

**TEORÍA ECOLÓGICA,
AGROECOSISTEMAS, GESTIÓN
AMBIENTAL Y CAMBIO GLOBAL**

DISCURSO DEL

EXCMO. SR. DR. D. ESTANISLAO DE LUIS CALABUIG

ACADEMIA DE CIENCIAS VETERINARIAS DE
CASTILLA Y LEÓN

**TEORÍA ECOLÓGICA, AGROECOSISTEMAS,
GESTIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO GLOBAL**

DISCURSO PRONUNCIADO POR EL
EXCMO. SR. DR. D. ESTANISLAO DE LUIS CALABUIG



LEÍDO EN SOLEMNE ACTO DE SU RECEPCIÓN PÚBLICA PARA
INGRESAR COMO ACADÉMICO DE NÚMERO
CELEBRADO EL DÍA 22 DE FEBRERO DE 2017

Y CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NUMERO
EXCMO. SR. DR. VICENTE GAUDIOSO LACASA

© Universidad de León
Secretariado de Publicaciones
© Estanislao de Luis Calabuig

ISBN: 978-84-9773-863-7
Depósito Legal: LE-7-2017
Impreso: Cudipal Gestión Gráfica
Impreso en España / Printed in Spain
León 2017

DEDICATORIA

A mi mujer y a mis hijos

A la pequeña Laura, la siguiente generación

A mis compañeros de Ecología

"Nada es permanente, excepto el cambio"

Heráclito de Éfeso

ÍNDICE

| | |
|--|-------|
| 1.- PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS. | ..... |
| 2.- INTRODUCCIÓN. | ..... |
| 3.- TEORÍA ECOLÓGICA. | ..... |
| 4.- AGROECOSISTEMAS. | ..... |
| 4.1.- Sistemas adherados. | ..... |
| 4.1.1.- Arbolado. | ..... |
| a.- Aporte de hojarasca. | ..... |
| b.- Intercepción del agua de lluvia | ..... |
| c.- Aporte de nutrientes minerales. | ..... |
| 4.1.2.- Matorrales. | ..... |
| 4.1.3.- Estrato herbáceo. | ..... |
| a.- Comunidades herbáceas. | ..... |
| 4.1.4.- Efecto del pastoreo. | ..... |
| a.- Efecto de las deyecciones de vacuno. | ..... |
| 4.1.5.- El paisaje de las dehesas. | ..... |
| 5.- GESTIÓN AMBIENTAL. | ..... |
| 5.1.- Evaluación ambiental. | ..... |
| 5.2.- Depuración de aguas residuales. | ..... |
| 6.- CAMBIO GLOBAL. | ..... |
| 6.1.- Cambios de uso del territorio. | ..... |
| 7.- EPÍLOGO. | ..... |
| 8.- BIBLIOGRAFÍA. | ..... |
| 9.- LAUDATIO Y CONTESTACIÓN AL DISCURSO POR EL ACADÉMICO DE NÚMERO EXCMO. SR. DR. D. VICENTE GAUDIOSO LACASA. | |

1.- PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Excmo. Sr. Presidente de la Academia
Excmos. e Ilmos. Sres. Académicos
Excmas. e Ilmas autoridades
Señoras y Señores
Queridos amigos todos

La vida de cada uno es como es, y hasta que no se dispone de un tramo de ella relativamente largo no deben hacerse reflexiones con las que se puedan sacar conclusiones coherentes. Cuando hace unos meses me planteé la posibilidad de unirme a esta Academia, lo decidí precisamente después de hacer un repaso de lo que hasta ese momento había sido mi proyección académica como docente e investigador, y de pararme a recapacitar sobre los rasgos más significativos en el deambular por este periplo que llamamos vida. De ese análisis, que puedo confesarles no fue necesariamente muy profundo, llegue a la satisfactoria conclusión de que podría perfectamente optar a uno de los puestos reservados para los Licenciados y Graduados en Ciencias afines a la Veterinaria.

Me nacieron en La Fuente de San Esteban, núcleo principal de la Comarca del Campo Charro, tierra de toros bravos, de trigo y encinas seculares, con origen en un antiguo manantial que servía de abrevadero para los ganados. No fue mucho el tiempo que pasé por aquellos pagos, pero tampoco se alejaron tanto mis correrías de niño, siguiendo por Ciudad Rodrigo y el Campo de Robledo en el pueblo de Fuenteguinaldo, entornos en los que, aun hoy, se vive y se palpa la vida montaraz de las dehesas.

Tras un decenio por la Comarca de la Moraña, en Arévalo y Avila, donde hice varios cursos del bachillerato, regrese a tierras charras, terminando los estudios medios en Ciudad Rodrigo e iniciando mi carrera universitaria en Biología en la Universidad de Salamanca, que tuvo como colofón el desarrollo de un proyecto de tesis doctoral sobre la dehesa salmantina, realizada en el entonces

llamado IOATO, Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, bajo la dirección del Prof. José Manuel Gómez Gutiérrez. Con él di el paso más importante en la carrera de la investigación, y a él quiero dejar testimonio de mi agradecimiento por sus enseñanzas académicas y personales.

El proyecto de tesis, aunque centrado en la caracterización de la estructura de las comunidades vegetales herbáceas, relación con los factores edáficos y su proyección funcional en la producción y el crecimiento primario, y defendido en 1976, fue ampliado con otros estudios complementarios para esos característicos ecosistemas de pastizal, que trataban sobre la influencia del arbolado, los efectos del pastoreo o la composición química y nutricional del pasto, fruto de las cuales surgieron poco después otras tesis doctorales que completaron la línea de investigación del reciente Departamento de Ecología, surgido tras la obtención de la cátedra por el Prof. Gómez Gutiérrez.

El estudio de la dehesa se enfocó con una perspectiva multidisciplinaria y se llegó a implicar a un gran número de investigadores de varios centros de ámbito nacional, así como observadores y asesores internacionales procedentes de instituciones que por entonces trabajaban en ecosistemas con dominio de pastizales, y en los que los herbívoros domésticos jugaban un papel esencial en la evolución sostenible. De aquella época es el Estudio Integrado y Multidisciplinario de la Dehesa Salmantina, compendio de cuatro tomos, presentado como contribución a proyectos UNESCO-MaB en 1977.

Durante la estancia postdoctoral en el Natural Resource Ecology Laboratory, y en el Range Science Department de la CSU de Colorado en Estados Unidos, precisamente con el investigador principal de uno de los grupos internacionales que había actuado como observador del proyecto MaB, el Prof. George Van Dyne, tuve la oportunidad de ampliar la formación en la teoría de sistemas, y

de colaborar en varios proyectos sobre modelos aplicados en base a las pautas de ecología matemática. La temprana desaparición del Prof. Van Dyne truncó lo que podría haber sido una gran oportunidad de colaboración internacional. Siempre permanecerá en el apartado de agradecimientos muy sentidos y en el de los mejores recuerdos de mi vida.

Mi reincorporación a España me trajo casi inmediatamente a León como profesor Agregado Interino de la entonces Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Oviedo, y poco después de la Universidad de León donde se iniciaron nuevas líneas de investigación enfocadas a la gestión ambiental. Todo ello con el inestimable apoyo de un grupo excelente de colaboradores, que ha perdurado por más de 40 años, sin los cuales todo esto hubiera sido imposible. A ellos le debo lo que he llegado a ser y nunca será suficiente mi reconocimiento.

Desde el Área de Ecología y desde la dirección del Instituto de Medio Ambiente, se ha pretendido encontrar soluciones a los problemas ambientales de degradación de los ecosistemas terrestres y de contaminación de aguas residuales, o utilizar herramientas desde el campo de la ecología del paisaje.

Desde 1999 los programas de intercambio con Latinoamérica me permitieron una sólida relación académica con la Maestría en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República de Uruguay, realizando de forma ininterrumpida, y hasta la actualidad, docencia en materias relacionadas con la Gestión Ambiental, como profesor Libre Titular de Cátedra, y de investigación en temas relacionados con la Ecología del Paisaje, en el Instituto de Ecología y Medio Ambiente (IECA), asesorando en varios proyectos sobre la definición de unidades de paisaje de Uruguay, y en la valoración de los cambios de uso del territorio, en una región del mundo eminentemente de vocación ganadera, pero actualmente expuesta a muchas presiones de potenciales efectos ambientales, que junto al fenómeno global del cambio climático,

han hecho de ella un laboratorio de extraordinario valor científico por el conocimiento que puede aportar en la gestión aplicada. Tengo en el pequeño paisito un buen grupo de colegas y amigos.

No podría finalizar este repaso por mi vida sin resaltar muy especialmente a mi mujer y mis dos hijos, que son los que realmente han permitido con absoluta generosidad mi dedicación profesional, como académico e investigador, sufriendo mis ausencias en no pocos casos, y mis manías las más de las veces.

Excmo. Sr. Presidente, le ruego haga extensivo y público mi agradecimiento a todos los académicos por concederme el honor de acogerme en esta Academia de Ciencias Veterinarias de Castilla y León.

2.- INTRODUCCIÓN

Desde la inclusión de la Ecología como materia universitaria, en España en la década de los años sesenta, cuando el Prof. Margalef conseguía su cátedra en la Universidad de Barcelona, se ha hecho cada vez más imprescindible como ciencia básica y transversal, por el aporte de principios de aplicación al funcionamiento de los sistemas biológicos, y por extensión a todas las interacciones ambientales, incluidas aquellas en las que la especie humana actúa como agente en el aprovechamiento de recursos, y en la búsqueda de bienes y servicios enfocados al desarrollo, imprimiendo, en no pocos casos, modificaciones y alteraciones con efectos negativos sobre los sistemas naturales, hasta llegar a situaciones de implicación global para todo el planeta.

Más aun para aquellas ramas que abarcan las ciencias de la vida, entre las que la ciencia veterinaria es una de sus máximos representantes. Los programas de Ecología Veterinaria tienen como objetivos, comprender los principios básicos de Ecología, conocer

las interacciones entre los animales y su entorno ambiental durante el proceso productivo analizando sus consecuencias, determinar los efectos de sustancias contaminantes presentes en el medio ambiente en los animales, y comprender los principales sistemas de tratamiento de residuos. Para ello se deberá entender el concepto de ecosistema en el gradiente de los niveles de organización de la materia viva, conocer sus componentes para definir la estructura de las poblaciones y comunidades, que permitan establecer las relaciones funcionales de intercambio de materia y energía, y poder determinar su proyección en el tiempo en el proceso de sucesión.

Específicamente, la ecología de los sistemas agrícolas y ganaderos se proyecta en ciertas peculiaridades, relacionadas con la producción primaria y secundaria y los fundamentos de la sostenibilidad, adaptaciones del herbivorismo en la dinámica de los ecosistemas y en las interacciones suelo-planta-animal, implicaciones ambientales en condiciones intensivas, y detección de los problemas de contaminación del suelo y del agua por efecto de los residuos de origen animal.

Los agroecosistemas o sistemas agro-ganaderos son ecosistemas intervenidos por la especie humana con la finalidad de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico, por lo tanto, bienes y servicios entre los que prevalecen los de abastecimiento (1). Pero también mantienen estructuras y procesos que ayudan a mantener un cierto nivel de integridad ecológica, lo que acredita su capacidad para prestar servicios de regulación, aunque mantengan claras diferencias con los ecosistemas no gestionados y ciertas características propias muy originales, que fácilmente pueden percibirse en el fenosistema de sus paisajes. La especie humana interfiere en ellos, modificando la estructura de la comunidad y forzando los flujos de agua para conseguir una mayor disponibilidad, aportando dosis específicas de materiales con el objetivo de fertilización de los suelos para incrementar la productividad, y supliendo la falta de energía para conseguir el forzamiento necesario para estabilizar la evolución del ecosistema

en una fase que aporte más beneficios desde el punto de vista de la explotación. Requerimientos que pueden llegar a ser extraordinariamente costosos y que, si se detienen, devuelven al ecosistema a una sucesión natural. La oferta de servicios culturales de los sistemas agroganaderos es igualmente muy interesante, por todo aquello que está relacionado con los conocimientos tradicionales, o el mantenimiento de costumbres de alto valor social, en la mayor parte de los casos con identidad propia y que pueden ser percibidos como elementos que trascienden a la propia actividad, proyectándose en la actualidad en potenciales fuentes recreativas, e incluso educativas.

Estos sistemas agroganaderos en su proyección territorial pueden llegar a ser tan significativos que se hacen merecedores de algún reconocimiento de protección, en los que se pondera el uso sostenible de la explotación de los recursos naturales, en armonía con el desarrollo socioeconómico de la población humana, fomentando soluciones creativas para mantener la conservación de la biodiversidad. Es el caso de las Reservas de la Biosfera, áreas designadas por la UNESCO en el marco del programa Hombre y Biosfera (MaB) y reconocidas a nivel nacional por la Ley 33/2015 sobre el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, en el apartado de áreas protegidas por instrumentos internacionales.

Actualmente, la Red Española de Reservas de la Biosfera está estructurada con 49 reservas, de las que 10 de ellas se encuentran en su totalidad en la Comunidad de Castilla y León o se comparten con otras Comunidades Autónomas o con Portugal. En el 88 % de ellas figuran como notables las actividades ganaderas tradicionales. Cifra que llega al 90 % en las implicadas en el territorio de Castilla y León (2). Sin embargo, hay otros paisajes que no cuentan con ese reconocimiento internacional, pero que manifiestan una clara y secular participación pecuaria, como ocurre hasta el momento con el sistema de dehesas salmantinas, aunque no por ello con menor potencial de sostenibilidad y biodiversidad que en los ya existentes.

El término agroecología es utilizado con alguna acepción diferente a la del tratamiento ecológico de los sistemas agrarios, con un enfoque más parecido a lo que puede entenderse como agricultura ecológica en la utilización más popular del término (3). En este caso se prescindirá de este segundo significado, resaltando su sentido más científico en el campo de la teoría de sistemas (4), como uno de los ecosistemas más típicamente intervenidos mediante explotación humana (5).

La gestión de ecosistemas, es decir la intervención de la especie humana tiene como objetivo principal la explotación de los recursos naturales para obtener bienes y servicios, lo que normalmente conduce a modificaciones de efecto positivo o, más frecuentemente, negativo, en relación con los valores de calidad ambiental originales del sistema natural utilizado. Hasta hace no mucho tiempo prevalecían los valores socioeconómicos sobre los ambientales, dando como resultado, en la mayoría de los casos, procesos degradativos con sensible pérdida del capital natural y en todos los espacios de la escala geográfica.

Los impactos de la especie humana sobre el medio ambiente son conocidos desde siempre y han sido reflejados en innumerables testimonios. Sin embargo, la conciencia de alteraciones con un elevado grado de irreversibilidad que podrían reducir significativamente las condiciones de calidad de la propia especie, e incluso poner en peligro la propia supervivencia, es algo mucho más cercano a los momentos actuales. Precisamente ese análisis meditado que se inicia en el último tercio del siglo XX es el que culmina en la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano en junio de 1972, que tuvo lugar en Estocolmo (6), donde se habla de la ineludible preservación de los recursos naturales del planeta, urgiendo sobre la necesidad de planificación, la restauración o mejora de la capacidad de la Tierra para producir recursos vitales renovables, la responsabilidad humana en la preservación de la biodiversidad de especies y hábitats, y la obligatoriedad de un nuevo concepto de desarrollo.

Sobre esas bases, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo presenta en 1987 un informe titulado “Nuestro futuro común”, conocido en los círculos de especialistas como “Informe Brundtland”, donde se expone el nuevo concepto de Desarrollo Sostenible (7), que debe entenderse como aquel que cubre las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

La Cumbre de la Tierra de Rio en 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo se reafirma en las conclusiones de aquella primera conferencia, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente del planeta (8).

La Comisión Europea dejó bien marcados los principios básicos de lo que debe entenderse por Desarrollo Sostenible. Aunque definidos específicamente para el compromiso en el medio urbano, la carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad de 1994, conocida como Carta de Aalborg, destaca que el desarrollo sostenible significa preservar el capital natural (9).

No cabe duda de que los sistemas de aprovechamiento ganadero tradicionales basados en la explotación extensiva cumplen con los principios de sostenibilidad ambiental, mantenidos por la actuación humana continuada con suplementos de materia y energía que obtienen como resultado final una mayor eficiencia ecológica en términos de productividad, traducible a veces en rentabilidad económica, al tiempo que se mantienen valores socioculturales, en ningún caso despreciables. Pero todo depende de la forma de intervención humana, que no siempre es acertada, por lo que, en no pocos casos, se producen efectos negativos de difícil recuperación, tanto funcional como temporal. Precisamente por eso, la gestión ambiental está capacitada para introducir herramientas de prevención, como los procesos de evaluación de impacto ambiental, o de reconsideración o reorientación, como las auditorías

ambientales. Las actividades ganaderas disponen de varios y diversos ejemplos en este campo de la gestión hacia la sostenibilidad.

Cuatro ejes que se apoyarán en la mayoría de los casos en resultados de mi propia producción científica, junto a la de grupos de investigación con los que he tenido la suerte y la satisfacción de haber colaborado en alguna de las etapas de mi actividad académica. Cuatro términos que simbólicamente expresados en su acróstico principal [(Teoría Ecológica |T|~Agroecosistemas |A|~Gestión Ambiental |G|~Cambio Global |C|)], [TAGC] recuerdan una secuencia fundamental en la manifestación más simple de la vida, la de los engranajes que soportan la información biológica del ADN. Analogía que puede servir como excusa para tratar de poner de manifiesto la importancia de las propiedades estructurales y funcionales de los ecosistemas, como forma sublime entre los niveles de integración de la materia en el campo de la biología.

3.- TEORÍA ECOLÓGICA

Una de las definiciones más concretas de Ecología como ciencia expresa que es la “Biología de los Ecosistemas” (10), entendiendo el ecosistema como el nivel de organización más elevado dentro del espectro jerárquico de la materia orgánica, por lo que el biosistema de integración objeto de estudio de la Ecología será el constituido por individuos de distintas especies y su relación de intercambios de materia y energía. Intercambios que se interpretan como conexiones entre los organismos vivos y los complejos ambientales, que funcionan como unidades de integración o sistemas. El ecosistema es, por lo tanto, la unidad funcional básica de Ecología.

Es un planteamiento teórico perfectamente válido, sin embargo, es un concepto utópico cuando se quiere plasmar en el territorio

mediante fronteras perfectamente definidas. El razonamiento lleva a un continuo de heterogeneidad más o menos marcada, en el que podrían interpretarse como ecosistemas las partes que se perciben con cierta homogeneidad y uniformidad, aunque siempre existirá un intercambio de materia y energía entre los ecosistemas limítrofes que hace imposible un diseño cerrado. Carece de términos estrictos de dimensión como consecuencia de la iterativa subordinación de unos ecosistemas en otros superiores. Son por lo tanto sistemas abiertos a cualquier escala y por esa razón continuamente cambiantes, con mayor o menor intensidad, en los que pueden percibirse procesos de proyección en el tiempo e interpretarse en función de la estabilidad del sistema como propiedad fundamental. El máximo posible de estabilidad se conseguiría con la clímax, o estado de equilibrio absoluto y de superior eficiencia para todas las propiedades del sistema. Pero ese valor de referencia es también cambiante, por lo que los componentes biológicos tienen que mantenerse en una continua carrera de adaptación con relación a las condiciones ambientales, que les lleva a un proceso de evolución a niveles de población y comunidad.

Considerada la completa descripción de un ecosistema, ésta carecería de valor si no se tuviera en cuenta el dinamismo, como carácter más significativo del mismo, y que constituye la diferencia esencial con otros sistemas inanimados y cerrados. Dinamismo que resulta en parte provocado por el efecto recíproco entre sus componentes.

Al hablar de la matriz de fenómenos ambientales, y por lo que se refiere a la regulación de la biocenosis, aparece el concepto de factor ecológico, considerando como tal a cada uno de los elementos resultantes del análisis ambiental y susceptible de actuar sobre los seres vivos, al menos durante una fase de su ciclo de desarrollo. En teoría se reconoce que los organismos están limitados por un número de factores entre los que se incluyen las propias interacciones entre ellos. En la actualidad se tiene un conocimiento bastante completo de los requerimientos ambientales de los seres

vivos. Por otra parte, la resonancia económica que proporciona tales conocimientos ha sido uno de los catalizadores que han fomentado su investigación.

El carácter evolutivo de las biocenosis se proyecta en cada uno de los individuos como una secuencia demográfica de nacimientos, crecimiento, supervivencia, reproducción y muerte. La vida no se manifiesta en realidad como un continuo, sino que aparece cuantificada en individuos discretos, que nacen y mueren como unidades. Son a la vez vehículo en la transferencia de materia y flujo de energía, y expresión genética de la evolución y la selección, a través de la adaptación a las condiciones ambientales.

Las continuas interacciones entre los componentes del ecosistema, a través de las adaptaciones y modificaciones de los elementos individuales, supone también la modificación o desarrollo de todo el ecosistema, expresable en cambios progresivos de especies, estructura orgánica y flujo de energía, que en términos ecológicos se conoce como sucesión.

La ruptura de ese proceso, ya sea por manifestaciones naturales catastróficas, o por acciones humanas, suele provocar cambios súbitos y de signo contrario en relación a la madurez del ecosistema. Cuando se detiene esa presión vuelve a reiniciarse la sucesión ecológica. Episodios repetidos podrían compararse con desarrollos de tipo sisiforiano.

Para explicar el proceso de sucesión se manejan casi la totalidad de términos y conceptos ecológicos, como prueba de la conexión entre todos los componentes responsables de la estructura definidores de la unidad del sistema con proyección en el tiempo. Dominancia y diversidad se relacionan de forma inversa, y el aumento de diversidad supone estabilidad, madurez o incremento de homeostasis en el ecosistema.

La innumerable cantidad de variables accesibles que puede aportar un ecosistema en sus relaciones de estructura y función supone la inminente necesidad de simplificación para hacerlo compatible. El intento de reproducir mediante modelos los fenómenos de la naturaleza en su aspecto ecológico, constituye uno de los campos más apasionantes de investigación, que culmina en el área de la matemática.

La Tierra queda diversificada en un mosaico de numerosas manchas distribuidas como un continuo de variación gradual, y definido por características estructurales y funcionales que permiten la vida. Cada una de esas manchas puede ser considerada como un ecosistema, pero como sistema abierto, o si se prefiere comprendido dentro de otro ecosistema más organizado. En todos ellos la especie humana adquiere una dimensión tal, por su capacidad de control, que se convierte en el elemento fundamental de la mayor de parte de ellos.

4.- AGROECOSISTEMAS

4.1.- Sistemas adeshados

Los agroecosistemas en su concepción más amplia, que incluyen los suelos destinados a usos agrícolas y los diversos espacios destinados a actividades ganaderas, desde las praderas y pastizales, hasta las de vocación silvopastoral, ocupan aproximadamente el 60% de la superficie del territorio nacional (11) y se han mantenido bastante estables durante los últimos 25 años (12), tras el descenso significativo de población rural en las migraciones iniciadas en la década de los 60 hasta casi el final del siglo, aunque con grandes diferencias regionales en su resultado actual.

Uno de los agroecosistemas más originales a nivel mundial, y más representativos en la península Ibérica es el de las dehesas

españolas y montados portugueses, que se corresponden, en unidades de paisaje, con los bosques y comunidades de matorral esclerófilo, ocupando aproximadamente algo más de la cuarta parte del territorio peninsular. El área de distribución se extiende fundamentalmente por el centro-oeste, llegando en sus posiciones más septentrionales hasta la provincia de Salamanca donde constituye un subsistema original por las características geomorfológicas y climatológicas.

Los paisajes de dehesa se identifican como unidades de pastizal dominante, en equilibrio con un estrato arbóreo de distribución dispersa semejando a la sabana (paisaje sabanoide), aunque con arbolado esclerófilo típico del clima mediterráneo (Figura 1).



Figura 1.- Visión panorámica de un sistema adehesado con encinas. Alcazarén, Salamanca, marzo 2015. Fotografía: David López © Smart Drone.

Pero además es necesario añadir que ambos estratos de vegetación se mantienen por la intervención continuada de la especie humana de forma directa, o indirectamente mediante la gestión del pastoreo con herbívoros domésticos. Este sistema pecuario enriquece sus valores de biodiversidad con especies que

resisten la presión del relativo control humano. Por lo tanto, no puede considerarse como un sistema natural ya que, tanto el aspecto estructural, como el soporte del funcionamiento, son debidos al forzamiento externo ejercido a través de cambios en los ciclos biogeoquímicos y en los flujos de energía. En ausencia de pastoreo se inicia el proceso de regeneración natural con evidente invasión del matorral acompañante del bosque mediterráneo. En definitiva, es una unidad de producción destinada al aprovechamiento humano.

No se pueden aportar datos concluyentes que permitan concluir con cierta fiabilidad, cual pudo ser la estructura inicial de la vegetación en el ambiente climático semiárido del oeste español en el que se ha desarrollado con éxito el bosque raleado de quercineas que conocemos como dehesas.

El origen de estos espacios abiertos podría estar fundamentado en una evolución natural basada en la presencia dominante de suelos pobres con dominio de comunidades vegetales de pastizal, pero con presencia de árboles en aquellos ambientes sobre rocas subyacentes intensamente diaclasadas, que facilitan el acceso de las raíces de las leñosas hasta el agua infiltrada a profundidad variable, pero demasiado alejada para las herbáceas. Podría igualmente asumirse otra hipótesis para estos sistemas sabanoides, justificada en la necesidad de producir modelos de utilización para mantener el suelo libre de arbolado, que posteriormente desembocó en bosques aclarados que facilitaba un aprovechamiento más diverso con la producción de bellotas, madera y leña, pastos para el ganado y espacios limpios para el cultivo. O quizá ambos en una secuencia de intensificación de la intervención humana. A cualquiera de los supuestos planteados habría que añadirle la presencia de grandes herbívoros, con idénticas pautas de comportamiento que las del actual ganado extensivo, es decir, gregarios, ramoneadores y trashumantes, que mantendrían baja la densidad del arbolado (13).

Tras la reconquista por los cristianos hispanos de los territorios ocupados por los moros, quedaron grandes despoblados, que posteriormente fueron colonizados con gentes de otros reinos de la península. Estas zonas tenían carácter comunal y podían ser utilizadas por todos los vecinos de los pueblos próximos. A finales de la Edad Media y principios de la Edad moderna, nobles, entidades eclesiásticas, burgueses y señores notables se apoderaron de esos lugares comunales, quedando como fincas de propiedad privada en terrenos acotados y defendidos (defesas → dehesas), utilizadas al principio como grandes propiedades arrendadas que dieron lugar al sistema actual. El aprovechamiento con ganado propio es más reciente, empezando a ser explotadas en el siglo XVIII (14).

El entorno de los núcleos rurales fue deforestado y a mayor distancia los mejores suelos fueron talados por necesidades de suelo para cultivos, mientras que las grandes propiedades permitieron organizar el territorio en tres unidades paisajísticas dominantes: los pastizales, casi siempre con vuelo de arbolado disperso; tierras de labor frecuentemente punteada con árboles en distribución muy rala; y monte cerrado con algunas manchas abiertas para el pastoreo. Un mosaico con esos tres componentes (pasto-labor-monte), con capacidad para autoabastecerse, es el que constituye el esquema más representativo del paisaje de las dehesas.

De acuerdo con la información oficial, las dehesas ocupan en España algo más de 3,5 millones de Ha, lo que supone aproximadamente el 7% de la superficie nacional. El 75% son de propiedad privada y el resto tienen aprovechamiento comunal. En Castilla y León, principalmente en la provincia de Salamanca, ocupan cerca de 470.000 Ha (Figura 2) (15).

Aunque no pueden concretarse unas características ambientales específicas para las dehesas, ya que fundamentalmente quedan definidas como consecuencia de la acción humana, si hay ciertos

factores generales de clima y suelo que son coincidentes con el territorio por el que se distribuyen.



Figura 2.- Distribución de los sistemas adehesados en la Península Ibérica (15).

En la zona de dehesas en la provincia de Salamanca, el clima es típicamente continental suave, con influencia atlántica y fundamentalmente mediterránea, con mayores precipitaciones en invierno y sequía en verano. Igualmente, las temperaturas son relativamente bajas en invierno y altas en verano (Figura 3) (34). Su efecto sobre los elementos bióticos y abióticos es de tal trascendencia que determina en gran parte el funcionamiento del ecosistema. Es en definitiva el factor limitante en estos ecosistemas, que en estas condiciones determina la presencia dominante del arbolado de encina, que se adapta perfectamente a los ambientes de tipo mediterráneo, con hojas perennes y esclerófilas.

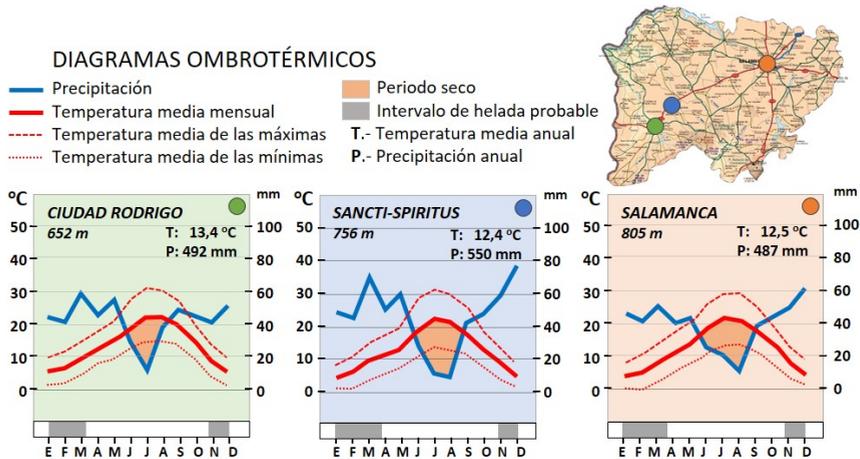


Figura 3.- Diagramas climáticos de tres localidades salmantinas en zona de dehesas (34).

El sustrato geológico está conformado fundamentalmente por rocas silíceas ácidas (granitos y pizarras) y los suelos son oligotróficos ácidos, pobres en materia orgánica y con bajo contenido mineral, por lo que en estas condiciones actúan como un segundo factor limitante para las comunidades vegetales de estos sistemas. La potencia del suelo está relacionada con la geomorfología del terreno, siendo más profundos en las vaguadas y muy someros en las zonas altas de las laderas, llegando incluso a desaparecer por la presencia de crestones de berrocales.

En el fenosistema del paisaje de dehesas se distingue una clara organización vertical definida por tres estratos aéreos (arbolado – matorral – herbáceas), pero en situaciones de aprovechamiento ganadero eficaz, las comunidades de matorral escasean como consecuencia de una menor rentabilidad que determina procesos de gestión tendentes a su eliminación, quedando el arbolado y la comunidad de herbáceas pratenses como estratos fundamentales en la fisiografía de estos mosaicos paisajísticos. Sin embargo, el abandono de actividades de pastoreo se manifiesta rápidamente en dinámicas sucesionales hacia la recuperación del bosque con presencia de fases de densidad cada vez mayor en matorrales y

especies arbustivas, que de continuar llegaría hasta el monte cerrado.

4,1,1.- Arbolado

El arbolado es determinante en el movimiento vertical de los elementos minerales que contiene el sustrato edáfico. El sistema radicular es denso y profundo, con un volumen de raíces que suele ser mayor al volumen aéreo de hojas, ramas y tronco. Ocupa un amplio espacio del suelo, movilizándolo las bases alimenticias necesarias que son transportadas por el agua, pasando posteriormente, por translocación y mediante el proceso de la fotosíntesis, a incrementar la biomasa de la parte verde que se distribuye estratégicamente por el vuelo del árbol en forma de hojas, y de las fracciones de celulosa, hemicelulosa y lignina de los elementos de soporte de madera.

La distribución dispersa del arbolado supone un efecto individual y repetido, y la influencia sobre el pastizal está en función del tamaño de la copa y de la distancia al tronco que se manifiesta en una disminución del aporte de hojarasca al suelo. Pero que va más allá de la proyección vertical, por la acción fundamental de factores meteorológicos, que se complementan con el efecto del trasiego del ganado ampliando el área de influjo. Por otra parte, el consumo de herbáceas por los herbívoros, en especial del ganado doméstico, y la eliminación de sus heces complementan la organización horizontal del sistema, redistribuyendo los nutrientes por la superficie del suelo en un proceso homogeneizador de fertilización. Con la superposición de las propiedades edáficas propias del tipo de sustrato en cada zona se complementa el esquema general de distribución de la vegetación.

Sólo una parte relativamente pequeña de la producción arbórea es consumida en condiciones normales por pequeños animales, cayendo el resto al suelo y pasando a la cadena de descomponedores, liberando elementos nutritivos que son

utilizados por las plantas herbáceas. Lo más elemental es conocer la cuantía y la distribución temporal y espacial de esos aportes materiales.

a.- Aporte de hojarasca

Al caer las hojas, y tras el proceso de descomposición en superficie, se libera una cantidad no despreciable de nutrientes que queda a disposición de las especies que conforman el tapiz herbáceo (16). Los elementos químicos contenidos en esos materiales tienen una importancia indiscutible en el ciclo global de estos ecosistemas, y la materia orgánica aportada influye considerablemente en las propiedades fisicoquímicas del suelo, por lo que la fertilidad del pastizal tiene que verse forzosamente afectada.

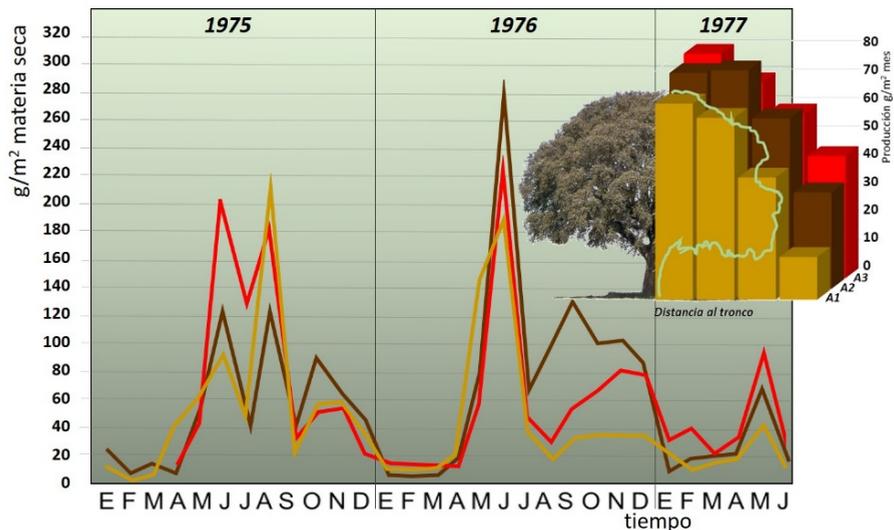


Figura 4.- Evolución del aporte total de hojarasca para tres árboles controlados en una dehesa salmantina, y aporte en función de la distancia al árbol (16).

La hojarasca de encina, compuesta por hojas, frutos e inflorescencias, es variable en su aporte al suelo a lo largo del ciclo anual y entre diferentes años, aunque sin diferencias significativas

entre individuos (Figura 4) (17). Coinciden los mínimos aportes con el periodo invernal, mientras que los máximos, aunque con mayor variabilidad interanual, suelen presentarse durante la temporada cálida. Los valores medios totales pueden estar próximos a los 700 g/m² año. Los resultados más significativos hacen referencia a que las cantidades de restos vegetales que se recogen en el suelo van siendo menores a medida que la distancia al tronco del árbol es mayor.

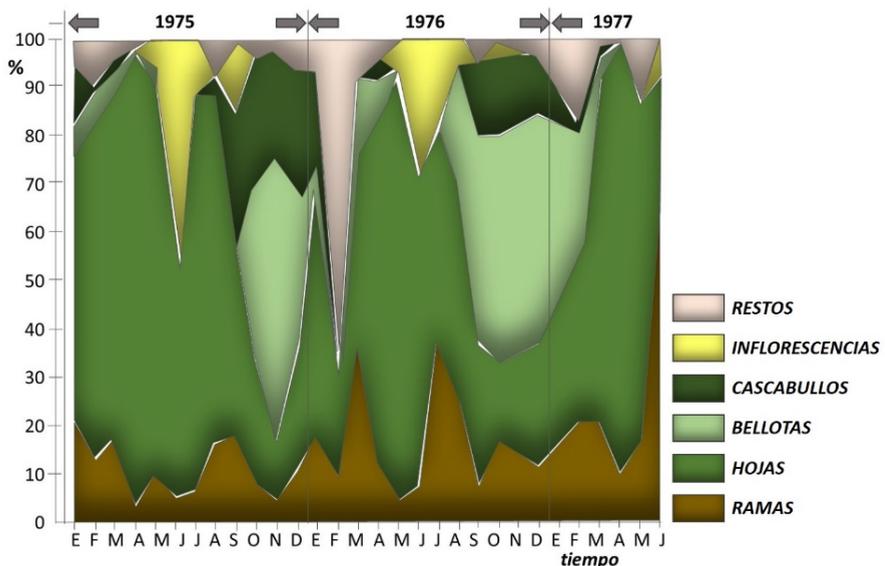


Figura 5.- Evolución del porcentaje de producción de diferentes fracciones de la hojarasca para una encina de la zona adehesada salmantina (17).

Los aportes de materiales al suelo procedentes de la encina, pertenecen a varias estructuras del árbol, y por tanto con velocidades de descomposición también diferentes. La importancia de las cantidades de cada una de esas fracciones es obvia, ya que la restitución de elementos minerales al suelo seguirá pautas de reciclaje diferentes que se superponen en espacio y tiempo. La evolución de las fracciones de hojarasca define los periodos fenológicos más importantes del ciclo de la encina en la zona

adhesada salmantina (Figura 5). Las hojas son el máximo representante de los restos vegetales durante la mayor parte del año, sólo superada por el aporte de frutos entre octubre y diciembre, destacando igualmente los porcentajes que se consiguen de inflorescencias de mayo a junio.

Se hace necesario determinar las concentraciones de los elementos minerales contenidos en los restos vegetales depositados en el suelo a lo largo del ciclo anual. Además, las características del ciclo se ven afectadas no sólo por las cantidades absolutas de elementos minerales puestos en juego, sino también por la velocidad con que estos se mueven. En la evolución de los macronutrientes nitrógeno y fósforo, para la fracción de las hojas, se hallan siempre correlacionados positivamente. Resultado lógico puesto que ambos elementos experimentan variaciones conjuntas a lo largo del desarrollo foliar y se ven particularmente afectadas por la reabsorción por parte del tronco hacia el final de la vida de la hoja (18).

b.- Intercepción del agua de lluvia

La influencia del arbolado en el estrato herbáceo también se manifiesta en la intercepción del agua de lluvia y cómo se distribuye tras el efecto de diferentes fenómenos meteorológicos en la superficie del suelo. La cuantificación del agua que pasa a través del árbol, la que escurre por el tronco y la que queda interceptada permite hacer un balance hídrico que puede ser de gran importancia para explicar los cambios que se producen a nivel edáfico y las posibles implicaciones para la vegetación herbácea que crece en la zona de interferencia del arbolado (Figura 6) (19).

Para el balance hídrico es necesario considerar como variables, por una parte, el agua interceptada, y la precipitación incidente o bruta, el agua de penetración que atraviesa la copa del árbol y la de escurrido a lo largo del tronco, por otra. Lo resultados básicos apuntan que hay una lógica variabilidad propia de la arquitectura

de cada uno de los árboles, en función de las dimensiones de la copa, de la superficie foliar y de la distribución de las ramificaciones. Además, puede concluirse que el agua de escurrido por el tronco supone tan sólo el 0,1 por ciento de la precipitación bruta.

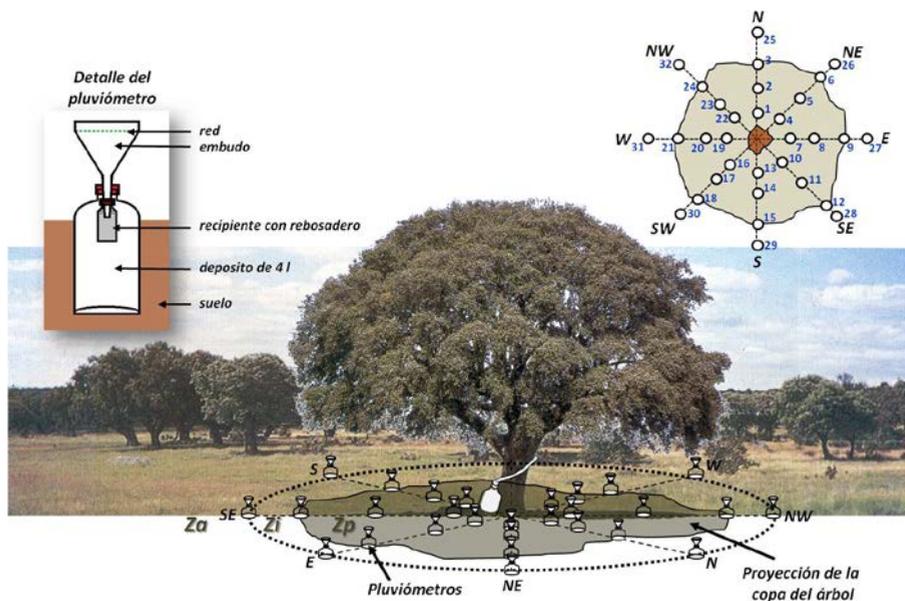


Figura 6.- Simulación del sistema de muestreo para la influencia de la intercepción del agua de lluvia por el arbolado en un sistema adehesado de encinas. Zp: Zona de efecto permanente, bajo la proyección directa del árbol. Zi: Zona de influencia, en las proximidades de la proyección del árbol. Za: Zona abierta sin influencia del arbolado en la intercepción de la precipitación (19).

La tasa de intercepción estacional resulta máxima durante los meses de verano, consiguiéndose en primavera valores muy próximos. Por el contrario, el mínimo se obtiene durante el otoño, detectándose intercepciones algo superiores en la etapa invernal. Podrían definirse, por lo tanto, dos periodos de características diferentes: primavera y verano de intercepción elevada y otoño e invierno de intercepción media. Los valores anuales de intercepción

oscilan entre 32 y 41%. La tasa de goteo estacional sigue pautas similares, con medias anuales que varían entre el 56 y 68.

La distribución del agua de lluvia en los pluviómetros situados bajo el árbol y en su proximidad es diferente en cada uno de los controles realizados, ya que dependen de varios factores que influyen en ella (precipitación incidente, viento dominante, ráfagas de viento, otros fenómenos meteorológicos, etc.) y que se manifiestan con características muy variables.

Las llamadas precipitaciones ocultas son, en un elevado número de casos, de gran importancia por las cantidades de agua recogidas bajo la cubierta forestal. En varias observaciones de nieblas prolongadas, acompañadas de baja temperatura, se han superado los 10 mm (Figura 7). En estos casos si debe considerarse como significativo el efecto de precipitación de agua recogida bajo el árbol, que puede ser aprovechada por la comunidad del pastizal. La media de precipitación obtenida en la zona de efecto permanente es, al menos, cinco veces superior a la recogida en la zona de influencia (20).

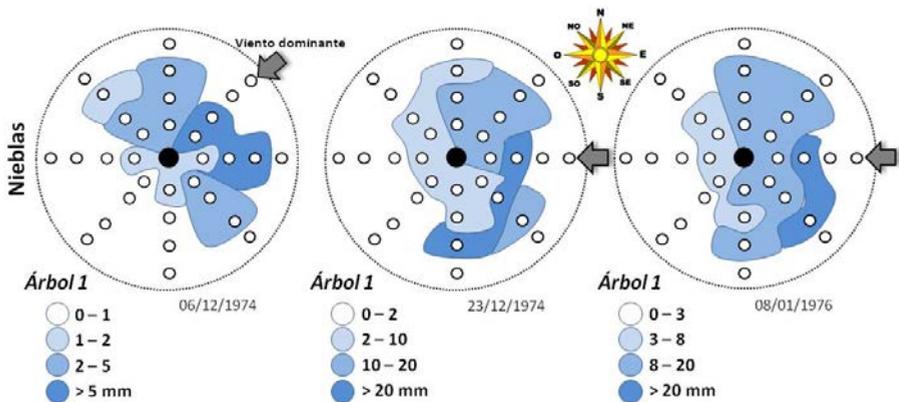


Figura 7.- Influencia de las nieblas en la distribución del agua bajo la encina en una zona experimental adhesada de la provincia de Salamanca (19).

Cuando el agua recogida se debe fundamentalmente a fenómenos meteorológicos de tormenta en forma de agua o de granizo, el valor medio obtenido en los pluviómetros de la zona de influencia de la encina, es superior a la de la zona de proyección directa de la copa. El viento dominante es uno de los factores que más afectan en la distribución del agua sobre el suelo en los montes adeshados de encina. El efecto de pantalla del árbol queda modificado de manera diferente en función de la intensidad y dirección del viento.

c.- Aporte de nutrientes minerales

Además del agua que llega hasta el suelo a través del arbolado, es aún más importante conocer el aporte de nutrientes minerales, como consecuencia de esa precipitación tras el lavado de la hojarasca de la copa, o que fluye por el tronco (21). La cantidad que fluye a través del tronco es pequeña, en comparación con la superficie de proyección de la copa, sin embargo, su concentración en la base del tronco llega a ser considerablemente más significativa por la alteración de las características edáficas. El aporte de nutrientes por el agua de precipitación es una fuente adicional de la heterogeneidad espacial inducida por el estrato arbóreo. Tanto la cantidad de agua como de nutrientes que recibe el suelo varía en función de la distancia al tronco, pero, de cualquier manera, son muy diferentes a los aportes en áreas despobladas de árboles.

Tabla 1.- Aporte de nutrientes por precipitación a través de la copa de árboles en ambientes adeshados de la provincia de Salamanca (mg /m² año) (21).

| Especie dominante | NUTRIENTES | | | | | | | | |
|--|------------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|------|------|
| | N | P | K | Ca | Mg | Na | Fe | Cu | Mn |
| <i>Quercus rotundifolia</i> (Encina) | 125,3 | 38,4 | 773 | 837 | 95,6 | 126 | -3,47 | 0,58 | 37,0 |
| <i>Quercus pyrenaica</i> (Roble melojo) | 168,2 | 175,2 | 765 | 567 | 220,2 | 109 | 5,03 | 1,47 | 17,1 |

La contribución real del árbol se estima como la diferencia entre la deposición bajo la copa y la obtenida para zonas no arboladas.

Esas diferencias se recogen en la [tabla 1](#), donde se presentan los valores obtenidos para diferentes nutrientes como media de varios años y para varios árboles.

El incremento de la distancia al tronco está relacionado con una disminución en la transferencia de nutrientes. En la zona de influencia directa del árbol el contenido en el suelo de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio es mayor que fuera, por lo que las especies herbáceas que aparecen en una y otra zona son en gran proporción diferentes. Por otra parte, en la zona de la proyección de la copa las herbáceas son menos palatables y digestibles, pero se mantienen verdes durante más tiempo, por lo que suele ser lo último que aprovechan los herbívoros, siguiendo en el pastoreo un ritmo definido por estas características.

La máxima producción del pasto se encuentra en la zona de proyección vertical del borde de las copas del arbolado, donde hay suficiente luz y la cantidad de nutrientes es adecuada, disminuyendo hacia afuera y más aún hasta la proximidad del tronco. Bajo la cobertura del árbol, a pesar de contener más nutrientes no hay tanta producción por el efecto limitante de la sombra, aunque eso favorece mayores tiempos de permanencia antes de secarse.

4.1.2.- Matorrales

La denominación genérica de matorral se aplica a todas las formaciones y agrupaciones de especies leñosas arbustivas y subarbustivas que compiten por el territorio con las herbáceas del pastizal y con las arbóreas del vuelo, ocupando con ventaja los roquedos y cimas con suelos poco consolidados, cualquier suelo genéticamente pobre o degradado, sobre todo después de haber sido roturado, cultivado y abandonado. Se incluyen en este estrato los chaparrales o carrascales como fase arbustiva de la encina, y los bardales de roble. También comprende a los escobonales y piornales como matorral de genisteas, tomillares, cantuesares, y en

casos muy concretos jarales de bajo porte. Son acompañantes menos frecuentes, como consecuencia de la profunda transformación humana, zarzas, escaramujos, espinos o prunios (22).

La densidad del matorral es controlada principalmente por el ganado por acción directa de pisoteo o indirecta por el apelmazamiento del suelo, por aumento de la fertilidad debido a aportes de nutrientes minerales con los excrementos, o por el aporte de semillas de herbáceas competidoras a través del heno y las heces. El consumo de bellotas y la adecuada carga ganadera para el ramoneo podría controlar las fases de carrascal, y fundamentalmente bardal por tener una hoja más apetecible para el ganado. El matorral del arbolado dominante solamente adquiere cierta importancia en zonas de pastizal con muy escaso arbolado, o después del abandono de cultivos en el proceso de sucesión secundaria hasta que se alcanza el bosque. A partir de los 20 años ya adquieren porte de arbustos y a los 70-75 llegan a conseguir el porte arbóreo con fisonomía de bosque o de dehesa, si está aclarado. Si se dejara completar la sucesión ecológica se conseguiría una comunidad climácica menos madura que la original, puesto que el suelo ha sido muy degradado.

4.1.3.- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo de la dehesa puede ser pastizal natural o herbazales sobre terrenos modificados por el hombre para laboreo.

En la zona de dehesas, en la que los caracteres mediterráneos, atlánticos, continentales y altitudinales se superponen, es suficiente una ligera variación en la exposición del terreno, como resultado de los accidentes topográficos a la incidencia de los rayos solares, para que la evaporación varíe intensamente y condicione la composición específica de la comunidad herbácea. El agua es el factor limitante primordial, a lo que habría que añadir la notable diversidad de la fertilidad del suelo, desde la de los interfluvios, cimas lavadas y laderas de escorrentía, hasta las de los canales y vegas de arroyos y

regatos. La combinación de tantas variables, más las estacionales y las inducidas por el hombre en labores de manejo, como redileo, intensidad de pastoreo, laboreo o abandono, inciden en las características estructurales y funcionales de la comunidad vegetal, incluso en áreas de condiciones fisonómicas y edafoclimáticas homogéneas, por lo que resulta complicado precisar alguna clasificación. Más bien lo que puede obtenerse es una gama de comunidades de pastizal en gradiente, desde las zonas más pobres, de suelo menos profundo y menos humedad, hasta las zonas de mayor contenido en nutrientes, mayor profundidad del suelo y mejores condiciones de humedad.

a.- Comunidades de pastizal

Los pastizales de efímeras están caracterizados por su poca cobertura, donde dominan plantas anuales, terófitas efímeras y pioneras de pequeña talla. Están asentados sobre suelos arenosos, pobres, poco profundos, quizá esquilados por anteriores cultivos de cereal y que disponen de poca humedad edáfica. Pueden distinguirse al menos dos tipos de asociaciones. Por una parte, se encuentran los ubicados sobre suelos esqueléticos, apelmazados, muy pobres en bases, sin capacidad de retención, acordes y en equilibrio con esas características y estabilizados para esas condiciones y, por tanto, de difícil y lentísima evolución. De escaso interés económico, pese a ocupar superficies importantes, su producción es baja y con frecuencia no alcanzan los 500 Kg/Ha/año de biomasa. Por otra parte, están los pastizales de efímeras sobre suelos bien aireados por la actividad radical, de producción notable, poco evolucionados hacia el pastizal por falta de carga ganadera, a veces entre matorral de papilionáceas cuyas raíces airean y facilitan nitrógeno y donde la radiación llega filtrada por presencia de encinas, carrascas y matorral. Los valores de producción oscilan alrededor de los 2.000 Kg/Ha.

Los vallicares son los pastizales más representativos y frecuentes del monte adhesionado dedicado a pastizal. La mayor parte de los

vaqueriles están cubiertos por abundantes gramíneas de talla media, con una cobertura casi total y dominancia neta de la especie *Agrostis castellana* (23). En las partes más altas, con menos suelo o en los suelos más pobres se encontrarían las comunidades de este grupo con menor producción, en torno a los 2.400 Kg/Ha. Los vallicares más típicos aparecen en tierras pardas meridionales sobre granitos o pizarras, que tienen producciones que pueden llegar a los 2.500 Kg/Ha. Las mejores partes corresponden a las depresiones, donde se almacena el agua de las zonas adyacentes, que serían los vallicares húmedos, donde aparecen con cierta abundancia especies de gramíneas de mayor altura y, aunque pueden segarse, suelen ser pastados directamente por el ganado. Por el contrario, en las zonas de vega, con suelos mucho más profundos, donde suele haber riego temporal y frecuentemente acotado con vallado al pasto de primavera, se localizan los vallicares de siega. Los valores de producción de estos dos últimos tipos de pastizales son muy similares y oscilan en torno a los 5.300 Kg/Ha, sin embargo, se diferencian entre sí por la composición de sus comunidades, sobre todo en lo que se refiere a las especies dominantes, abundancia y cobertura, y al sistema de utilización, con resultados de valores de diversidad más bajos para los de siega, aunque de relativa estabilidad, proporcional al ingreso de energía en forma de riego, abonado, siega, etc., que son necesarios para su mantenimiento.

En las proximidades de las edificaciones, en zonas de condiciones ambientales muy similares a las de los vallicares húmedos, fuertemente pastadas por cerdos u ovejas en redileo itinerante, y por lo tanto muy abonadas por las deyecciones del ganado, pero en equilibrio con el pastoreo y perfectamente adaptadas al pisoteo, se localizan los majadales. Tienen una producción algo superior a la de los vallicares, alcanzando una media de 3.800 Kg/Ha, en la que participan varias especies de leguminosas bien adaptadas al efecto del pastoreo más intensivo, fundamentalmente *Poa bulbosa*.

Sobre suelos profundos, ricos en nutrientes y con gran disponibilidad de agua que permite el mantenimiento de una capa freática, se reservan los mejores pastos para siega al final de la primavera, y si el año prolonga las precipitaciones puede realizarse un segundo corte ya entrado el verano o en la otoñada. Estas praderas semiagostantes o gramadales se caracterizan por una gran cobertura herbácea, con predominio de especies perennes. En ellas se consiguen las producciones más elevadas de la zona de dehesas, llegando casi a los 16.000 Kg/Ha, aunque la media puede superar los 7.000 Kg/Ha, pero la proporción en superficie es muy pequeña.

Por supuesto que es de una gran ayuda conocer las especies que conforman los grupos más significativos, pero no con los de la nomenclatura científica, sino atendiendo a su significado en el aprovechamiento de la dehesa con el fin de conseguir una mayor utilidad.

Dominan en general las gramíneas, responsables fundamentalmente de la producción, pero en años climatológicamente buenos aumentan las leguminosas, determinantes del factor de calidad. Otras familias suelen estar siempre peor representadas.

Los valores de producción a los que se ha estado haciendo referencia proceden de muestras reales, pero seleccionadas en el proceso experimental para las mejores condiciones, por lo que podrían representar a las producciones máximas esperables. Se refieren a la producción que se obtendría dejando crecer la hierba y dando un sólo corte en el momento óptimo, simulando lo que se hace cuando se siega para obtener heno. Es también pertinente aclarar que la altura de corte es equivalente a la que dejan los herbívoros; es decir, la cosecha es equiparable a la que obtendría un herbívoro pastando. En la [tabla 2](#) se recogen los valores de producción primaria aérea neta anual por tipos de pastizal y diferentes años (24).

Tabla 2.- Valores de producción en pastizales de dehesa, por lugar, tipo y año, expresados en Kg/Ha (24).

| N.º | Lugar | Tipo | 1.974 | 1.975 | 1.976 | 1.977 | 1.978 | Valores | Medios |
|-----|-------------------------|----------------------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|
| 7 | Fuentes de Sando | Pastizal de efímeras | 1.920 | 2.150 | 2.120 | 4.640 | 1.520 | 2.470 | 2,080 |
| 24 | Berrocal de la Espinera | Patizal de efímeras | — | 1.540 | 1.440 | 2.080 | 1.720 | 1.690 | |
| 10 | Berrocal de la Espinera | Vallicar pobre | 3.470 | 2.490 | 760 | 3.800 | 2.080 | 2.520 | 2,370 |
| 22 | Villoria de Buenamadre | Vallicar pobre | — | 690 | 520 | 960 | 2.080 | 1.060 | |
| 8 | Fuentes de Sando | Vallicar pobre | 2.630 | 3.840 | 1.080 | 4.800 | 4.960 | 3.460 | 2,490 |
| 21 | Servandez | Vallicar pobre | — | 2.220 | 880 | 4.040 | 2.640 | 2.440 | |
| 27 | Gudino de Ledesma | Vallicar normal | — | 2.690 | 1.720 | 3.800 | 2.400 | 2.650 | 2,490 |
| 4 | Pedro Llen | Vallicar normal | 2.550 | 2.410 | 880 | — | 4.800 | 2.660 | |
| 25 | Berrocal de Espinela | Vallicar normal | — | 2.960 | 1.200 | 3.080 | 2.440 | 2.420 | 2,490 |
| 2 | Servandez | Vallicar normal | 4.430 | 3.080 | 840 | 2.280 | 2.720 | 2.790 | |
| 26 | Gudino de Ledesma | Vallicar normal | — | 1.880 | 820 | 2.840 | 2.200 | 1.930 | 3,780 |
| 1 | Servandez | Majadal | 4.010 | 3.190 | 1.140 | 5.460 | 6.320 | 4.020 | |
| 5 | Villoria de Buenamadre | Majadal | 1.980 | 4.000 | 970 | 2.520 | 2.160 | 2.330 | 5,590 |
| 9 | Berrocal de la Espinela | Majadal | 3.790 | 2.900 | 2.880 | 7.080 | 8.280 | 4.990 | |
| 6 | Villoria de Buenamadre | Vallicar húmedo | 3.870 | 3.840 | 1.110 | 6.440 | 6.640 | 4.380 | 5,590 |
| 23 | Fuentes de Sando | Vallicar húmedo | — | 4.790 | 2.640 | 11.040 | 8.720 | 6.800 | |
| 3 | Pedro Llen | Vallicar de siega | 3.750 | 4.030 | — | 5.400 | 4.520 | 4.430 | 5,120 |
| 12 | Muñovela | Vallicar de siega | 4.490 | 4.520 | 1.520 | 8.000 | 4.640 | 4.630 | |
| 20 | Servandez | Vallicar de siega | — | 9.360 | 3.040 | 6.640 | 6.120 | 6.290 | 7,650 |
| 14 | Santibáñez de Cañedo | Prado semiagostante | 4.730 | 4.230 | 2.040 | 9.280 | 7.440 | 5.540 | |
| 13 | Santibáñez de Cañedo | Prado semiagostante | 4.270 | 11.300 | 5.560 | 15.920 | 11.760 | 9.760 | |

El conocimiento fenológico de cualquier comunidad tiene un gran interés porque pone de manifiesto numerosas interacciones entre especies que se organizan de manera temporal (10). Sobre esta base, las implicaciones sobre el ecosistema aparecen a caballo entre las distribuciones espaciales y temporales que determinan el estado y la historia de cada comunidad. La fenología de las especies dominantes suele guardar bastante relación con el tipo de comunidad ya que, en líneas generales, son las que dan carácter al pastizal y las que definen los relevos a lo largo del crecimiento primario, al igual que las etapas sucesionales, aunque el significado del reemplazo temporal sea diferente.

El período que cubre desde marzo a agosto, incluyendo las fases prevernal, vernal y estival, es el más significativo por presentar mayores diferencias entre los distintos tipos de pastizal. Es igualmente interesante relacionar la evolución fenológica con posibles alteraciones bióticas, como efectos del pastoreo, pisoteo, o acciones humanas, o de tipo abiótico como podría ser cualquier contingencia climática en sus diversas facetas.

Ofrecer la evolución fenológica de todas y cada una de las especies presentes en cada tipo de pastizal permitiría el análisis completo de las manifestaciones de cambio a lo largo del crecimiento primario, aunque sería muy difícil llegar a conclusiones de síntesis. Sin embargo, puede ser oportuno seleccionar solamente la información de aquéllas que imprimen carácter fisionómico al pastizal por su mayor frecuencia numérica o su mayor cobertura, o aquellas que se consideran características de cada uno de los tipos.

Las representaciones gráficas de los aspectos fenológicos tienen una gran importancia por el hecho de que, en la mayor parte de los casos, la información es puramente descriptiva; de ahí que los intentos de visualizar gráficamente el proceso del cambio haya tenido múltiples aportaciones, que van desde la situación temporal de cada aspecto, hasta su consideración conjunta con otros parámetros estructurales y conceptos funcionales, como el crecimiento primario o la producción, o la calidad del pasto y el efecto del pastoreo.

Globalmente se observa cómo los prados semiagostantes presentan, en la mayoría de las especies, ciclos desplazados hacia el período estival. Los majadales, por el contrario, al menos por lo que respecta a las especies dominantes y características (*Poa bulbosa* y *Trifolium subterraneum*), se muestran ligeramente adelantados al resto de los pastizales. El conjunto de vallicares, en sus diversas facies, presentan mayor variabilidad; los vallicares húmedos se caracterizan por el mayor acompasamiento de las manifestaciones fenológicas por especies, mientras que en los vallicares de siega y vallicares normales pueden distinguirse varias etapas. Los vallicares pobres y los pastizales de efímeras (de gran parecido estructural) presentan también una gran semejanza de evolución fenológica.

La comunidad de vallicares normales (Figura 8), dominante en la zona de dehesa, tiene como especies más representativas *Agrostis castellana*, *Anthoxanthum aristatum*, *Vulpia bromoides*, *Trifolium*

striatum, *Trifolium campestre*, *Tuberaria guttata* y *Eryngium campestre*. Pueden distinguirse diversos estadios, destacando en el primero *Moenchia erecta* y *Cerastium glomeratum*, ambas de escasa cobertura, pero de frecuencia elevada. La segunda fase está principalmente representada por los tréboles y gramíneas anuales de fructificación a finales de junio. La última fase queda casi totalmente absorbida por *Agrostis castellana*. Puede aún distinguirse otra fase superior en la que *Eryngium campestre* fructifica cuando la mayoría de sus acompañantes en la comunidad ya están secas. También puede definirse, y no solamente para los vallicares normales, sino para todos los pastizales, excepto prados semiagostantes, una fase previa a las anteriores, representada por especies muy tempranas, entre las que destacan *Montia fontana*, *Romulea bulbocodium*, *Erophila verna* y *Teesdalia coronopifolia* (25).

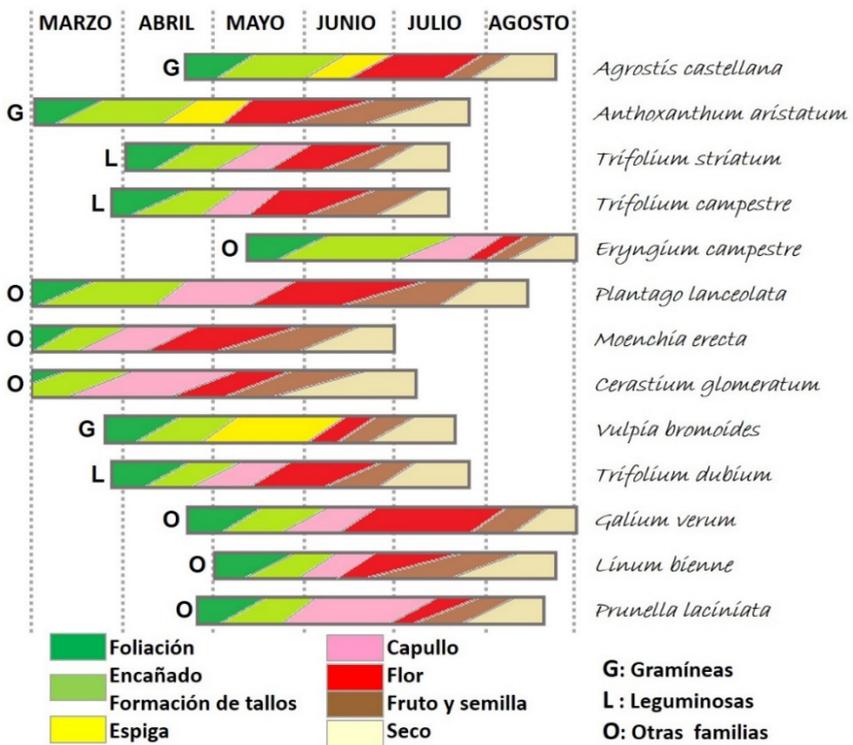


Figura 8.- Espectro fenológico en vallicares normales de las dehesas salmantinas (25).

Para una misma especie pueden encontrarse pequeñas diferencias temporales de aspección dependiendo del tipo de pastizal en que la población se encuentre. Los desfases en este caso son de poca importancia, en general porque la respuesta está provocada por cambios meteorológicos incluidos en la misma zona mesoclimática. El caso de la especie más extendida (*Agrostis castellana*) es un ejemplo significativo de tal respuesta sincronizada.

El conocimiento de la composición mineral de los principales tipos de pastizales naturales es un complemento de gran importancia a lo comentado sobre la producción primaria aérea, para conocer el potencial productivo que representa este recurso natural agropecuario, y como podría optimizarse su utilización (26).

4.1.4.- Efecto del pastoreo

La dehesa sólo se presta a dos opciones; pastoreo extensivo con grandes superficies por unidad de herbívoro, o pastoreo controlado, obligando al ganado a pastar porciones de la dehesa en función de la evolución del ciclo fenológico de las diversas comunidades, que en definitiva es lo que se ha hecho tradicionalmente a base de sectores definidos por grandes cercados de piedra o con la intervención directa de pastor. La gestión no es nada sencilla, pero el aprovechamiento adecuado es imposible si no se conoce perfectamente la finca en el devenir de cada una de las comunidades vegetales que la constituyen. El aprovechamiento tradicional correcto, surge del conocimiento de las necesidades y hábitos de los animales y la potencialidad productiva de cada unidad fisiográfica de la dehesa.

Todos los herbívoros domésticos, sin excepción, prefieren la biomasa tierna a la dura, lo que equivale a decir que los productos más lignificados y menos digestibles serán menos apetecidos. A nivel específico se acepta que el cerdo sólo consume hierba fresca y jugosa, la oveja selecciona las partes más tiernas, y lo mismo que la vaca, prefiere las leguminosas a las gramíneas. Aunque el consumo

está relacionado con la calidad, también lo está con la situación del animal. Efectivamente, aunque el vacuno es menos selectivo que el ovino también muestra preferencias, pero en situaciones extremas llega a consumir material duro y poco palatable. La cabra consume partes terminales tiernas, y los équidos son capaces de metabolizar juncos, hierbas de todo tipo y hasta la cáscara de los árboles.

La producción herbácea es menor y de calidad inferior bajo los árboles, arbustos y matorrales, es escasa en las cimas y media en las laderas, en las que la orientación es determinante en las fases fenológicas. Valles y vegas suelen alcanzar el máximo de producción y de calidad. Pero hasta estas simples generalidades precisan ser matizadas, ya que están condicionadas por el historial de su utilización. Y sobre todos esos factores, las condiciones climáticas son las que controlan los procesos de producción primaria.

Además del efecto directo del pastoreo de los herbívoros y del pisoteo, o cualquier otro impacto de presión física sobre la comunidad herbácea, pueden influir con el aporte de nutrientes al suelo a través de los excrementos. Si la concentración de animales es elevada como ocurre en los procesos de redileo de ovejas o en los cercados con alta densidad de cerdos, la comunidad vegetal puede manifestar cambios muy significativos. Si el agua en esos lugares no es limitante y la presión del ganado es la adecuada, evolucionan a majadales, de mayor producción que los vallicares de similares características edafoclimáticas, y con especies representativas diferentes que dominan como consecuencia de una estrecha adaptación por influencia de los herbívoros pastantes. La cesión de los nutrientes para cada tipo de excremento es diferente y es interesante conocer la secuencia de cesión y la velocidad de los elementos nutritivos al suelo. Por otra parte, la importancia radica en el hecho de que más de la mitad del alimento ingerido por los herbívoros es devuelto al suelo en forma de materia no asimilada constituyendo las boñigas (27).

a.- Efecto de las deyecciones de vacuno

Utilizaré parte de este discurso en relatarles el proceso de incorporación de las heces de vacuno al suelo, para poner de manifiesto la importancia del herbívoro más significativo de los que pastan por las dehesas en los aportes de elementos minerales, como una forma complementaria, y en proyección horizontal, al ya comentado bombeo vertical de nutrientes del arbolado. En muchos casos y en las condiciones en que se desarrollan los pastizales de dehesa, junto a la cada vez más acusada falta de arbolado que aporta materia orgánica, los excrementos de los herbívoros pasan a ser el principal aporte directo que restituye parte de lo extraído si el animal no recibe dieta de piensos complementarios, o una mayor contribución si la recibe (28).

En principio, la importancia radica en la cantidad. Algunas referencias indican que la superficie media diaria recubierta por boñigas de una vaca podría oscilar en torno a un metro cuadrado, o que la cantidad anual de excrementos depositados por hectárea, en la que permanezcan de 3 a 5 cabezas de ganado vacuno, oscila entre 1 y 2,5 toneladas de materia seca, pudiendo llegar en casos extremos a 4 toneladas por hectárea. Traducido a superficie, se podrían abonar entre 270 y 634 m² (29).

En el experimento que les relato, los excrementos utilizados provenían de animales encerrados durante la noche en un recinto con piso de cemento previamente lavado, que fueron posteriormente mezclados para su homogeneización y preparados en recipientes de porcelana de volumen similar a la media de una boñiga, para darles una apariencia similar, y después transportarlos y ubicados de forma ordenada en parcelas cercadas para su control. El proceso se repitió en las cuatro estaciones, partiendo del hecho de que el alimento ingerido por el animal donante y los factores climáticos varían sensiblemente a lo largo del año. Se protegieron las boñigas con una malla metálica para evitar que fueran esparcidas por aves (estorninos, tordos, cogujadas o gorriones) que

tienen el hábito de buscar insectos coprófagos en las heces. Se colocaron directamente sobre el suelo y en número suficiente para poder muestrear durante aproximadamente un año en intervalos de 15 días, para hacer el seguimiento del contenido en minerales, densidad, humedad y sustancia seca. También se recogieron insectos para controlar su evolución. Para obtener datos complementarios dos de ellas se colocaron sobre paneles de plástico para pesar periódicamente y detectar las pérdidas de peso, y otras dos se situaron sobre bandejas perforadas para recoger los líquidos percolados que fueron posteriormente analizados en sus contenidos minerales. Previamente se habían analizado los nutrientes de la dieta animal, efectos de la edad y selectividad de alimentos.

Efectivamente, la edad y el estado sanitario del animal, la riqueza de la dieta y su digestibilidad son factores determinantes de la concentración de bioelementos en las heces. Pero el factor principal de la evolución de los constituyentes de la boñiga es función de la intensidad de las precipitaciones.

La luz y el calor afectan directa e indirectamente; por un lado, produciendo cambios y volatilizaciones, y por otro a través de la actividad de los organismos que participan en la incorporación. La humedad facilita la acción de insectos y microorganismos. Las precipitaciones líquidas son vehículo de incorporación al suelo, bien en forma de partículas orgánicas por arrastre, bien en forma de detritus ya parcialmente mineralizados por su paso a través del intestino de insectos, o en forma de sales minerales en disolución, previa acción de insectos y microorganismos. La boñiga se comporta como un producto higroscópico en función del contenido en materia orgánica, o como una esponja dado su carácter poroso, por lo que varía el volumen y la densidad en relación directa con la humedad, absorbiendo una gran cantidad de agua que después cede más lentamente que el suelo, constituyendo una reserva de agua y nutrientes que influye en la actividad biológica en su entorno inmediato (Figura 9).

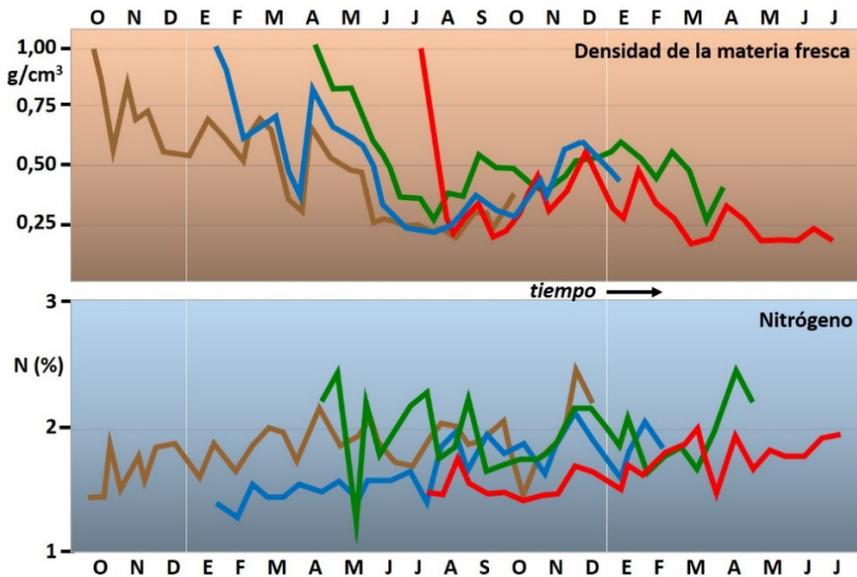


Figura 9.- Evolución de la densidad de materia fresca y de los aportes de nitrógeno, en la fase de incorporación de heces de vacuno al suelo en zona de dehesas (28).

Las boñigas depositadas en primavera y verano son casi totalmente utilizadas por los insectos coprófagos que afluyen en gran cantidad. Es consumida y transportada en su totalidad, o solamente queda la capa seca superficial en forma de corteza y algunas partes en contacto con el suelo, a veces nada, dando lugar a una cámara interior hueca. Las depositadas durante el otoño son muy débilmente afectadas por los insectos, por lo que su incorporación al sustrato es muy lenta prolongándose hasta la siguiente primavera, cuando la actividad radicular de las plantas, la fauna edáfica y los microorganismos consiguen una actividad adecuada en función de la humedad y temperatura, terminando por incorporarla al suelo, dando lugar a una pequeña prominencia en el terreno que puede apreciarse en el pastizal durante años. Las boñigas de invierno pueden permanecer algún año, hasta que se completa en ellas el proceso antes descrito.

En las boñigas puede instalarse una biocenosis específica rica y variada, que obtiene el alimento en los excrementos, de forma directa como es el caso de los coprófagos, o indirecta como los depredadores. Cada boñiga es, en definitiva, un mesosistema en el engranaje del ecosistema de la dehesa, en el que se desarrolla un proceso de sucesión ecológica hasta su desaparición por incorporación al suelo o a los propios organismos que la utilizan como alimento.

Desde el mismo momento de la deposición, las boñigas se convierten en un extraordinario foco de atracción para numerosas especies de insectos que acuden en oleadas sucesivas. En la secuencia y durante las primeras horas llegarán dípteros de la familia *Muscidae* que acuden para hacer la puesta de huevos, antes de que endurezca la costra externa de la boñiga. A continuación, coincidiendo en parte con la llegada de moscas se presentarán varias familias de coleópteros, principalmente hidrofílicos, estafilínidos, histéricos, escarabeidos, geotrípidos y afódidos. Y por último otros grupos de animales, en su mayor parte ácaros, nematodos y lombrices de tierra, que juegan un papel de menor relevancia en el ecosistema de dehesas.

La acción de los insectos provoca la inmovilización de la materia orgánica, evitando la pérdida de elementos minerales. Los coleópteros entierran la mayor parte de los excrementos incorporando al suelo macronutrientes fundamentales como nitrógeno o fósforo, enriqueciendo los horizontes edáficos superiores, estimulando las poblaciones de microartrópodos edáficos, principalmente ácaros y colémbolos y aumentando la proporción más efectiva entre bacterias y hongos, que aceleran el reciclaje de los bioelementos y, en especial, el nitrógeno como elemento clave. Por otra parte, algunos escarabeidos actúan también destruyendo el medio donde se desarrollan las larvas de moscas cuyos imagos pueden ser perjudiciales para el ganado, y sobre helmintos parásitos que son destruidos o ingeridos. Además, actúan como depredadores especies de histéricos, hidrofílicos y

estafilínidos. Por lo tanto, los escarabajos pueden considerarse especies clave en los ambientes de dehesa con pastoreo, debido a su papel en la descomposición, dispersión de semillas y el control de parásitos de vertebrados (30).

Hay una importante actividad de coleópteros coprófagos a lo largo del año en los ambientes adeshados, tanto en hábitats de pastizal abierto como con arbolado, donde pueden encontrarse las mismas especies, pero la abundancia y el periodo de mayor actividad son diferentes (31). La diversificación ecológica de los coleópteros coprófagos se ha conseguido en parte para evitar en lo posible la competencia entre especies, y permite hacer una sencilla clasificación (32): Endocópridos, que se alimentan y en gran parte nidifican en la misma fuente de alimento o en pequeñas cavidades junto a ella, como los afódidos, que son los primeros coprófagos en llegar a la boñiga; Paracópridos, que efectúan galerías bajo el excremento donde se refugian y nidifican, sirviendo en ocasiones de túneles de alimentación, como los geotrúpidos; y Telecópridos, que forman bolas de excremento y las transportan enterrándolas a cierta distancia para que sirvan de alimentación o cría como los escarabajos peloteros (Figura 10).

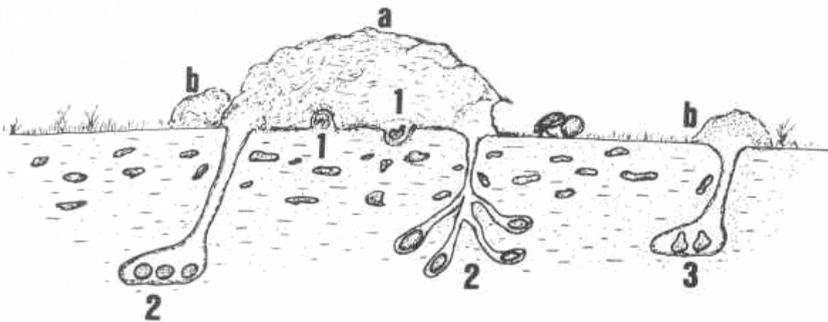


Figura 10.- Esquema de los principales tipos de alimentación y nidificación de coleópteros coprófagos: 1. Endocópridos; 2. Paracópridos ; 3. Telecópridos; a. Excremento; b. Tierra extraída al efectuar el nido (31).

La actividad de las aves es complementaria en el tiempo a la de los insectos, ya que las estaciones de mínima actividad de los insectos son precisamente las de mayor actividad de las aves, particularmente el otoño. Los estorninos negro y pinto, el gorrión, y en menor escala la cogujada, son el más destacado agente acelerador del proceso. Por orden de actividad, en primer lugar, pueden intervenir las aves domésticas, sobre todo gallinas, luego tordos y principalmente estorninos, seguidos de cogujadas y finalmente gorriones.

El efecto de los excrementos de ovejas es más positivo porque se reparten de manera más uniforme sobre la superficie del suelo, aunque el efecto de los pájaros, fundamentalmente estorninos, picoteando las boñigas de vacuno en busca de insectos para alimentarse, producen un efecto dispersor esparciendo la materia orgánica por unos dos metros cuadrados.

La evolución estacional del contenido en bioelementos de las heces durante el proceso de mineralización, ofrece la visión complementaria a la cesión de los nutrientes al suelo.

La solubilización de casi todos los elementos minerales presentes en la boñiga es mayor en las depositadas en otoño y primavera que en los ensayos de las otras estaciones. En el periodo febrero-abril hay un pequeño incremento del contenido de fósforo, calcio, magnesio, nitrógeno, manganeso y cobre. En estas fases, los herbívoros contribuyen a través de sus excrementos a la propagación y establecimiento de determinadas especies cuyas semillas duras sufren la adecuada escarificación. El caso es frecuente con leguminosas propias de la comunidad del pastizal, leguminosas-pienso y cereales.

Los efectos de la boñiga sobre la vegetación contigua son espectaculares. Se aprecia un crecimiento muy superior, que llega a triplicar la biomasa de la superficie afectada respecto a la no afectada. En principio el efecto se manifiesta sobre todas las

especies; posteriormente, en ciclos sucesivos y sobre todo con la concentración de excrementos se benefician un número proporcionalmente pequeño de especies nitrófilas características de cada ambiente. Esta vegetación afectada es despreciada por vacas y ovejas, pero no por los cerdos, aunque si el pasto escasea también son consumidas (33).

4.1.5.- El paisaje de las dehesas

La proyección en el territorio de todo el conjunto de variables que determinan cada tipo de pastizal se expresa en unidades de paisaje, constituido por un complicado mosaico de asociaciones no bien delimitado, pero que recogen una fisonomía similar coincidente con un sistema adehesado (Figura 11) (34).

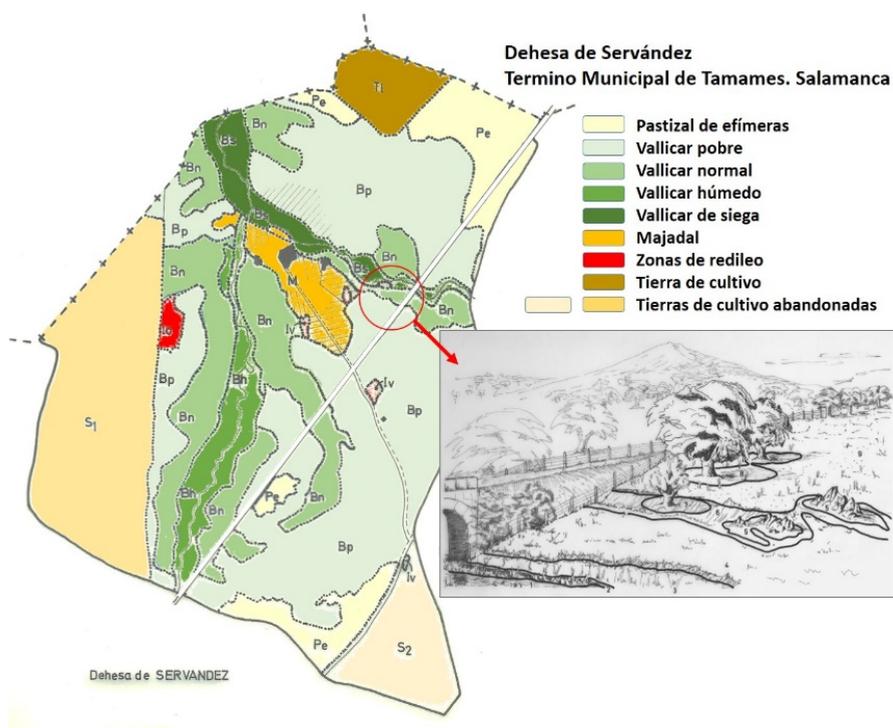


Figura 11.- Distribución en el territorio de las comunidades de pastizal. Dehesa de Servández. Tamames, Salamanca 1975. (34)

La posibilidad de utilizar bloques integradores, con características sintéticas de las múltiples interacciones, podría facilitar la obtención de datos más acordes con la realidad del sistema. Ese puede ser el beneficio de la utilización de la vaguada como unidad de paisaje en el estudio en pastizales, al contar con la presencia de todas o la mayor parte de las asociaciones viables en ambientes edafoclimáticos definidos, con o sin acción de antropozoógena intensa. Por tanto, la vaguada, en la zona Centro-Oeste de la Península Ibérica viene a ser una depresión más o menos amplia, por cuyo fondo discurren aguas temporales que a veces llegan a constituir un pequeño regato o arroyo de caudal discontinuo, casi sin circulación en el estiaje (35).

Pese a que el número de especies que constituyen los pastizales es limitado, aunque relativamente elevado, la combinación espacial y temporal de las mismas, así como su frecuencia relativa por unidad de superficie, es muy variable, dando lugar a una heterogeneidad muy notable, con tendencias de contagio difícilmente previsibles dado el elevado número de factores influyentes.

La topografía, hasta el microrrelieve, son elementos de alteración de los factores edafoclimáticos, aun a escalas insospechadamente reducidas. Pendientes de variada exposición, depresiones minúsculas, etc., fuerzan a la vegetación hasta conseguir una distribución acoplada, no tanto en el número de especies, sino en su frecuencia relativa. Los factores bióticos modifican parcialmente el medio por el sombreado de árboles, arbustos y matorral, efecto de las propias herbáceas, pisoteo, deyecciones y querencias de animales, enriqueciendo aún más el grado de heterogeneidad.

Si se pretende que los resultados sean significativos y, más aún, útiles, han de abarcar al menos una unidad funcional. Por este motivo la vaguada puede considerarse como la unidad mínima, impuesta por el relieve con todos sus efectos, y que puede

analizarse por transecciones que comprendan las diversas clases de cada gradiente.

La vaguada puede recoger los gradientes de humedad desde la base hasta la cima de las laderas, aunque la hidroserie no sea gradual como consecuencia de afloramientos debido a la existencia de alguna capa impermeable. Esos afloramientos pueden ser puntuales, dando lugar a manantiales, bonales, juncales o majantiales (humedales) con escorrentía ladera abajo, o perfilados horizontales como reflejo de alguna capa impermeable en el subsuelo de la ladera, o por la construcción de acequias de riego temporal por desvío del regato a lo largo de la ladera (36). Todo ello en un modelo de zonificación general con zonas de erosión y arrastre, transporte y sedimentación, como consecuencia de la dinámica de la geomorfología y supeditado a la intensidad de la lluvia (37, 38).

5.- GESTIÓN AMBIENTAL

Es absolutamente necesario que las actividades agro-ganaderas se planifiquen y desarrollen siguiendo criterios de sostenibilidad, por lo que se requiere de una gestión que tenga en cuenta el manejo integral del sistema ambiental, con el objetivo de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo, mitigando o compensando los efectos negativos sobre el medio ambiente.

La gestión ambiental tendrá en cuenta los principios normativos de la política ambiental relacionada con esos asuntos en los ámbitos locales, regionales, nacionales e internacionales. Se considerarán los planteamientos encuadrados en el ordenamiento territorial, entendido como la distribución de los usos de acuerdo con las características de idoneidad y potencialidad natural. Será necesario actuar de forma preventiva, introduciendo herramientas de evaluación del impacto ambiental, como conjunto de acciones

encaminadas a conocer de forma anticipada los efectos de proyectos, o estratégicas para tratar planes y programas sobre el medio ambiente, elaborar medidas protectoras, correctoras y compensatorias de los potenciales efectos adversos, y definir la planificación y el seguimiento para la vigilancia y control.

El Acta Única Europea incluye un título sobre medio ambiente, en el que se definen los objetivos, los principios y los parámetros por los que debe regirse, tanto la política ambiental, como las relaciones entre la Comunidad y los Estados Miembros en este ámbito (39).

La Ley 21/2013 señala que la evaluación ambiental resulta indispensable para la protección del medio ambiente. Facilita la incorporación de los criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones estratégicas, a través de la evaluación de los planes y programas. Y a través de la evaluación de proyectos, garantiza una adecuada prevención de los impactos ambientales concretos que se puedan generar, al tiempo que establece mecanismos eficaces de corrección o compensación (40).

5.1.- Evaluación ambiental.

La Ley establece que, para el sector ganadero, deben ser sometidos a evaluación ambiental ordinaria los proyectos sobre instalaciones destinadas a la cría de animales en explotaciones ganaderas reguladas por el Real Decreto 348/2000, de 10 de marzo, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico la Directiva 98/58/CE, relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. Igualmente podrían estar incluidos proyectos relacionados con actividades ganaderas implicadas en concentraciones parcelarias que conlleven cambio de uso del suelo cuando suponga una alteración sustancial de la cubierta vegetal, y que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales.

También quedan perfectamente especificadas las características que se deben de cumplir en los proyectos del sector ganadero, y en el industrial de productos alimenticios de origen animal, para ser sometidos a evaluación ambiental simplificada.

Esos proyectos con obligación de someterse, de acuerdo con el Anexo II de la Ley, a evaluación de impacto ambiental simplificada, podrían pasar a evaluación ordinaria de acuerdo con determinadas características de los proyectos, relacionadas con: el tamaño del proyecto; la acumulación con otros proyectos; la utilización de recursos naturales, la generación de residuos, posible contaminación y otros inconvenientes, o el riesgo de accidentes, considerando en particular las sustancias y las tecnologías utilizadas. También habrá que valorar la ubicación del proyecto, teniendo en cuenta la sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas que puedan verse afectadas por los proyectos.

Como complemento a la normativa nacional, en el Decreto Legislativo 1/2015 (41), por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León, y en relación con lo que se recoge en el Anexo III, sobre actividades o instalaciones que deben ser sometidas a comunicación ambiental, se incluyen instalaciones ganaderas menores, entendiendo por tales las instalaciones pecuarias orientadas al autoconsumo doméstico según está definido en las normas sectoriales de ganadería y aquellas otras que no superen dos Unidades de Ganado Mayor de acuerdo con la tabla de conversión, y siempre con un máximo de 100 animales.(Tabla 3).

También se incluyen en ese mismo apartado: Instalaciones para cría o guarda de perros con un máximo de 10 perros mayores de 3 meses; Actividades trashumantes de ganadería de todo tipo, así como las instalaciones fijas en cañadas o sus proximidades ligadas a estas actividades y que se utilizan únicamente en el desarrollo de la trashumancia; Actividades de ganadería extensiva y pastoreo desarrolladas en montes comunales y similares; Instalaciones para

la alimentación controlada de fauna silvestre protegida y especies cinegéticas en libertad; e Instalaciones apícolas.

Tabla 3.- Conversión a Unidades de Ganado Mayor (UGM), de acuerdo a lo especificado en el Decreto Legislativo 1/2015, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León (40).

| ESPECIE Y ORIENTACIÓN ZOOTÉCNICA | UGM | ESPECIE Y ORIENTACIÓN ZOOTÉCNICA | UGM |
|---|------------|---|------------|
| VACUNO | | PORCINO | |
| Vacas de leche | 1 | Lechones de 6-20 Kg | 0,02 |
| Otras vacas | 0,66 | Cerdos de 20-50 Kg | 0,1 |
| Terneros 12 y 24 meses | 0,61 | Cerdos de 50-100 Kg | 0,14 |
| Terneros hasta 12 meses | 0,36 | Cerdos de 20-100 Kg | 0,12 |
| OVINO Y CAPRINO | | Cerdas lechones de 0-6 Kg | 0,25 |
| Ovejas de reproducción | 0,07 | Cerdas lechones hasta 20 Kg | 0,3 |
| Corderas de reposición | 0,058 | Cerdas de reposición | 0,14 |
| Corderos | 0,04 | Verracos | 0,3 |
| Cabrío reproducción | 0,09 | Cerdas en ciclo cerrado | 0,96 |
| Cabrío de reposición | 0,075 | CUNÍCOLA | |
| Cabrío de sacrificio | 0,04 | Conejas con crías | 0,015 |
| EQUINO | | Cunícola de cebo | 0,004 |
| Caballos >12 meses | 0,57 | Coneja ciclo cerrado | 0,032 |
| Caballos >6 meses <12 | 0,36 | AVÍCOLA | |
| Caballos hasta 6 meses | 0,2 | Pollos de carne | 0,0030 |
| | | Gallinas | 0,0064 |
| | | Pollitas de recría | 0,0009 |
| | | Patos | 0,0044 |
| | | Ocas | 0,0044 |
| | | Pavos | 0,0064 |
| | | Codornices | 0,0004 |
| | | Perdices | 0,001 |

En los estudios de impacto ambiental habrá que tener en cuenta las acciones susceptibles de producir impacto y los factores ambientales que potencialmente pueden recibir impactos significativos. Prácticamente todos los componentes principales del medio ambiente se ven, en mayor o menor medida, afectados por las actividades ganaderas, dependiendo del tipo de actividad, la envergadura del mismo y la localización, por lo que sería adecuado y conveniente definir los indicadores más importantes a considerar

en los procesos de evaluación. Definirán la unidad de valoración necesaria para generar la información sobre el impacto ambiental. Son igualmente útiles como expresión de referencia en el proceso de control de la calidad ambiental, para conocer la magnitud de las alteraciones y en los controles de vigilancia.

La Agencia Europea de Medio Ambiente ha desarrollado un sistema de indicadores conocido como modelo causal FPEIR, acrónimo cuyas siglas se corresponden con los términos “Fuerzas motrices”, “Presión”, “Estado”, “Impacto”, “Respuesta” (42), basado en un modelo anterior de la OCDE, y que sienta las bases para el análisis de los factores interrelacionados que afectan al medio ambiente.

Las Fuerzas motrices hacen referencia al uso de recursos en forma de insumos al sistema, ocupación del territorio y prácticas de manejo. Las Presiones tratan de identificar la naturaleza de los procesos que afectan al sistema. Los indicadores de Estado valoran la situación de los componentes y factores ambientales del sistema. Los indicadores de Impacto pretenden identificar y valorar la intensidad de los efectos de las actividades. La Respuesta se refiere al esfuerzo social y político en materia de medio ambiente y de recursos naturales. Se proponen un total de 39 indicadores ambientales para el conjunto del modelo causal FPEIR, distribuidos en los diferentes componentes y factores del sistema agro-ganadero (Tabla 4) (43).

Existen algunos procedimientos genéricos de evaluación de impactos que se emplean de forma reactiva, es decir, para conocer la significación de los efectos ya producidos, y no de forma adaptativa con objetivos de prevención. Aunque estos últimos son de mayor interés medioambiental por su carácter de anticipación, aplicados a proyectos, planes o programas; de los otros también puede obtenerse información muy valiosa, para aprender sobre lo ya realizado y poder revertir la tendencia en futuras propuestas de actuación. Por esta razón las auditorías ambientales, utilizadas

como herramientas en la gestión ambiental, tienen una gran importancia en la política medioambiental actual.

Tabla 4. Relación de indicadores propuestos por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el modelo FPEIR para las actividades agro-ganaderas. Fuente (43).

Indicadores de Fuerza Motriz

- *Uso de insumos
 - *Uso de fertilizantes minerales*
 - *Uso de pesticidas*
 - *Uso del agua*
 - *Uso de la energía*
- *Uso de la tierra
 - *Cambio de uso del suelo*
 - *Patrones de cultivo y ganado*
 - *Prácticas de manejo*
- *Tendencias agrícolas
 - *Intensivo/extensivo*
 - *Especialización/diversificación*
 - *Marginación*

Indicadores de Presión

- *Indicadores de contaminación
 - *Balace de nitrógeno total*
 - *Emisiones de amoniaco a la atmósfera*
 - *Emisiones de metano y óxido nitroso*
 - *Contaminación de suelo con pesticidas*
 - *Uso de aguas residuales*
- *Agotamiento de recursos
 - *Extracción de agua*
 - *Erosión del suelo*
 - *Cambio de cobertura del suelo*
 - *Diversidad genética*
- *Conservación y mejora del medio ambiente
 - *Superficie de alto valor natural*
 - *Producción de energía renovable*

Indicadores de Estado

- *Indicadores de biodiversidad
 - *Tendencia en la comunidad de aves*
- *Recursos naturales
 - *Calidad del suelo*
 - *Nitratos/pesticidas en el agua*
 - *Niveles de agua en el suelo*
- *Indicadores del paisaje
 - *Calidad del paisaje*
- Indicadores de Impacto**
- *Hábitats y biodiversidad
 - *Impacto en los hábitats y en la biodiversidad*
 - *Emisiones de gases de efecto invernadero*
- *Recursos naturales
 - *Contribución a la contaminación por nitratos*
 - *Contribución al consumo de agua*
- *Diversidad del paisaje
 - *Impacto en la diversidad del paisaje*

Indicadores de Respuesta

- *Indicadores de políticas públicas
 - *Superficie con protección ambiental*
 - *Niveles de buenas prácticas ganaderas*
 - *Niveles en los objetivos ambientales*
 - *Superficie natural protegida*
- *Indicadores de mercado
 - *Precios de productos ecológicas y cuota de mercado*
 - *Ingresos de la ganadería ecológica*
- *Tecnología y habilidades
 - *Nivel de formación del ganadero*
- *Actitudes
 - *Superficie de ganadería ecológica*

La huella ecológica es una interesante aproximación metodológica aplicada como indicador de sostenibilidad (44). La idea fundamental de estos trabajos es que cada individuo, cada proceso, cada actividad y cada población tiene un impacto en la Tierra debido a los recursos que consume, a la generación de residuos que produce, así como al uso de los servicios proporcionados por la naturaleza. Estos impactos pueden convertirse o transformarse en área biológicamente productiva (45).

Es por ello que para el cálculo de este indicador se estima el área de territorio necesaria para la producción de cada elemento de consumo por persona (46). En la metodología de cálculo se consideran diferentes tipos de territorio productivo, y entre ellos la necesidad de superficies agrícola, de pastos y forestal, que pueden implicar directamente actividades pecuarias relacionadas con la producción de alimentos.

Cada vez es más frecuente utilizar como indicador de sostenibilidad la Huella del Carbono, que se expresa como la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, actividad o producto. La Huella de Carbono se mide en unidades de masa de CO₂ equivalente.

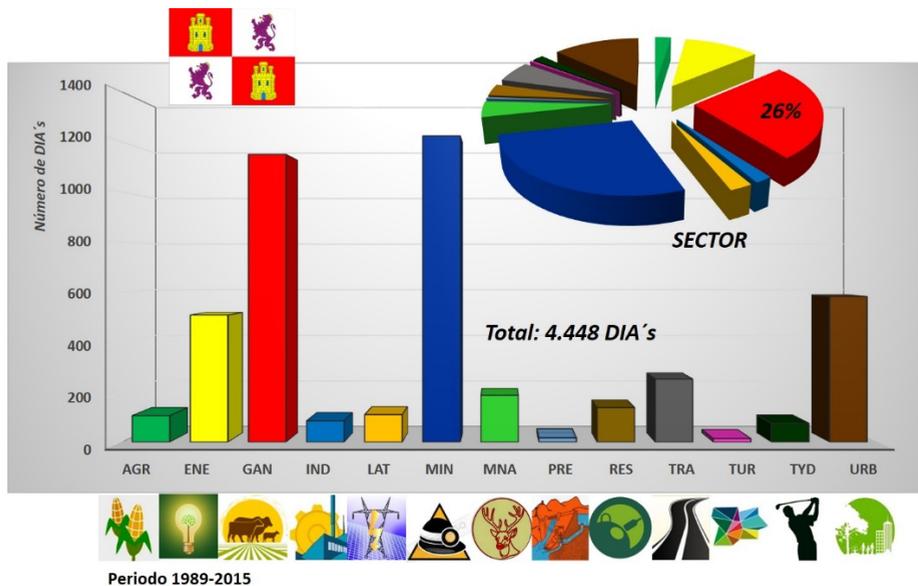


Figura 12.- Declaraciones de Impacto Ambiental emitidas por la Junta de Castilla y León durante el periodo 1989-2015 (47).

De los estudios de impacto ambiental con declaración de impacto ambiental realizada por la Junta de Castilla y León, durante el

periodo 1989-2015, sobre un total de 4.448 declaraciones, los relacionados con el sector ganadero superan el 25%, ocupando la segunda posición en función del número, que ha superado los 1.140 estudios (Figura 12). Principalmente están relacionados con el sector porcino, que supone casi el 80% de la totalidad. Salamanca, Segovia y Zamora son las provincias en las que se han presentado un mayor número de DIA relacionadas con el sector ganadero. En la evolución los máximos totales aparecen en el año 2007, mientras que para el sector ganadero se manifiestan en el periodo 1999-2003, poco después de iniciarse en 1997 (47).

5.2.- Depuración de aguas residuales

El impacto de las actividades ganaderas sobre el agua es uno de los más generalizados y de mayores implicaciones en el medio ambiente, aunque con diferentes efectos dependiendo del sistema de producción. La gestión demanda conocer el alcance de las posibles alteraciones, y proponer actuaciones para su reparación. Eso implica una adecuada planificación estratégica y gran esfuerzo para recopilar la información útil para resolver el problema de la eficiencia de uso y de la contaminación del agua, y encontrar las soluciones adecuadas. Este planteamiento tiene que ser aplicado en todos los sectores de participación pecuaria y para aquellos ecosistemas que se vean comprometidos.

En el mundo rural, los núcleos de población, normalmente con pocos habitantes, se enfrentan al problema de depuración de las aguas residuales desde hace ya varios años, cuando la Directiva Europea fijó como objetivo que para el año 2005 debería completarse el funcionamiento de los sistemas de depuración de aguas residuales de todos los núcleos de población, incluyendo los rurales. Evidentemente el mandato no está cumplido, pero se notó un progreso en el intento de conocer la situación real, en contraste con las características de los cursos de agua donde se realicen los vertidos, con el fin de poder programar las estrategias conducentes al cumplimiento eficaz de aquella norma.

En la provincia León, la Diputación, en colaboración con el Departamento de Ecología de la Universidad, iniciaron en 1995 un proyecto de inventariado de las instalaciones de saneamiento y depuración de aguas residuales de los núcleos de población, concretamente con menos de 2.000 habitantes, que podían estar bajo su órbita de administración y gestión (48).

El objetivo final del muestreo era llegar a expresar el número de habitantes equivalentes para cada núcleo de población, en el que, además de las personas, habría que considerar el efecto proporcional de las actividades industriales y la equivalencia para animales domésticos estabulados en el casco urbano o con incidencia en la red de alcantarillado (Figura 13), previa aplicación del factor de corrección.

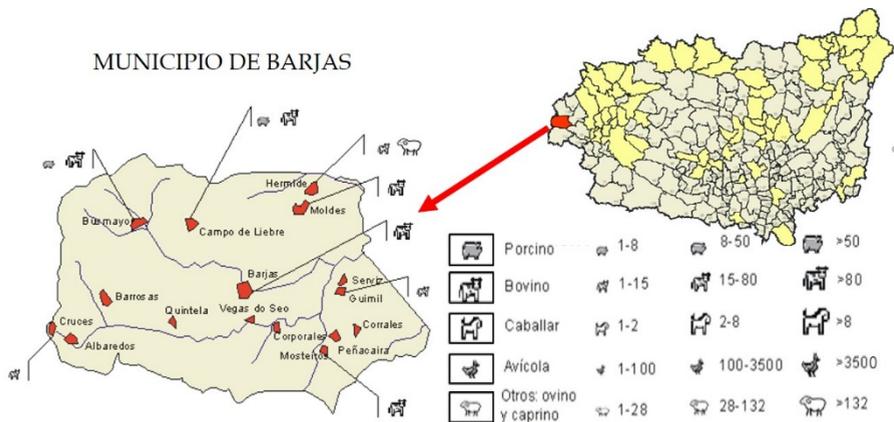


Figura 13.- Simbología utilizada para expresar la carga ganadera en el Atlas de depuración de aguas residuales para los municipios menores de 2.000 habitantes en la provincia de León. Ejemplo para el municipio de Barjas (48).

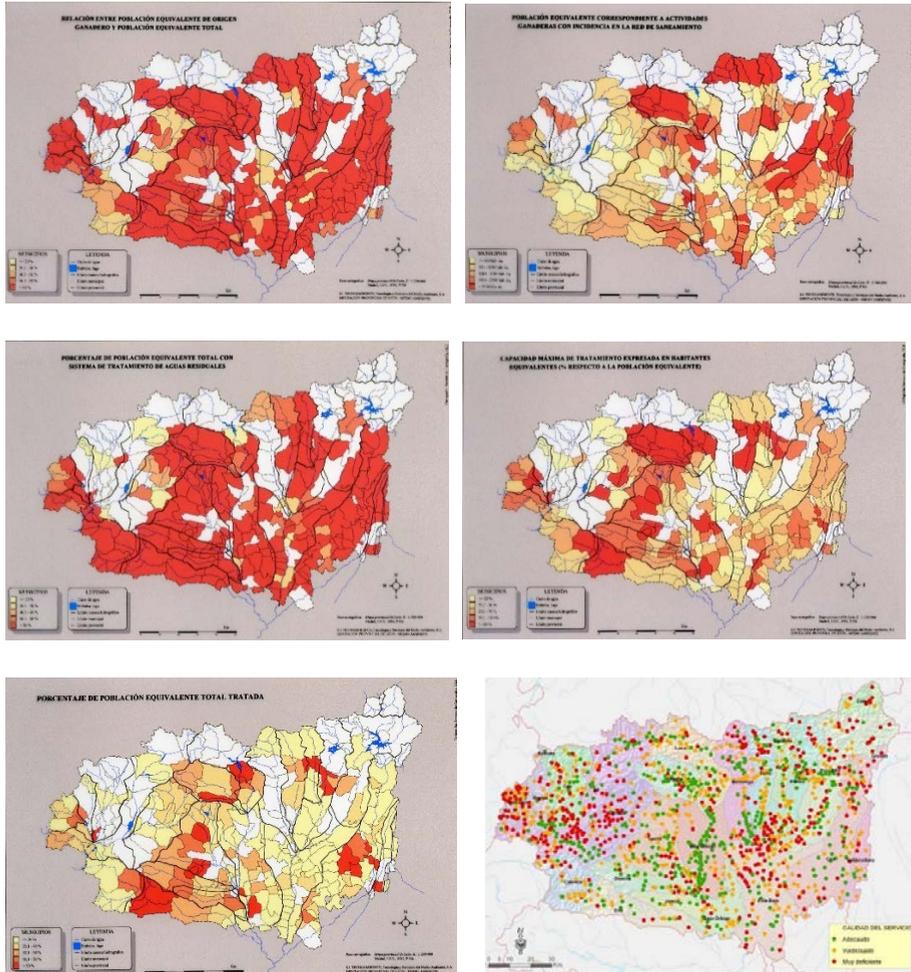


Figura 14.- De izquierda a derecha y de arriba abajo: (a) Relación entre la población equivalente de origen ganadero y la población equivalente total; (b) Población equivalente correspondiente a las actividades ganaderas con incidencia en la red de saneamiento; (c) Porcentaje de población equivalente total con sistema de tratamiento de aguas residuales; (d) Capacidad máxima de tratamiento expresada en habitantes equivalentes; (e) Porcentaje de la población equivalente total tratada; (Para a, c, d y e: de menos de 20% a más de 80%; para b :de menos de 500 hab.eq. a más de 2.500 hab.eq.); (f) Mapa de calidad del servicio de depuración de aguas residuales (Verde: adecuado; Amarillo: inadecuado; Rojo: muy deficiente). Municipios de la Provincia de León incluidos en el estudio de 1995/96 (48).

Era frecuente comprobar que la mayor aportación correspondiera con el efecto de los animales domésticos. La relación entre la población equivalente total de origen ganadero y la población equivalente total es, para la mayoría de los municipios superior al 80%, siendo muy raros aquellos en los que la participación de animales domésticos a la población equivalente es inferior al 20% (Figura 14).

Como complemento de esos valores, y en relación con el estado general de los sistemas de depuración de aguas residuales, se presentaron otros resultados que ponían de manifiesto la implicación de esas actividades ganaderas en la red de saneamiento. La expresión de esa incidencia como número de habitantes equivalentes resalta que esa aportación supera los 500 hab.eq., apareciendo en varios casos valores superiores a los 2.500 hab.eq., cifra que resulta muy significativa cuando se trata de diseñar sistemas eficaces de depuración de aguas residuales en medios rurales.

Con aquellos resultados y en aquel momento, podía concluirse que el porcentaje de población equivalente total con sistema de tratamiento de aguas residuales superaba en la mayoría de los municipios el 80% de ese indicador, siendo muy raros los casos en los que menos del 20% de la población equivalente municipal dispusiera de tratamiento.

Pero puede ser más significativo el indicador que se refiere a la capacidad máxima de tratamiento expresada en habitantes equivalentes, ya que son muy pocos los municipios que alcanzan el 100%, muchos los que no llegan al 50% y bastantes los que no llegan incluso a superar al 25%. Pero si el indicador se expresa como porcentaje de la población equivalente total tratada, sin poder asegurar si las condiciones son las más adecuadas en cada caso, los resultados obtenidos eran aún mucho más alarmantes. Por lo que se refiere a las localidades incluidas en esa fase del estudio se concluye que en ese momento eran muy escasos los municipios que

llegaban a conseguir el 80% de población equivalente tratada, y que en la mayoría de los casos no se superaba el 20%.

En 2004/05 la Diputación de León encarga al Instituto de Medio Ambiente de la Universidad de León la actualización de los datos recogidos en la campaña anterior (49) y en 2007/2008 completar la información para todos los municipios de la provincia. De los resultados de las últimas fases se obtienen como resultados: que aún queda un 17% de los núcleos de población sin sistema de tratamiento de depuración de aguas residuales; que en el 78% de los pueblos el alcance de la depuración supera el 95%; que la calidad del servicio es adecuada para el 31% de los núcleos rurales, inadecuada para el 37% y muy deficiente para el 32% de los pueblos; y que las principales causas de la deficiencia en la depuración de las aguas residuales se deben a la falta de mantenimiento, al abandono y al infradimensionado de los sistemas.

Es necesario y conveniente resaltar la importancia de estos resultados, que representan la situación real de hace aproximadamente 20 y 10 años, con relación a las dos fases de estudio respectivamente, por la posibilidad de compararlos con la situación actual y analizar la evolución, y lo que ello puede implicar en la planificación futura de los sistemas de saneamiento de los núcleos rurales de la Provincia de León.

No cabe duda que, disponer de información sobre cualquier tema ambiental, es absolutamente fundamental y necesario, para poder realizar de manera eficiente y sostenible las labores de gestión en las actividades humanas que impliquen a cualquiera de los recursos naturales. Pero quizá sea todavía mucho más importante poder ofrecer soluciones útiles y adecuadas a los problemas ambientales que se vayan presentando. El planteamiento debería tener en cuenta criterios de valoración para seleccionar la alternativa idónea. Si se partiera de un principio genérico relacionado con objetivos de sostenibilidad, el

procedimiento debería tener en cuenta: criterios ambientales, como la superficie necesaria para la instalación, dependencia de la climatología de la zona, topografía, en sus parámetros de pendiente y rugosidad del terreno, implicaciones en la biodiversidad faunística del área, integración paisajística de la actuación, y generación y gestión de lodos; criterios sociales para conocer la población con vertido a la red objeto de planificación, el estado de protección del entorno, y las molestias por ruidos u olores; y, por último, criterios económicos como los costes de construcción, de operación y de mantenimiento de la depuradora.

Ese fue el punto de partida para definir las directrices de ordenación de los sistemas de depuración de agua residual urbana en núcleos de población de menos de 2.000 habitantes en el ámbito territorial de la Cuenca del Duero, a solicitud de la Confederación Hidrográfica del Duero y realizadas desde el Instituto de Medio Ambiente de la Universidad de León (50).

La situación actual de los sistemas de depuración de pequeños núcleos, enmarcada dentro de las exigencias ambientales y legales vigentes presenta claras evidencias de insostenibilidad. Con frecuencia estos sistemas no responden adecuadamente porque los costes de instalación y mantenimiento son demasiado altos en relación al número de habitantes que debe costearlos, por lo que la depuradora o no existe, o no tiene un adecuado mantenimiento y termina abandonándose. Un inadecuado funcionamiento del sistema producirá efectos perjudiciales para el ecosistema de vertido. La participación social en la toma de decisiones, y el interés por la instalación o por un adecuado funcionamiento, es un pilar básico que garantizará la sostenibilidad, pero en la mayor parte de los casos esta cuestión queda prácticamente fuera de los planteamientos.

Para que un sistema de depuración sea sostenible tienen que quedar resueltos los apartados anteriormente mencionados. Las tecnologías y sistemas de depuración de aguas residuales que

requieren los pequeños núcleos de población se engloban bajo los nombres genéricos de “sistemas de bajo coste”, “tecnologías sostenibles” o “tecnologías no convencionales”. Estos sistemas de bajo coste permiten de forma general una gestión sencilla y tienen un gasto energético muy bajo, pero requieren un mantenimiento y explotación adecuados. Se adaptan bien a las variaciones de caudal y carga contaminante.

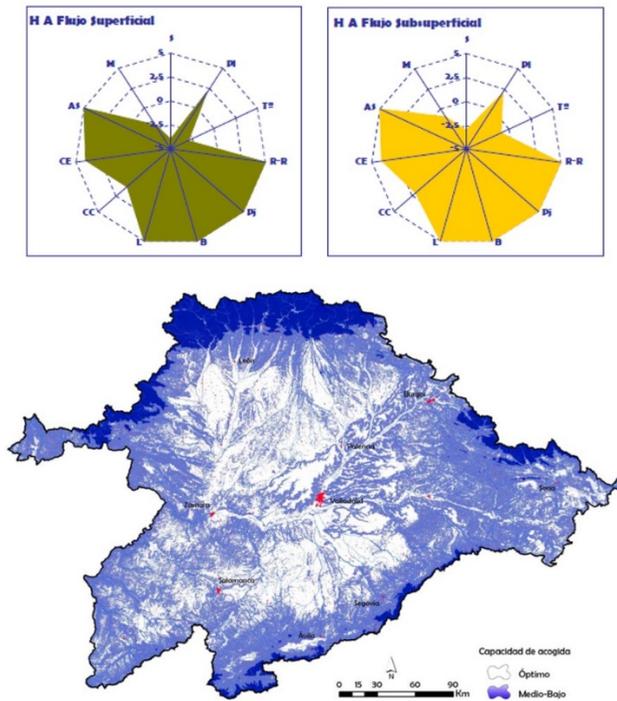


Figura 15.- Gráficos radiales que muestran, para sistemas de humedales artificiales de flujo superficial y subsuperficial, el peso específico cada uno de los parámetros ambientales, económicos y sociales utilizados como criterios de compatibilidad con la capacidad de acogida para la Cuenca del Duero, y mapa de capacidad de acogida óptima del medio para la instalación del sistema. S: superficie de implantación, PI: dependencia del sistema de pluviometría, Tª: dependencia del sistema de temperatura ambiente, R-R: estabilidad del sistema ante variaciones de caudal y carga, Pj: integración paisajística, B: implicaciones del sistema en la biodiversidad ambiental, L: facilidad en la gestión de lodos, CC: costes de construcción, CE: costes de explotación y mantenimiento, As: aceptación social del sistema, M: molestias por ruidos, olores, insectos u otros que pueda producir el sistema en la población (50).

El procedimiento de búsqueda de las alternativas más adecuadas consiste en valorar cada uno de ellos en función de los criterios ambientales, económicos y sociales, y proyectar en el territorio su grado de idoneidad y compatibilidad (Figura 15).

Pero los sistemas de bajo coste también pueden resolver problemas de contaminación más críticos, aunque el factor limitante será la superficie disponible para la implantación. Es el caso concreto de los purines de cerdo (51). Tradicionalmente las explotaciones agrícola-ganaderas de tipo familiar originaban estiércoles con bajo contenido acuoso, constituidos casi exclusivamente por heces, orines y la cama, por lo que eran fácilmente apilables en los estercoleros, en los que se iniciaban los procesos de descomposición originados por los microorganismos y eran utilizados como fertilizantes cuando la tierra de cultivo los podía necesitar.

El paso a la ganadería intensiva, enfocada a la máxima producción, conjuntamente con la importación de productos alimenticios para el ganado, ha dado lugar a unas grandes cantidades de deyecciones ganaderas que han descompensado la relación entre la producción de estiércoles y los requerimientos de abonos para la agricultura, por lo que pasaron a tener la connotación de materiales excedentarios y, por tanto, residuales.

El caso más importante se ha producido en las explotaciones de porcino y vacuno, donde las estabulaciones con cama que producían estiércoles sólidos se han ido sustituyendo por los sistemas de emparrillados con fosa inferior y con limpieza de naves con agua a presión, produciendo un purín constituido fundamentalmente por una mezcla de las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, materiales usados en la estabulación, restos de alimentos y agua de limpieza.

En los últimos años se ha despertado en España un interés creciente por el desarrollo de programas y planes para la

depuración de efluentes ganaderos, basados en la utilización de tecnologías diseñadas para el tratamiento de efluentes de origen urbano o los derivados de la industria. Los residuos ganaderos y en particular los purines de porcino suponen un grave problema medioambiental como consecuencia de su carga contaminante, en particular por el contenido en nitrógeno o agentes patógenos que afectan al suelo, a las aguas superficiales y subterráneas y a la atmósfera (52). La Directiva 91/676/CEE contempla la protección del agua contra la polución causada por los nitratos provenientes de la agricultura, resaltando la problemática del exceso de nitrógeno producido por las aguas residuales provenientes de residuos ganaderos (53). En España, el RD 324/2000 establece las normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas, indicando que es necesario preservar los recursos naturales y proteger al medio ambiente, previniendo los posibles efectos negativos que, al efecto, pudiera generar la ganadería intensiva (54).

La aplicación de los humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales de origen ganadero es relativamente reciente, pero en el Área de Ecología de la Universidad de León se viene estudiando, desde hace años, la eficiencia de las combinaciones de humedales artificiales como sistemas de depuración.

La utilización experimental de un humedal artificial a escala piloto, del tipo MJEA (55) (Mosaico Jerarquizado de Ecosistemas Artificiales), construido en el Centro Tecnológico de Inseminación Artificial Porcina (CENTROTEC), con capacidad para 150 verracos productores de semen, ha permitido; conocer la capacidad de tratamiento y los mecanismos de eliminación de contaminantes; evaluar el dimensionado del sistema y la influencia del balance hídrico; y analizar la comunidad microbiana de los humedales artificiales y su distribución, así como el efecto de los macrófitos. Esa información permite definir pautas generales en las recomendaciones de diseño para el tratamiento de purines de cerdo con humedales artificiales. También se ha probado la eficiencia en la eliminación de microorganismos indicadores.

6.- CAMBIO GLOBAL

Hace unos 2.500 años, el filósofo griego Heráclito de Éfeso dejó plasmada para la historia la frase *“nada es permanente, excepto el cambio”*. Todo cambia y evoluciona a una velocidad no constante, lo que convierte al tiempo en una de las principales variables de la adaptación. El naturalista Charles Darwin dejó definido entre sus principales principios que *“las especies que sobreviven no son ni las más fuertes, ni las más rápidas, ni las más inteligentes, sino aquellas que mejor se adaptan al cambio”*. Si se pudiera llegar a describir completamente la estructura de un ecosistema, carecería de valor si no tuviera precisamente en cuenta su dinámica. Hace un siglo que se aplicaron los términos de acción, reacción y coacción (56) para expresar la totalidad de las conexiones entre los componentes de diferente naturaleza. Esa triple interacción provoca el continuo ajuste de todos los elementos del sistema y la regulación del componente vivo, provocando la evolución del conjunto con consecuencias muy variadas.

El enfoque ecológico, ante los aparentes problemas de las implicaciones del hombre con el resto de la naturaleza, pasa obligatoriamente por considerar a la especie humana como un componente biológico más de los surgidos durante la evolución de la Tierra. No requiere ninguna regla peculiar, sino simplemente conocer el funcionamiento del sistema con la participación de esta especie. Ello significa igualmente que para construir una teoría ecológica general es útil la consideración de todas las actividades de la especie humana. (57).

6.1.- Cambios de uso del territorio

Aunque el cambio climático aparezca casi siempre como referencia final del cambio global, hay otros motores del cambio que participan de forma significativa en determinados ambientes, como la contaminación, el intercambio biótico y, principalmente en el entorno mediterráneo, los cambios de uso del territorio (58). Los

resultados obtenidos por el Observatorio de la Sostenibilidad en España, sobre los cambios de ocupación del suelo entre 1987 y 2000 (59), pusieron de manifiesto que en nuestro país es donde más han crecido la superficie artificial y que el resto de tipos de ocupación no ha experimentado variaciones tan significativas, aunque se han producido importantes transformaciones, tanto entre categorías, como de orden interno.

Un proceso de cambio interesante es el que está ocurriendo en Uruguay en relación a la evolución de los usos del territorio. Hay que partir de la idea de que algo más de los dos tercios del país están clasificados como praderas naturales en función de la vegetación potencial (60). Para entender por qué un país dominado por ecosistemas de pastizales ha optado por transformar su paisaje en monocultivos forestales a gran escala, es necesario revisar la evolución del desarrollo forestal (61). Lo que parece ser una política estatal, impulsada por gobiernos de diferente color político e incluso por una dictadura civil-militar, debe analizarse a la luz de la participación activa de los organismos internacionales y de su transferencia de políticas.

La forestación con especies de rápido crecimiento (eucalipto y pino), comenzó en Uruguay a finales del siglo XIX. Tuvo varios propósitos, entre los que se incluyó la provisión de refugio para ganado, sombra y leña, todo lo cual complementó la actividad ganadera predominante de la época. Durante este período se obtuvo una base de conocimiento con respecto a las especies, rendimientos y adaptabilidad a diferentes ambientes y facilitó el crecimiento explosivo que estos cultivos desde los años noventa (62).

Durante la primera mitad del siglo XX, dentro del contexto sociocultural del momento, la visión placentera existente de los bosques como un bien en sí mismos fue reforzada por el flujo de inmigrantes europeos. Esta visión se refleja en el testimonio "El Libro del Centenario del Uruguay: 1825-1925", escrito a petición del

Parlamento uruguayo, cien años después de la declaración de independencia. El libro trata de establecer una especie de equilibrio social, productivo y ambiental, con el fin de aumentar la conciencia patriótica. Dicha publicación, promueve la idea de que Uruguay tiene tierras fértiles con praderas interminables y un clima templado, junto con otras características de este tipo. El único defecto, para una cultura europeizada, que surgió de este análisis, fue la ausencia de bosques. Este documento, continuó influyendo en las mentes de las generaciones futuras, generando una disposición imaginaria a recibir políticas forestales con los brazos abiertos.

A pesar de que se pusieron de manifiesto deficiencias en el desarrollo del sector forestal, generando desventajas para la economía, el clima y el suelo, fueron precisamente esas ideas basadas en consideraciones técnicas las que animaron a los uruguayos a identificar la escasez de bosques como un elemento negativo de su paisaje nativo.

El primer registro de la transferencia de políticas sobre el sector forestal en Uruguay data de 1951, cuando un organismo mixto de la FAO y el BIRF hizo una serie de recomendaciones sobre los problemas agrícolas del país, donde se recomienda el fomento la forestación mediante préstamos y facilitación de créditos para contribuir en parte al costo de la forestación. En 1953 se redactó el esbozo de una Ley Forestal para Uruguay, aunque la propuesta se basa en conceptos erróneos que atribuyen a especies arbóreas de rápido crecimiento virtudes, como la conservación del suelo y la recarga de agua subterránea. Conceptos inexactos, pero que continúan impregnando la silvicultura local hasta nuestros días (63), e influyendo como catalizador de las transformaciones agrícolas promovidas y recomendadas por esas organizaciones internacionales.

En informes posteriores se critica la visión agronómica, resaltando como negativo que la forestación se limitara a las zonas

con suelo pobre, y aconsejando que debería hacerse en buenos suelos que permitirían el rápido desarrollo del sector. Esta visión promovió la plantación de especies adecuadas para la industria maderera como parte de un modelo de exportación, en las que el manejo forestal ya no es una actividad agrícola sino un negocio o una industria. A nivel institucional, estos informes fueron fundamentales para sentar las bases de las leyes forestales que se adoptaron posteriormente.

A partir de estas experiencias, la legislación forestal desvirtúa el papel de la forestación, considerando a las plantaciones forestales como equivalentes a los bosques naturales, asignándole las mismas funciones, beneficios y servicios ecosistémicos: control de la erosión, restauración de la fertilidad, regulación del caudal de los ríos, mantenimiento del equilibrio ecológico, etc.

Los Planes de desarrollo consideraron prioritaria la forestación con especies de rápido crecimiento, determinando, en base al planteamiento, erróneo científicamente, que era el mejor uso de acuerdo con la aptitud del suelo. En 1968 el sector forestal comenzó a ser promovido por ley, declarando que la defensa, la mejora, la expansión y la creación de recursos forestales y el desarrollo de las industrias forestales y de la economía forestal en general eran de interés nacional. En 1984 se aprobó una nueva ley que ampliaba las áreas forestales prioritarias e incorporaba exenciones fiscales para esa actividad.

En 1987 se formula como recomendación la instalación de una planta de celulosa, confundiendo, una vez más el papel de los bosques naturales con los monocultivos de eucaliptos. Igualmente se reducen los impuestos sobre la tierra cubierta por bosque artificial en las zonas clasificadas como prioritarias para los suelos forestales, se subvencionan directamente por el país y se ofrecen créditos blandos para las plantaciones.

En definitiva, esa condición de país sin árboles es percibida casi como una falta o descuido por parte de sus habitantes, en vez de valorar el ecosistema predominante de la pradera que ha dado sustento a la economía durante varios siglos. Pero esa experiencia ha demostrado que se han producido importantes impactos ambientales en los principales componentes del ecosistema: degradando los suelos por una acidificación que produce un cambio irreversible y generando un balance negativo para el carbono como consecuencia de una gestión enfocada a la producción de pulpa de papel; alterando el ciclo del agua como consecuencia de la mayor capacidad de extracción de estos monocultivos forestales que la pradera preexistente, comprometiendo seriamente el agua para otros usos, alterando parámetros de la biodiversidad y el paisaje, sin aportar ningún beneficio al manejo de las cuencas hidrográficas (64); y una disminución de hasta el 70% en el rendimiento de la cuenca hidrográfica como servicio ecosistémico.

El principal uso de la tierra es la producción agropecuaria, que ocupa más del 90% del territorio de Uruguay, donde predomina la ganadería con un 70% de la superficie explotada, que supone el 12% del PIB (Tabla 4) (65, 66). En las últimas décadas se produjeron cambios paulatinos en el uso de la tierra, incrementándose fuertemente el ritmo en los últimos 15 años. En cifras, los cambios más importantes en el uso de territorio en Uruguay ha sido la forestación para la producción de madera, y la progresiva implantación de praderas y cultivos forrajeros anuales en tierras destinadas a la ganadería (67). La superficie forestada pasó de valores muy bajos en 1960 (0,8%) a incrementos del 230%, aunque solamente sea en el año 2011 el 7% de la superficie explotada (Figura 16). A partir de 2003 se produce además una creciente expansión de la siembra de cultivos extensivos, que responde básicamente al aumento de la soja, que en más de un 90% del área se siembra la variedad transgénica, resistente al herbicida glifosato (67).

Tabla 4.- Uso del suelo dedicado a ganadería en 1990, 2000 y 2011 en Uruguay (66).

| Uso del suelo | Cuadro 2. Uso del suelo dedicado a ganadería en 1990, 2000 y 2011 (miles hectáreas y %) y variación entre años | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|---------------|----------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|--|
| | Miles de ha | | | Variación (miles ha) | | % | | | Variación (en %) | | |
| | 1990 | 2000 | 2011 | 2000/1990 | 2011/2000 | 1990 | 2000 | 2011 | 2000/1990 | 2011/2000 | |
| DEDICADO A LA GANADERÍA | 14.589 | 14.727 | 13.396 | 138 | -1.331 | 92 | 90 | 82 | 1 | -9 | |
| Campo natural ^{II} | 12.649 | 11.669 | 10.518 | -980 | -1.151 | 80 | 71 | 64 | -8 | -10 | |
| Campo natural fertilizado y/o sembrado en coberturas | 323 | 678 | 683 | 355 | 5 | 2 | 4,1 | 4 | 110,1 | 0,8 | |
| Praderas artificiales plurianuales | 660 | 1.196 | 934 | 536 | -262 | 4,2 | 7 | 6 | 81,3 | -21,9 | |
| Cultivos forrajeros anuales | 328 | 418 | 592 | 90 | 174 | 2,1 | 2,5 | 4 | 27,5 | 41,6 | |
| Tierras de rastrojo y bosques naturales | 629 | 766 | 669 | 137 | -97 | 4 | 4,7 | 4 | 21,8 | -12,7 | |

^{II} Incluye superficie de bosques naturales.

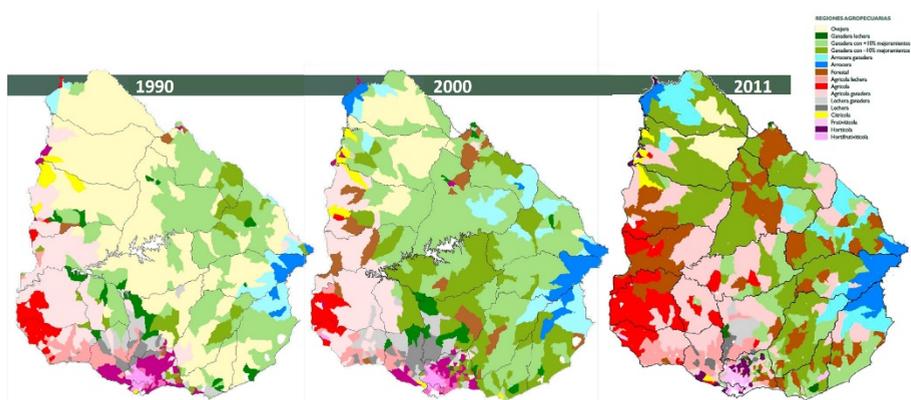


Figura 16.- Mapas de Regiones agropecuarias del Uruguay en 1990, 2000 y 2011. En tonos amarillo pálido y verdes se representan las zonas de pastos con vocación ganadera y en pardo oscuro las zonas forestadas (66).

Los pastizales son uno de los ecosistemas terrestres que más modificaciones han sufrido. Los cambios en el uso del suelo han tenido un gran impacto sobre los depósitos y flujos de carbono, por lo que comprender el impacto de los cambios en uso y la cobertura del suelo es crítico a la hora de evaluar el potencial de los pastizales de retener carbono (68).

En entornos más cercanos, en concreto en el territorio de Castilla y León, también se encuentran ejemplos relacionados con los cambios de uso del suelo y cambios en las condiciones mesoclimáticas con casuísticas diferentes, pero de efectos ambientales con repercusiones de importancia en el actual proceso del cambio global. Las alteraciones climáticas están conectadas con posibles perturbaciones humanas del medio, muy frecuentemente relacionadas con los cambios de uso en la utilización de los recursos de los ecosistemas. Esas perturbaciones, ya sean crónicas o episódicas, tendrán un impacto creciente debido a que se producirán sobre ecosistemas sometidos también al estrés del cambio climático. En los paisajes de montaña está creciendo, desde hace ya bastantes años, una cierta inquietud por cambios de uso que llevan a situaciones cada vez más insostenibles ambientalmente, y de dudosa lógica social o ecológica. Preocupación por comportamientos generalizados en el uso y aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos que están provocando un cambio climático hacia situaciones desconocidas, con manifestaciones meteorológicas que están incrementando la frecuencia de anomalías en temperaturas y precipitaciones de signo diverso y cambiante (69).

Los ejemplos que se recogen en la vida cotidiana por los habitantes de estas zonas, y los plasmados en las revistas científicas por los investigadores, son numerosos en cuanto a los detalles de alteraciones reconocidas, y algunos de ellos preocupantes por lo que puede significar de cambios sin retorno hacia situaciones desconocidas y con una fuerte carga de incertidumbre incómoda e inquietante.

Todas las evaluaciones de impacto realizadas hasta el momento reconocen que las zonas de montaña están entre las áreas más vulnerables al cambio climático. Las montañas concentran importantes áreas de alta biodiversidad y endemismos, así como diferentes formas de gestión tradicional en los sectores de los recursos del agua, bosques, pastos, agricultura y ganadería, de alto

valor cultural. Varios estudios científicos han detectado algunos cambios en la distribución altitudinal de comunidades vegetales de montaña, estrechamente relacionadas con el cambio climático. La vegetación leñosa puede extenderse hacia zonas de mayor altitud y, al mismo tiempo, la que ya se encuentra en esas zonas más altas puede llegar a extinguirse.

Es necesario y conveniente, para apreciar la problemática de una forma más realista, añadir las previsiones como consecuencia de los cambios de uso, y lo que ello puede suponer en la potenciación de los niveles de vulnerabilidad y mayor incertidumbre en la previsión de efectos. Cuanto mayor sea la dureza de los cambios, tanto climáticos como de uso del territorio, los efectos se manifestarán en las comunidades biológicas de forma más intensa, y, como consecuencia de ello, los bienes y servicios aportados por esos ecosistemas podrán sufrir alteraciones más profundas con relación a la situación actual (69).

Las funciones ecosistémicas de los servicios que contribuyen al bienestar humano pueden proyectarse espacialmente en las escalas local, regional y global. Ese fue el objetivo de un interesante estudio sobre los cambios de uso del suelo en las montañas cantábricas, en respuesta a los cambios socioeconómicos producidos durante la segunda mitad del siglo XX, y sus repercusiones en la percepción y demanda de los servicios ecosistémicos que pueden obtenerse de estos hábitats seminaturales, centrado más concretamente en la influencia de la gestión del medio natural, siguiendo los tradicionales procedimientos de la trashumancia o la transterminancia con ganado ovino (70). Se analizaron los cambios producidos en el paisaje a diferentes escalas espacio-temporales, identificando las variables ambientales y socioeconómicas que han inducido estos cambios.

El sistema socioeconómico de la montaña cantábrica a mediados del pasado siglo estaba caracterizado por manifestarse como zonas rurales habitadas que llevaban una agricultura de subsistencia en

las laderas próximas a los pueblos. Los puertos de montaña eran arrendados cada año para pastoreo con rebaños trashumantes o transterminantes, lo que suponía una importante fuente de ingresos para los municipios y de trabajo para los vecinos. La heterogeneidad de los mosaicos paisajísticos en esos puertos de montaña, conformados por matorrales, pastizal y roquedos, se mantenía mediante un manejo extensivo del ganado y la quema en rodales del matorral para garantizar la disponibilidad anual de pastos. Los servicios ecosistémicos que predominan, para las escalas espaciales local, regional y nacional, eran los de abastecimiento, manteniéndose los servicios indirectos en forma de carne, lana o queso en las tres escalas territoriales; la prevención de la erosión del suelo y la purificación del agua aparecen como servicios de regulación a escala local y regional; y los valores tradicionales son los únicos servicios culturales ponderados en aquella época (Figura 17) .



Figura 17.- Análisis de los servicios del ecosistema de brezales en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica a mediados del siglo XX, especificando la categoría a la que pertenecen y la escala territorial a la que pueden abastecer (69 y 70).

El paisaje actual es consecuencia del abandono rural y el envejecimiento de la población, desapareciendo aquella economía de subsistencia. El abandono de los puertos de montaña está asociado al determinante declive de las actividades pastoriles de la trashumancia y la trasterminancia con ganado ovino, agudizado de forma muy significativa en la década de los 60, por lo que el arrendamiento de los puertos para el aprovechamiento de pastos es ahora un ingreso residual para las pedanías de los ayuntamientos (Figura 18).



Figura 18.- Análisis de los servicios del ecosistema de brezales en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica a principios del siglo XXI, especificando la categoría a la que pertenecen y la escala territorial a la que pueden abastecer (69 y 70).

Hay un incremento de ganado vacuno y equino, con un aprovechamiento completamente diferente del ancestral mosaico paisajístico, predominando el consumo de las mejores praderías y abandonando el pastoreo en zonas con dominio de matorrales. Este cambio de uso del territorio, la prohibición de las quemas y el

abandono generalizado del territorio favorece la recuperación y expansión de las comunidades leñosas, que lleva como consecuencia hacia la homogeneización del paisaje y a la pérdida de biodiversidad.

En general, la demanda de servicios de abastecimiento proporcionados por los mosaicos paisajísticos ha disminuido significativamente en favor de los servicios culturales. La caza como aporte de recursos alimenticios locales ha sido sustituida por su equivalente de ocio, que trasciende la escala local para proyectarse hacia unidades territoriales superiores. Desaparece la madera como recurso energético y la utilización de los fertilizantes tradicionales a partir del estiércol o del ramaje del brezo. Aparecen nuevos servicios de aprovisionamiento, como los protectores genéticos o los valores asociados a la conservación. El paisaje adquiere una nueva dimensión como servicio cultural, al ser asumido su papel como refugio de biodiversidad, y surgen otros componentes del bienestar asociados al ocio humano. En su proyección global se pone de manifiesto la importancia que la regeneración natural de la vegetación puede suponer en la captación del dióxido de carbono de la atmósfera por la fotosíntesis, como un proceso positivo de regulación en la lucha contra el cambio climático.

Mientras que el sistema socio-ecológico en la década de los cincuenta dependía principalmente de servicios locales interdependientes, en la actualidad se ha transformado en un sistema multiescalar inestable, en el que la demanda de los servicios de estos paisajes, por parte de sectores pertenecientes a diferentes escalas institucionales, produce situaciones conflictivas en relación a su gestión y conservación. En el análisis de un caso práctico de la interacción entre la provisión y demanda de distintos servicios, concretamente la demanda de pastos para ganadería extensiva y la disponibilidad de hábitat adecuado para comunidades de aves, se aprecia que los cambios producidos en los patrones paisajísticos de los puertos de montaña en los últimos sesenta años determinan la actual importancia del servicio de abastecimiento de hábitat para

las aves nidificantes. Aquellas zonas, donde el manejo tradicional permite el mantenimiento de mosaicos heterogéneos de pastizal, matorral y roquedos, constituyen zonas de elevada idoneidad para albergar una gran riqueza ornitológica (71).

Los cambios de uso del suelo son perceptibles en toda la Cantábrica, incluso para periodos de tiempo relativamente cortos. Los principales agentes de cambio observados a escala regional en la Cordillera Cantábrica fueron: las actividades mineras a cielo abierto; la variación en la carga y presión ganaderas; los desbroces de matorral realizados con la doble finalidad de incrementar la disponibilidad de pasto para ganado extensivo y crear cortafuegos para controlar, tanto el riesgo, como la intensidad de incendios; y los procesos de sucesión secundaria con incremento del bosque, favorecidos por el abandono del territorio y el descenso en el número incendios. El incremento del bosque se produce esencialmente en los valles y en el tramo inferior de las laderas próximas. Este cambio está controlado principalmente por factores topográficos, altitud y pendiente, así como por la carga de ganado caprino. La pérdida de matorral está asociada a decisiones de manejo tomadas por los gestores a escala regional y basadas, principalmente, en la demanda de pastos para ganado ovino y vacuno (72). En base a esa información, se pueden construir modelos espaciales que permiten predecir cuáles son las zonas con mayor probabilidad de recuperación del bosque.

Otro ejemplo de la montaña leonesa, puede ilustrar los efectos de la evolución natural de los ecosistemas y los procesos de cambio de uso y aprovechamiento del suelo. En un proyecto realizado en la comarca de los Ancares leoneses (73) se hace un estudio evolutivo, enfocado desde la ecología del paisaje, de varias minicuevas que han estado sometidas a diferentes gradientes de presión antrópica, en comparación con otras en las que han predominado los procesos naturales. Se valora la evolución para un periodo de 50 años, expresando los cambios en el mosaico de las unidades paisajísticas, obtenidas a partir de imágenes de satélite. En la evolución natural

queda perfectamente reflejado el proceso de sucesión ecológica, con reemplazos seriales ordenados desde las manchas de pastizales a matorrales, y de estos hacia comunidades forestales que van reduciendo las manchas de brezal dominantes a mayor altitud y herederas del proceso de abandono tras la finalización de la trashumancia como sistema de gestión. Es muy diferente el proceso evolutivo en las cuencas sometidas a una mayor presión humana, cuyas alteraciones se manifiestan en un mosaico paisajístico más heterogéneo e irregular. Sobre esas realidades puede estimarse el posible efecto del cambio climático en el paisaje y su proyección en el tiempo, marcando las potenciales zonas con cobertura boscosa. En función de esos cambios es igualmente fácil poder predecir cuál puede ser la disponibilidad de esos territorios como provisos de bienes y servicios (Figura 19) (74).

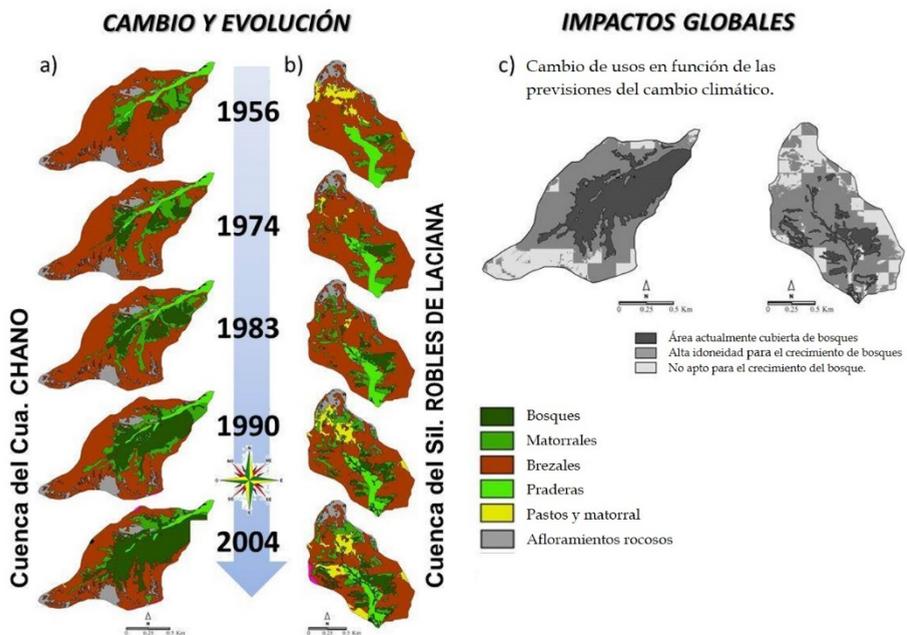


Figura 19.- Evolución del mosaico de paisajes en cuencas de primer orden de dos valles en la comarca de los Ancares leoneses (a y b) y su proyección para el final del siglo en función de las previsiones del cambio climático (c). (69, 73 y 74).

7.- EPÍLOGO

En esta intervención se han cruzado los cuatro ejes fundamentales en los que se ha apoyado este discurso de recepción pública para el ingreso como Académico de Número en la Academia de Ciencias Veterinarias de Castilla y León. Cuatro ejes que forman un entramado de instrucciones indispensables para conocer el funcionamiento de los sistemas naturales, incluyendo a la especie humana como un factor estratégico en el proceso evolutivo de todo nuestro planeta.

La *Teoría Ecológica* que aporta las leyes por las que se rigen las interacciones entre las especies, como individuos, poblaciones o comunidades, y sus relaciones con los otros factores ambientales para definir toda la diversidad posible de ecosistemas en su proyección espacial plasmada en los paisajes.

Los *Agroecosistemas*, como sistemas ecológicos manejados por la especie humana con objetivos de producción y manejo de poblaciones o comunidades, con modificación de las interacciones y alteración de los ciclos de materiales y flujos de energía.

La *Gestión Ambiental* como variable que imprime las reglas de decisión en los procesos de modificación del sistema por parte de un elemento externo al funcionamiento natural (normalmente la especie humana).

Y finalmente el *Cambio Global* como expresión última de los resultados de la manipulación humana con efectos detectables a escala planetaria.

Sr. Presidente, he dicho.

8.- BIBLIOGRAFÍA

- (1) GOMEZ SAL, A. 2012. Agroecosistemas: opciones y conflictos en el suministro de servicios clave. *Ambienta*. 98: 28-30. http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/04/AMBIENTA_98web.pdf (Consulta: diciembre 2016)
- (2) MAGRAMA. 2016. Reservas de la Biosfera españolas. Información básica. http://rerb.oapn.es/images/PDF_publicaciones/ReservasBiosfera2016.pdf (Consulta: diciembre 2016)
- (3) LEÓN SICARD, T.E. 2012. Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – La perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. 261 p.
- (4) BERTALANFFY, L. V. 1976. Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. pp. 1-24.
- (5) CONWAY, G. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*. 24: 95-117.
- (6) NACIONES UNIDAS. 1973. Informe de la Conferencia de las naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo 5-16 junio de 1972. S.73.II.A.14. 83 pgs. <http://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf> (Consulta: diciembre 2016)
- (7) NACIONES UNIDAS. 1987. Desarrollo y Cooperación Económica Internacional: Medio Ambiente. Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. Versión en español. 416 pgs. <https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-Informe-Brundtland-Ago-1987-Informe-de-laComisionMundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo> (Consulta: diciembre 2016)
- (8) NACIONES UNIDAS. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. https://es.wikipedia.org/wiki/Declaraci%C3%B3n_de_R%C3%ADo_sobre_el_Medio_Ambiente_y_el_Desarrollo (Consulta: diciembre 2016)
- (9) COMISIÓN EUROPEA. 1994. Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad (La Carta de Aalborg). <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0667128.pdf> (Consulta: diciembre 2016)
- (10) MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega.
- (11) GÓMEZ SAL, A. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Sección III. Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas. Capítulo 17. Agroecosistemas. <http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/03/17-Agroecosistemas-web.pdf> (Consulta: diciembre 2016)
- (12) OSE. 2006. *Cambios de ocupación del suelo en España*. Implicaciones para la sostenibilidad.
- (13) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1992. Orígenes del monte adeshado y situación actual. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. 19-29.
- (14) CABO ALONSO, A. 1976. El origen de las dehesas salmantinas. *Anuario del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca*. CSIC. Vol III:341-354.
- (15) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/80/Dehesa_in_Spain.svg/220px-Dehesa_in_Spain.svg.png

- (16) ESCUDERO BERIAN, A., GARCIA CRIADO, B., LUIS CALABUIG, E. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1988. Materiales aportados al suelo por la encina en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. IV. Transferencias de nutrientes minerales por vía detrítica. *Studia OEcologica*. 5:49-64.
- (17) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., LUIS CALABUIG, E. y ESCUDERO BERIAN, A. 1980. Materiales aportados al suelo por la encina en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. I. Sustancia seca. *Studia OEcologica*, II:181-211.
- (18) ESCUDERO BERIAN, A., GARCIA CRIADO, B., LUIS CALABUIG, E. Y GARCIA CIUDAD, A. 1980. Materiales aportados al suelo por la encina en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. II Composición mineral. *Studia OEcologica*. II:213-240.
- (19) LUIS CALABUIG, E. 2013. Intercepción del agua de lluvia por la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. En: *Intercepción del agua de lluvia por la vegetación en España*. F. Belmonte y A. Romero (Coord.). Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua. 147-170.
- (20) LUIS CALABUIG, E., GAGO GAMALLO, M.A. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1978. Influencia de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en la distribución del agua de lluvia. Anuario. CEBA Salamanca. 143-159.
- (21) ESCUDERO BERIAN, A., GARCIA CRIADO, B., GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. y LUIS CALABUIG, E. 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems ("dehesas") of Spain. *Acta OEcologica / OEcologia Plantarum*. 6(20):73-86.
- (22) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. y PÉREZ FERNÁNDEZ, M.A. 1992. Manejo del arbolado y del matorral. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. 563-582.
- (23) LUIS CALABUIG, E., GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. y GIL CRIADO, A. 1976. Variación de la vegetación por efecto de la eutrofización en suelos silíceos. *Pastos*. 6(2):296-310.
- (24) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. y LUIS CALABUIG, E. 1992. Producción de praderas y pastizales. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. 489-511.
- (25) LUIS CALABUIG, E., NAVASCUÉS Y GASCA, I. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1980. Análisis fenológico en pastizales de dehesa. *Pastos*. 10(2): 17-30.
- (26) GARCÍA CRIADO, B., GARCÍA CIUDAD, A., MONTALVO HERNÁNDEZ, M.I. y GARCÍA CRIADO, L. 1982. Producción y extracción de bioelementos en pastizales naturales y especies pratenses cultivadas. *An. Edaf. y Agrobiol.* 41(7-8):1415-1437.
- (27) DESIERE, M. 1983. Ecologie des coléoptères coprophiles en prairie permanente paturée. I. Caractéristiques des populations de coléoptères adultes coprophiles. Phénologie et dynamique saisonnière. *Bull. Ecol.* 14(2):99-117.
- (28) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., GARCIA CRIADO, B. y LUIS CALABUIG, E. 1979. Fases de incorporación de las heces de vacuno al suelo. Anuarios CEBA Salamanca. Vol V. 145-158.
- (29) GALANTE, E. 1992. Escarabeidos coprófagos. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. 439-461.

- (30) NUMA, C., VERDÚ, J.R. RUEDA, C., and GALANTE, E. 2012. Comparing dung beetle species assemblages between protected áreas adjacent pasturelands in a mediterranean savanna landscape. *Rangeland Ecology Management*. 65(2):137-143.
- (31) GALANTE, E., GARCÍA-ROMÁN, M., BARRERA, I., and GALINDO, P. 1991. Comparison of spatial distribution patterns of dung-feeding scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) in wooded and open pastureland in the mediterranean "Dehesa" área of the Iberian Peninsula. *Environ. Entool*. 20(1):90-97.
- (32) BORNEMISSZA G.F. 1976. The australian dung beetle Project 1965-1975. Australian meat Research Committe Review.30:1-32.
- (33) LUIS CALABUIG, E. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1992, Calidad del pasto. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. 573-562.
- (34) LUIS CALABUIG, E. 1976. Ecosistemas de pastizal: Estudio de la vegetación mediante técnicas de análisis factorial. Crecimiento primario. Rsumen. *Acta Salmanticensia*. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. 56:603-630.
- (35) GOMEZ GUTIERREZ, J.M., LUIS CALABUIG, E. y PUERTO MARTIN, A. 1978. El sistema vaguada como unidad de estudio en pastizales. *Pastos*. 8(2): 219-236.
- (36) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., PUERTO MARTÍN, A. y LUIS CALABUIG, E. 1976. Distribución de la vegetación en una ladera sometida a riego temporal. *Pastos*, 6(2):278-294.
- (37) GIL CRIADO, A., LUIS CALABUIG, E. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. 1977. Correspondencia entre diversos factores y la distribución de la vegetación en una ladera erosionada. *An. Edaf. y Agrobiol*. 36(5,6): 501-525.
- (38) LUIIS CALABUIG, E. y PUERTO MARTÍN, A. 1978. Estudio del suelo y relaciones con la vegetación en una ladera erosionada. *An. Edaf. y Agrobiol*. 37(5,6):419-429.
- (39) GUTIÉRREZ DUARTE, M.V., RODRIGUÉS LÓPEZ, A. y GALVÁN VALLINA, J. 2013. Objetivos y principios fundamentales de la Política Ambiental Europea. *Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho*. Vol. VI:37-69.
- (40) BOE. 2013. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- (41) BOCL. 2015. Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- (42) AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente). 2006. Conjunto básico de indicadores de la AEMA. Guía. Ministerio de Medio Ambiente. http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacionambiental/publicaciones/conjuntobasicoindicadores_tcm7-1875.pdf (Consulta: enero 2017)
- (43) EEA (European Environment Agency). 2005. *Agriculture and Environment in EU-15*. The IRENA indicator report. Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agriculture Policy.
- (44) REES, W. and WACKERNAGEL, M. 1996. *Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth*. New society Publisher . Canadá.
- (45) ARROYO HERNÁNDEZ, P., ALVAREZ, J.M., FALAGÁN FERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ SANZ, C., ANSOLA GONZÁLEZ, G. y LUIS CALABUIG, E. 2009. Huella ecológica del campus de Vegazana; una aproximación a su valor.

- Implicaciones en la sostenibilidad de la comunidad universitaria. *Seguridad y Medio Ambiente*. Año 29, nº 113 Primer Trimestre: 38-51.
- (46) Mayor X, Quintana V, Belmonte R. *Aproximación a la huella ecológica de Cataluña*. Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de Cataluña, 2003.
- (47) JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. 2016. Declaraciones de Impacto Ambiental formuladas por la Junta de Castilla y León durante el periodo 1989-2015. <http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1131977444308> (Consulta: enero 2017)
- (48) LUIS CALABUIG, E., ANSOLA GONZÁLEZ, G., ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J.M., ARROYO HERNÁNDEZ, P., ROA MARCO, C. y MARTINO DÍAZ-CANEJA, J. 2006. Informe. Análisis de la situación del sistema de depuración de agua residual en los municipios de León con menos de 2.000 habitantes. Acciones a tomar. Diputación de León. Universidad de León.
- (49) LUIS CALABUIG, E., ANSOLA GONZÁLEZ, G., ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J.M. y ARROYO HERNÁNDEZ, P. 2008. Informe. Análisis de la situación del sistema de depuración de agua residual en los municipios de León con menos de 2.000 habitantes. Acciones a tomar. Diputación de León. Instituto de Medio Ambiente. Universidad de León.
- (50) LUIS CALABUIG, E., ANSOLA GONZÁLEZ, G. y ARROYO HERNÁNDEZ, P. 2008. Informe. Directrices de ordenación de los sistemas de depuración de agua residual urbana en núcleos de población de menos de 2.000 habitantes en el ámbito territorial de la Cuenca del Duero. Instituto de Medio Ambiente. Universidad de León.
- (51) BLANCO RUBIO, I. 2014. *Aplicación de humedales artificiales para la depuración de purines de granjas porcinas*. Tesis doctoral. Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental. Universidad de León. 186 pgs.
- (52) MOLLEDA MARTÍNEZ, P. E. 2011. *Aplicación de humedales contruidos en la reducción de patógenos y otros contaminantes en agua residual urbana y ganadera*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- (53) MAPAMA. 2000. Directiva 91/676/CEE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias. Manual de interpretación y elaboración de informes. http://www.mapama.gob.es/es/agua/publicaciones/04_Manual_Directiva_91_676_CEE_tcm728960.pdf (Consulta: enero 2017)
- (54) MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. 2000. Real Decreto 324/2000, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. <https://www.boe.es/boe/dias/2000/03/08/pdfs/A09505-09512.pdf> (Consulta: enero 2017)
- (55) ANSOLA GONZÁLEZ, G., GONZÁLEZ MARTÍN, J.M., CORTIJO RUBIO, R. y LUIS CALABUIG, E. 2003. Experimental and full-scale pilot plant constructed wetlands for municipal wastewaters treatment. *Ecological Engineering*. 21: 43-52.
- (56) CLEMENTS, F.E. 1916. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Publ. Carnegie Inst. Washington.
- (57) LUIS CALABUIG, E. 2000. *2001, Una odisea en el Planeta Tierra*. Lección inaugural del curso 2000-2001. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. 79 pgs.

- (58) VALLADARES, F., PEÑUELAS, J. y LUIS CALABUIG, E. 2005. Impactos sobre los ecosistemas terrestres. En: *Evaluación preliminar de los Impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Coord, J.M. Moreno. Ministerio de Medio Ambiente. UCLM. 65-112.
- (59) OSE. 2006. *Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la Sostenibilidad*. Ministerio de Fomento.
- (60) PANARIO, D. 2016. *Sistema de clasificación de paisajes para Uruguay. Herramienta para la planificación y conservación*. Tesis Doctoral. Universidad Internacional de Andalucía. 230 pgs.
- (61) CÉSPEDES-PAYRET, C., PIÑEIRO, G., ACHKAR, M., GUTIÉRREZ, O., PANARIO, D., 2009. The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. *International Journal of Environment and Health*. 3(2), 175-197.
- (62) GUTIÉRREZ, O. y PANARIO, D. 2014. *Implementación de un complejo forestal Industrial, ¿una política de Estado? Estudio de caso: Uruguay*. ENGOV - Gobernanza Ambiental en América Latina y el Caribe: Desarrollando Marcos para el Uso Sostenible y Equitativo de los Recursos Naturales. Serie Documentos de Trabajo, No. 7, 21 p. Disponible online: http://www.engov.eu/documento/working-paper/WorkingPaperENGOV7_GutierrezyPanario.pdf
- (63) PARUELO, J.M., 2012. Ecosystem services and tree plantations in Uruguay: A reply to Vihervaara et al. (2012). *Forest Policy Econ*. 22, 85-88.
- (64) CAFFERA, R., CÉSPEDES, C., GONZÁLEZ, A., GUTIÉRREZ, O. y PANARIO, D. (Editor). 1991. *Desarrollo forestal y medio ambiente en Uruguay*. 11 *Hacia una evaluación de efectos ambientales de la forestación en Uruguay con especies introducidas*. CIEDUR, Montevideo. (Serie Investigaciones N° 85).
- (65) MVOTMA. URUGUAY. 2016. Caracterización general del Uruguay. En: *Plan Nacional de Aguas. Síntesis*. 26-39
- (66) MGAP. URUGUAY. 2015. *Regiones agropecuarias del Uruguay*. Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca del Uruguay.
- (67) MARTINO, D. y METHOL, M. (Coord.). 2008. *Cambios en el uso de la tierra*. En: PNUMA, CLAES, DINAMA. GEO Uruguay. Informe del estado del Ambiente.
- (68) PARUELO, J., PIÑEIRO, G., BALDI, G., BAEZA, S., LEZAMA, F., ALTESOR, A. y OESTERHELD, M. 2010. Carbon stocks and fluxes in rangelands of the Río de la Plata basin. *Rangeland Ecol. Manage*. 63:94-108.
- (69) LUIS CALABUIG, E. 2016. Los servicios ecosistémicos en la montaña. Perspectivas ante el cambio global. En: *Bosques para el Futuro*. 10 años de experiencias en torno al Día Forestal Mundial. Ayuntamiento de Ponferrada. 8-19.
- (70) MORÁN ORDOÑEZ, A. 2012. *Modelado espacio-temporal de los servicios que proporciona la biodiversidad en los matorrales de la Cordillera Cantábrica (NO España). Efectos de los cambios socioeconómicos a varias escalas*. Tesis Doctoral: Universidad de León.
- (71) MORÁN, A., BUGTER, R., SUAREZ SEOANE, S., LUIS CALABUIG, E., and CALVO GALVÁN, L. 2013. Temporal changes in Socio-Ecological Systems and their impact on Ecosystem Services at different governance scales: A case study of Heathlands. *Ecosystems*. DOI 10.1007/s 10021- - 013-9649-0, Springer.

- (72) MORÁN ORDÓÑEZ, A., SUÁREZ SEOANE, S., CALVO GALVAN, L. and LUIS CALABUIG, E. 2011. Using predictive models as a spatially explicit support tool for managing cultural landscapes. *Applied Geography*, 31: 839-848.
- (73) ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J. M. 2010. *Análisis y modelado multiescalar de los efectos del cambio global sobre la dinámica y función del paisaje es espacios de montaña. Aplicaciones en ordenación territorial*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- (74) ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J.M., SUÁREZ SEOANE, S., STORVOGEL, J.J. and LUIS CALABUIG, E. 2014. Influence of land use and climate on recent forest expansion: a case study in the Eurosiberian-Mediterranean limit of north-west Spain. *Journal of Ecology*. 102:905 - 919.



9.- LAUDATIO Y CONTESTACIÓN AL DISCURSO POR EL ACADÉMICO DE NÚMERO EXCMO. SR. DR. D. VICENTE GAUDIOSO LACASA.

Excmo. Sr. Presidente de la Academia
Excmos. e Ilmos. Sres. Académicos
Excmas. e Ilmas autoridades
Señoras y Señores
Queridos amigos todos

En la resolución de la Junta General de la Academia, celebrada el 31 de mayo de 2016, se acordó proponer como Académico de número, por la Sección de Ciencias afines a la Veterinaria, al Dr. Estanislao de Luis Calabuig. Es para mí una gran satisfacción tener la oportunidad de valorar y exponer ante Vds. sus méritos y contestar a su discurso de ingreso.

Hijo de militar, oficial de la Guardia Civil, nace en un pueblo en el mismo corazón del Campo Charro salmantino en 1949 y, pasados los años de la primera juventud, en los que viaja de uno a otro lugar, inicia sus estudios universitarios en la Universidad de Salamanca formando parte de la tercera promoción de biólogos de dicha Universidad. Poco antes de finalizar su carrera, en 1972, le proponen seguir en el mundo académico universitario y, entusiasmado por lo que para él significaba la investigación, acepta sin pensárselo un momento.

Consigue una plaza docente, como Profesor Ayudante, en el Departamento de Biología, donde desarrolla su tesina de licenciatura en un tema de genética clásica y participa como profesor de prácticas. Puesto que comparte con una beca del PFPU, obtenida para desarrollar el proyecto de tesis doctoral en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, bajo la dirección del Prof. José Manuel Gómez Gutiérrez. Estudia la vegetación de la dehesa salamantina, con una proyección claramente incluida en el campo

de la ecología y aplicando las herramientas más innovadoras para aquellos momentos, en base a tratamientos multivariantes, propios de la teoría de sistemas.

Fue la primera tesis de temática ecológica defendida en la Universidad de Salamanca en junio de 1976, cuatro días antes de que su mujer le diera el primer hijo, y a cuarenta de marcharse a hacer las américas. Premura, como consecuencia de haber obtenido, hacía ya unos meses, una beca del Banco Mundial, con el mandato urgente de finalizar la tesis lo antes posible y marchar, en su primera estancia postdoctoral, al Natural Resource Ecology Laboratory, en el estado de Colorado en Estados Unidos, bajo la tutoría del Prof. George Van Dyne, en aquellos momentos uno de los mayores especialistas a nivel mundial en Ecología de Sistemas.

Con anterioridad a la concesión de esa beca ya había concurrido a la oferta del Programa Fulbright de intercambio entre España y los Estados Unidos, que también consiguió, ampliando su estancia, en este caso en el Range Science Department de la Universidad del Estado de Colorado, donde el equipo del Prof. Van Dyne realizaba las actividades docentes y sus investigaciones sobre modelos matemáticos aplicados al ecosistema de la pradera de hierba corta del medio oeste americano, donde el ganado vacuno ejercía el control de la comunidad herbácea y actuaba como eje en el equilibrio de todo el sistema ecológico. Allí tuvo la oportunidad de colaborar en varios proyectos de modelización cuantitativa para plasmar las relaciones de estructura y funcionamiento ecológicos.

Tras su reincorporación a España no dudó en aceptar una plaza de Profesor Agregado Interino que se le ofreció desde la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Oviedo en su campus de León, desde donde continuó con los estudios de la ecología de los pastizales e inició nuevas líneas de trabajo enfocadas a la investigación básica del área y a la gestión ambiental, ya en la recién creada Universidad de León.

Sus protocolos de investigación más relevantes se orientan al estudio de la evaluación ambiental y de los recursos naturales, así como de los procesos funcionales de regeneración del entorno, tanto en medios acuáticos como terrestres y, principalmente, a detectar y evaluar los efectos ecológicos de los incendios forestales, la contaminación de las aguas, la modificación y dinámica de los paisajes y el cambio climático, así como sobre los usos del suelo en la estructura y función de los ecosistemas. Todo ello se sintetiza en más de 300 publicaciones en forma de artículos de libros o de revistas especializadas de la máxima cualificación.

Ha participado en más de 60 proyectos, financiados en convocatorias públicas, la inmensa mayoría de ellos como investigador principal y ha colaborado en numerosos contratos de I+D con empresas y administraciones de diversos niveles, fundamentalmente en temas de asesoramiento relacionados con la gestión ambiental. Ha sido director de una trentena de tesis doctorales sobre temas de su especialidad.

Ha sido Secretario de Facultad de Biología, Director del Servicio de Extensión Universitaria, Director del Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad, Director del Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, coordinador del programa de Doctorado de Ecología Funcional y Aplicada y del Máster en Riesgos Naturales, y Delegado del Rector para el Programa de Sostenibilidad y Calidad Ambiental de la Universidad de León.

Ha desempeñado su tarea docente en las Universidades de Salamanca, León y la Universidad de la República del Uruguay. En 1981 obtuvo la plaza de Profesor Adjunto y desde 1984 es Catedrático de Ecología, actualmente en el Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León. Igualmente ocupa una Cátedra Libre, como Titular Grado 5, en el Instituto de

Ecología y Ciencias Ambientales (IECA) de la Universidad de la República de Uruguay en Montevideo.

Ha colaborado como profesor invitado e investigador en la Universidad de California, en Davis, Universidad de Buenos Aires y Patagonia Austral, en Argentina, Universidad de Tras-os-Montes e Alto Douro, en Portugal, así como en el Centro de Ecología Funcional y Evolutiva del CNRS de Montpellier, y en las españolas de Alicante, Pablo de Olavide de Sevilla y la Universidad del País Vasco.

Ha actuado como miembro de comités de diferentes programas en el área de Ciencias Experimentales de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y asesor de varias agencias autonómicas, nacionales e internacionales para la docencia y la investigación.

Ha participado como miembro del Consejo Regional de Espacios Naturales de Castilla y León, a propuesta de la Presidencia de la Junta, como persona de reconocido prestigio; miembro de la Junta Rectora del espacio natural del Lago de Sanabria, y del espacio Patrimonio Natural de Las Medulas; y es miembro del Comité Científico de la Reserva de la Biosfera de los Ancares Leoneses.

Ha ejercido como vicepresidente de la Asociación Española de Ecología Terrestre; como vocal de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos; es miembro fundador y vocal de la Asociación española de Ecología del Paisaje; y forma parte del comité técnico de la Asociación española de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el año 2004 se le concede el premio Castilla y León de la Protección del Medio Ambiente. En el extracto del acta de concesión se justifica por sus aportaciones en torno a los ecosistemas de dehesa, los estudios sobre los incendios forestales y la restauración

de los espacios afectados por el fuego, así como por el impulso que como experto ha dado a la mejora de la calidad de las aguas en nuestra comunidad.

Ha destacado en su labor de divulgador de los conocimientos científicos, participando en proyectos radiofónicos, de televisión, otros medios audiovisuales y publicaciones de libros, resaltando la importancia de los comportamientos sostenibles y haciendo llegar a la sociedad los valores de nuestro patrimonio natural.

Le gusta el dibujo como entretenimiento. Dicen en su facultad que es el dibujante de plantilla del centro, diseñador de un gran número de logos institucionales, de congresos y efemérides. Le entusiasma deslizar los pinceles para reflejar la naturaleza y, sobre todo, caballos y toros bravos. Siempre en mente los valores biológicos, ha colaborado en publicaciones literarias para resaltar en cuentos y leyendas la importancia de la vida y el respeto por todas las criaturas.

Seguramente cualquiera de ustedes ya lo conocía en alguna de sus dos versiones fenotípicas, aunque no haya podido asociarlas. Con su mochila al hombro en sus actividades cotidianas, o con la vara de maestro de ceremonias en sus funciones protocolarias. Efectivamente, es el mismo, y siempre escondido tras su peculiar bigote.

Analizado el discurso pronunciado por el Dr. Luis Calabuig se evidencia que es un claro reflejo de su actividad multidisciplinaria en torno a la problemática ambiental y la búsqueda de soluciones basadas en los principios ecológicos.

Hace una introducción sintética, basada en el proceso de concienciación de la especie humana y los impactos acarreados sobre la naturaleza cuando, a mediados del siglo pasado, empieza a desarrollarse la idea de la capacidad humana para dañar su entorno próximo, con consecuencias manifiestas relacionadas con

la salud y el sosiego. En la década siguiente se generaliza la conciencia de tal amenaza a nivel regional, con situaciones repetidamente denunciadas en el mundo científico como la lluvia ácida. En los años 70, se declaran cambios ambientales con problemáticas y consecuencias más globales destacando, por sus efectos, el deterioro por rarefacción de la capa de ozono o el manido cambio climático que, junto a otros impulsores indeseables, como el uso del suelo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la proliferación de especies invasoras o los procesos de contaminación, construyen la idea de lo que actualmente se conoce como cambio global.

Todo ello fundamentado en el análisis del ecosistema, como unidad funcional básica en Ecología, en cuyo seno, el Dr. Luis Calabuig, distingue unas propiedades macroscópicas, referidas a cualidades sintéticas o de conjunto, generalmente más evidentes, y otras microscópicas, resultantes de aquellos estudios analíticos referidos a aspectos más concretos o puntuales de cada ecosistema.

El uso del concepto de factor ecológico es absolutamente imprescindible al tratar de analizar los procesos ambientales. La clasificación de dichos factores, así como sus interacciones y potencialidad de compensación han enriquecido enormemente el cuerpo de la teoría ecológica más puntera. Y lo ha hecho, también, en el amplio contexto de otras ciencias afines de influencia biológica, en el ámbito de las relaciones entre la biocenosis y el biotopo, como componentes fundamentales del ecosistema.

Los sistemas ganaderos tradicionales, sustanciados en la actualidad en las conocidas como explotaciones extensivas, pueden ser un buen ejemplo de desarrollo sostenible: consiguen un equilibrio compensatorio entre el aprovechamiento de los recursos existentes, el mantenimiento de los valores ligados a las estructuras naturales y unos elevados potenciales de biodiversidad. Un buen ejemplo de ello es la dehesa. Razones por las que el relato científico del sistema de la dehesa, como ecosistema manejado por la especie

humana en régimen extensivo, es un buen modelo del funcionamiento de los agroecosistemas sostenibles.

Los ecosistemas pueden ser clasificados en función de la trascendencia que los descomponedores de materia puedan tener en el ciclo de los nutrientes. Desde este punto de vista, considerando tal aspecto funcional, las dehesas se comportan como un sistema singular mixto, entre los ecosistemas forestales y los pascícolas.

Árboles diseminados y cobertura herbácea se complementan. En este contexto, resulta de gran interés conocer el efecto del arbolado, como sumatorio de las influencias de cada individuo vegetal de gran porte, sobre el sustrato herbáceo, a través del movimiento de los nutrientes minerales extraídos del suelo profundo, liberados tras la caída de la hojarasca, o por la redistribución física del agua de lluvia sobre el suelo bajo el árbol.

Al efecto de ambas comunidades, arbórea y herbácea, hay que añadir la influencia complementaria del efecto del pastoreo por parte del ganado. Los pastizales se configuran en el paisaje de la dehesa bajo la influencia de las condiciones ambientales de humedad y profundidad del suelo, con el efecto añadido de los aportes minerales procedentes del arbolado y de las deyecciones del ganado presente. Todo ello en combinaciones diversas que ocasiona una importante variabilidad dinámica del sistema, tanto en la evolución del crecimiento, como en la fenología y la producción final.

Avanzando un poco más, sería interesante analizar ahora la situación de la estructura y funcionamiento de la dehesa bajo los efectos de cada una de las potenciales actuaciones la especie humana en dicho entorno. El manejo tradicional de las unidades de explotación dedicadas a tierras de labor, las rutinas en el aprovechamiento de los pastos, el manejo de las especies leñosas arbustivas y del arbolado dominantes y, fundamentalmente, las

técnicas aplicadas en la utilización del ganado doméstico para conseguir la máxima eficiencia productiva.

Se destaca, también, la contribución de la dehesa al incremento de la riqueza en bienes y servicios, aspectos de abastecimiento y/o de bienes culturales. Todos ellos mantenidos, durante siglos, en un equilibrio entre los factores productivos y los recursos naturales ofrecidos por sus cuatro unidades funcionales de interacción: arbolado, pastizales, cultivos y ganadería. Sin embargo, en la actualidad, el sistema está excesivamente intervenido y, con ello, sometido a un alto riesgo de vulnerabilidad. La falta de atractivo social pujante unido al escaso potencial de rentabilidad económica aumenta la probabilidad de ruptura de desarrollo sostenible del sistema de la dehesa, preservado durante muchos años.

La gestión ambiental en la que se centra buena parte del discurso del Dr. Luis Calabuig es, en la actualidad, una necesidad prioritaria. Y ello, no solo en lo que se refiere al aprovechamiento de los recursos naturales tradicionales, esto es, en la agroganadería extensiva, sino en la totalidad de las actividades del sector que, siguiendo las políticas marcadas por la Unión Europea, debería contribuir a alcanzar los objetivos de conservación, protección y mejora de la calidad del medio ambiente, amén de la protección de la salud de las personas y la utilización prudente y racional de los recursos naturales.

Para ello se hace necesario conocer las herramientas de tal evaluación ambiental, y en particular las que haya que aplicar para detectar el impacto de cada una de las actividades agro-ganaderas que, como él bien describe, pueden ser muy variadas pero que, fundamentalmente, dependerán del tipo de actividad, la localización y la dimensión de la actuación.

Particularmente interesantes, por su relevancia práctica, resultan ser las conclusiones de las experiencias relatadas en su

discurso sobre la situación de las aguas residuales en el medio rural, la potencial aplicación de los sistemas de bajo coste y sus posibilidades de uso en explotaciones menos extensivas, esto es, en granjas de tamaño creciente de vacuno y porcino.

Así y todo, la mayor preocupación del partido que nos ocupa se juega actualmente en el ámbito global. Los ejemplos aportados por el nuevo académico de la evolución de usos del suelo en Uruguay, país eminentemente ganadero en su historia moderna, y de aquellos que afectan a la montaña leonesa, tras la decadencia de la mesta, ponen de manifiesto que, efectivamente, los cambios pueden ser permanentes y con consecuencias de difícil previsión.

En síntesis pues, un discurso planteado desde lo general a lo particular, basado en los fundamentos de la teoría ecológica más puntera y aplicada a los agroecosistemas en su explotación y manejo por la especie humana, con proyección en la gestión ambiental a escala local y global. Todo ello evidencia la notable afinidad de la experiencia del Dr. Luis Calabuig con la perspectiva ambiental de las actuales ciencias veterinarias que defiende esta Academia.

Por todo ello, la Academia que represento se honra en acoger, como Académico de Número, al Excmo. Sr. Prof. Dr. D. Estanislao de Luis Calabuig, al que se adscribe a la sección de Ciencias Afines, esperando que su colaboración aporte nuevos y fecundos conocimientos a las Ciencias Veterinarias. Dr. Luis Calabuig, sea usted bienvenido a esta Academia de Ciencias Veterinarias de Castilla y León

He dicho.