuenta la equitatividad.

## LOS ECOSISTEMAS OFRECEN NUMEROSOS SERVICIOS A LA HUMANIDAD

- Algunos aspectos que justifican la necesidad de preservar la biodiversidad son los siguientes:
  - Estabilidad y dinamismo de los sistemas terrestres. Todos los seres vivos intervienen en numerosos procesos esenciales para el funcionamiento de la biosfera, contribuyen a la formación del suelo y lo protegen de la erosión, son responsables de la formación del oxígeno atmosféricos y de la regulación del clima, etc.
  - Alimentación. La lista de productos vegetales y animales que tienen interés agrícola o industrial es larga. Mantener su diversidad natural es una garantía de supervivencia.
  - Obtención de fármacos. Aproximadamente un tercio de los remedios utilizados contra el cáncer y otras enfermedades procede de hongos y plantas silvestres.
  - Conservación del patrimonio genético. La variabilidad en las poblaciones facilita la evolución por selección natural y garantiza la recuperación de la naturaleza tras situaciones imprevisibles.

## REGRESIÓN DE ECOSISTEMAS Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

- Para sobrevivir y mantener una población cada vez mayor, hemos incrementado mucho el número y superficie de los sistemas naturales que hemos modificado, cultivado, edificado sobre ellos o degradado.
- Las principales causas de la pérdida de biodiversidad ha sido:
  - La sobreexplotación (recolección excesiva de recursos potencialmente renovables).
  - La alteración, fragmentación y destrucción de hábitats.
  - La introducción y sustitución de especies.
- Las medidas más adecuadas para evitar la pérdida de biodiversidad son:
  - Establecer una serie de espacios protegidos.
  - Realizar estudios sobre el estado de los ecosistemas.
  - Decretar y respetar las leyes promulgadas específicamente para la preservación de especies y de los ecosistemas.
  - Creación de bancos de genes y semillas.
  - El fomento del ecoturismo, en el que se valora ante todo la conservación de la naturaleza.

### **La dehesa: equilibrio entre desarrollo humano y biodiversidad**

La dehesa es uno de los paisajes más característicos de la península ibérica. Constituye un ejemplo admirable de equilibrio entre explotación y conservación, resultado del aclarado selectivo del arbolado por la acción humana y de la eliminación del estrato arbustivo del bosque mediterráneo original, con el fin de favorecer el desarrollo del estrato herbáceo para su aprovechamiento agroganadero.