

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Servicios de los ecosistemas reforzados en la gestión de la vegetación mediante pastoreo, en el entorno de la Red de Transporte de Energía Eléctrica.

GRUPO  **RED**
ELÉCTRICA

 Universidad
de Alcalá





ÍNDICE

Presentación.....	4
1. Servicios ecosistémicos de regulación	6
1.1 Regulación hídrica.....	7
1.2 Control biológico de plagas	8
1.3 Polinización.....	9
1.4 Fertilidad del suelo	10
1.5 Biodiversidad	11
1.6 Almacenamiento de carbono	13
1.7 Regulación de las perturbaciones naturales	15
2. Servicios ecosistémicos culturales	17
2.1 Educación ambiental.....	18
2.2 Contribución al conocimiento y la investigación	19
3. Servicios ecosistémicos de abastecimiento.....	20
3.1 Alimentación	21
3.2 Fuentes de energía renovable	22
3.3 Medicinas naturales	23
3.4 Acervo genético. Variedades y razas adaptadas localmente	24
4. Conclusiones.....	25
5. Bibliografía	26



La naturaleza puede verse como una reserva de recursos naturales, cuyo conjunto conforma el capital natural. Estos recursos, que la naturaleza ofrece al ser humano, ponen al alcance de la sociedad los diferentes elementos naturales —agua, madera, energía, entre otros— generando un flujo de bienes y servicios que, según el uso, aprovechamiento, disfrute o demanda que les demos facilitan nuestro desarrollo económico y social. Son los denominados servicios de los ecosistemas para el bienestar humano (SS.EE.).

En esta Guía se exponen y documentan los SS.EE. que pueden ser reforzados con las experiencias de “Pastoreo en Red”, denominación genérica de la utilización del pastoreo con ganado extensivo en la gestión de la vegetación en las calles de seguridad de la Red de Transporte (RdT) de energía eléctrica. Asimismo se documenta cómo el pastoreo puede contribuir al desarrollo sostenible a través de la mejora de los Servicios de los Ecosistemas.

Los resultados que contiene esta Guía parten del estudio llevado a cabo por la Universidad de Alcalá sobre la “Evaluación de los servicios derivados de la gestión de la vegetación en la Red de Transporte de energía eléctrica (calles y perímetro de las subestaciones eléctricas) mediante el pastoreo”; del análisis del proyecto piloto “Pastoreo en RED” desarrollado en el monte de los Agudos (Calahorra, La Rioja), y de experiencias semejantes en otros territorios con instalaciones de la RdT.

A través de fichas sintéticas y homogéneas se exponen y documentan los SS.EE. que pueden ser reforzados por los proyectos de “Pastoreo en RED”, analizando en detalle la problemática relacionada con su evaluación.

Para el estudio de los SS.EE., el enfoque propuesto se ha basado en el proyecto *Millenium Ecosystem Assesment* (MA, 2005) apoyado por Naciones Unidas y su posterior aplicación para España (EME, 2012).

En este enfoque, los SS.EE. son considerados como Servicios para el Bienestar Humano (SBH), una visión que pone el acento en la percepción de necesidades y beneficios que las personas reciben del medio natural y sus recursos.

Este punto de vista es adecuado para territorios transformados por la actividad humana, con alta representación de agroecosistemas, como es el caso de los paisajes agrarios donde aún se mantiene la ganadería extensiva.

Los SS.EE. están organizados en categorías, con objeto de facilitar el intercambio internacional de resultados mediante la Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos (CICES). Se trata de una clasificación jerárquica que reconoce cinco niveles, con una marcada diferenciación entre servicios de origen biótico y abiótico. Esta taxonomía emplea códigos numéricos para clasificar los servicios y facilita la trazabilidad sobre extensas bases de datos. En este sentido, resulta de interés establecer la equivalencia de los SBH analizados en esta Guía, con la estrategia de evaluación basada en CICES, con objeto de normalizar el procedimiento de identificación y análisis de los servicios relacionados con la RdT.



Asimismo, es necesario tener en cuenta la escala de análisis en el enfoque metodológico, diferenciando dos escalas: **la escala más inmediata**, en la proximidad de la RdT y directamente afectada por ella, y la **escala de paisaje**, que abarca un territorio más amplio y repercute sobre la población de las localidades cercanas.

Cada uno de los SS.EE. de **regulación**, **culturales** y de **abastecimiento**, se analiza siguiendo el mismo esquema, que se presenta en forma de fichas:

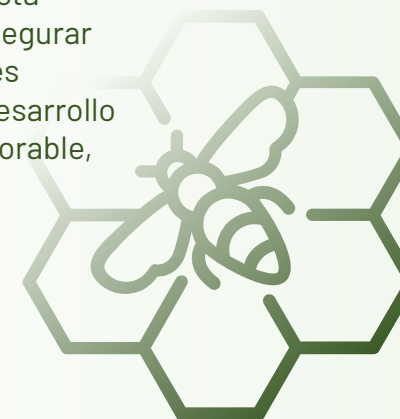
1. Definición del servicio ecosistémico de acuerdo al proyecto con la **Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA)**.
2. **Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio.** Se presentan las implicaciones ambientales del servicio, su proyección e interés para la sociedad, así como las escalas territorial y ecosistémica necesarias para que el servicio analizado pueda realmente ser efectivo.
3. **¿Cómo medirlo? Indicadores** más utilizados en la literatura científica, para evaluar el servicio
4. **Referencias a la escala:** local o de paisaje.
5. **Códigos CICES** que tienen una relación directa e indirecta con el servicio analizado.
6. Relación del servicio con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** de Naciones Unidas (ONU).

A continuación, se irán desarrollando en las fichas aquellos servicios que se han considerado determinantes para la provisión de SBH en las experiencias del "Pastoreo en RED", de control de la vegetación de las calles de seguridad de la RdT mediante pastoreo con ganado extensivo.



Servicios ecosistémicos de regulación

Aquellos que de manera indirecta o espontánea contribuyen a asegurar las condiciones físico-naturales necesarias para sustentar el desarrollo humano: tierra fértil, clima favorable, agua limpia, etc.



Cumplen funciones relacionadas con el mantenimiento de procesos ecológicos esenciales.

1.1 Regulación hídrica



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Capacidad de ralentización hídrica, mejora de la calidad del agua. Ejemplos: determinados organismos y sustratos depuran contaminantes. Suelos permeables facilitan la recarga de acuíferos (MA, 2005). Reducción de la escorrentía, favorecimiento de la infiltración y mantenimiento de la humedad del suelo. La evapotranspiración alimenta el ciclo del agua (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Capacidad de los ecosistemas (vegetación y suelos) para favorecer la infiltración del agua y la funcionalidad de los sistemas fluviales (acuíferos subsuperficiales, vegas, suelos en ladera y microcuencas).

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

Este servicio favorece la regulación del ciclo del agua y la funcionalidad de los sistemas hídricos a través de la infiltración del agua mediante la participación de diferentes elementos como el suelo y la vegetación. Para potenciarlo, es fundamental mejorar la incorporación del agua en el suelo y los acuíferos. De este modo, además, se consigue prevenir efectos negativos como la erosión y pérdida de nutrientes, que deterioran la regulación hídrica.

La cobertura vegetal y el carbono orgánico del suelo son fundamentales para la prestación de este servicio, ya que favorecen la infiltración de agua en el suelo, ayudan a mantener la humedad y a reducir la velocidad de la escorrentía. La vegetación leñosa (árboles y arbustos) es especialmente importante para esta función, dado que sus sistemas radiculares favorecen la infiltración, además de facilitar la mayor presencia de nutrientes y carbono orgánico a su alrededor, mejorando las características del suelo y mejorando su capacidad para retener la humedad.

Otro elemento destacado es la micro y meso fauna del suelo. Su actividad biológica favorece la incorporación de nutrientes y la infiltración. Además, la vegetación y la fauna contribuyen a la depuración del agua al actuar como filtro verde a través de los sistemas radiculares y las actividades metabólicas, favoreciendo la eliminación de sustancias contaminantes (por ejemplo, los fertilizantes o fitosanitarios aplicados en las zonas adyacentes).

Aquellas actividades que favorezcan la mineralización y pérdida de la fracción orgánica del suelo, el empobrecimiento de la fauna edáfica y cambios en la estructura de la vegetación, serán perjudiciales para el buen funcionamiento de este servicio.

En general, la literatura científica considera que la influencia del pastoreo con una intensidad moderada suele tener efectos positivos en la infiltración hídrica. No obstante, es importante vigilar los efectos negativos del pastoreo, especialmente sobre la compactación del suelo por una carga excesiva, incluyendo el cambio en la estructura de la vegetación y el deterioro de la biodiversidad de flora y fauna.

Las cargas ganaderas adecuadas, el pastoreo rotacional y el redileo son algunas de las actividades ganaderas identificadas en la literatura como favorecedoras de la infiltración y regulación hídrica. Asimismo, es importante mantener un balance en la conservación de recursos, es decir, que el suelo o agua que se pierden como consecuencia del pastoreo, sean captados en zonas de recaptura más o menos próximas.

Referencia de la escala: La regulación hídrica es un servicio que se expresa en escalas amplias y por tanto, sus efectos deberían ser manejados e interpretados a escala de paisaje.

3. ¿Cómo medirlo?

Los indicadores utilizados en la literatura científica sobre la regulación hídrica están orientados a la medición de la humedad edáfica, la permeabilidad de los suelos, la composición de la vegetación y la actividad microbiana entre otros:

- Permeabilidad del suelo: estimación de la superficie con permeabilidad alta o muy alta. Basado en la litología aflorante.
Fuente potencial: mapa litoestratigráfico de permeabilidades e hidrogeológico de España a escala 1:200.000 (<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/mapa.aspx?parent=../tematica/tematicossingulares.aspx&Id=15&language=es>).
- Índice de humedad: precipitación/evapotranspiración potencial.
Fuente potencial: modelo SIMPA (https://servicio.mapama.gob.es/sia/visualizacion/lda/pdfs/SIMPA_resumen.pdf).
- Cobertura de especies leñosas: % de cobertura de matorral y estrato arbóreo.
Fuente potencial: cartografía SIOSE y CORINE (https://www.google.com/search?q=Cartografia+SIOSE&rlz=1C1GCEA_enES907ES907&oq=Cartografia+SIOSE&aqs=chrome..69i57.5724j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8).
En el caso de la actividad ganadera, los indicadores se han centrado en la intensidad y modelos del pastoreo, el tipo y los cambios en la vegetación y la topografía:
 - Nivel de Intensidad del pastoreo: índice integrado que contemple la intensidad del pastoreo (fuerte, moderada, débil), la frecuencia, la duración y el tipo de ganado.
 - Tipo/Composición/Cobertura de la vegetación leñosa en el pastizal: % de cobertura de matorral bajo línea de la RdT.
 - Evolución de la vegetación: monitoreo a lo largo del tiempo en los cambios de la cobertura de la vegetación: % de suelo desnudo expuesto a erosión.

4. Códigos CICES relacionados

2.2.5.1.: Regulación del estado químico de las aguas dulces por procesos biológicos.

4.2.1.1.: Aguas superficiales para consumo.

4.2.1.2.: Aguas superficiales utilizadas como materia (con propósitos diferenciados del agua potable).

4.2.1.3.: Aguas dulces superficiales utilizadas como fuente de energía.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.2 Control biológico de plagas



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Capacidad de regulación de plagas y vectores patógenos de humanos, cosechas y ganado.

Los mecanismos naturales del control de plagas y organismos dañinos en los agroecosistemas se basan en especies de flora y fauna presentes en los propios sistemas agrarios.

La calidad de este servicio está directamente relacionada con la biodiversidad del agroecosistema (EME, 2012). Del correcto funcionamiento de este servicio depende el abastecimiento de alimentos y materias primas.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

El control biológico de plagas se vincula al papel regulador de la biodiversidad, la estructura de los ecosistemas y, en el caso concreto del "Pastoreo en RED", con los sistemas de manejo del ganado.

En general una estructura de la vegetación y un mosaico de comunidades vegetales diversificado contribuyen a la mejor prestación de este servicio. También aquellas prácticas de usos del suelo que promuevan una mayor variedad de la vegetación y de la biota edáfica. Además, una heterogeneidad intermedia del paisaje, incluyendo espacios semi-naturales, corredores biológicos, setos, etc. favorecen mejores resultados de control de plagas.

La literatura científica muestra una correlación positiva entre la diversidad de plantas y la diversidad de artrópodos reguladores de plagas.

El pastoreo tiene un efecto complejo sobre el control de plagas, que varía en el espacio y el tiempo. Por un lado, favorece la diversidad de la vegetación, y, por tanto, al control de plagas. Sin embargo, la intensificación del pastoreo tiene efectos, en la estructura de la vegetación. El incremento en la intensidad de pastoreo debido a mayores cargas y periodos de pastoreo tiene como consecuencia una disminución de la abundancia de la diversidad de depredadores de plagas.

Los factores clave de este proceso son la disminución en la altura, la cobertura, la estructura y la composición de la vegetación. La diversidad florística ha demostrado parecer ser un elemento clave para la presencia de insectos depredadores en los distintos tipos de pastos. Asimismo, pastos más densos parecen ser hábitats más adecuados para depredadores.

Una de las principales dificultades para el manejo del pastoreo y el control biológico de plagas es que no todas las actividades afectan por igual, a las distintas especies, ya sean plantas o animales, por lo que no hay resultados concluyentes en la literatura. En el caso del pastoreo, son especialmente peligrosas aquellas enfermedades consideradas zoonóticas. No obstante, existe un plan nacional de vigilancia, prevención y erradicación de dichas enfermedades, lo que asegura la protección de los rebaños.

El control biológico de plagas tiene un efecto transversal amplio sobre la dinámica de los socioecosistemas. Por un lado, modifica la composición de especies. Por otro lado, suele tener repercusiones negativas en la productividad y consecuencias económicas al necesitar una mayor presencia de tratamientos y medidas preventivas.

Indirectamente las dimensiones social y cultural del desarrollo se ven perjudicadas por los efectos de las plagas, especialmente cuando no es posible llevar a cabo un control adecuado en el tiempo.

Referencia de la escala: Teniendo en cuenta el modo de expresión de este servicio tiene pertinencia su estudio a distintas escalas, una cercana o inmediata bajo línea de la RdT y otra amplia, a escala de paisaje.

En lo que respecta al paisaje, los pastos pueden tener un efecto de biocontrol según cómo sean manejados. Esto es debido al papel que juegan como ecotono (refugio para especies depredadoras y otras funciones) las superficies no cultivadas (pastizales, matorrales, bordes, setos, bosques, etc.) en los paisajes agrarios. A escala de comunidad (un pastizal concreto) el manejo influye en aspectos como el encharcamiento y el drenaje que condicionan la presencia de posibles plagas.

3. ¿Cómo medirlo?

Algunos indicadores utilizados en la literatura científica están orientados a la medición de la presencia e incidencia de las plagas, mientras que otros se centran en estudiar índices de diversidad de depredadores o ciertos grupos funcionales. La valoración de estos indicadores requiere el muestreo específico en campo, dado que no es posible evaluarlos a través de teledetección u otros métodos indirectos. Como los siguientes:

- Abundancia de depredadores de plagas.
- Abundancia de pulgones y parasitoides.
- Abundancia de colémbolos y larvas de dípteros (fundamentalmente detritívoros).
- Abundancia de carábidos (depredadores y consumidores de semillas) y estafilínidos (fundamentalmente depredadores).
- Estimaciones a partir de muestreos en campo.
- Estado de salud del rebaño: cuantificación de pérdidas por enfermedades (cabezas de ganado y valor del producto).

4. Códigos CICES

2.2.3.1.: Control de plagas (incluidas especies invasoras).

2.2.3.2.: Control de enfermedades.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.3 Polinización



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Simbiosis entre ciertos organismos con resultado de transporte de polen y reproducción.

Los insectos son el principal polinizador de cultivos agrícolas y de plantas aromáticas o medicinales (MA, 2005). Presencia de organismos que contribuyen a la reproducción de la flora útil al ser humano (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Procesos naturales y de manejo que propician la actividad de los agentes polinizadores, con efectos tanto en las especies cultivadas como en las semi domésticas y la flora espontánea.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La evaluación del servicio de polinización es compleja. En general, en la mayoría de los casos se opta por indicadores que puedan aportar una idea indirecta del mismo.

La polinización natural depende de vectores tanto físicos como bióticos. No obstante, se considera que los físicos (agua y viento) no varían significativamente, de manera que su efecto se considera constante y asegurado. Por otro lado, las poblaciones de insectos, aves y otros organismos sí son variables y, algunos tipos de manejo pueden afectar negativamente a estos organismos fundamentales en la polinización y suponer una disminución de la provisión de este servicio.

La diversidad floral es el mejor indicador de abundancia de polinizadores en los pastos. Los insectos polinizadores están influidos a través de la composición de especies del pasto, por el tipo, la intensidad y la extensión del pastoreo.

La actividad del pastoreo influye en los polinizadores a través de sus efectos en el crecimiento de las plantas, su abundancia, estructura, diversidad, así como las características del suelo, la temperatura de los microhábitats o la humedad relativa.

La literatura científica recoge efectos positivos y negativos indirectos del pastoreo sobre los polinizadores. Por ejemplo, se considera que el pastoreo puede eliminar dicha fauna o destruir sus nidos, pero al mismo tiempo existe constancia de que puede potenciar la presencia de microhábitats favorables para la reproducción de los polinizadores, aumentando así su abundancia y diversidad.

Los principales factores que influyen en el efecto que el pastoreo puede tener sobre los polinizadores son: la composición de la comunidad vegetal, la intensidad del pastoreo, el tipo de animales pastadores, el periodo en el que se ha pastoreado, la historia de usos del suelo y el tipo de hábitat.

Uno de los elementos clave en los efectos sobre los polinizadores es el momento en que se produce el pastoreo. Si es a mediados de la primavera, densidades intermedias de pastoreo favorecen mayor riqueza y abundancia de especies de abejas (los polinizadores más abundantes), mientras que si se

realiza a principios de temporada tiene efectos negativos en la riqueza, pero positivos en la abundancia de polinizadores. Por tanto, la respuesta al pastoreo varía según la estación de pastoreo y el taxón. Por ejemplo, los abejorros son más sensibles al principio de la estación y a la mayor intensidad del pastoreo, mientras que las abejas domésticas (*Apis mellifera*) parecen no estar apenas influenciadas por el pastoreo.

Por último, es importante tener en cuenta que la polinización es un servicio provisto por organismos que dependen de hábitats que están espacial y temporalmente segregados de las localizaciones donde se materializa el servicio. Por tanto, la estructura del paisaje es fundamental para asegurar la polinización.

Al aumentar la heterogeneidad paisajística se favorece la diversidad de especies así como la conectividad y los ecotonos.

En general, la literatura señala que los paisajes heterogéneos tienen importancia para la polinización.

En especial la presencia de corredores/márgenes, hábitats semi-naturales intercalados que alberguen plantas con flor, como es el caso de las vías pecuarias y las calles de seguridad de la RdT en España.

Distintas especies de abejas se ven favorecidas al aumentar la superficie de estrato herbáceo en paisajes diversificados.

En España existe una estrategia nacional para la conservación de polinizadores (aprobada en 2020 https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/fauna_flora_estrategias_polinizadores.aspx), que recoge medidas para la conservación de especies de polinizadores amenazados y sus hábitats, promover hábitats que favorezcan a los polinizadores y reducir los riesgos derivados de perturbaciones como plagas, especies invasoras o el uso de fitosanitarios.

Referencia de la escala: La heterogeneidad del paisaje es determinante en el abastecimiento de este servicio. No obstante, la composición floral de áreas concretas puede ser muy relevante, como ocurre en determinadas localizaciones y hábitats de las calles de seguridad de la RdT. Por lo tanto, la eficacia de este servicio debe tener en cuenta ambas perspectivas espaciales.

3. ¿Cómo medirlo?

Dada la complejidad de valorar en campo la actividad de los polinizadores, generalmente se opta por mediciones indirectas a través de indicadores más generales.

En la literatura científica se emplean frecuentemente los siguientes indicadores:

- Riqueza de polinizadores (insectos himenópteros fundamentalmente).
- Cobertura floral de especies de intensa floración.
- Índices de polen.
- Conteo de semillas fertilizadas, por ejemplo en el caso de cultivos de girasol.
- Número de flores por m² y % de variación de un muestreo a otro.
- Tamaño de las poblaciones de insectos de polinizadores y % de variación de un muestreo a otro.

4. Códigos CICES

2.2.2.1.: Polinización.

2.2.2.2.: Dispersión de semillas.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.4 Fertilidad del suelo



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Mantenimiento de la humedad y capacidad catiónica del suelo.

Definición simplificada para este estudio

Mantenimiento o regeneración de la capacidad de los suelos para sustentar la productividad primaria. La fertilidad debe entenderse como un resultado de la interacción de procesos físicos, biológicos y de manejo.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La formación y fertilidad del suelo es un servicio clave para el buen funcionamiento de los ecosistemas y el aprovisionamiento de otros servicios de abastecimiento. En la dinámica del suelo y en el mantenimiento de su fertilidad intervienen distintos factores, con efectos positivos o negativos.

Como factores como efectos positivos, podemos citar:

- Factores abióticos: humedad, temperatura, material de partida, nutrientes inorgánicos, siempre que se encuentren en las condiciones y rangos de disponibilidad adecuados.
- Factores bióticos: cobertura de vegetación, aporte de hojarasca, actividad microbiana fomentada por el pastoreo, organismos detritívoros y descomponedores, excrementos del ganado, etc.
- Factores antrópicos: fertilización, enmiendas, cargas ganaderas, mejoras en el drenaje, etc.

La pérdida de fertilidad de los suelos se ve influida por:

- La erosión: topografía, escorrentía superficial, alteración debido a viento y agua, fluctuaciones de temperatura y humedad.
- Factores antrópicos: roturaciones, incendios, aclareos, sobrepastoreo, eventos meteorológicos extremos relacionados con el cambio climático.

En general, la literatura científica se ha centrado en el papel de la fauna del suelo en relación con este servicio.

Se ha visto que ciertas estrategias de pastoreo son adecuadas para mejorar la fertilidad del suelo, como por ejemplo el pastoreo rotacional. Este considera las necesidades del ganado y los picos de la productividad en la vegetación, y establece momentos idóneos de pastoreo, de manera que mejore el aprovechamiento y se favorezca la construcción de un pastizal estable.

Un elemento clave para conseguir una mayor fertilidad del suelo y abundancia de macroinvertebrados (en especial lombrices de tierra), es el fomento de microhábitats como pueden ser árboles, matorrales, apilamiento de troncos, entre otros. Estos, fomentan la retención del suelo, y los procesos de descomposición aportando materia orgánica vegetal para su integración al suelo favoreciendo la presencia de distintas comunidades de fauna.

Tanto en las calles de las líneas de la RdT, como en la base de los apoyos y en el entorno exterior de las subestaciones eléctricas, la creación de hábitats con presencia de especies con tasa de renovación mas lenta, arbustos, herbáceas perennes, pueden ser una medida que favorezca la presencia de comunidades diversas que favorezcan la fertilidad del suelo.

El contenido total de nutrientes suele ser menor en pastizales que en otros agroecosistemas. Esto es debido a que los pastos reciben los nutrientes de las heces animales y de otros restos orgánicos de la hierba, que mineralizan antes que las hojas de los árboles. La mineralización rápida y el efecto directo de la luz del sol fomenta la descomposición de la materia orgánica y la productividad primaria del pasto, acelerando el ciclo de nutrientes, resultando en menores acumulaciones de nutrientes en el suelo. La consecuencia de ello es una mayor tasa de renovación de los nutrientes y mayor productividad.

Debajo de los árboles, arbustos, pilas de ramas, etc. suele haber un mayor aporte de nutrientes, no solo por parte del ganado, sino por la presencia de otras especies de fauna (p.e. aves y ratones de campo que acarrean semillas; otros micromamíferos e insectos que controlan plagas), también por la acumulación de hojarasca, el bombeo de nutrientes por parte de las raíces, etc.

El abandono de las prácticas de pastoreo tradicional ha tenido efectos negativos sobre la fertilidad del suelo y la acumulación de carbono. Por ello, la incorporación de prácticas de pastoreo para el control de la vegetación en las calles de la RdT tendrá efectos positivos sobre este servicio.

Referencia de la escala: La importancia que tiene este servicio en la productividad de los ecosistemas hace que su escala de análisis habitual sea la mas inmediata o cercana a las instalaciones de la RdT. Sus efectos a escala de paisaje son indirectos.

3. ¿Cómo medirlo?

La literatura científica a una escala amplia, documenta las propiedades de los tipos de suelo, lo que permitirá una interpretación sobre sus características y fragilidad. Una buena fuente es el mapa de suelos de España (<https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/resources/html/030769.html>)

Indicadores

Los típicamente utilizados son mediciones directas sobre suelo, como:

- Nitrógeno total en suelo.
- Relación C/N.
- Fósforo disponible.
- Disponibilidad de cationes cambiables: Calcio, potasio, magnesio y sodio.
- Cantidad de materia orgánica en el suelo: % en peso seco.
- Aporte de estiércol del ganado pastoreado: kg/ha.

4. Códigos CICES

2.2.4.2.: Descomposición y procesos de fijación, sus efectos en la calidad del suelo.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.5 Biodiversidad

1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

La biodiversidad no se considera como un servicio ecosistémico dentro del marco evaluativo de Ecosistemas del Milenio (MA) sino que forma parte del capital natural. La biodiversidad es un componente fundamental para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas.

En la literatura científica mas allá del proyecto MA, es ampliamente reconocida como un servicio ecosistémico en sí mismo, pero también como un valor y como regulador de procesos que tienen lugar en los ecosistemas.

Dentro del proyecto MA la biodiversidad es recogida como parte del servicio denominado "Acervo genético":

- Mantenimiento de la diversidad genética de especies, razas y variedades para suministro de determinados productos (MA, 2005).
- El sistema de policultivos y el intenso intercambio de material silvestre y cultivado, tanto autóctono como alóctono, presente en los agroecosistemas, contribuye a la riqueza genética y la biodiversidad (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

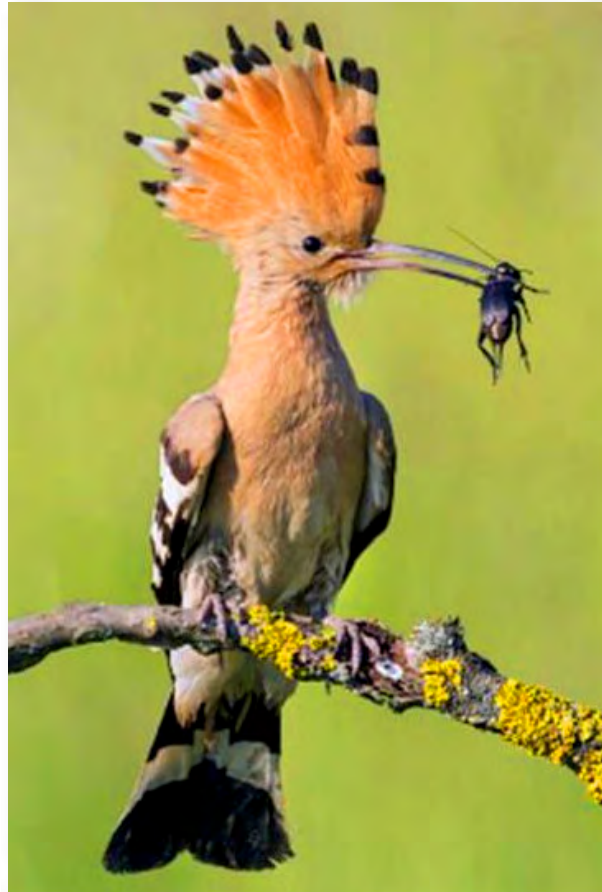
Mantenimiento y generación de la biodiversidad, entendida tanto en su calidad de legado (hábitats, especies y ecotipos silvestres, razas ganaderas y variedades de plantas cultivadas) como de proceso, esencial para el funcionamiento de los ecosistemas.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

Existe una amplia literatura científica sobre la relación entre la biodiversidad y los SS.EE. Dicha literatura relaciona ampliamente la mejora de la provisión de servicios como consecuencia del aumento de la biodiversidad.

La biodiversidad se encuentra amenazada en la actualidad a nivel global y en numeros ecosistemas se están produciendo grandes tasas de pérdida especialmente en paisajes agrarios. Se estima que un 76 % de las pérdidas de biodiversidad son debidas a la actividad agrícola en Europa.

La literatura científica reconoce que una buena gestión de la ganadería puede ser utilizada para conservar y restaurar la biodiversidad. Existen numerosas iniciativas para la conservación de la biodiversidad en los sistemas agrarios, promoviendo manejos más sostenibles, basados en el conocimiento ecológico local. Sin embargo, pese a las numerosas medidas adoptadas, la pérdida de biodiversidad no disminuye. De hecho, a escala europea se ha aprobado la Estrategia para la



Biodiversidad 2030 (https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_es), que determinará las políticas agrarias y de conservación de la naturaleza de la presente década.

La mayor parte de la literatura sobre biodiversidad y pastoreo en Europa se centra en el efecto directo del pastoreo de vacuno y ovino en la biodiversidad en una escala experimental (parcelas), seguido de lejos por sus efectos en una escala mayor (de paisaje).

En general, se acepta que la ganadería tiene impactos negativos en la biodiversidad cuando el manejo es intensivo. Por otro lado, los estudios enfocados hacia la conservación de la naturaleza, con manejo extensivo del ganado o de restauración ecológica, demuestran efectos positivos.

Se considera que el pastoreo mejora la riqueza y abundancia de plantas herbáceas, cambia la composición específica y crea diversidad estructural, es eficaz contra la matorralización debida a la ausencia de usos humanos (con predominio de una o pocas especies). No obstante, puede tener algunos efectos negativos puntuales, por ejemplo, en la abundancia de mariposas y polillas, o de pequeños vertebrados que, sin embargo, son abundantes en los prados antes de ser segados. La conclusión general es que el pastoreo debe ajustarse a las condiciones de cada sistema, por tratarse de una interacción compleja y dinámica. La diversidad de escarabajos es mayor cuando el pastoreo se realiza con una intensidad intermedia.

Por otro lado, el abandono del pastoreo se ha relacionado con la desaparición de especies endémicas, en determinados hábitats. Los resultados también muestran que el pastoreo (manejo orgánico, adaptado u holístico) es más positivo para la biodiversidad que los manejos convencionales.

Por todo ello, estas consideraciones son incluidas en los proyectos de "Pastoreo en RED" y se fomenta un alineamiento con los objetivos y políticas derivadas de la estrategia europea para la conservación de la biodiversidad.

Referencia de la escala: Las referencias para estudiar la biodiversidad son amplias, recogiendo ya en su definición diversas escalas: genética, especies, diversidad de ecosistemas. La evaluación de la biodiversidad idealmente debería ser multidimensional y multi-escalar. En el proyecto de "Pastoreo en RED", es estimada principalmente en el entorno de la RdT, si bien valorando sus efectos en el paisaje agrario.

3. ¿Cómo medirlo?

Existen numerosos índices para medir la biodiversidad:

- Abundancia y riqueza de especies: varios índices clásicos —Ej.: *Shanon*, *Simpson*, *Pielou*— y modernos —Ej.: abundancia media de especies, fracción potencial desaparecida, multidiversidad—.
- Composición de especies: en general se utilizan técnicas de estadística multivariante para su estudio, Ej.: NMDS, análisis de correspondencias.
- Diversidad genética: microsatélites y SNP —*Single Nucleotide Polymorphism*, de razas, y variedades (n°) o poblaciones (ratio de entrecruzamiento /consanguineidad y población efectiva).
- Diversidad funcional: diversidad de rasgos funcionales. Índice de nicho ecológico —*Ellenberg*—.
- Heterogeneidad espacial de los paisajes. Es común usar tipos de cobertura, o cobertura de copas arbóreas, también diversidad o cobertura de usos del suelo y transiciones de los usos.

La cantidad y complejidad de algunos de estos índices de biodiversidad pueden suponer una dificultad a la hora de interpretar los resultados.

La cartografía sobre biodiversidad tiene carácter dinámico, siendo cada vez más completa, lo que

permite llegar a aspectos más complejos gracias al apoyo satelital (teledetección) y el desarrollo de herramientas para su utilización práctica. Actualmente se están desarrollando mapas de hábitats combinando información satelital, inventarios y muestreos de campo, o mapas de conectividad, infraestructuras verdes y azules, que pueden ser de alto interés en futuros proyectos de “Pastoreo en RED”.

Los siguientes recursos públicos se pueden utilizar como capas SIG para el estudio de la biodiversidad de manera indirecta:

- Inventario de Especies Terrestres (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/default.aspx>).
- Atlas y manual de Hábitats naturales y semi-naturales de España (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/atlas_manual_habitats_espanoles.aspx).
- Mapa de hábitats de interés comunitario (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/habitat.aspx>).
- Mapa forestal de España (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50.aspx>).
- Copernicus (<https://www.copernicus.eu/es>) y CORINE Land Cover (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>).
- SIOSE (<https://www.siose.es/>).
- EUNIS (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>).
- Se puede medir a través de inventarios y muestreos de campo: Inventario de especies (presencia y abundancia) y estimación del tamaño poblacional de especies seleccionadas por su valor indicador.
- Coste económico por proyecto de conservación de la biodiversidad.

4. Códigos CICES

2.2.2.2.: Dispersión de semillas.

2.2.2.3.: Mantenimiento de poblaciones reproductoras y hábitats, incluyendo el patrimonio genético (“nursery populations”, “gene pool”).

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.6 Almacenamiento de carbono



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

En la metodología MA (2005) este servicio se considera Regulación Climática, y se define como:

- Capacidad de la vegetación para absorber CO₂, efectos mesoclimáticos de la intercepción de la radiación solar, ralentización hídrica y amortiguación térmica.
Ejemplos: captura y almacenamiento de carbono. Papel mesoclimático de bosques y riberas. Régimen termopluviométrico regional (MA, 2005).
- Amortiguación de la variabilidad térmica de evapotranspiración de sombra, incremento de la humedad, generación de condiciones microclimáticas y reducción de la refracción solar (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Capacidad del ecosistema (vegetación, suelo y agua) para regular en una escala local (micro y mesoclimática) los efectos de los agentes meteorológicos, gracias a su participación en el ciclo global del carbono (incorporación de carbono estructural estable en los seres vivos y en el suelo).

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

En la literatura científica sobre el secuestro de carbono predominan los artículos que tratan sobre la agricultura. Fundamentalmente estos artículos se centran en estudios de caso sobre los efectos de la rotación de cultivos, el laboreo y la calidad de los suelos dependiendo de que sean monocultivos o policultivos, así como el efecto que todo ello tiene en la fijación de carbono.

Los pastizales almacenan en torno al 10-30 % del carbono orgánico acumulado en los suelos. Manejados adecuadamente pueden actuar como un sumidero de carbono superior al de los bosques. Se estima que los pastizales pueden ser uno de los grandes agentes en los acuerdos sobre el carbono durante la

década actual. Sin embargo, todavía existen muchas dudas acerca de los tipos de manejo que fomentan el secuestro de carbono, según las distintas condiciones ecológicas.

Algunas medidas implementadas en "Pastoreo en RED" para la mejora del secuestro de carbono, mencionadas en la literatura científica son:

- El pastoreo rotacional y las prácticas asociadas han demostrado eficacia en el secuestro de carbono al aumentar la biomasa estructural aérea y de raíces, al prevenir el sobrepastoreo, favoreciendo una mayor fertilidad del suelo (disposición de N y P), un incremento de microagregados estables del suelo y las comunidades de invertebrados. Añadiendo complejidad y adaptación a los patrones de pastoreo, también se ha mejorado la capacidad de infiltración, favoreciendo una mayor abundancia de carbono en el suelo.
- Restaurando el suelo y la vegetación, incluyendo leguminosas y técnicas de manejo que incrementen la concentración de nitrógeno en el suelo, así como especies forrajeras que aumenten la productividad primaria. El aumento de la riqueza del pasto también parece tener efecto positivo en el acúmulo de carbono, aunque la relación no es lineal por tratarse de un sistema dinámico. Tanto el exceso de pastoreo como su escasez deterioran la acumulación de carbono estable en el suelo.
- Otras técnicas son, por ejemplo la integración de la ganadería con cultivos, rotaciones, aprovechamiento de rastrojeras, etc.

En general, se reconoce una sinergia entre la calidad del suelo y el secuestro de carbono. El secuestro de carbono contribuye a mejorar las características físicas del suelo y el grado de infiltración, que al mismo tiempo genera resiliencia a las perturbaciones.

La gestión equilibrada de los pastizales aumenta el almacenamiento de carbono, mientras que la incorporación de especies leñosas favorece su estabilidad.

En cuanto al aumento de la riqueza del pasto, su efecto de secuestro de carbono se ha relacionado con la riqueza de leguminosas. Numerosos mecanismos han sido propuestos para explicar este efecto positivo. Por ejemplo, el aumento de las raíces, la estimulación de fijación simbiótica de nitrógeno, los cambios en la biota del suelo o las alteraciones en los agregados del mismo, enzimas de descomponedores, etc. En general se considera que las leguminosas apoyan el secuestro de carbono en el suelo y contribuyen a la construcción de un suelo orgánico.

En general, en cuanto a las prácticas de manejo del pastoreo, se considera que todas aquellas que disminuyen la biomasa del suelo (como el sobrepastoreo), perjudican el secuestro de carbono. Por ello, se recomiendan una intensidad adaptada a las distintas condiciones. El clima local juega un papel importante en dicho proceso.

El almacenamiento de carbono es una de las medidas más importantes para la mitigación del Cambio Climático, y existe un mercado internacional de emisiones para favorecer estas iniciativas. No obstante, por el momento las zonas no forestales no están siendo integradas en la contabilidad, aunque existe la intención de que sean incorporadas en un futuro inmediato, especialmente las superficies de pastizales.

Referencia de la escala: se asume que el secuestro de carbono se produce allí donde se lleva a cabo el pastoreo, por lo que la escala de análisis para este servicio sería la inmediata a la RdT. Y puede tener efectos a mayor escala si el resultado fomenta la ganadería extensiva en la zona.

Las actuaciones de pastoreo puntuales, tienen también efectos positivos a escala de paisaje y se valora el aumento de resiliencia frente a eventos externos, que representa un paisaje en mosaico, o reticulado, con distintos usos.

3. ¿Cómo medirlo?

En los estudios de caso que recoge la literatura científica se suelen hacer medidas directas del acúmulo de carbono en los suelos. No obstante, existen numerosas propuestas estandarizadas para el cálculo del carbono.

El método de cálculo más utilizado y reconocido a nivel global es el propuesto por el IPCC (https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml). Se propone una ecuación de cálculo estandarizada. El problema es que se refiere a masas forestales y está pensado para grandes extensiones territoriales (escala regional o nacional).

En España disponemos de una tabla de valores de referencia del secuestro de carbono en distintos ecosistemas y hábitats, disponible en "Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/beneficios_economicos_n2000_web_2019_tcm30-498070.pdf).

Otras opciones de medición serían a través de índices indirectos sobre la composición de las comunidades de pasto, la presencia de vegetación leñosa, la calidad del suelo y la humedad.:

- Carbono total en el suelo: kg/Ha.
- Biomasa lignocelulósica aérea y subterránea: m³/Ha.

4. Códigos CICES

2.2.6.1.: Regulación de la composición química de la atmósfera.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



1.7 Regulación de las perturbaciones naturales



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Amortiguación de las perturbaciones naturales en especial las relaciones con el clima. Ejemplos de sistemas con capacidad de regulación. Los suelos bien conservados en laderas con fuerte pendiente, las llanuras de inundación y humedales amortiguan las inundaciones, ecosistemas adaptados al fuego en ambientes mediterráneos (MA, 2005).

Atemperación de las escorrentías intensas, laminado de avenidas, refuerzo de los acuíferos, minimización de la pérdida de suelo y reducción de los efectos de las sequías (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Mantener o restaurar la capacidad de respuesta del ecosistema frente a eventos naturales o de origen antrópico con posibles efectos catastróficos. La respuesta del ecosistema consiste bien en amortiguar la intensidad de dichos eventos o bien en mitigar su impacto sobre aspectos (elementos o procesos) que afecten al bienestar humano.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La literatura científica sobre la regulación de perturbaciones naturales está todavía en etapas tempranas de su desarrollo y muy ligada al concepto de resiliencia, que ha tenido un avance notable en las últimas décadas. En dichos trabajos, la resiliencia se ha analizado desde las siguientes perspectivas:

- La habilidad del sistema para mantener sus funciones bajo condiciones de estrés.
- La habilidad de un sistema de volver a su estado inicial tras una perturbación, normalmente medido como velocidad de recuperación —el tiempo de recuperación es un factor importante—.
- La capacidad de un sistema para absorber perturbaciones antes de reorganizarse en un estado diferente, con funciones, estructura, identidad, y organización distintas a la del estado original —se hace énfasis en los límites/umbrales de la perturbación, asociados a la intensidad del estrés—.

La resiliencia, por tanto, se ha centrado en el concepto de estabilidad ecológica, pero desde dos

perspectivas diferentes: la de recuperación y la de resistencia. Sin embargo, sigue habiendo limitaciones en la comprensión de la relación entre la resiliencia de los agroecosistemas (en este caso pastizales), su funcionamiento y los indicadores basados en biodiversidad. La biodiversidad es el principal activo que tienen los ecosistemas para responder favorablemente frente a las perturbaciones naturales.

Los usos humanos pueden entenderse también como perturbaciones que canalizan los flujos naturales de energía y materiales hacia los intereses humanos. Los usos sostenibles y coherentes, deberían garantizar la continuidad del funcionamiento de los agroecosistemas, pese a la perturbación causada.

No se han encontrado resultados concluyentes sobre los sistemas de pastoreo que favorecen una mayor regulación de las perturbaciones naturales. No obstante, en general se reconoce que aquellos sistemas más favorables para la biodiversidad, como son los tradicionales, extensivos o ecológicos, tienen efectos positivos.

Por su capacidad de mantener pastizales y controlar parte de la vegetación leñosa, el proyecto “Pastoreo en RED” puede participar en la prevención y mitigación de eventos erosivos y de incendios

Debido a que la presencia de especies vegetales invasoras es un problema en algunas de las calles de seguridad de las líneas de la RdT se recomienda que en futuras experiencias se tenga en cuenta la interacción entre las mismas y el pastoreo, fomentando manejos que ayuden a su erradicación.

La prevención de las perturbaciones naturales tienen costes económicos y sociales. Así mismo pueden afectar a valores de legado produciendo pérdidas patrimoniales.

Referencia de la escala: En el caso de las perturbaciones la escala tiene importancia significativa. La naturaleza y el ritmo de los cambios que generan son determinantes a la hora de considerar los límites del sistema. La escala de paisaje toma un especial significado en este contexto. Así los efectos del pastoreo en las calles de RdT, deben valorarse en relación con los sistemas cercanos y conectados.

3. ¿Cómo medirlo?

En general las perturbaciones se suelen medir considerando su magnitud, frecuencia, duración, variabilidad y direccionalidad en el espacio y en el tiempo. Las perturbaciones más comúnmente tratadas en la literatura científica son:

- Fuego.
- Sequías e inundaciones.
- Pérdida de hábitat.
- Invasión de especies.
- Pérdida de suelo.
- Deslizamiento de laderas.
- Epidemias y pestes.

Un indicador clásico para medir la resistencia a perturbaciones es la riqueza de especies (efecto portafolio e insurance hypothesis), ya que se asume que, a mayor número de especies, mayor probabilidad de mantener el funcionamiento del ecosistema. De forma que con un mayor número de especies aumentaría la posibilidad de que tras la perturbación perdurasen especies que sigan desarrollando funciones que permitan la permanencia del ecosistema.

En este sentido, se utilizan indicadores de diversidad funcional, redundancia funcional, de diversidad de respuesta de las especies (compensación entre especies y complementariedad espaciotemporal). De manera más compleja, se pueden incluir efectos de legado (por ej. banco de semillas, propágulos, etc.; tasas de abundancia y supervivencia, presencia de especies con capacidad de recolonizar), y la red de estructuras e interacciones (anidamiento, modularidad, conectividad). Se considera que cuanto más compleja es una red ecológica, tendrá más capacidad de resiliencia frente a las perturbaciones y de recuperación.

Por todo ello, y teniendo en cuenta que las perturbaciones naturales pueden tener un amplio espectro, existe un alto número de indicadores para medir la regulación de las mismas. Algunos de los indicadores más comunes se basan en:

- Tasa de recuperación.
- Autocorrelación espacial y temporal (semejanza en cuanto a la composición específica entre localidades, en el espacio y en el tiempo).
- Variación espacial y temporal.
- Autorregulación (especialmente en estudios de fertilidad del suelo).
- Exposición a perturbaciones (frecuencia/intensidad de las mismas).
- Especies clave: muestreo de campo; número de especies.
- Combustible-vegetación existente: Hectáreas; diversidad de especies leñosas o estimaciones indirectas con uso de drones o teledetección.
- Riesgo de erosión: superficie y % de suelo desnudo, sin cubierta vegetal.
- Ecuación universal de pérdidas de suelo

4. Códigos CICES

2.2.1.2.: Amortiguación y atenuación de movimientos de masa.

2.2.1.3.: Regulación del ciclo hidrológico y caudal de agua, incluido control de inundaciones.

2.2.1.4.: Protección contra las tormentas.

2.2.1.5.: Protección contra incendios.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



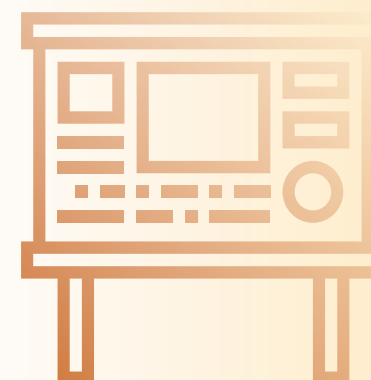


2. Servicios ecosistémicos culturales



GUÍA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Servicios ecosistémicos culturales



Aquellos que aportan beneficios intangibles o no materiales que las personas obtienen a través de experiencias en la naturaleza.

Cumplen funciones de información y formación, por la capacidad de los ecosistemas de contribuir al bienestar humano a través del conocimiento y las relaciones de carácter cultural relacionadas con la naturaleza.



2.1 Educación ambiental



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Formación sobre el funcionamiento de los procesos ecológicos y su función social. Sensibilización y conciencia de la gestión de los servicios de los ecosistemas (MA, 2005). Espacio para actividades donde se muestran los valores ambientales de los agroecosistemas. Soporte para ilustrar cómo funcionan sistemas autosuficientes y retroalimentados (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Educación Ambiental: Los agroecosistemas ofrecen múltiples posibilidades para desarrollar actividades de pedagogía ambiental (sistemas naturales, servicios de los ecosistemas, sostenibilidad de los usos humanos). Formación, sensibilización y prácticas dirigidas a distintos niveles de enseñanza y grupos sociales.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

Las características ecológicas y sociales que presenta un lugar determinado pueden fortalecer su interés para el desarrollo de la Educación Ambiental (EA). En la bibliografía científica reciente se encuentran varios estudios que analizan el papel de las áreas verdes periurbanas, por el valor de uso para la población próxima, destacándose las siguientes actividades:

- Espacio para el ocio y el deporte.
- Escenario para prácticas educativas con contenido ambiental y psicosocial.
- Recolección de plantas y hongos comestibles.

Por otra parte, las actividades de contenido ambiental más explícito cobran especial importancia cuando el espacio natural próximo a núcleos urbanos está catalogado dentro de alguna categoría de protección y gestionado de forma adecuada. A menudo la EA llega a formar parte de las premisas de gestión y planificación de estos espacios.

Un enfoque que mencionan con frecuencia las investigaciones es el de la multifuncionalidad. Cuando el objetivo de gestión de un espacio (forestal, agrario) es múltiple, las personas perciben la interacción de un mayor número de elementos interdependientes en el ecosistema, entre los que no deja de ser importante el componente cultural adaptado. Por tanto, además de los espacios naturales protegidos, hay un tipo de agroecosistemas caracterizados por su diversidad y heterogeneidad (estructura en mosaico) que adquieren un alto reconocimiento social, ya sea por conservar prácticas tradicionales o por tener una orientación hacia la producción con criterios ecológicos. Estos sistemas facilitan la transmisión de conocimiento sobre los recursos y la sostenibilidad de los usos humanos. Por contra, este conocimiento se ve muy erosionado en ambientes tensionados, de agricultura intensiva o con escasa planificación.

Diferentes experiencias asignan a la EA un papel visibilizador de los servicios ecosistémicos que percibe la sociedad. Al generar conciencia sobre la importancia de determinados servicios no percibidos a simple vista (particularmente algunos de regulación), la EA se convierte en un factor de cambio en la relación entre sociedad y naturaleza, resaltando los aspectos funcionales que vinculan el bienestar humano con la naturaleza. Asimismo, también se destaca cómo la EA se convierte en muchas ocasiones en un respaldo necesario para la conservación de la naturaleza y el patrimonio. Así como para el tipo de organización social y que la favorece.

La educación ambiental se entronca directamente con la dimensión cultural del desarrollo, dado que está estrechamente ligada al conocimiento sobre el territorio y el paisaje, así como a los modos de relacionarse con los mismos. También transforma la conceptualización de la naturaleza, su valor y beneficios para las personas. Ello genera al mismo tiempo, un impacto en la dimensión social, y en la manera en que las personas interactúan con su entorno. Indirectamente se relaciona con las dimensiones técnica y económica, ya que refuerza visiones más sostenibles sobre las mismas. Por último, permite ampliar y difundir el conocimiento existente sobre la base físico-natural y la dimensión ecológica. Se trata de un servicio intangible cuyo valor y efecto para el bienestar de la sociedad perdura y se refuerza en el largo plazo. En los últimos años el enfoque más clásico de Educación Ambiental, evoluciona hacia la Educación para la Sostenibilidad.

Referencia de la escala: al igual que el resto de los servicios culturales de los ecosistemas, la escala adecuada a la que se expresa la transmisión del conocimiento ecológico y corresponde evaluarlo, es la del paisaje, es decir la que integra los socioecosistemas cercanos a la RdT, la población del entorno y los visitantes ocasionales al área donde se localiza la experiencia de "Pastoreo en RED".

3. ¿Cómo medirlo?

Algunos indicadores que guardan relación con las experiencias del proyecto "Pastoreo en RED" son:

- Número y tipo de actividades programadas en las que esté presente el tema de pastoreo como medio de gestión de la vegetación.
- Realización de encuestas por sectores de población que recojan información sobre los servicios favorecidos por la ganadería extensiva.

4. Códigos CICES

3.1.2.2 Características de los sistemas vivos que permiten la educación y la capacitación.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



2.2 Contribución al conocimiento y la investigación



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Los ecosistemas son un laboratorio de experimentación y desarrollo del conocimiento" (MA, 2005). Los ecosistemas agrarios permiten la profundización en el funcionamiento de las especies vegetales y animales manejadas por los seres humanos, así como la obtención de información sobre las relaciones entre elementos de ecosistemas complejos y diversos y las lógicas de gestión asociadas a ellos (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Conocimientos y saberes generados a partir de la investigación científica (observación, muestreo, experimentación) y la experiencia práctica/empírica sobre los recursos locales, la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y los sistemas de gestión y su sostenibilidad.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

Tras el concepto de socioecosistemas, la literatura científica que se alinea con la Plataforma Intergubernamental para la Biodiversidad y los Servicios de los Ecosistemas (IPBES) y utiliza el enfoque de contribuciones de la naturaleza para la gente —*Nature's contributions to people*—.

Esta idea sirve para destacar la deseable integración entre el conocimiento ecológico y el socioeconómico y extenderlos al campo de las ciencias sociales, las humanidades y otras cosmovisiones necesarias. Esta aproximación pone la cultura en el centro de las relaciones entre las personas y la naturaleza, y hace un esfuerzo por integrar en su marco teórico la diversidad ecológica y cultural.

En los ecosistemas transformados por la actividad humana, el conocimiento de los servicios ecosistémicos y la contribución de la naturaleza para la gente son considerados enfoques clave para lograr una gestión sostenible. Otro enfoque necesario es el propuesto por UICN, que consiste en encontrar "Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)" adecuadas para organizar los distintos usos humanos.

La literatura científica dedica cada vez mayor atención a la importancia de valorar conjuntamente los saberes locales producto de la transmisión oral intergeneracional (pueblos originarios, agricultores y pastores) lo que se conoce como "conocimiento ecológico local", junto a la investigación académica. Ambas vías de conocimiento se entienden como complementarias.

En ecosistemas de pastizal se identifican lagunas de conocimiento sobre sus funciones ecológicas, lo cual impide percibir adecuadamente el potencial de servicios que pueden prestar al bienestar de la sociedad los ecosistemas con ganado en pastoreo. Al mismo tiempo que se está perdiendo conocimiento local por el cese de la actividad pastoril.

Para el conocimiento de los ecosistemas de pastizal es importante la discusión sobre los impulsores de cambio de diversa índole que afectan su reciente transformación. En este sentido, encontramos autores que tratan la importancia de los paisajes agroganaderos que intercalan parcelas de labor con pastizales y áreas no cultivadas, como las vías pecuarias.

Referencia de la escala: al igual que el resto de los servicios culturales, la escala adecuada a la que corresponde evaluar la contribución de los ecosistemas naturales y seminaturales al conocimiento e investigación, es la del paisaje.

De hecho, por lo general las metodologías de investigación en ecología aplicada se basan en mayor o menor medida en análisis espacial y comparación de diferentes categorías territoriales. Por otra parte, es necesario contar con las poblaciones cercanas para la transmisión y uso de estos conocimientos, así como proyectarlos al conjunto de la comunidad científica y educativa.

3. ¿Cómo medirlo?

De tipo cualitativo

- Grado de intensificación del paisaje. Patrones de usos del suelo reconocibles y su significado.
- Movilidad del ganado por el territorio. Especies y razas ganaderas. Paisajes culturales asociados al pastoreo.
- Inventario de conocimientos locales. Su evolución y vigencia actual.
- Diversidad florística y composición específica en las áreas pastoreadas.

De tipo cuantitativo

- Número de proyectos, estudios o artículos científicos, jornadas, etc. en los que presentan resultados de la experiencia de pastoreo ("Pastoreo en RED") y sus efectos.
- Número de publicaciones que mencionen los resultados obtenidos en el proyecto.

4. Códigos CICES

3.1.2.1.: Características de los sistemas vivos que permiten la investigación científica y la generación del conocimiento ecológico tradicional.

3.1.2.2.: Características de los sistemas vivos que permiten la educación y la capacitación.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible





3. Servicios ecosistémicos de abastecimiento



GUÍA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Servicios ecosistémicos de abastecimiento

Aquellos que hacen referencia a productos obtenidos directamente de los ecosistemas.



Cumplen funciones de producción, por la capacidad de los ecosistemas para generar biomasa que puede utilizarse como alimentos, fibras, herramientas, combustible, etc.



3.1 Alimentación



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Productos derivados de la biodiversidad de interés alimentario (MA, 2005). La generación de productos para la alimentación humana, de forma directa o indirecta a través de la alimentación del ganado, explica y justifica la existencia de los agroecosistemas. Dichos productos se aprovechan tanto en fresco como transformados. Asimismo, los agroecosistemas mantienen especies cinegéticas que también son aprovechadas para el consumo humano" (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Productos para la alimentación generados en los agroecosistemas, procedentes de las plantas cultivadas, los animales domésticos y, en menor medida, de las especies de flora, fauna y hongos silvestres. Este servicio incluye dos aspectos: a) la capacidad del sistema para producir materias primas (los especímenes criados o recolectados) y b) la capacidad de suministrar productos elaborados, competitivos en el mercado y demandados por la sociedad.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La provisión de alimentos a partir de pastos naturales que posibilita la ganadería extensiva, se ve desplazada por la intensificación agraria. Aunque el objetivo general de uso del suelo siga siendo el mismo, las condiciones de sostenibilidad del sistema productivo pueden tornarse radicalmente diferente. Los alimentos, igual que la bioenergía procedente de agroecosistemas, son dos servicios de aprovisionamiento que se prestan a valoraciones cuantitativas y relacionadas con el rendimiento de las cosechas, o la eficiencia de los sistemas de producción.

También, en el marco de la economía ambiental, los productos alimentarios se prestan especialmente a ser estimados mediante su valor estimado en términos monetarios (en ocasiones formando parte del "capital natural"), y con independencia de su rentabilidad, muy variable.

Por otro lado, como se indicó para el servicio de Educación Ambiental, las áreas verdes periurbanas suelen tener un importante valor para la población por diferentes motivos, entre los que se cuenta la posibilidad de recolectar plantas comestibles, como por ejemplo la recolección de setas, espárragos, etc. O bien acoger experiencias de huertos urbanos y agricultura de proximidad, con claros efectos sobre el bienestar de las personas.

Referencia de la escala: en la producción de alimentos intervienen factores que actúan a muy diferentes escalas, pero no cabe duda de que, en sociedades industrializadas, complejas, son las tendencias del mercado y las políticas económicas a distintos niveles (nacional y supranacional) las que determinan las decisiones sobre los cambios de uso del suelo y, por tanto, su orientación productiva.

La evaluación del servicio de provisión de alimentos está especialmente vinculada a la organización del paisaje productivo. Asimismo, como medio de estimación directa de este servicio se puede considerar la orientación productiva de los rebaños en pastoreo, así como su rendimiento y rentabilidad.

3. ¿Cómo medirlo?

A escala próxima a la RdT

- Producción del pasto.
- Calidad del pasto.
- Mejoras en la producción del rebaño.

A escala territorial mas amplia y de paisaje

- Plan de Ordenación Forestal del Monte, Plan de Ordenación de Pastos y otros.
- Disposiciones de la PAC relativas a las especies ganaderas (p. ej. pago por madres nodrizas, medidas ambientales, etc.).
- Regulaciones de la Comunidad Autónoma en materia de ganado en extensivo.
- Precios de mercado y su variación.

4. Códigos CICES

1.1.1.1.: Cultivos vegetales terrestres para propósito alimentario.

1.1.3.1.: Animales criados para producción de alimentos.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



3.2 Fuentes de energía renovable



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Aprovechamiento energético de componentes de los ecosistemas de origen biótico que se usan o transforman como fuente de energía (MA, 2005). Productos de origen vegetal que se utilizan tanto para aprovechamientos térmicos como para la obtención de electricidad (leñas, biomasas, biocombustibles) (EME, 2012).

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

El concepto de recursos bioenergéticos está condicionado por el tipo de consumo energético que se da en las sociedades industrializadas.

La bioenergía hace referencia a todo tipo de combustibles (sólidos, líquidos o gases) que se pueden obtener a partir de materiales de origen biológico, normalmente mediante previa transformación mecánica (briquetas, astillas y pellets de madera, aceite vegetal y grasas animales), conversión termoquímica (carbón vegetal, bioaceite y gasógenos; biodiésel) y/o fermentativa (biogás, bioetanol).

En contraste con la demanda energética propia de las sociedades rurales tradicionales, que solucionaban sus necesidades de leña y de tracción animal con la corta y el pastoreo de los montes excluidos del cultivo, la materia prima para obtener biocombustibles cada vez más especializados tiene que cultivarse de forma compatible, compatible con la valorización energética de cantidades importantes de materias residuales (biogás de vertederos y de purines de granja, cáscaras y desechos de industrias agroalimentarias).

En este contexto, actualmente existe una línea de investigación emergente que puede resumirse en la expresión *bioenergy landscapes*. Estos "paisajes bioenergéticos" se plantean como alternativa de diversificación de los monocultivos herbáceos anuales, si bien, tratando a la vez de no competir con la producción alimentaria. En su diseño se intercalan espacios de vegetación perenne o leñosa que pueda ser objeto de cosecha, poda o entresaca para aprovechamiento energético. Tales iniciativas se respaldan como proyectos de restauración del paisaje agrícola (agricultura regenerativa) y aportarían varias ventajas como por ejemplo el aumento de biodiversidad, un menor arrastre de sedimentos, entre otras. Además, permiten otros usos complementarios como pueden ser los cinegéticos y recreativos. Estos modelos de paisaje generarían un beneficio económico por los productos obtenidos, complementarios de las cosechas de alimentos y de ganadería extensiva.

Otro modelo de especialización bioenergética, en el fondo no muy diferente del anterior, es el de la gestión forestal orientada a la obtención de madera combustible, con turnos más cortos que para la madera de sierra. Países del norte y centro de Europa abastecen de esta forma porcentajes importantes de su consumo de calor domiciliario.

No obstante, la evaluación de servicios ecosistémicos parece arrojar resultados diferentes cuando se adapta el modelo de gestión, de forma que pueda incluir a la vez otros objetivos complementarios como por ejemplo la biodiversidad o la captación de carbono.

No existen muchos estudios que hayan coincidido a la hora de tratar los efectos del pastoreo y del aprovechamiento bioenergético sobre un mismo paisaje. A pesar de ello, en los montes mediterráneos, caracterizados históricamente por ser masas forestales aclaradas, esta utilización mixta tiene largo recorrido. Una razón que se podría identificar sobre esta falta de interés, es que nuestras leñas de quercíneas y pinos autóctonos no se adaptan muy bien a los procedimientos de conversión en biocombustibles de alta densidad energética, además de crecer en terrenos difíciles que hacen más compleja su explotación, por lo que sería necesaria una mayor investigación sobre el tema.

Referencia de la escala: la evaluación del servicio de provisión de fuentes de bioenergía puede hacerse tanto a escala inmediata como de paisaje. Para una y otra escala, desde el punto de vista ecológico, este servicio de los agroecosistemas requiere ser evaluado conjuntamente con otros servicios. Por otra parte, cada vez son más frecuentes en el territorio las instalaciones para la incorporación de energía eólica o fotovoltaica, cuya ubicación requiere buscar la compatibilidad con usos basados en la biodiversidad y la calidad del paisaje.

3. ¿Cómo medirlo?

Indicadores

A escala cuantitativa inmediata, cercana a las calles de la RdT

- Cantidad de madera extraída, medida en kg, en m³ o en estéreos por hectárea.
- Ingresos por venta de madera (se tendrá en cuenta que en montes públicos es habitual que la retirada de madera de poco valor no se contabilice como ingreso, sino como descuento en el pago por las operaciones silvícolas que hace la administración a la empresa contratista).

A escala cualitativa territorial, más amplia y de paisaje

- Plan de Ordenación Forestal del monte.
- Demanda local para consumo de productos bioenergéticos locales (existencia de puntos de venta de leñas, hornos, asadores, sistemas de calefacción con biomasa, etc.)

4. Códigos CICES

1.1.1.3.: Plantas cultivadas como fuente de energía.

1.1.3.3.: Animales criados para proporcionar energía (incluida fuerza motriz).

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



3.3 Medicinas naturales



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Principios activos para la industria farmacéutica y medicinas tradicionales (MA, 2005). Sustancias de origen vegetal susceptibles de ser usadas en medicina (EME, 2012).

Definición simplificada para este estudio

Plantas silvestres y compuestos orgánicos con aplicaciones terapéuticas.

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La medicina natural depende del conocimiento ecológico local que es considerado como un servicio cultural transmitido por las comunidades de usuarios cercanos a los recursos. Secundariamente este conocimiento es recogido por la investigación científica. Varios de los estudios que se aproximan al tema, inciden en que la provisión de medicinas naturales es un servicio de los ecosistemas cuyo deterioro afecta directa y gravemente al bienestar de las poblaciones rurales de países en vías de desarrollo. En los países industrializados con población urbana predominante, su importancia cualitativa es menor si bien, se mantiene como factor de interés en relación con la salud y el tiempo libre.

Es común atribuir la disponibilidad de medicinas naturales a los ecosistemas silvestres. Si bien hay experiencias que identifican estos recursos también en espacios más o menos antropizados, por la existencia de frutos y vegetación arvense de interés. Por el contrario, en los paisajes simplificados debido a su transformación en cultivos intensivos o en pastizales homogéneos se produce una disminución de este ecoservicio.

Los aspectos más estudiados relativos a las plantas medicinales (incluyendo los hongos) son la etnobotánica y la taxonomía. Según señalan diversos autores, existe poca literatura sobre plantas medicinales desde la perspectiva de los servicios de los ecosistemas y desde la ecología del paisaje. Además, serían necesarios estudios sobre la conservación, manejo y valor económico de estas especies.

En nuestro país, el catálogo de plantas de las que se conocen usos tradicionales medicinales es muy amplio, aunque el despoblamiento rural y los cambios culturales están detrás de una profunda erosión de estos conocimientos.

En el acercamiento académico además del enfoque etnobotánico, existe una preocupación compartida por la pérdida de biodiversidad.

Con mayor perspectiva temporal, podría decirse que la percepción de la medicina natural por parte de la población española ha pasado de ser una valoración basada en la experiencia individual y práctica en el uso de las plantas como remedios de dolencias concretas, a la actual corriente que, desde una óptica holística de la medicina y la salud, identifica la naturaleza con el bienestar psicofísico, dejando el conocimiento de las plantas y sus principios activos al buen hacer de la industria farmacéutica o los especialistas en la aplicación de estas medicinas. Esto puede repercutir en que localmente los recursos vegetales sean infravalorados o ignorados, con riesgo de perderse en los casos en que su conservación depende de algún tipo de gestión específica.

Referencia de la escala: este servicio tiene como característica que pueden ser analizado desde distintos enfoques y escalas, según el objetivo, si bien, su relación con la biodiversidad y la cultura, hace que tenga sentido su estudio desde escalas de paisaje y de comunidad de usuarios en el territorio cercano a la RdT.

3. ¿Cómo medirlo?

- Estado de conservación del recurso: presencia de todas las especies catalogadas de uso medicinal; estado de las poblaciones censadas en el área, próxima a las instalaciones de la RdT o en ecosistemas del área de estudio (localidades cercanas).
- Tipo de gestión: recolección informal; recolección regulada; semicultivo.
- Transmisión del conocimiento local entre la población: canales de información, percepción del valor de las plantas medicinales, segmentos de población implicados.

4. Códigos CICES

No reconoce este servicio.

5. Objetivos de Desarrollo Sostenible



3.4 Acervo genético. Variedades y razas adaptadas localmente



1. Definición propuesta por el proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Mantenimiento de la diversidad genética de especies, razas y variedades para el suministro de determinados productos (MA, 2005). El sistema de policultivos y el intenso intercambio de material silvestre y cultivado, tanto autóctono como alóctono, presente en estos ecosistemas, contribuye a la riqueza genética y la biodiversidad (EME, 2012).

2. Importancia y contexto. Marco ambiental y social del servicio

La existencia de variedades locales de plantas de cultivo, así como razas de ganado diferenciadas por caracteres adaptativos, ha sido consecuencia de la selección llevada a cabo por agricultores y ganaderos. Es el resultado de la búsqueda de una utilización eficiente de los recursos locales, asegurando su permanencia frente a eventos perturbadores (plagas, enfermedades, zoonosis, fenómenos climáticos) de forma paralela a su adaptación a los recursos y condiciones ambientales locales. La aproximación actual a las variedades y razas, da cuenta de la pérdida de una parte importante de esta agrobiodiversidad en el mundo, y de forma significativa en nuestro país. Esta problemática se explica en términos de "intensificación", que puede resumirse como la suma de: especialización del territorio en pocos productos, empleo de un número reducido de variedades y razas seleccionadas, y separación espacial entre los cultivos y producción ganadera, con lo que se pierde la visión holística o integrada mas cercana a los ecosistemas naturales.

En lo que se refiere a la ganadería, la intensificación ganadera se apunta como el factor determinante en la reducción del número de razas de importancia en la producción, con pérdida genética y funcional del ganado. Con la desaparición de las razas autóctonas se perderían también valiosos servicios culturales (valor de legado, patrimonio), además de los de abastecimiento (productos de calidad, asociados a las razas y a sistemas productivos originales) y de regulación.

La permanencia de las razas autóctonas se relaciona con ambientes de clima mas limitante para producción primaria en determinadas épocas del año, y las tierras menos aptas para el cultivo, por ser

estos factores los que favorecerían la selección de características adaptativas en el ganado autóctono. Así, en Europa las razas de ganado locales o "rústicas" han sido estudiadas sobre todo en pastos de montaña. En estudios con datos de varios continentes, se vinculan estas razas con sociedades rurales escasamente vinculadas a los mercados globales, en sistemas productivos de bajos insumos. Desde este punto de vista la conservación de las razas autóctonas y los sistemas productivos que les son característicos, están en riesgo debido a que las comunidades que explotan este tipo de ganado, suelen quedar excluidas de la toma de decisiones sobre las políticas agroalimentarias y de gestión territorial. En España existen varias asociaciones de criadores de razas autóctonas que gestionan la preservación de estos recursos

Por otra parte, encontramos referencias que relacionan la ganadería extensiva con impactos, positivos o negativos, sobre la biodiversidad. Son varios los textos que reconocen que los animales domésticos en pastoreo juegan un papel activo en conservación de la naturaleza. Por ejemplo, en la región de los Alpes se investigaron cambios en la composición de los pastos en función de la raza de ganado, y su conclusión apunta a que las razas adaptadas rústicas serían más efectivas para prestar servicios ecosistémicos en sistemas seminaturales. En otro caso se observó que el pastoreo mixto con diferentes especies y razas puede ampliar el número de servicios.

Desde un punto de vista ecológico, el pastoreo se considera como una función (herbivoría) exencial en los agroecosistemas, y se vincula con procesos básicos que actúan a escala de paisaje tales como: mantenimiento del hábitat, flujo y transferencia de nutrientes, control de la vegetación leñosa y mitigación del riesgo de incendios. A éstos hay que añadir los servicios culturales asignados a la ganadería extensiva y a la propia existencia de las razas autóctonas como patrimonio (unas 140 en España). La percepción de servicios distintos a los de aprovisionamiento relacionados con las razas autóctonas, cuyo valor de uso es por lo general indirecto (regulación, patrimonio cultural) es notable en el contexto europeo y se refuerza cuando la existencia de estas razas coincide con áreas bajo alguna categoría de protección.

Además de la producción de alimentos, el segundo motivo por el que la población valora los animales en pastoreo es por el mantenimiento de espacios abiertos.

Referencia de la escala: Aunque en la literatura sobre las razas y variedades tiene un peso importante lo relacionado con la genética, el nexo que suponen las razas con la utilización de los recursos por parte de los seres humanos y la sostenibilidad justifica la consideración de escalas amplias y, en particular, la escala de paisaje.

Los rebaños que pastorean las calles de la RdT se mueven en las localidades cercanas, consumen recursos agrarios, aportan productos de calidad y contribuyen a mantener la población y la actividad en el paisaje. Especial importancia tiene en este contexto la figura de protección "Reserva de Biosfera", como ejemplo un ajuste adecuado entre las actividades humanas y la naturaleza.

3. Códigos CICES

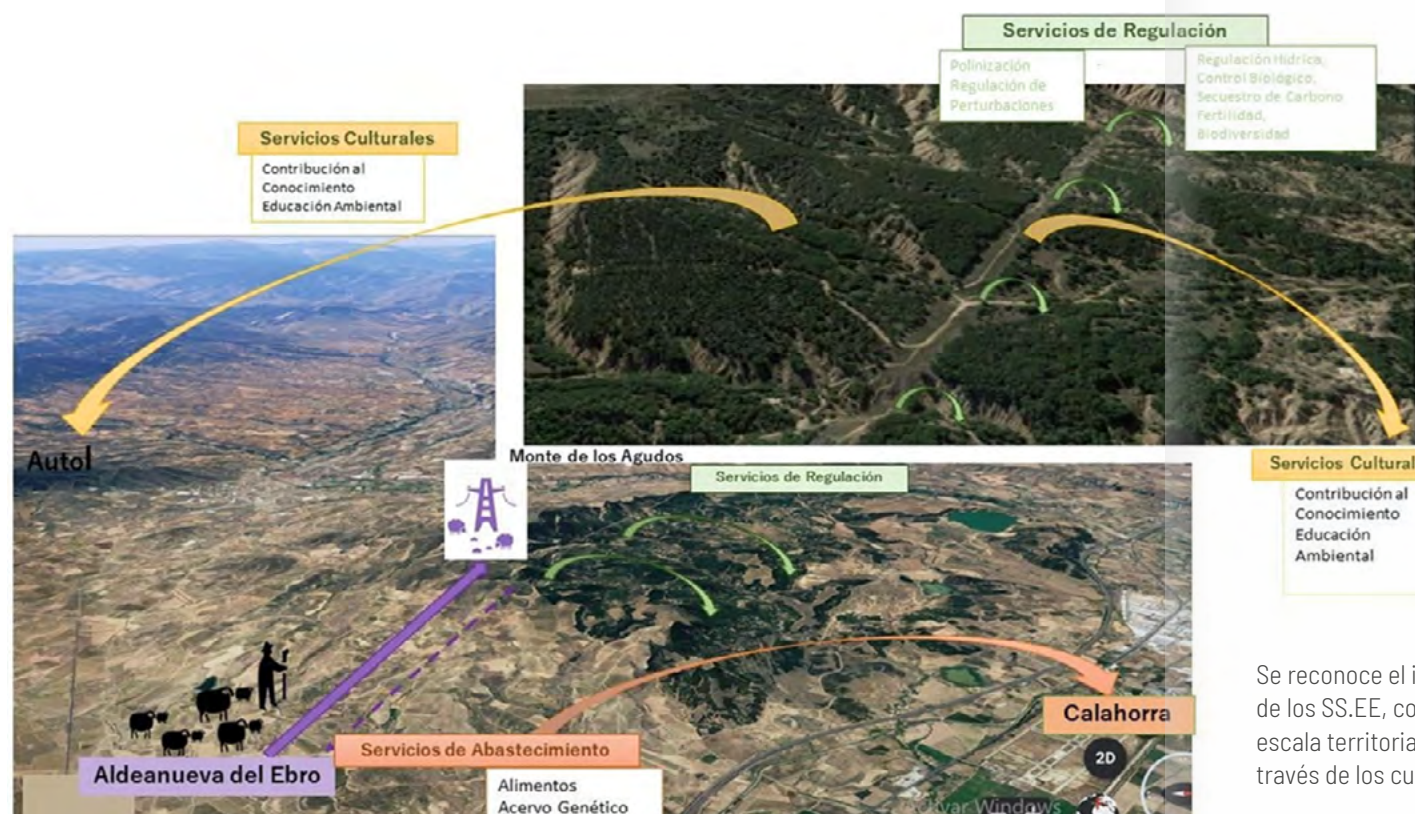
2.2.2.3.: Mantenimiento de poblaciones reproductoras y hábitats, incluyendo el patrimonio genético ("nursery populations", "gene pool").

4. Objetivos de Desarrollo Sostenible





4. Conclusiones



En la figura se presenta un esquema conceptual del marco evaluativo propuesto. Los SS.EE. de regulación se proyectan principalmente sobre el espacio más inmediato a las instalaciones de la RdT; mientras que los culturales y de abastecimiento rebasan este marco y se proyectan a las localidades cercanas.

La metodología del proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ha permitido identificar servicios de distintas categorías y establecer los indicadores que se representan en esta guía incluyendo tanto los servicios de **regulación**, como los de **abastecimiento** y **culturales**, habitualmente infravalorados en este tipo de estudios.

Sobre la base de una amplia revisión bibliográfica (algunas de las referencias figuran a continuación) se documenta un conjunto de indicadores que permitirán una evaluación integradora de los servicios ecosistémicos que proporciona el pastoreo ("Pastoreo en RED") relacionado con la RdT.

Los indicadores y servicios han sido asignados a las distintas categorías de la clasificación CICES, utilizando el criterio del proyecto MA (2005) como herramienta para su divulgación y conocimiento.

Los indicadores propuestos podrán, por tanto, ser adaptados y priorizados a las distintas experiencias de "Pastoreo en RED", permitiendo evaluar no sólo los ecoservicios potenciados o mejorados en cada caso,

sino relacionarlos eventualmente con distintas dimensiones del desarrollo, para avanzar hacia escenarios deseables de sostenibilidad. Los valores que alcancen los indicadores, así como su importancia relativa en cada contexto, permitirán evaluar el capital natural creado y fomentar las acciones que serían necesarias para alcanzar metas bien establecidas.

El grupo de indicadores que tiene una relación más directa con el proyecto "Pastoreo en RED" son los relacionados con el mantenimiento de la base físico-natural que sustenta el pastoreo; los relacionados con la cobertura del pastizal, la composición herbácea y arbustiva, y el control que el rebaño ejerce sobre las especies leñosas. Es importante, así mismo, evaluar la mejora que un pastoreo ajustado a las posibilidades del ecosistema representa para la comunidad vegetal herbácea y su valor nutricional.

Los objetivos del programa "Pastoreo en RED" implican también favorecer la infiltración hídrica y mitigar la erosión, que, estimulada por el relieve y la naturaleza de los materiales, es un factor determinante en numerosos contextos del ámbito climático mediterráneo.

Se reconoce el interés de incluir la escala de paisaje como referencia complementaria para la evaluación de los SS.EE, considerando las implicaciones que el proyecto "Pastoreo en RED" puede tener en una escala territorial más amplia, que incluye los municipios cercanos y los procesos naturales y de manejo, a través de los cuales conecta con otros pastizales presentes en la zona.

Este enfoque facilita la inclusión de aspectos culturales, como puede ser la divulgación de la experiencia con fines de formación y educativos, sus efectos sobre el mantenimiento de áreas para el ocio y el disfrute ciudadano, así como las implicaciones para la salud y el bienestar de las personas que tienen estos espacios naturales, gestionados mediante pastoreo. Incluyendo su papel en la prevención y mitigación de eventos extremos con efectos catastróficos.

Igualmente destacable es la oportunidad que proporcionan las experiencias de "Pastoreo en RED" para adquirir un mejor conocimiento sobre el manejo de los pastos, tan relevante en un contexto de cambio climático, desdoblamiento y riesgo de grandes incendios en las áreas forestales y de montaña.

Por último, los servicios de abastecimiento podrían mejorarse si se logra la venta directa de corderos y de otros productos, asociándolos a la imagen de calidad de la ganadería extensiva basada en razas ganaderas locales.

La estrategia de extender a diferentes localidades la evaluación de los servicios de los ecosistemas (SBH) derivados del mantenimiento de la RdT mediante el pastoreo, representa una visión adecuada para reforzar el capital natural en el entorno amplio de las instalaciones de la RdT e impulsar esquemas de desarrollo sostenible en el medio rural.



Enfoques generales sobre evaluación de servicios y sostenibilidad, con especial atención a sistemas manejados con pastoreo

- Benayas, J. et al. 2013. Unraveling the Relationships between Ecosystems and Human Wellbeing in Spain. PLOS ONE 8/9. 73249. doi 10.1371/journal.pone.0073249
- Bennett, E.M., Peterson, G.D., Gordon, L.J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. Ecology Letters, 12: 1394-1404.
- CICES, (2018). Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>.
- Castro, J., Castro, M. & Gómez-Sal, A. 2021 Changes on the Climatic Edge: Adaptation of Land Challenges to Pastoralism in Montesinho (Northern Portugal). Mountain Research and Development, 41 (4). <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00010.1>
- De Miguel, J. M et al. 2010. How reproductive, vegetative, and defensive strategies of Mediterranean grassland species respond to a grazing intensity gradient. Plant Ecology, 210:97-110. DOI 10.1007/s11258-010-9741-x.
- Díaz, S. et al. 2007. Plant trait responses to grazing. A global synthesis. Global Change Biol, 13:313-341
- Díaz, S. et al. 2018. Assessing nature's contributions to people. Science, 359 ISSUE 6373. p. 270-272. doi: 10.1126/science.aap8826.
- Díaz-Pereira, E.; Romero-Díaz, A.; & de Vente, J. 2020. Sustainable grazing land management to protect ecosystem services. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 25 (8), 1461-1479.
- Dumont, B. et al. 2019. Associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. Animals, 13 (8), 1773-1784.
- Duru, M. et al. 2014. From a conceptual framework to an operational approach for managing grassland functional diversity to obtain targeted ecosystem services: Case studies from French mountains. Renewable agriculture and food systems, 29 (3), 239-254.
- EME 2012. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. <http://www.ecomilenio.es/informe-de-resultados-eme/1760>
- Folch, R., Palau, J.M. & Moreso, A. 2012. El transporte eléctrico y su impacto ambiental: reflexiones y propuestas para la mejora de la evaluación ambiental. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental. 174 p
- Gómez Sal, A. 2011. Entender la naturaleza ibérica, los ecosistemas humanizados. Sostenibilidad en España 2011. Tribuna. Observatorio de la Sostenibilidad en España. Universidad de Alcalá y Fundación Biodiversidad. 392-396.
- Gómez Sal, A. 2012. Agroecosistemas: opciones y conflictos en el suministro de servicios clave. Ambia, 98:18-30.



- Gómez Sal, A. 2012. Evaluación de los servicios de los Agroecosistemas para el bienestar humano. Evaluación de los tipos de ecosistemas. Capítulo, 17. 60 pp. <http://www.ecomilenio.es/informe-de-resultados-eme/1760>
- Gómez Sal, A. 2013. Sostenibilidad ecológica y dimensiones evaluativas de la agricultura. Cuadernos Técnicos SEAE. Serie Ecología y Agroecología. 73 pp
- Gómez Sal, A.; de Miguel, JM.; Casado, MA.; Pineda, FD. 1986. Successional changes in the morphology and ecological responses of a grazed pasture ecosystem in Central Spain. *Vegetatio*, 67:33-43
- Gómez Sal, A.; Belmontes, J.A.; Nicolau, J.M. 2003. Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. *Ecological Modelling* 168: 319-341.
- Gómez Sal, A. & González García, A. 2007. A comprehensive assessment of multifunctional agricultural land-use systems in Spain using a multi-dimensional evaluative model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120: 82-91.
- Gómez Sal, A. y Velado Alonso, E. 2021 Las razas ganaderas autóctonas. Agrobiodiversidad como solución basada en la naturaleza. *Ambienta*, 127: 42-54.
- González-Rebollar, J.L.; Robles, A.B.; de Simón, E. 1999. Las áreas pasto-cortafuego: entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos (Propuestas de silvicultura preventiva). Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP, Almería
- Leroy, G et al. 2018. Perception of livestock ecosystem services in grazing areas. *Animal*, 12 (12): 2627-2638.
- MA 2004. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- MA 2005. Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and human well-being: Current states and trends, World Resources Institute. Island Press, Washington, D.C.
- Pascual, U et al. 2017. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26, 7-16.
- Perevolotsky, A.; Seligman, N.G. 1998. Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems. *Bioscience*, 48 (12): 1007-1017
- Peyraud, J. L.; Taboada, M.; & Delaby, L. 2014. Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: a review. *European Journal of Agronomy*, 57, 31-42.
- Montes, C. et al. 2012 La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Del equilibrio entre la Conservación y el Desarrollo a la Conservación para el Bienestar Humano. *Ambienta*, 98: 2-13.
- Montes, C., Santos, F., Benayas, J., Gómez Sal, A. and Díaz Pineda, F. (coord.) 2014 Spanish National Ecosystem Assessment. Ecosystems and biodiversity for human wellbeing. Synthesis of the key findings. Biodiversity Foundation of the Spanish Ministry of Agriculture, Food and Environment. Madrid, Spain. 90 pp. ISBN: 280-14-055-5.

- Rebollo, S. y Gómez Sal, A. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Ecosistemas*, 12 (3). [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8897/1/ECO_12\(3\)_08.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8897/1/ECO_12(3)_08.pdf) www.aet.org/ecosistemas
- Savory, A. & Butterfield, J. (2018). Holistic Management. A commonsense revolution to restore our environment. Cable a Tierra, Cultura Regenerativa 3ª ed. (de la 3ª edición inglesa, Island Press)
- Torralba, M. et al. 2018. Exploring the role of management in the coproduction of ecosystem services from Spanish wooded rangelands. *Rangeland ecology & Management*, 71(5), 549-559.
- Velado-Alonso, E., Gómez-Sal, A., Bernués, A. & Martín-Collado, D. 2021 Disentangling the Multidimensional Relationship between Livestock Breeds and Ecosystem Services. *Animals* 11, 2548. <https://doi.org/10.3390/ani11092548>
- Zhao, Y. et al. 2020. Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landscape Ecology*, 35:793-814

Servicios de regulación

- Barral, M.P. et al. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 202: 223-231
- Heidi L., Shalene J. & Stacy M. P.. 2017. Intersection between biodiversity conservation, agroecology, and ecosystem services. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41:7, 723-760
- Hevia, V. et al. 2016 Bee diversity and abundance in a livestock drove road and its impact on pollination and seed set in adjacent sunflower fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232: 336-344
- Hevia, V. et al. 2021. Role of floral strips and semi-natural habitats as enhancers of wild bee functional diversity in intensive agricultural landscapes. *Environment*, 319. 107544
- Hevia, V. y González J.A. 2017 El valor de las vías pecuarias como reservorios de biodiversidad y generadoras de servicios de los ecosistemas. *Ambienta*, 120:58-67.
- Kimoto, C. et al. 2012. Short term responses of native bees to livestock and implications for managing ecosystem services in grasslands. *Ecosphere*, 3 (10), 1-19.
- Kok, A. et al. 2020. European biodiversity assessments in livestock science: A review of research characteristics and indicators. *Ecological Indicators*, 112, 105902.
- Lazaro, A. et al. 2016. Effects of grazing intensity on pollinator abundance and diversity, and on pollination services. *Ecological Entomology*, 41 (4), 400-412.
- Luck, G. W. et al. 2009. Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *Bioscience*, 59: 223-235
- Meyer, S. T., et al. 2019. Land-use components, abundance of predatory arthropods, and vegetation height affect predation rates in grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 270: 84-92.



- Nagy, R.K. et al. 2020. Role of grasslands in pest suppressive landscapes: how green are my pastures? *Austral Entomology*, 59 (2): 227-237.
- Isbell, F. et al. 2017. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Journal of Ecology*, 105: 871-879.
- Oggioni, S.D.; Ochoa-Hueso, R. & Peco, B. 2020. Livestock grazing abandonment reduces soil microbial activity and carbon storage in a Mediterranean Dehesa. *Applied Soil Ecology*, 153: 103588.
- Samways, M.J et.al 2020. Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242, 108427.
- Sollenberger, L. E., et al. 2019. Grassland management affects delivery of regulating and supporting ecosystem services. *Crop Science*, 59 (2): 441-459.
- Torralba, M., et al. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 230: 150-161.
- Torralba, M., et al. (2018). Exploring the role of management in the coproduction of ecosystem services from Spanish wooded rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 71 (5), 549-559.
- Velado-Alonso, E., Morales-Castilla, I., Rebollo, S. y Gómez-Sal, A. 2020. Relationships between the distribution of wildlife and livestock diversity. *2020 Diversity and Distribution*, 26:1266-1275. <https://doi.org/10.1111/ddi.13133>
- Xu, S. et al. 2018. Response of grazing land soil health to management strategies: A summary review. *Sustainability*, 10 (12), 4769.

Servicios culturales

- Gómez-Baggethun, E. et al. 2010. Traditional ecological knowledge trends in the transition to a market economy: Empirical study in the Doñana Natural Areas. *Conservation Biology*, 24:721-729.
- Lima, F.P. & Bastos, R.P. 2019. Perceiving the invisible: Formal education affects the perception of ecosystem services provided by native areas. *Ecosystem Services*, 40. 101029
- Hanaček, K., Rodríguez-Labajos, B. 2018. Impacts of land-use and management changes on cultural agroecosystem services and environmental conflicts—A global review. *Global Environmental Change*, 50: 41-59.
- Marsoner, T. et.al. 2018. Indigenous livestock breeds as indicators for cultural ecosystem services: A spatial analysis within the Alpine Space. *Ecological indicators*, 94, 55-63.
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., Lomas, P.L., Montes, C. 2009. Effects of spatial and temporal scales on cultural services valuation. *Journal of Environmental Management*, 90: 1050-1059.

Servicios de abastecimiento

- Duru, M. et al. 2013. From a conceptual framework to an operational approach for managing grassland functional diversity to obtain targeted ecosystem services: Case studies from French mountains. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29 (3): 239 – 254 DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170513000306>
- Longato, D. et al. 2019. Bioenergy and ecosystem services trade-offs and synergies in marginal agricultural lands: a remote-sensing-based assessment method. *Journal of Cleaner Production*, 237. 117672
- Morales, R et. al 2011. Biodiversidad y Etnobotánica en España. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2ª p (9). <https://digital.csic.es/bitstream/10261/66932/1/358BiodyEtno.pdf>
- Mishra, S.K. et al. (2019). Valuation of ecosystem services in alternative bioenergy landscape scenarios. *Global Change Biology Bioenergy*, 11 (6). 748-762.
- Kopittke, P.M.; et. Al. 2019. Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment international*, 132: 105078.
- Kreig, J. A. et al. (2019). Designing bioenergy landscapes to protect water quality. *Biomass and Bioenergy*, 128: 105327.
- Sardeshpande, M & Shackleton, C. 2019. Wild Edible Fruits: A Systematic Review of an Under-Researched Multifunctional NTFP (Non-Timber Forest Product). *Forests*, 10 (6), 467; <https://doi.org/10.3390/f10060467>

**GRUPO RED
ELÉCTRICA**



Licencia Creative commons



Edita

Grupo Red Eléctrica

Coordinación técnica

Dpto. Sostenibilidad y Dpto. Innovación Social

Autores

Antonio Gómez Sal, Luis Fernández del Pozo y Elena Velado Alonso

Diseño e ilustraciones

Dpto. Marca e Imagen Corporativa

Fecha de edición

Diciembre 2021