



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
Centro de Estudios de Postgrado

## Trabajo Fin de Máster

# VALOR DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS

**Alumno/a: Espinosa Camacho, María**

Tutor/a: Prof. D. Jesús María Pérez Jiménez

Dpto: Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

**Noviembre, 2020**



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
Centro de Estudios de Postgrado

## Trabajo Fin de Máster

# VALOR DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS

**Alumno/a: Espinosa Camacho, María**

Tutor/a: Prof. D. Jesús María Pérez Jiménez

Dpto: Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

**Noviembre, 2020**



# ÍNDICE

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	6
1.1. Servicios ecosistémicos: definiciones y clasificaciones .....	6
1.2. Evaluación de los servicios de los ecosistemas .....	13
1.2.1 Valoración económica .....	13
1.2.2. Valoración de los servicios de los ecosistemas: Métodos.....	13
2. OBJETIVOS .....	16
3. METODOLOGÍA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
4. RESULTADOS.....	19
4.1. Servicios Ecosistémicos y bienestar humano .....	23
4.2 Tendencia en las publicaciones de los servicios ecosistémicos .....	26
4.3 Liderazgo de las publicaciones sobre servicios de los ecosistemas .....	27
4.4. Tendencia de los ecosistemas investigados en los estudios de servicios ecosistémicos.....	33
4.4.1. Ecosistemas acuáticos .....	33
4.4.2. Ecosistemas forestales .....	35
4.5. Influencia del cambio climático y las actividades humanas en los servicios ecosistémicos .....	38
5. DISCUSIÓN .....	42
5.1. Servicios ecosistémicos y Bienestar Humano.....	42
5.2. Tendencia en las publicaciones de los Servicios Ecosistémicos .....	44
5.3. Cambio Climático y actividades humanas .....	46
6. CONCLUSIONES .....	47
7. REFERENCIAS .....	48
8. RESUMEN DE LAS ASIGNATURAS DEL MÁSTER.....	56
9. CURRICULUM VITAE .....	57

## RESUMEN

Los ecosistemas naturales proporcionan servicios, los cuales constituyen el soporte fundamental de la vida humana. Esta relación entrelazada de los beneficios que se derivan de la naturaleza para el bienestar del ser humano, hace que surja el concepto de servicios ecosistémicos como base para proporcionar el adecuado reconocimiento que merecen los ecosistemas. Sin embargo, el crecimiento de las presiones humanas sobre el medio ambiente perturban profundamente el funcionamiento de los sistemas naturales y significativamente reducen la prestación de estos servicios. Para muchos autores, esta tendencia se debe a la falta de valoración de los ecosistemas por parte de la sociedad. Es por ello que abogan por una cuantificación o valoración económica de los servicios de los ecosistemas para su conservación y manejo. Por el contrario, otros autores rechazan esta percepción debido al valor intrínseco de la naturaleza. El objetivo de este estudio es realizar una revisión profunda de los estudios relacionados con los servicios ecosistémicos y sus implicaciones para la toma de decisiones en el contexto de un desarrollo sostenible y compatible con la conservación de la biodiversidad.

**Palabras clave:** servicios ecosistémicos, bienestar humano, gestión sostenible, toma de decisiones, valoración económica, capital natural, métodos de evaluación.

## ABSTRACT

Natural ecosystems provide services, which are the fundamental support for human life. This interlinked relationship of the benefits derived from nature for human well-being brings out the concept of ecosystem services as a basis for providing the appropriate recognition that ecosystems deserve. However, growing human pressures on the environment profoundly disrupt the functioning of natural systems and significantly reduce the provision of these services. For many authors, this trend is due to a lack of societal appreciation of ecosystems. Therefore, they advocate a quantification or economic valuation of ecosystem services for their conservation and management. In contrast, other authors reject this perception because of the intrinsic value of nature. The aim of this study is to carry out an in-depth review of studies related to ecosystem services and their implications for decision-making in the context of sustainable development and compatible with biodiversity conservation.

**Key words:** ecosystem services, human welfare, sustainable management, decision making, economic valuation, natural capital, assessment methods.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas se ha producido una mayor explotación de los recursos naturales y transformación los ecosistemas como resultado de las altas tasas de crecimiento de las poblaciones humanas y el afán de satisfacer nuestras necesidades siguiendo un modelo de desarrollo económico incontrolado. Por esto, los ecosistemas poseen cada vez menor capacidad para sustentar nuestras necesidades y las de generaciones futuras. Por ello, es importante concebir a los ecosistemas como indispensables para el bienestar de los seres humanos. El bienestar humano y el progreso hacia el desarrollo sostenible dependen del uso adecuado y la conservación que se haga de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2003). Los beneficios que la humanidad obtiene de los ecosistemas, o “servicios ecosistémicos”, tiene sus orígenes en el movimiento ambientalista que empieza a desarrollarse en las décadas de 1960 y 1970, como consecuencia de una serie de graves problemas ambientales que hacen cuestionar la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas (Balvanera y Cotler, 2007). Este hecho impulsó investigaciones científicas y movimientos ciudadanos y políticos orientados a conocer el papel que juegan los ecosistemas en buen estado para el bienestar humano, siendo el trabajo de (Westman, 1977) el primer acercamiento formal al tema (Camacho-Valdez y Ruiz-Luna, 2012).

### 1.1. Servicios ecosistémicos: definiciones y clasificaciones

En relación a la definición de servicios ecosistémicos, no existe una definición totalmente consensuada, a partir de la cual se puedan valorar integralmente (De Groot, Wilson & Boumans, 2002). En la literatura encontramos múltiples definiciones del término “servicio ecosistémico”, que fue inicialmente esbozado por (Westman, 1977) como “servicios de la naturaleza” y que fue utilizado por primera vez por (Ehrlich & Ehrlich, 1981), exponiendo que la pérdida de los servicios para la humanidad son consecuencias de las extinciones. Otras definiciones se presentan a continuación en orden cronológico:

- Las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los constituyen, sostienen y satisfacen a la vida humana (Daily, 1997).
- Los bienes (como alimentos) y servicios (como asimilación de desechos) de los ecosistemas, que representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas (Costanza et al., 1997).
- Funciones del ecosistema: capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente (De Groot et al., 2002).

- Los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas (MA, 2003).
- Aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro (U.S. EPA, 2004)
- Son componentes de la naturaleza, disfrutados, consumidos o directamente usados para producir bienestar humano (Boyd & Banzhaf, 2007).
- Son los aspectos de los ecosistemas utilizados (activa o pasivamente) para producir bienestar humano (Fisher, Turner & Morling, 2009).
- Contribución de los ecosistemas al bienestar humano (TEEB, 2012).
- Contribuciones de la estructura y función del ecosistema en combinación con otros insumos al bienestar humano (Burkhard, Kroll, Nedkov & Muller, 2012).

Las anteriores definiciones coinciden en aspectos generales, a pesar de esto, existen relevantes diferencias entre ellas. Es por este motivo que vamos a ver con más detalle lo que expresa cada una de ellas. Mientras que Daily (1997) señala a los servicios ecosistémicos como condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas satisfacen la vida humana, por su parte (Costanza et al., 1997) separan a los servicios en bienes, principalmente alimentos (objetos físicos, tangibles) y servicios (procesos intangibles) que benefician directamente al ser humano.

Posteriormente, De Groot et al., (2002) resalta el grado antropocéntrico en su definición, incluyendo a las funciones del ecosistema y su capacidad para producir bienestar, directa o indirectamente a la humanidad.

La definición ofrecida por el grupo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, se centra en plasmar a los servicios ecosistémicos como los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas, desde un punto de vista totalmente antropocéntrico. Sin embargo, a pesar de ser una definición útil para los tomadores de decisiones, no permite distinguir entre los procesos de los ecosistemas y el bienestar humano.

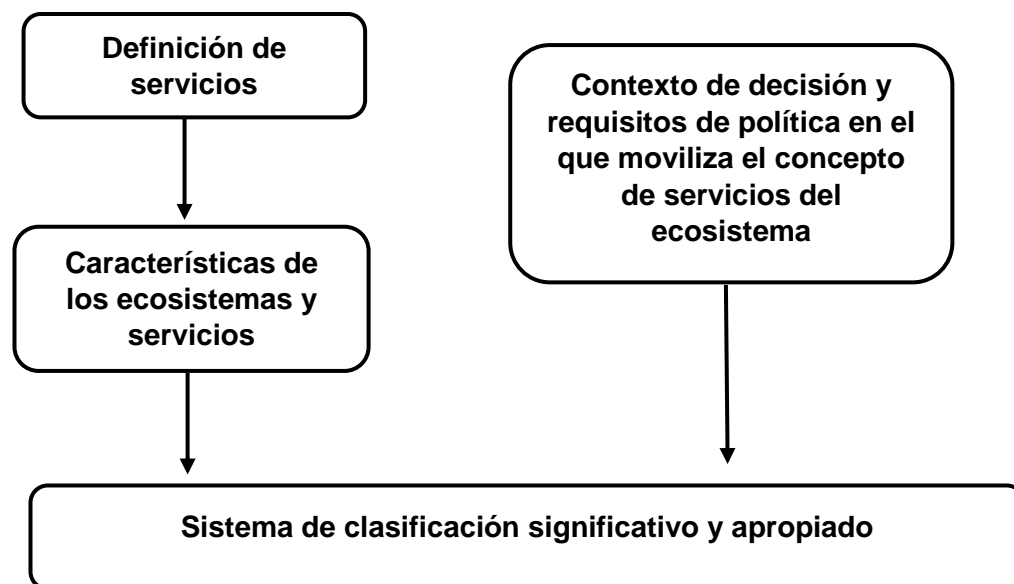
La Agencia de Protección Ambiental (EPA) incluye, además de las funciones y procesos que influyen en el bienestar humano, a los servicios potenciales, no contemplados en otras definiciones. Por otro lado, Boyd & Banzhaf (2007) destacan que el disfrute de los servicios debe ser directo. Por el contrario, Fisher et al., (2009) remarca que los servicios son aspectos estrictamente ecológicos, directos o indirectos y se convierten en servicios si los humanos se benefician de ellos.

Posiblemente por el reciente origen del concepto servicio ecosistémico, no existe en la actualidad una clasificación que sea definitiva y universalmente aceptada, a pesar de que el sistema propuesto por MA (2003) es uno de los más difundidos y aceptados.

La dinámica compleja de los procesos de los ecosistemas y las características propias de los servicios ecosistémicos hacen complicado contar con un esquema de clasificación general y la opinión de algunos autores es que no hay un sistema de clasificación de los servicios ecosistémicos que sea apropiado para aplicarlo en todos los casos, por lo que incluso se plantea el desarrollo de diversos esquemas de clasificación (Costanza, 2008).

El diseño de un sistema de clasificación de servicios ecosistémicos debe desarrollarse en base a las características del ecosistema o de los servicios del ecosistema que se están investigando, además de considerar el contexto de la decisión o la motivación por la cual se están considerando los servicios de los ecosistemas (Fisher et al., 2009).

La figura que se presenta a continuación, muestra cómo estos aspectos están relacionados.



**Figura 1.** Diseño de sistema de clasificación de los servicios de los ecosistemas .Modificado de Fisher et al., (2009).

En cuanto a los distintos tipos de servicios ecosistémicos, como primera propuesta encontramos la clasificación de Groot et al., (2002), la cual se centra en diseñar una tipología sistemática y una estructura de trabajo general para el análisis de funciones y servicios de los ecosistemas. En dicho trabajo se considera que es necesario resaltar el subconjunto de funciones del ecosistema (más que los servicios propiamente) que están estrechamente relacionadas con la capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar

bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente (Camacho-Valdez y Ruiz-Luna, 2012).

Dada la interrelación de las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos, estos autores ofrecen una clasificación de 23 funciones básicas de los ecosistemas agrupadas en cuatro categorías principales, de las cuales se derivan diferentes servicios.

- Funciones de regulación: relacionadas con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales. Estas funciones proporcionan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para las poblaciones humanas, como lo son el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua y prevención de inundaciones, entre otros.
- Funciones de hábitat: los ecosistemas naturales proporcionan hábitat de refugio y reproducción para plantas y animales contribuyendo a la conservación de la biodiversidad.
- Funciones de producción: esta variedad de estructuras proporcionan una variedad de bienes y servicios para consumo humano, que van desde alimento y materia prima hasta recursos energéticos y medicinales.
- Funciones de información: los ecosistemas contribuyen al mantenimiento de la salud humana proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas.

Siguiendo un proceso semejante, otro acercamiento para clasificar los servicios ecosistémicos es el derivado de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005), que es probablemente por su origen multinacional, con participación multidisciplinaria, la que mayor difusión y aceptación ha tenido a nivel internacional. Según MA, (2005) los servicios ecosistémicos pueden ser clasificados en cuatro grandes grupos (Tabla 1).

Estos incluyen servicios de aprovisionamiento, regulación y culturales que afectan directamente a las personas y servicios de apoyo necesarios para mantener los otros servicios.

<b><u>Servicios de aprovisionamiento</u></b>	<b><u>Servicios de regulación</u></b>	<b><u>Servicios culturales</u></b>
Productos obtenidos de los ecosistemas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentos y vegetación</li> <li>• Agua</li> <li>• Leña</li> <li>• Fibra</li> <li>• Medicamentos y bioquímicos</li> <li>• Recursos genéticos</li> <li>• Recursos minerales</li> <li>• Recursos energéticos abióticos</li> </ul>	Beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación del clima</li> <li>• Regulación de la calidad del aire</li> <li>• Infiltración y drenaje de aguas</li> <li>• Purificación del agua</li> <li>• Regulación de la erosión</li> <li>• Polinización</li> <li>• Control de plagas y enfermedades</li> <li>• Secuestro de carbono</li> <li>• Provisión de hábitat</li> </ul>	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia espiritual y religiosa</li> <li>• Recreación, turismo y ecoturismo</li> <li>• Inspiración y belleza escénica</li> <li>• Patrimonio y diversidad cultural</li> </ul>
<b><u>Servicios de apoyo</u></b>		
Servicios necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación del suelo</li> <li>• Fotosíntesis</li> <li>• Ciclo de nutrientes</li> <li>• Ciclo del agua</li> <li>• Producción primaria</li> </ul>		

**Tabla 1.** Sistema de clasificación servicios ecosistémicos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Fuente: Elaboración propia en base a MA (2005).

Esta clasificación es relativamente sencilla y accesible, ya que incorpora los conceptos de funciones del ecosistema con los propios servicios ecosistémicos en el mismo esquema de clasificación. Debido a esto, en la actualidad existe un debate respecto a que algunos de los servicios ecosistémicos en dicha clasificación deberían ser más bien considerados funciones ecosistémicas, ya que no reportan un beneficio directo a la sociedad.

Por lo tanto, el sistema de clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005) no resulta útil si el contexto de decisión utiliza una valoración económica de los servicios, ya que podría dar lugar a una doble contabilización del valor de cualquier servicio ecosistémico (Fisher et al., 2009). Por esta razón se han propuesto clasificaciones alternativas (Wallace, 2007; Turner et al., 2008).

Por su parte Wallace (2007) razona que los sistemas de clasificación anteriores son los más comúnmente utilizados, pero considera que son inadecuados debido a que mezclan los procesos para obtener los servicios ecosistémicos con los propios servicios ecosistémicos, lo cual presenta problemas para los tomadores de decisiones. (Camacho-Valdez y Ruiz-Luna, 2012).

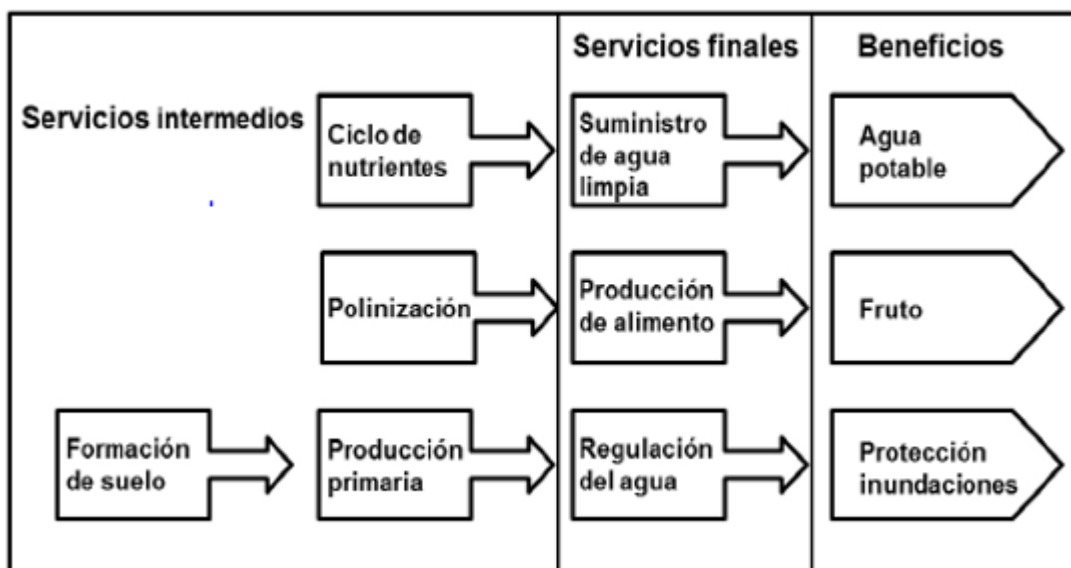
Wallace (2007) propone comparaciones de los servicios ecosistémicos separando los procesos y los servicios. Con esa orientación, Wallace propone cuatro categorías de valores humanos y su asociación con los servicios ecosistémicos (Tabla 2).

<b>Categoría de valor humano</b>	<b>Servicios ecosistémicos experimentados a un nivel humano (individual)</b>	<b>Ejemplos de los procesos y bienes que requieren ser manejados para derivar en servicios ecosistémicos.</b>
<p>Recursos suficientes</p> <p>Protección de depredadores/ enfermedades/ parásitos</p> <p>Condiciones ambientales propicias (físicas y químicas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimento</li> <li>• Oxígeno</li> <li>• Agua (potable)</li> <li>• Energía</li> <li>• Dispersión de enfermedades</li> <li>• Protección de depredadores</li> <li>• Protección de enfermedades y parásitos</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad</li> <li>• Luz</li> <li>• Química</li> </ul>	<p>Procesos del ecosistema</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación biológica</li> <li>• Regulación del clima</li> <li>• Regulación del gas</li> <li>• Manejo de la tierra para para recreación</li> <li>• Regulación de nutrientes</li> <li>• Producción de materias primas para ropa, alimentos, construcción, etc.</li> <li>• Producción de materias primas para la energía, como la leña</li> <li>• Producción de medicamentos</li> <li>• Interacciones socioculturales</li> <li>• Formación y retención de suelos</li> <li>• Regulación y suministro de residuos</li> <li>• Procesos económicos</li> </ul>
		Elementos bióticos y abióticos

Cumplimiento socio-cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfacción espiritual y filosófica</li> <li>• Recreacional</li> <li>• Estético</li> <li>• Valores de oportunidad, capacidad para evolución biológica y cultural. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conocimiento / recursos educativos</li> <li>➤ Recursos genéticos</li> </ul> </li> </ul>	<p>Los procesos son manejados para proporcionar una composición y estructura particular de los elementos del ecosistema. Los elementos pueden ser descritos como bienes de los recursos naturales, como, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Tierra</li> <li>• Agua</li> <li>• Aire</li> <li>• Energía</li> </ul>
-----------------------------	--	--

**Tabla 2.** Clasificación de servicios ecosistémicos y sus conexiones con los valores humanos, procesos del ecosistema y los bienes naturales. Modificada de Wallace (2007).

Otra clasificación es la de Turner et al., (2008), quienes sugieren una propuesta de clasificación que divide a los servicios ecosistémicos en “servicios intermedios” y “servicios finales”. Estos autores consideran que los beneficios humanos obtenidos por los servicios ecosistémicos se derivan de los servicios intermedios y finales (Figura 2).



**Figura 2.** Relación entre los servicios intermedios, finales y los beneficios (Turner et al., 2008).

Este esquema de clasificación puede ser más apropiado para propósitos de valoración, ya que evita el problema potencial de una doble contabilización debido a que únicamente se valoran los beneficios finales.

Finalmente, una clasificación más reciente es la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) ([www.cices.eu](http://www.cices.eu)). Esta clasificación internacional se basa en cuatro categorías principales: aprovisionamiento, regulación y mantenimiento, y servicios culturales de los ecosistemas.

## **1.2. Evaluación de los servicios de los ecosistemas**

### **1.2.1 Valoración económica**

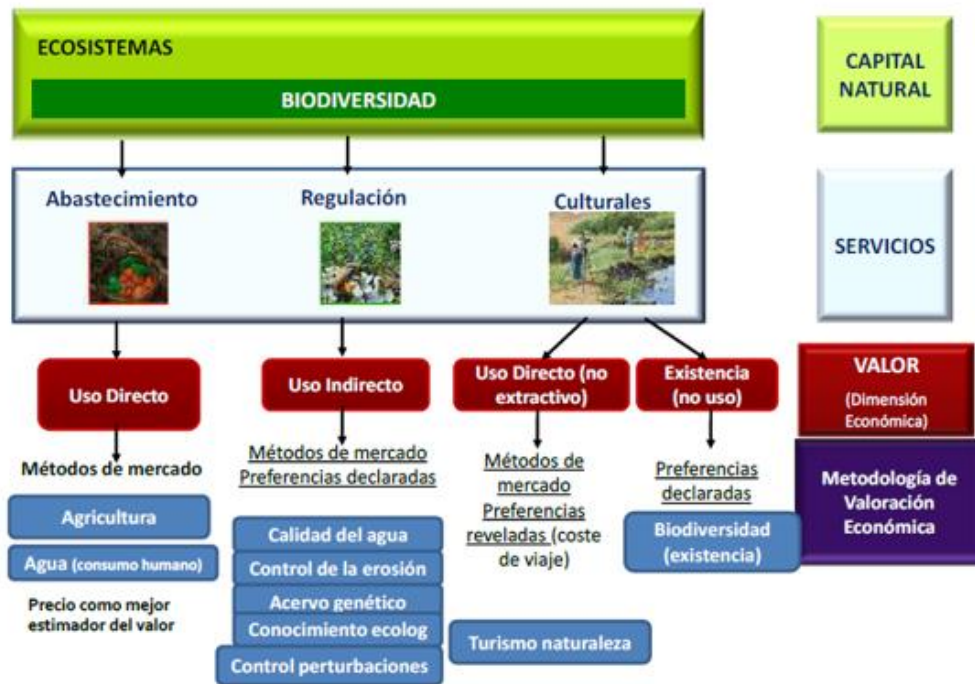
El concepto de servicios de los ecosistemas ha cambiado nuestra percepción de cómo la naturaleza beneficia a las sociedades humanas. Por lo que, en lugar de ver la conservación de la naturaleza como algo por lo que tenemos que sacrificar nuestro bienestar, ahora percibimos el medio ambiente como capital natural. Pero la demanda de servicios del ecosistema está aumentando rápidamente a medida que aumentan las poblaciones y los niveles de vida. Por lo que, para detener esta tendencia, el reto es provocar que la sociedad reconozca el valor del capital natural. Y el método para abordar tal desafío es la **valoración de los servicios de los ecosistemas (ESV)** (Liu, Costanza, Farber y Troy, 2010).

La valoración de los servicios de los ecosistemas se conoce como el proceso de evaluación de las contribuciones de los servicios de los ecosistemas a la consecución de un determinado objetivo u objetivos (Liu et al., 2010). La valoración económica se puede definir también como un intento de asignar un valor cuantitativo y monetario a los bienes y servicios suministrados por los sistemas ambientales (Lambert, 2003).

### **1.2.2. Valoración de los servicios de los ecosistemas: Métodos**

La valoración económica de los servicios que aportan los ecosistemas es un campo emergente de investigación aplicada, a pesar que de manera teórica se viene dando desde finales de la década de los sesenta. Durante este período, ha habido un interés creciente en analizar y valorar los múltiples beneficios que los ecosistemas generan al ser humano. Dicho interés aumentó con el reconocimiento de que los servicios son infravalorados en la toma de decisiones (Costanza et al., 1997). Desde entonces, la valoración económica de los servicios ecosistémicos ha recibido una considerable atención en los foros científicos (De Groot et al., 2002; MA, 2003).

El valor monetario ha sido tradicionalmente conceptualizado desde la Economía Ambiental bajo el término de *valor económico total* (Pearce y Turner, 1990), el cual está compuesto por el **valor de uso y el valor de no-uso**. (Figura 3).



**Figura 3.** Mapa metodológico empleado en EME (2014), en el que se pueden observar las distintas tipologías de servicios derivadas del capital natural, y los distintos tipos de valor asociados según el marco de la Economía Ambiental. En último término se presentan las metodologías más apropiadas para cada caso, y en recuadros azules los servicios que se han evaluado.

El **valor de uso** implica un beneficio obtenido de manera directa del ecosistema, mientras que el **valor de no-uso** está asociado con la satisfacción personal derivada del conocimiento de que determinadas especies o ecosistemas existen, esto es *valor de existencia*.

El **valor de uso** se compone a su vez del valor de uso directo, a su vez dividido en valor de uso directo extractivo, el cual está directamente relacionado con los servicios de abastecimiento, y valor de uso directo no extractivo, el cual está relacionado con los servicios culturales, el valor de uso indirecto, relacionado con distintos servicios de regulación y el valor de opción, relacionado con la importancia de mantener el suministro de todos los servicios en el futuro. Cada uno de estos tipos de valor aparece directamente relacionado con diferentes tipos de servicios como se acaba de ver (Figura 3), pero también con diferentes metodologías de valoración. La importancia relativa que se otorga a los diferentes valores de los servicios puede ser medido en términos monetarios a través de diferentes métodos de valoración (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME, 2014).

Los métodos de estimación de dichos valores se suelen dividir en tres grandes categorías de métodos: los métodos basados en el mercado, los métodos de preferencias reveladas y los métodos de preferencias declaradas, siendo el desafío elegir el más adecuado en función del servicio a evaluar y del contexto concreto.

Los métodos basados en el mercado son los que emplean los datos obtenidos en mercados directos. Entre sus distintas posibilidades se pueden emplear **los precios de mercado, la función de producción** (basada en estimar la contribución que un servicio realiza a la producción de otro servicio), o **los costes de reemplazamiento o evitados** (evalúan el valor de un servicio a través de cuánto costaría en el mercado reemplazarlo o restaurarlo si éste ha sido dañado) (Martín-López y Montes, 2010). Mientras que el primero de los métodos se aplica con frecuencia a servicios de abastecimiento (o culturales, con mercados asignados como el turismo de naturaleza), los restantes se emplean generalmente para estimar de forma indirecta el valor de los servicios de regulación (EME, 2014).

Los métodos de preferencias reveladas estiman el valor de un servicio sin precio en los mercados a través de la observación de mercados sustitutos relacionados con ese servicio. Los dos métodos principales son los **precios hedónicos** (que investiga cómo varía el precio de un bien en función de sus atributos, asignando un precio implícito a cada uno de dichos atributos) y el **método de coste de viaje** para estimar servicios recreativos (que investiga cómo varía el número de visitas a un espacio natural, en función del coste del viaje) (Farber, Costanza y Wilson, 2002).

Finalmente, los métodos de preferencias declaradas emplean mercados contruidos o hipotéticos a través de cuestionarios para calcular el valor de los servicios de los ecosistemas relacionados con valor de uso y no-uso, capaces de ser aplicados a cualquier categoría de servicio, y normalmente muy asociados a servicios culturales y de regulación. Los métodos principales en este grupo son el de **valoración contingente** y los **modelos de elección**. El primero de ellos busca que las personas declaren su máxima disposición a pagar (o la mínima disposición a aceptar una compensación) por algún cambio que afecte la cantidad o calidad del servicio (Mitchell y Carson, 1989). En los modelos de elección, en cambio, a los individuos se les enfrenta a dos o más alternativas formadas por atributos comunes del servicio a valorar, pero con diferentes niveles del atributo. Uno de esos atributos es el dinero que las personas tendrían que pagar, o recibir en compensación, por el servicio tal cual lo describen sus atributos.

Hay que hacer notar que todas las metodologías sufren de sus propias limitaciones y orientaciones propias (Martín-López y Montes, 2010).

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este trabajo fin de máster es llevar a cabo un estudio de los servicios ecosistémicos para conocer y comprender cómo estos beneficios proporcionados por los ecosistemas se han convertido en un instrumento imprescindible para la gestión sostenible de los ecosistemas.

Otros de los objetivos que persigue el trabajo son:

- Reconocer el concepto de “servicio ecosistémico” como puente entre los ecosistemas naturales y el bienestar humano.
- Identificar los métodos existentes para reconocer el valor de los servicios ecosistémicos.
- Exponer las tendencias de publicación e investigación acerca de los servicios ecosistémicos.
- Analizar la influencia del cambio climático y de las actividades humanas en los servicios de los ecosistemas.

### 3. METODOLOGÍA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

**Diseño:** En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica, durante el periodo de tiempo desde mayo de 2020, hasta octubre de 2020.

**Estrategia de búsqueda:** la búsqueda bibliográfica se llevó a cabo utilizando las principales fuentes y bases de datos conocidas: *Google Scholar, Pubmed, Scielo, Science Direct y Web of Science*, se ha incidido principalmente en aquellos artículos que tratan sobre el marco conceptual, la valoración de los servicios ecosistémicos y la influencia del cambio climático en los servicios de los ecosistemas. Se han aceptado artículos y documentos más relevantes publicados en los últimos años (desde el 1997 hasta la actualidad), todos relacionados con el tema de este estudio. La búsqueda ha sido realizada tanto en castellano como en inglés. Las palabras clave utilizadas han sido: marco conceptual, servicios ecosistémicos, bienestar humano, gestión sostenible, toma de decisiones, valoración económica, capital natural, cambio climático, ecosystem services, economic valuation, assessment methods, climate change.

Los conectores booleanos o los operados de búsqueda utilizados han sido: “AND”, “OR”. Se han combinado las palabras clave con los conectores para poder encontrar artículos válidos para el objetivo del trabajo. Cabe descartar que el conector “AND” se puede utilizar entre todas las palabras para poder dar una mayor sensibilidad y especificidad a la búsqueda, el conector “OR” se utiliza juntando las palabras que significa casi lo mismo, como “servicios ambientales” y “servicios ecosistémicos”. Para efectuar de forma más sencilla esta búsqueda bibliográfica se ha llevado a cabo la realización de una bitácora de búsqueda, cuyos productos se pueden observar en el apartado de “Resultados”.

**Extracción de datos.** Para proceder a la selección de los artículos de interés se revisaron los resúmenes, los objetivos principales, los resultados y en caso necesario los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con el objetivo del trabajo. Para llevar a cabo este proceso, se realizó una tabla de análisis y síntesis que se representa a continuación.

<b>Autor y Año</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Resultados</b>
Westman,1977	¿Cuánto valen los servicios de la naturaleza?	lustrar la importancia de contabilizar los beneficios de los “servicios” de la naturaleza para la toma de decisiones	Hasta la fecha, los que se ocupan de cuantificar y evaluar los beneficios de los ecosistemas naturales para el hombre se han centrado en gran medida en las

			existencias permanentes de la naturaleza más que en los flujos.
Constanza, 1997	El valor de los servicios de los ecosistemas y el capital natural del mundo	Estimar el valor económico actual de 17 servicios de los ecosistemas para 16 biomas.	Estimar el valor económico total actual de Los servicios de los ecosistemas están limitados por varias razones: 1) estimación deja fuera muchas categorías de servicios, que aún no han sido se han estudiado adecuadamente para muchos ecosistemas. 2) Los precios actuales, de muchas de las estimaciones de valoración, están distorsionadas por un número de razones. 3) En muchos casos, los valores se basan en la voluntad de pagar de individuos para los servicios de los ecosistemas.
Lambert, 2003	Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales	Escribir acerca de la importancia de la valoración económica de los humedales.	La valoración de los humedales no se limita a los beneficios económicos y monetarios que los ecosistemas de humedales pueden brindar los seres humanos. Se refiere también a atribuir un valor a todos los tipos de beneficios para los seres humanos.

**Tabla 3.** Análisis y Síntesis.

#### 4. RESULTADOS

Como se ha comentado anteriormente para la realización de la búsqueda bibliográfica se desarrolló una tabla de bitácora de búsqueda, cuyos resultados se presentan a continuación.

<b><u>Base de datos</u></b>	<b><u>Fecha</u></b>	<b><u>Ecuación de búsqueda</u></b>	<b><u>Nº resultados</u></b>	<b><u>Resultados más relevantes</u></b>
<b>Google scholar</b>	25/05/2020	"servicios ecosistémicos"	29.600	Balvanera (2012) Camacho-Valdez y Ruiz-Luna (2012) Oyarzún et al. (2005) Rincón Ruíz et al. (2014) Balvanera & Cotler (2007) Camargo et al. (2012) Leñero et al. (2007) Kandus & Schivo (2010) Quértier et al. (2007) Kandus et al. (2010)
<b>Pubmed</b>	07/07/202	"ecosystem services"	4.911	Vallecillo et al. (2019) Balasubramanian (2019) Lafortezza & Chen (2016) Zagonari (2016) Hao et al. (2017) Gómez-Baggethun et al. (2010)
<b>Scielo</b>	10/07/2020	"ecosystem services"	466	Benjamin (2013) Norfolk & Cosijn (2013) Puerta Fernández et al. (2018) Iza (2013)
<b>Science Direct</b>	25/08/2020	"ecosystem services"	37.908	Mcdonough et al. (2017) Folkersen (2018) Vo et al. (2012) Finisdore et al. (2020) Seppelt et al. (2011) Schuhmann & Mahon (2015) Val et al. (2016) Schaefer et al. (2015)
<b>Web of Science</b>	15/09/2020	"ecosystem services"	30.980	Hasan et al. (2020) Degtyar (2013) Fu et al. (2011) Sheng & Zhang. (2017) Plieninger et al. (2019) McDonough et al. (2017) Balashova & Sharipova (2018) Luneva (2017) Bennett (2009) Xiao et al. (2016) Lamarque et al. (2011)

**Tabla 4.** Bitácora de búsqueda.

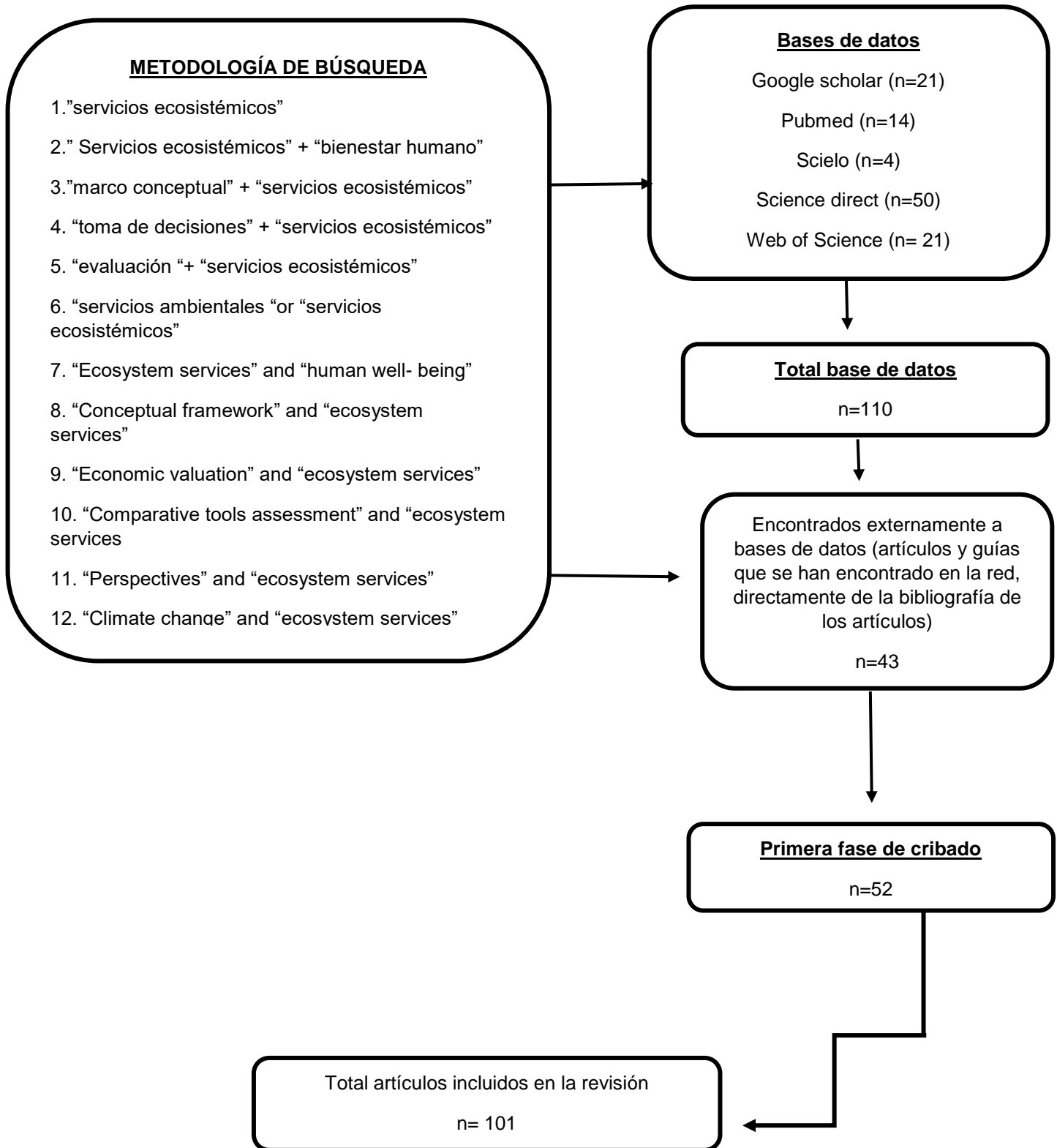
Tras la búsqueda bibliográfica inicial se obtuvieron un total de 153 referencias (21 en Google Scholar, 14 en Pubmed, 4 en Scielo, 50 en Science Direct, 21 en Web of Science y 43 referencias encontradas externamente a bases de datos). En una primera fase de cribado se eliminaron 52, a partir de la revisión del título y resumen, por no ser relevantes para el objetivo de esta revisión (figura 4). La selección de los artículos se realizó de acuerdo con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Artículos que dispongan de las palabras clave en su título.
- Artículos de revisión de literatura científica y sistemática que traten sobre las bases conceptuales acerca de los servicios ecosistémicos y el bienestar humano.
- Artículos originales cualitativos publicados en revistas científicas en los que los servicios ecosistémicos son utilizados como herramienta para la toma de decisiones y la gestión sostenible.
- Artículos de revisión y de investigación sobre: a) sistemas de clasificación de los servicios ecosistémicos, b) valoración económica de los servicios ecosistémicos, c) progreso y perspectivas para el valor de los servicios ecosistémicos, d) influencia del cambio climático y de las actividades humanas en los servicios de los ecosistemas.
- Artículos originales cuantitativos que incluyan valoraciones económicas de los servicios ecosistémicos de algún tipo de ecosistema.

Criterios de exclusión:

- Los artículos que se duplican dentro de los documentos de búsqueda.
- Los artículos que no son accesibles.



**Figura 4.** Diagrama de flujo.

Por lo tanto, en la revisión se incluyeron artículos en los que se trata aspectos como la evolución histórica de la conceptualización de los servicios de los ecosistemas, los diferentes esquemas de clasificación de los servicios ecosistémicos, la tendencia tanto en investigación como en publicaciones acerca de los servicios ecosistémicos. Otros artículos incorporados en la revisión se refieren al concepto de valoración económica, exponiendo los principales métodos existentes y las limitaciones que albergan. También se han añadido artículos que indiquen los principales efectos del cambio climático hacia los servicios ecosistémicos y las posibles soluciones que se puedan llevar a cabo.

Otro tipo de documentación que ha sido de gran utilidad para conocer el estado en el que se encuentran los ecosistemas de la Tierra y sus servicios ha sido la "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio" (MA, 2005), la cual se trata de una síntesis internacional que evalúa las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano.

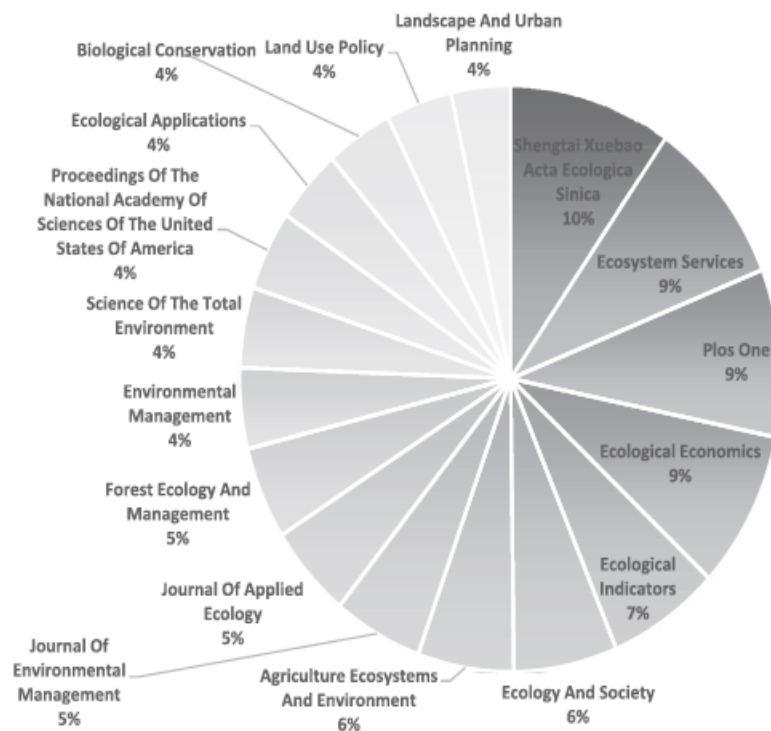
Otra iniciativa internacional interesante es la llamada "Economía de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica" (TEEB). Este proyecto se desarrolló para llamar la atención sobre los beneficios económicos mundiales de la diversidad biológica. Principalmente, se centra en la evaluación de los servicios de los ecosistemas y su importancia como instrumento para aumentar la concienciación y transmitir la importancia de los ecosistemas y la diversidad biológica a los encargados de formular políticas.

De forma análoga a la Evaluación a los Ecosistemas del Milenio, se ha desarrollado para España, La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), la cual, ha sido una guía imprescindible a la hora de comprender cuales son los servicios de los ecosistemas más valorados en España, ya que constituye el primer análisis que se realiza sobre el estado y las tendencias de los servicios de los ecosistemas terrestres y acuáticos de España y su contribución al bienestar de sus habitantes.

También ha sido muy interesante consultar la "Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos" (CICES), la cual ha sido desarrollada para ayudar a negociar las diferentes perspectivas que han evolucionado en torno al concepto de servicios ecosistémicos y ayudar en el intercambio de información sobre ellos.

Las revistas en las que se han encontrado la mayoría de las referencias, son las revistas "Ecosystem Services", y "Ecological Economics", las cuales registran la mayor parte de los artículos centrados en los servicios ecosistémicos, como se puede observar

en la figura (5). “Ecological Economics”, se trata de una revista establecida en 1989 que se centra en la publicación de investigación transdisciplinaria que conecta la ecología y la economía (Elsevier B.V., 2017b). Por otro lado, la revista “Ecosystem Services”, publica investigaciones económicas, sociales y de políticas, incorporando la base de las ciencias naturales de los servicios de los ecosistemas (Elsevier B.V., 2017c).



**Figura 5.** Porcentaje total de artículos publicados (2005-2016) por revistas académicas que citan el término "servicios de los ecosistemas" en el título, las palabras clave o el resumen de la base de datos SCOPUS. No se incluyen las revistas que representan menos del 4% de las publicaciones sobre el tema de los servicios de los ecosistemas. (McDonough, Hutchison, Moore y Shawn- Hutchinson, 2017).

#### 4.1. Servicios Ecosistémicos y bienestar humano

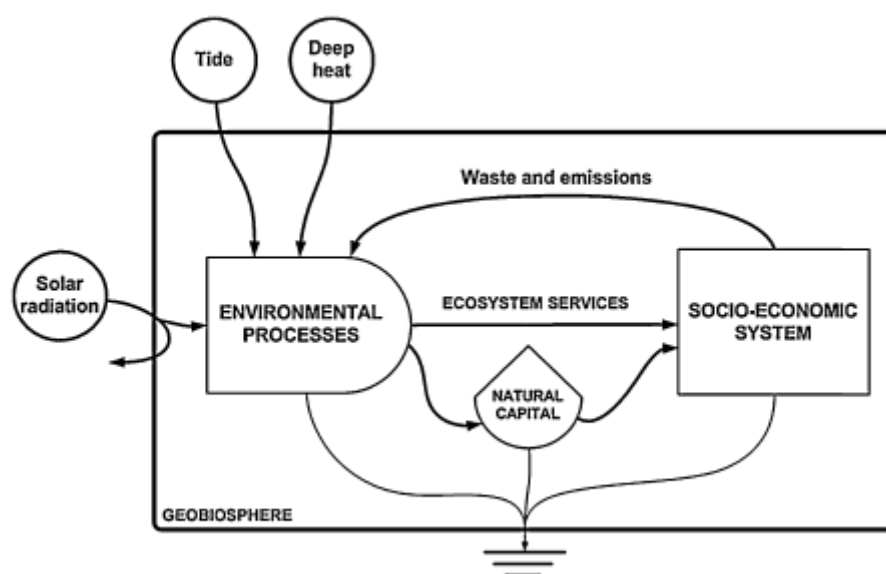
Los ecosistemas son un fundamento esencial para el bienestar humano debido a los innumerables beneficios que proporcionan.

El vínculo entre el bienestar humano y los beneficios proporcionados por los ecosistemas está siendo cada vez más investigado por los científicos. Una de las primeras guías que ilustró los múltiples vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano fue la conocida Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005). Tras el impulso de esta iniciativa, han surgido numerosos marcos que tratan de

contemplar la complejidad de los vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano (Fisher et al., 2014; Rounsevell et al., 2010; TEEB, 2010).

La correlación entre los sistemas naturales y socioeconómicos ha sido examinada también por Haines-Young & Potschin (2010) y Bastian et al., (2012, 2013), a través del concepto de "cascada de servicios de los ecosistemas", que muestra cómo las estructuras y procesos ecológicos están vinculados a los valores sociales.

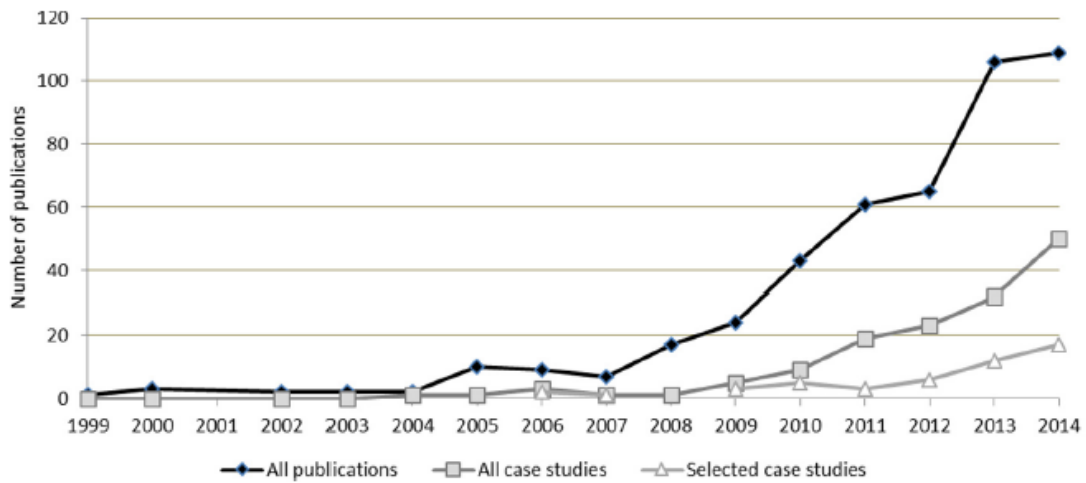
En la figura 6 se presenta un diagrama, el cual esquematiza la interrelación entre los procesos ambientales y los sistemas socioeconómicos a nivel mundial (Hayha & Franzese, 2014).



**Figura 6.** Diagrama de sistemas que muestra las interacciones entre los procesos ambientales y los sistemas socioeconómicos a escala mundial. (Hayha & Franzese, 2014).

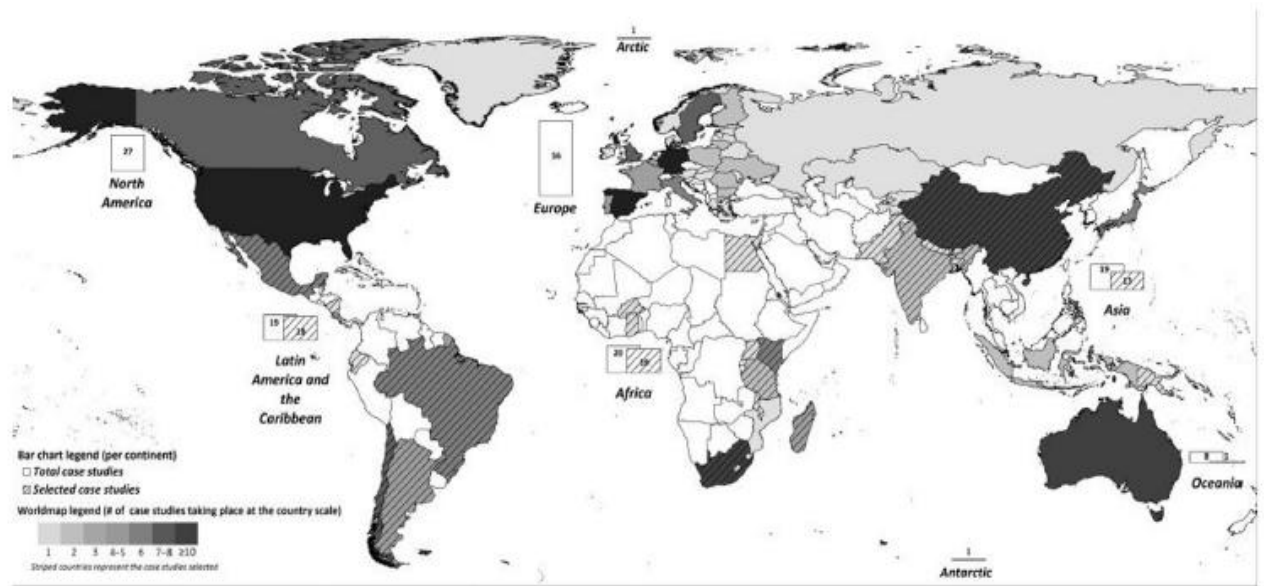
El problema lo encontramos en que la mayoría de los estudios realizados hasta ahora asumen que existen múltiples relaciones entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano, sin embargo, hay muy pocos estudios de investigación que examinen estas relaciones.

Según el estudio llevado a cabo por Cruz-García, Sachet, Blundo-Canto, Vanegas & Quintero (2017), la tendencia en investigación acerca de los ecosistemas y el bienestar humano ha ido aumentando exponencialmente, siendo el primer artículo publicado en 1999, experimentando un crecimiento significativo de las publicaciones en el año 2009 y alcanzando un número de 109 artículos en 2014 (Fig. 7).



**Figura 7.** Número de publicaciones sobre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano publicadas en inglés antes de 2015, utilizando Scopus, Web of Science y Science Direct. (Cruz-García et ., 2017).

En cuanto a los estudios de casos, el primero de ellos, se publicó en 1999 y no se observó un crecimiento significativo hasta el año 2011. La mayoría de los estudios de casos se realizaron en Europa (39%), mientras que el 19% tuvo lugar en América del Norte, el 14% en África, el 13% en Asia, el 13% en América Latina y el 6% en Oceanía. Tres estudios de casos tuvieron lugar en más de un continente. La mayoría de los estudios de casos también tuvieron en los Estados Unidos (15%), seguido de España (9%) y Alemania (7%) (Fig. 8).

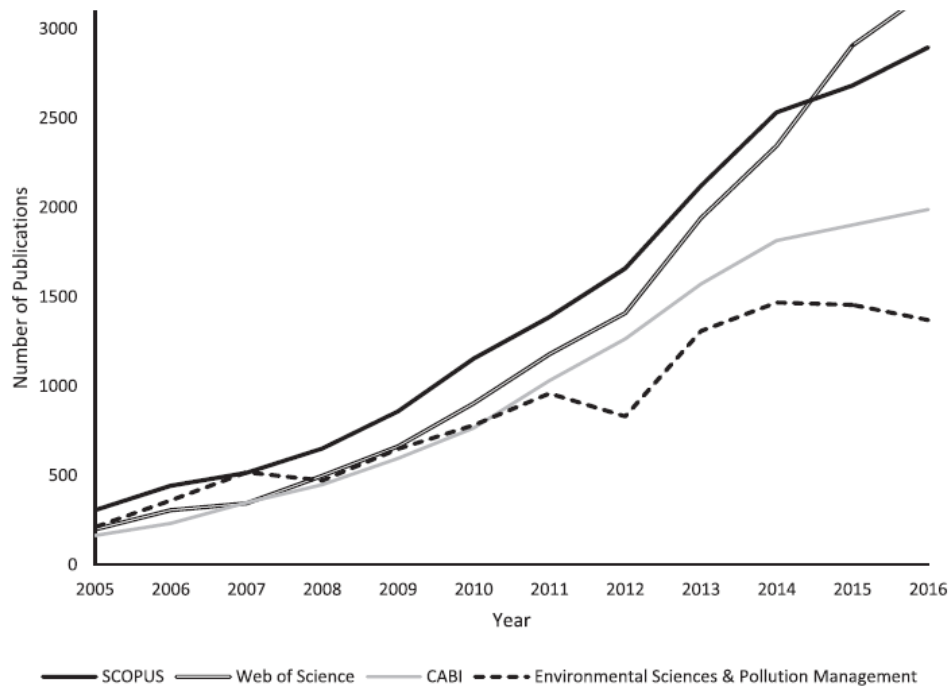


**Figura 8.** Distribución geográfica de todos los artículos que presentan estudios de casos sobre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano en todo el mundo. (Cruz-García et al., 2017).

## 4.2 Tendencia en las publicaciones de los servicios ecosistémicos

Según el meta-análisis llevado a cabo por McDonough et al., 2017, el número de artículos de revistas que se centran en los servicios ecosistémicos ha aumentado considerablemente durante el último decenio (Figura 9). Ese meta-análisis se realizó utilizando artículos de revistas publicadas de 2005 a 2016 que contenían el término "servicios del ecosistema" en el título, el resumen o las palabras clave. Los artículos se obtuvieron de cuatro grandes bases de datos científicas: SCOPUS, Web of Science Core Collection, CABI: CAB Abstracts, y Environmental Sciences and Pollution Management.

El número de artículos académicos publicados en el año 2016 fue aproximadamente de 3000 artículos tanto en SCOPUS como en Web of Science (Fig. 9).

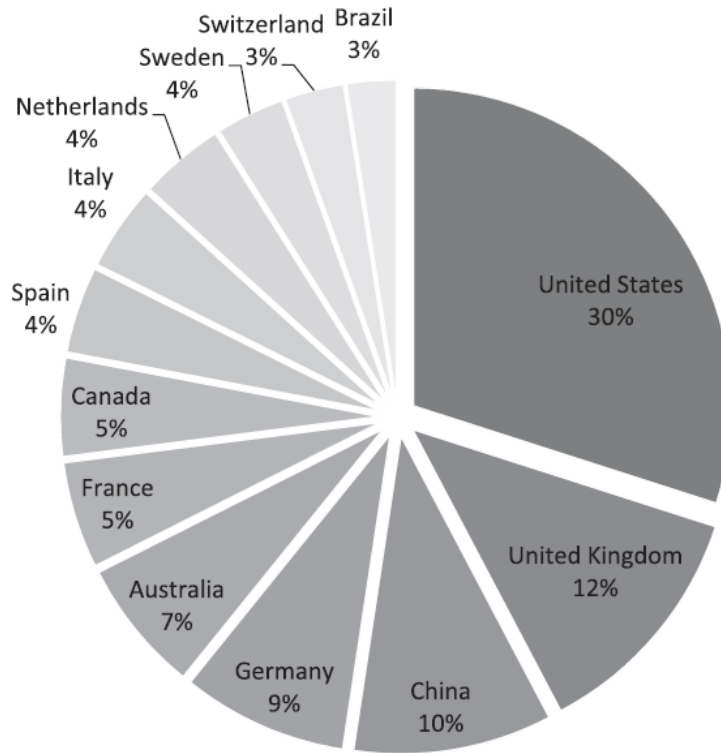


**Figura 9.** Número de artículos publicados cada año por la base de datos, citando el término “servicios del ecosistema” en el título, las palabras clave o el resumen. (McDonough et al., 2017).

Probablemente, esta proliferación de trabajos publicados esté relacionada a la publicación de importantes informes como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA), la Economía de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica (TEEB) y la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos (CICES) que han ayudado a llamar la atención sobre el tema de los servicios ecosistémicos.

### 4.3 Liderazgo de las publicaciones sobre servicios de los ecosistemas

En lo que respecta al origen de las publicaciones sobre servicios de los ecosistemas, como podemos observar en la figura 10, La Unión Europea encabeza las publicaciones sobre servicios de los ecosistemas (42%), mientras que Los Estados Unidos son responsables del 30% de las publicaciones sobre servicios de los ecosistemas, con países como el Reino Unido, China, Alemania y Australia muy próximos entre sí (Figura 10) (McDonough et al., 2017).



**Figura 10.** Porcentaje total de artículos publicados (2005-2016) por país que contiene el término "servicios del ecosistema" en el título, las palabras clave o el resumen de la base de datos SCOPUS. (McDonough et al., 2017).

La implementación de los servicios ecosistémicos en la política de los Estados Unidos se produjo de forma temprana con la Ley Agrícola de 2008, que pedía la investigación de los servicios ecosistémicos y su aplicación a los mercados ambientales (Schaefer, Goldman, Bartuska, Sutton-Grier & Lubchenco, 2015). Este proyecto de ley provocó el establecimiento de programas de investigación centrados en el medio ambiente, como la Oficina de Mercados Ambientales de la USDA, pero no promovió ninguna iniciativa política significativa.

Las iniciativas de publicación y de investigación de los servicios ecosistémicos en los Estados Unidos son numerosas y diversas. En la figura 11 se representa la distribución de las publicaciones en función de los tipos de servicios ecosistémicos estudiados. Observando esta figura, se puede apreciar que la mayoría de las publicaciones hacen referencia a los servicios de aprovisionamiento y de regulación (37% y 38%), respectivamente, mientras que los servicios culturales representan el 6% de las publicaciones. Dentro de los servicios de aprovisionamiento, los más representativos son los alimentos (20%), los cultivos (11%), la pesca (8%), el agua dulce (6%) y la madera (4%). En lo que respecta a los servicios de regulación, la mayor parte

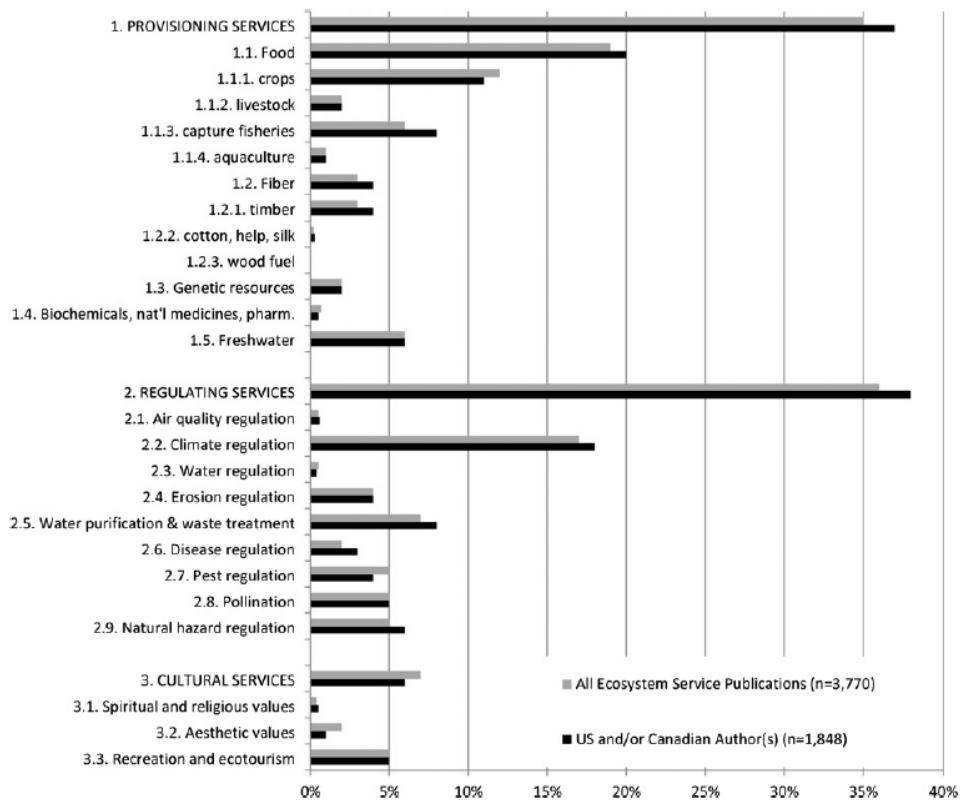
de las publicaciones incluyeron la regulación del clima (18%). Otros servicios de regulación que aparecen en las publicaciones son la purificación del agua y el tratamiento de los residuos (8%), la regulación de los riesgos naturales (6%), la polinización (5%), la regulación de la erosión y de los insectos y plagas (4%). Por último, los servicios de recreación y ecoturismo se encuentran incluidos en las tres cuartas partes de las publicaciones de servicios culturales (Molnar & Kubiszewski, 2012).

Los Estados Unidos también cuentan con una amplia variedad de programas para mantener los servicios de los ecosistemas, ejemplo de ello, son los programas para proteger y restaurar los humedales mediante la mitigación y el pago por los servicios del ecosistema (PSE). Otro ejemplo, es la protección de las cuencas hidrográficas para evitar el coste de las infraestructuras necesarias para el tratamiento de las aguas (Molnar & Kubiszewski, 2012).

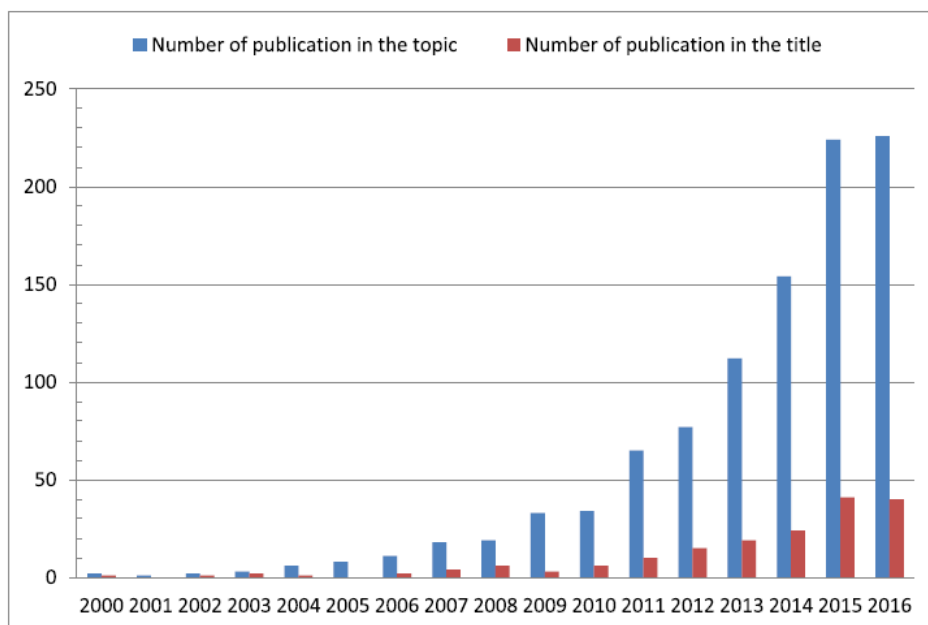
A diferencia de los Estados Unidos, la Unión Europea (UE) ha sido extremadamente proactiva en la aplicación del concepto de servicios ecosistémicos en la política durante la última década. Ejemplo de este hecho, lo tenemos en la estrategia de la UE sobre la diversidad biológica hasta el año 2020, donde se establecieron varios objetivos basados en los servicios ecosistémicos diseñados para los estados miembros para cumplir los objetivos de biodiversidad para 2020 (Comisión Europea, 2011).

Otro de los países que participan activamente en la investigación de los servicios de los ecosistemas es China como se puede observar en el gráfico de la figura 10. China representa un país con una gran variedad de ecosistemas y diversidad natural, sin embargo, el rápido desarrollo económico e industrial está ocasionando una serie de graves problemas ambientales. En este contexto, la metodología de los servicios ecosistémicos puede proporcionar un marco útil para evaluar el capital natural y resolver estos problemas ambientales con un ecosistema integrado de la gestión.

En lo que respecta a la tendencia en las publicaciones acerca de los servicios ecosistémicos, China ha experimentado un enorme crecimiento, superando las diez publicaciones en 2006 y las cincuenta en 2011 (Fig. 12). Este hecho se debe probablemente a la publicación de los informes de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) en 2005 y la Economía de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica (TEEB) en 2010, respectivamente. Desde entonces las publicaciones sobre los servicios ecosistémicos han percibido un aumento exponencial, superando los 100 en 2013, 150 en 2014 y 200 en los años 2015 y 2016 (Fig. 12) (Jiang, 2017).



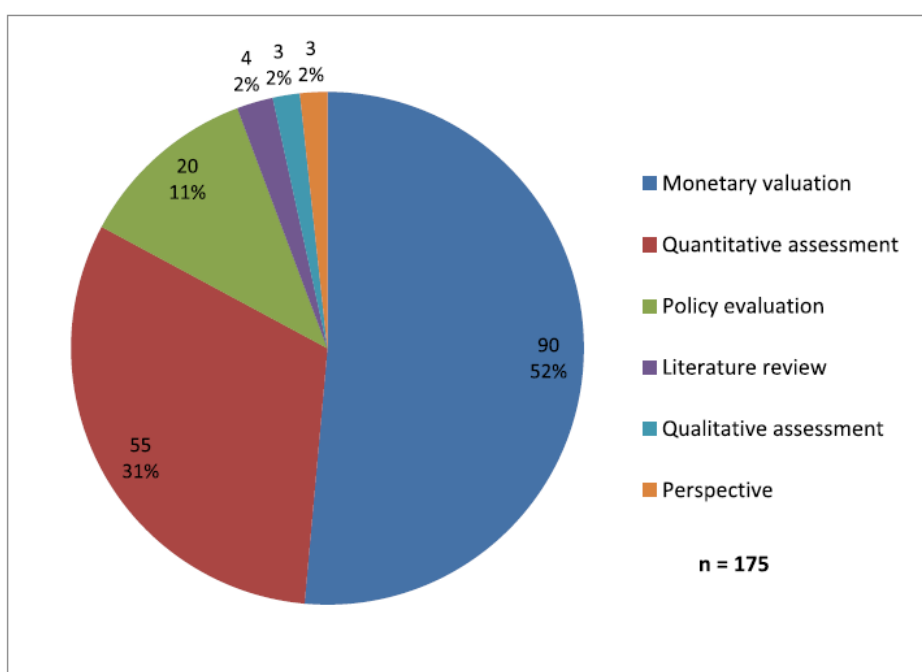
**Figura 11.** Distribución de las publicaciones por tipo de servicios de los ecosistemas. (Molnar & Kubiszewski, 2012).



**Figura 12.** Número de publicaciones sobre servicios de los ecosistemas en China buscadas en el tema y el título, respectivamente. (Jiang, 2017).

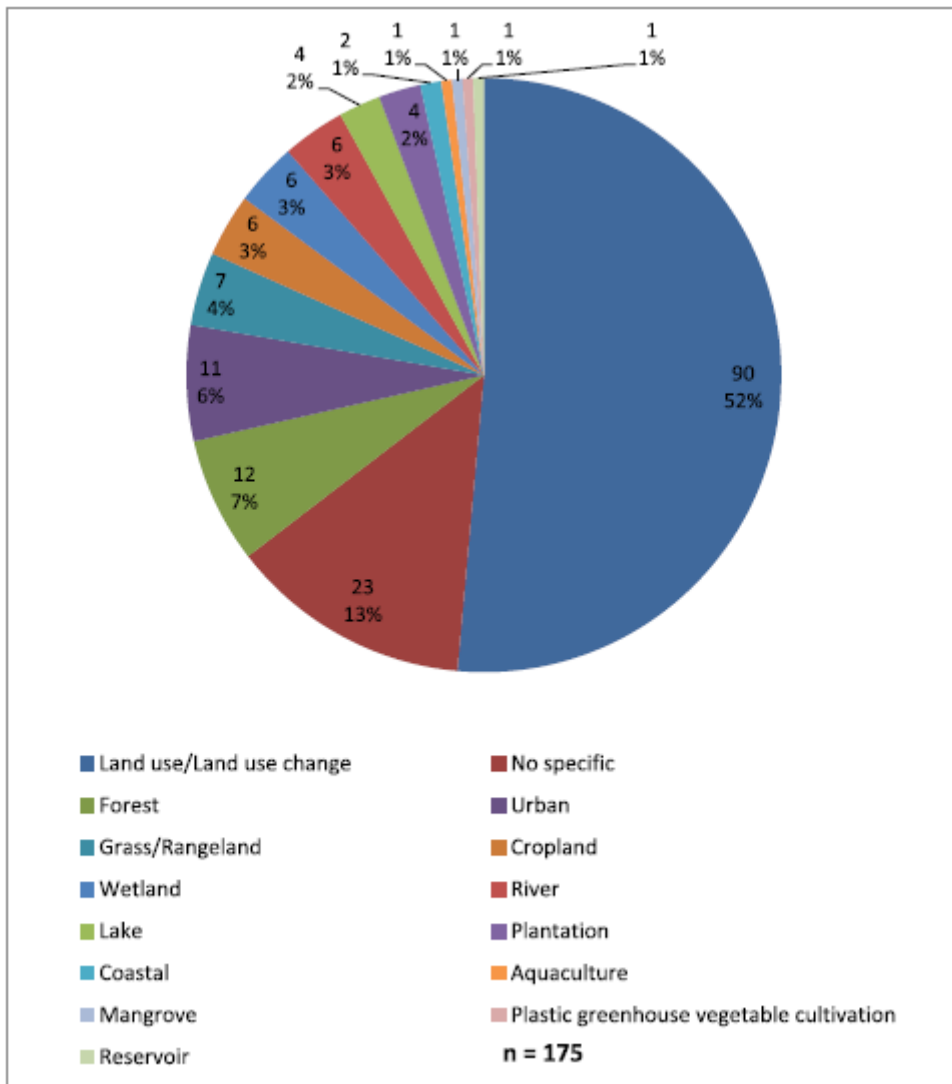
Según los resultados del análisis llevado a cabo por Jiang, 2017, se pueden identificar seis categorías de enfoque de investigación en las publicaciones acerca de

los servicios ecosistémicos. Estas categorías de investigación corresponden a: valoración monetaria, evaluación de políticas, evaluación cuantitativa, evaluación cualitativa, revisión de la literatura y perspectiva. Los resultados respecto a cuales son los enfoques de investigación más estudiados se pueden observar en la figura 13, en la que se representa que la valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas atrae la mayor atención, siendo más de la mitad de los estudios dedicados a la valoración monetaria. Cerca de un tercio de los estudios evalúan cuantitativamente los servicios de los ecosistemas y casi la décima parte de la preocupación es motivada por la evaluación de políticas. El resto trata de la evaluación cualitativa (2%), revisión de la literatura (2%) y perspectiva (2%), respectivamente (Fig. 13).



**Figura 13.** Categorías de investigación de estudios acerca de los servicios ecosistémicos. (Jiang, 2017).

De los 175 estudios identificados en el análisis de Jiang, 2017, se incluyen aquellos que consideran la tierra o el cambio en el uso de la tierra en una región (más de la mitad) y aquellos sin ninguna identificación (más del 10%). El resto de los estudios cubren una amplia gama de tipos de ecosistemas: siendo el bosque y el ecosistema urbano de los más investigados (7% y 6%, respectivamente), seguidos por pastos, tierras de cultivo, humedales, ríos, lagos y plantaciones (del 2% al 4%), ecosistema costero, acuicultura y también se consideran los manglares (1%, respectivamente) (Fig. 14).



**Figura 14.** Tipos de ecosistemas investigados. (Jiang, 2017).

#### **4.4. Tendencia de los ecosistemas investigados en los estudios de servicios ecosistémicos.**

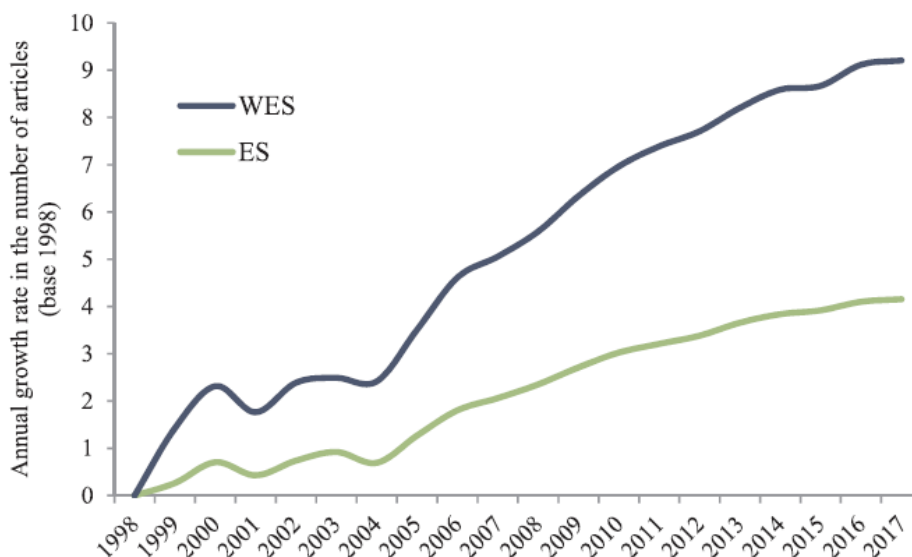
##### **4.4.1. Ecosistemas acuáticos**

En referencia a los tipos de ecosistemas en los que se ha hecho más énfasis en el ámbito de los servicios ecosistémicos podemos comentar que la investigación sobre los **ecosistemas acuáticos** ha cobrado cada vez más importancia, esto se debe a la escasez de recursos hídricos, al deterioro de los ecosistemas acuáticos y las repercusiones conexas para otros ecosistemas que se han producido en los últimos decenios y que se han convertido en importantes desafíos mundiales.

El agua se trata de un elemento fundamental, ya sea como soporte de un ecosistema en forma de hábitat o a través de un conjunto de servicios proporcionados por otros ecosistemas, de los cuales el agua es su base (Díaz et al., 2018). Es por esto, por lo que el agua desempeña un papel esencial en el desarrollo de la sociedad humana y por lo que la línea de investigación sobre los ecosistemas acuáticos ha ido adquiriendo relevancia en el ámbito de los servicios de los ecosistemas.

Según el análisis bibliométrico llevado cabo por Aznar-Sánchez, Velasco-Muñoz, Belmonte-Ureña & Manzano-Agugliaro (2019) se ha observado una tendencia al alza en dicha investigación de los servicios ecosistémicos acuáticos, ya que en los últimos cinco años (2013-2017) del análisis, se concentra más del 65% del total de artículos. De esta manera, esta línea de investigación ha ido ganando interés desde su origen hasta que se logró un crecimiento exponencial a partir del año 2007.

Para poder observar este crecimiento, en la figura (15) se presenta la evolución comparativa del número de artículos sobre los servicios de los ecosistemas (ES) y sobre los servicios de los ecosistemas acuáticos (WES).



**Figura 15.** Tendencias comparadas en los campos de investigación de los servicios de los ecosistemas (SA) y los servicios de los ecosistemas acuáticos (SEA) de 1998 a 2017. Fuente: (Aznar-Sánchez et al., 2019).

La tasa de crecimiento anual promedio de los artículos acerca de los servicios ecosistémicos (ES) es del 24,4% mientras que el de los artículos sobre los servicios de los ecosistemas acuáticos (WES) es del 30,5% (Aznar-Sánchez et al., 2019). Estos datos indican que las cuestiones relacionadas con el agua son cada vez más importantes en la investigación de los servicios de los ecosistemas. Este resultado es consistente con los resultados obtenidos por McDonough et al. (2017) en su trabajo sobre las tendencias en la investigación de los servicios de los ecosistemas.

En referencia a los países que más han contribuido a esta línea de investigación tenemos a EE.UU., China, Reino Unido, Alemania y Australia. Para poder observar con más detalle, en la tabla 4 se muestran las características de los artículos de los 10 países con el mayor número de publicaciones en el período 1998-2017. Los Estados Unidos son el país con el mayor número de artículos publicados acerca de los servicios de los ecosistemas acuáticos (WES). Durante todo el período, ha acumulado un total de 1641 artículos, que representa el 34% de la muestra total. El país con el segundo mayor número de artículos publicados es China, con un total de 950, que representan 19,7% del total. El siguiente sería el Reino Unido, con 538 artículos (11,2% del total mundial), Alemania, con 397 (8,3%), y Australia, con 351 (7,3%).

Country	A	APC	TC	TC/A	H index*	R (A)			
						1998-2002	2003-2007	2008-2012	2013-2017
USA	1641	5.08	46,948	28.6	100	1(46)	1(108)	1(409)	1(1078)
China	950	0.69	10,005	10.5	41	3(6)	2(72)	2(253)	2(619)
United Kingdom	538	8.21	14,825	27.6	59	3(6)	3(17)	3(144)	3(371)
Germany	397	4.81	8599	21.7	48	0	6(11)	5(94)	4(292)
Australia	351	14.51	11,764	33.5	50	9(3)	8(10)	4(114)	5(224)
Canada	233	6.43	10,843	46.5	42	6(4)	5(12)	6(59)	9(158)
France	227	3.39	8093	35.7	38	0	23(2)	7(52)	6(173)
Netherlands	221	12.98	7903	35.8	47	5(5)	6(11)	7(52)	10(153)
Spain	220	4.73	9224	41.9	43	0	15(3)	9(49)	8(168)
Italy	205	3.38	5982	29.2	33	0	15(3)	12(33)	7(169)

**Tabla 5:** Los países más productivos del WES de 1998 a 2017.

\* Sólo artículos de muestra. A: número de artículos totales; APC: número de artículos por 1 millón de habitantes; TC: número anual de citaciones para todos los artículos; TC/A: número de citaciones por artículo; R(A): R= posición de rango; y A= número de total de artículos.

El estudio de palabras clave llevado a cabo por Aznar-Sánchez et al., (2019) reveló la transcendencia de los ecosistemas acuáticos en los estudios de servicios ecosistémicos, ya que el 58,19% de los estudios empíricos se llevaron a cabo en ecosistemas acuáticos (humedales, costeros y marinos, y aguas subterráneas), el 24,88% en los ecosistemas agrícolas y el 16,92% en bosques.

Además, este análisis de palabras clave ha reflejado como los métodos económicos tradicionales utilizados en los estudios de evaluación del valor han sido desplazados por métodos socioculturales capaces de captar un mayor rango de dimensiones de valor.

#### 4.4.2. Ecosistemas forestales

Otro de los tipos de ecosistemas en los que se ha hecho más hincapié en relación a la investigación de los servicios ecosistémicos son los **ecosistemas forestales**. Las principales razones por las que se ha producido un notable aumento de los trabajos de investigación sobre los servicios de los ecosistemas forestales durante los últimos años son la importancia que tienen los bosques para sostener el bienestar humano, reconociendo que los bosques son los principales proveedores de servicios (Pohjanmies et al., 2017)( alimentos, madera, combustible, conservación y regulación del agua; retención de nutrientes; secuestro de carbono; protección de la biodiversidad, regulación del clima; ecoturismo y valores espirituales) y las serias amenazas a las que tienen que hacer frente este tipo de ecosistema, entre las que destacan la expansión de las tierras

agrícolas y las zonas de urbanización, así como los efectos adversos provocados por el cambio climático (Hossain et al., 2018).

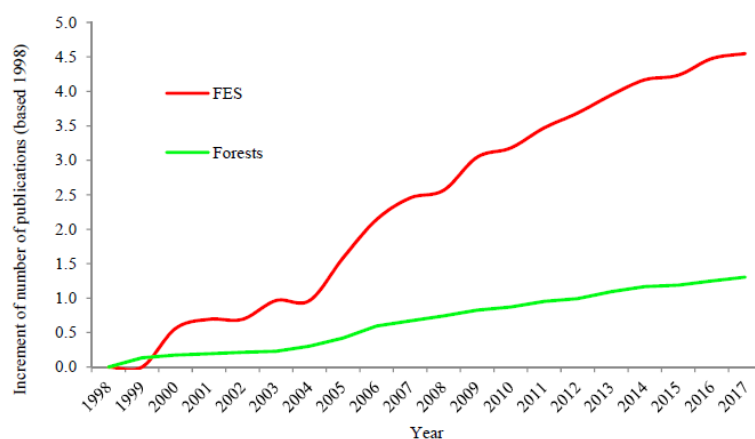
En el análisis bibliométrico realizado por Aznar-Sánchez, Belmonte-Ureña, López-Serrano & Velasco- Muñoz (2018), durante el período comprendido entre 1998 y 2017, se muestra que el número de artículos publicados acerca de los servicios del ecosistema forestal FES (A) ha crecido casi exponencialmente en los últimos 20 años. Ha pasado de ocho en 1998 a 756 en 2017 Tabla 6. La mayoría de los artículos (68,62%) se publicaron en los últimos cinco años (2013-2017). La columna FES/F muestra el número anual de artículos de los servicios de los ecosistemas forestales dividido por el número total de artículos publicados sobre los bosques, como porcentaje. La presencia de artículos sobre los servicios de los ecosistemas forestales ha crecido de 0,14% en 1998 a 3,71% en 2017.

Year	A	FES/F	NR	NR/A	TC	TC/CA	AU	AU/A	J	C
1998	8	0.14	298	37.25	1	0.13	15	1.88	8	5
1999	8	0.13	341	42.63	5	0.31	22	2.75	8	8
2000	14	0.21	387	27.64	16	0.53	28	2.00	12	12
2001	16	0.24	716	44.75	40	0.87	39	2.44	13	11
2002	16	0.23	733	45.81	69	1.11	51	3.19	14	9
2003	21	0.30	671	31.95	107	1.29	60	2.86	15	9
2004	21	0.28	721	34.33	131	1.26	63	3.00	20	15
2005	39	0.46	1148	29.44	234	1.64	167	4.28	27	23
2006	68	0.68	2654	39.03	395	1.87	197	2.90	47	25
2007	93	0.86	3491	37.54	688	2.26	299	3.22	61	38
2008	104	0.90	4921	47.32	928	2.27	335	3.22	63	32
2009	168	1.33	7176	42.71	1583	2.75	651	3.88	103	58
2010	192	1.45	9291	48.39	2292	2.98	808	4.21	120	69
2011	257	1.79	11,932	46.43	3036	2.96	1019	3.96	149	62
2012	319	2.14	15,270	47.87	4494	3.34	1224	3.84	187	61
2013	414	2.51	18,962	45.80	6502	3.70	1552	3.75	177	75
2014	516	2.91	24,912	48.28	8326	3.66	2085	4.04	223	84
2015	552	3.05	26,161	47.39	10,457	3.70	2396	4.34	229	82
2016	702	3.65	33,607	47.87	13,200	3.74	3259	4.64	279	95
2017	756	3.71	37,662	49.82	16,532	3.86	3362	4.45	276	94

**Tabla 6:** Características de los artículos sobre los servicios de los ecosistemas forestales (FES) publicados desde 1998 hasta 2017 (artículos, referencias, autores, citas, revistas y países).

A: número anual de artículos publicados sobre FES; FES/F: porcentaje de artículos sobre FES dentro de las publicaciones forestales; NR: número total de referencias de todos los artículos; NR/A: número anual de referencias por artículo; TC: número anual de citas; TC/CA: número medio de citas por artículo (total de citas desde 1998/total de artículos desde 1998); AU: número anual de autores; AU/A: número medio de autores por artículo; J: número anual de revistas que publicó por lo menos 1 artículo sobre la FES en un año específico; C: número anual de países.

Otra de las pruebas de la creciente tendencia en la investigación de los servicios de los ecosistemas forestales se muestra en la figura 16 la cual nos representa una comparación entre el aumento del número de investigaciones publicadas sobre los servicios de los ecosistemas forestales y sobre los bosques en general. El crecimiento anual medio de artículos sobre bosques fue del 7,11%, mientras que el de los servicios de los ecosistemas forestales aumentó al 27,05% (Aznar-Sánchez et al., 2018).



**Figura 16.** Tendencias comparadas en los campos de investigación de los bosques y los servicios de los ecosistemas forestales (SEF) de 1998 a 2017. Fuente: Aznar-Sánchez et al., 2018.

Algunas otras observaciones que se pueden apreciar en la tabla de “evolución de las características de los servicios de los ecosistemas forestales”, es que el número de revistas (J) que han publicado al menos 1 artículo sobre los servicios de los ecosistemas forestales en un año específico ha aumentado de 8 en 1998, a 276 en 2017. Además, el número de países (C) que publican artículos sobre los servicios de los ecosistemas forestales ha aumentado rápidamente durante este período, de cinco en 1988 a 94 en 2017. El hecho de que una gama tan amplia de países estén implicados en la investigación de los servicios de los ecosistemas forestales señala que se trata de una línea de investigación que ha recibido una creciente atención en todo el mundo.

En cuanto a los países con un mayor número de artículos referidos a los servicios de los ecosistemas forestales durante el período 1998 hasta 2017, Los Estados Unidos ocuparon el primer lugar, seguidos por China, el Reino Unido, Alemania y Brasil (Tabla 7).

Country	A	FES/F	APC	TC	TC/A		R (A)			
					FES	F	1998–2002	2003–2007	2008–2012	2013–2017
United States	1369	2.15	4.24	35,706	26.08	27.46	1 (22)	1 (95)	1 (377)	1 (875)
China	540	2.33	0.39	6677	12.36	8.68	3 (6)	2 (41)	2 (143)	2 (350)
United Kingdom	445	3.19	6.78	11,475	25.79	27.77	6 (4)	3 (16)	3 (111)	3 (314)
Germany	414	2.48	5.02	7372	17.81	23.44	6 (4)	5 (13)	4 (92)	4 (305)
Brazil	302	1.53	1.45	5907	19.56	13.47	11 (2)	10 (9)	5 (72)	5 (219)
Canada	240	1.45	6.62	7597	31.65	24.17	14(1)	4 (15)	6 (55)	7 (169)
Australia	232	2.22	9.58	7168	30.90	22.38	4 (5)	5 (13)	11 (42)	6 (172)
France	221	2.09	3.30	6116	27.67	23.64	0	7 (12)	7 (54)	8 (155)
Spain	204	2.40	4.39	6956	34.10	19.42	14(1)	11 (7)	9 (48)	9 (148)
Italy	191	3.04	3.15	4487	23.49	23.22	11 (2)	20 (3)	12 (38)	9 (148)

**Tabla 7.** Los 10 países más productivos en la investigación de los servicios de los ecosistemas forestales de 1998 a 2017.

A: número anual de artículos totales; FES/F: porcentaje de artículos sobre FES dentro de las publicaciones forestales; APC: número de artículos por cada millón de habitantes; TC: número anual de citas de todos los artículos; TC/A: número de citas por artículo. R: posición de clasificación.

#### 4.5. Influencia del cambio climático y las actividades humanas en los servicios ecosistémicos

Como se ha podido observar a lo largo de este estudio, el campo de los servicios ecosistémicos ha experimentado un auge notablemente significativo, pero este hecho no ha evitado que la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios ecosistémicos se merme debido a la presión que existe por parte de la creciente demanda de público y los cambios en el medio ambiente (climáticos y socioeconómicos). Las Naciones Unidas señalaron en su Evaluación de los Ecosistemas del Milenio que 15 de los 24 servicios de los ecosistemas identificados (alrededor del 60%) estaban en continua degradación y se prevé que en los próximos 50 años, los servicios de los ecosistemas se degraden aún más, a menos que se adopten medidas adecuadas (MA, 2005).

Con un incremento de la población mundial, la demanda de servicios de aprovisionamiento está aumentando; al mismo tiempo, la regulación de los servicios de los ecosistemas podría verse afectada negativamente por el avance del cambio climático (IPCC, 2014).

Según las proyecciones del clima mundial, las temperaturas pueden aumentar hasta 5 °C hacia el final del siglo, y es muy probable que los patrones de precipitación cambien para dar lugar a períodos de sequía más prolongados y una creciente frecuencia de los eventos extremos (IPCC, 2013; Vaghefi et al., 2019). El aumento de la frecuencia de los fenómenos extremos y la variabilidad climática podrían acelerar la pérdida de los servicios indispensables de los ecosistemas (como la regulación del agua y el aprovisionamiento de alimentos) (Henne et al., 2018; Schröter et al., 2005, Wang et

al., 2016), así como afectar gravemente a las funciones de los ecosistemas y la biodiversidad.

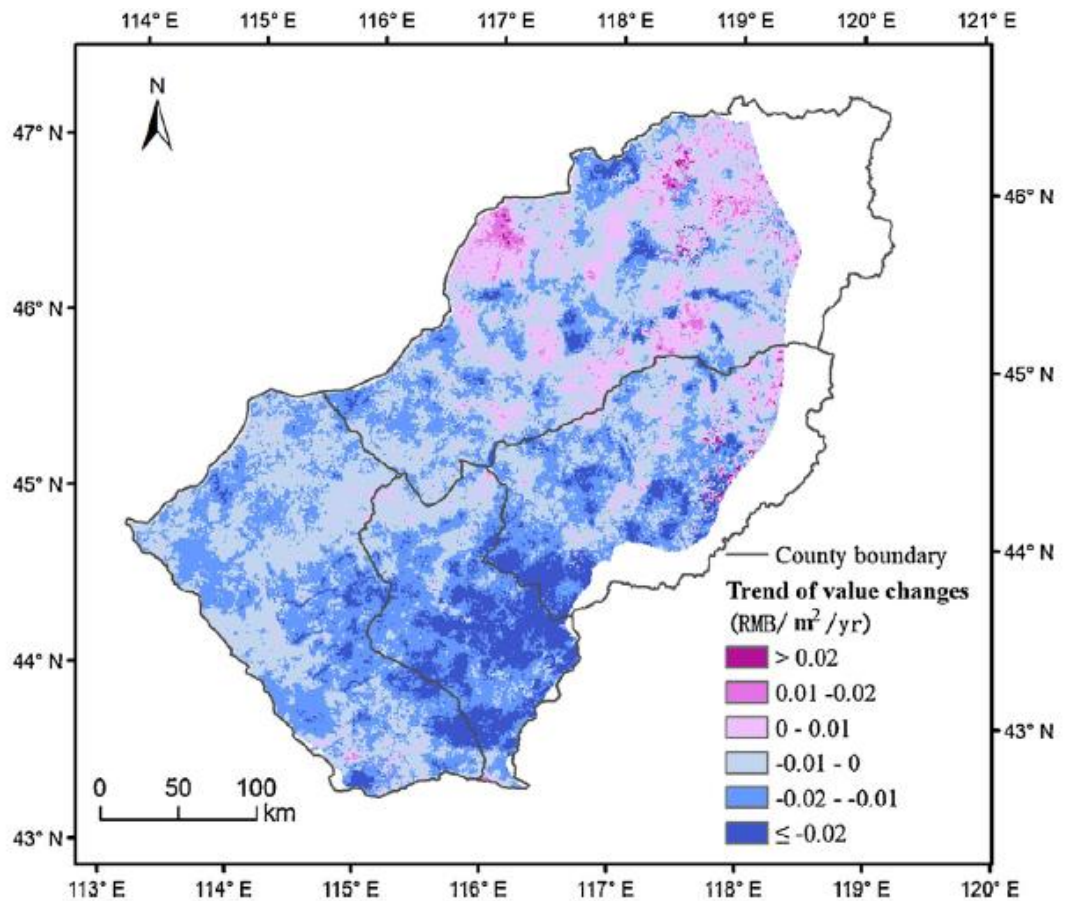
A finales del siglo XXI, el cambio climático será el impulsor directo de la oferta de servicios de los ecosistemas (MA, 2005; Bennett et al., 2009; Bagstad et al., 2013; Su y Fu, 2012).

Las grandes alteraciones producidas en el clima, en combinación con otras perturbaciones como son los cambios en el uso de la tierra, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos, desarrollarán grandes modificaciones en la prestación de servicios por parte de los ecosistemas, como consecuencia de la disminución de la resistencia de muchos ecosistemas (Peñuelas et al., 2017).

Los resultados del estudio llevado a cabo por Peñuelas et al., 2017, mostraron que en los ecosistemas terrestres del Mediterráneo, los impactos del cambio global están afectando a varios servicios básicos de los ecosistemas para los seres humanos, como son los servicios de aprovisionamiento (suministro de recursos como los pastos, los alimentos, las medicinas o los productos de consumo como la madera, la caza), los servicios ambientales (mantenimiento de la biodiversidad, regulación del clima, conservación de suelos y agua o almacenamiento de C) y servicios sociales (usos recreativos, educativos y de ocio, valores culturales tradicionales o turismo).

Los principales efectos del cambio global que más preocupan en los ecosistemas terrestres de la zona del Mediterráneo, son el aumento de la sequía que provoca a su vez un incremento de la aridez (Peñuelas et al., 2017).

Los resultados de la investigación llevada a cabo por Wang et al., 2016 indicaron que bajo la influencia combinada del cambio climático y las actividades humanas, el valor de los servicios de los pastizales estudiados, disminuyó en más del 86%, durante el período de tiempo comprendido de 1995 a 2011 (Fig. 17).



**Figura. 17.** Tendencias de cambio en los valores de los servicios del ecosistema, 1995-2011. (Wang et al., 2016).

El efecto común del cambio climático y las actividades humanas causan la degradación de los ecosistemas de pastizales, amenazando su diversidad y productividad biológica, provocando graves daños al desarrollo económico y a la protección del medio natural (Wang et al., 2016).

Scheiter et al., 2019 argumenta también la importancia de los pastizales de la sabana como ecosistemas que proporcionan servicios esenciales (como son la producción ganadera y el suministro de leña) a los humanos y como estos ecosistemas se encuentran bajo una fuerte presión debido al uso intensivo de la tierra, el aumento del tamaño de la población humana y el cambio climático. Todos estos impulsores influyen en la prestación de los servicios de este tipo de ecosistemas.

Algunas de las principales amenazas por parte de la sociedad humana, son el crecimiento demográfico, la expansión económica y el desarrollo de infraestructuras, que dan lugar a cambios en los usos de la tierra, provocando pérdidas de tierras agrícolas y numerosos efectos negativos hacia los servicios de los ecosistemas.

Algunos estudios como los de Kreuter et al., 2001; Lorencová et al., 2016 han demostrado que el cambio de uso de la tierra, tiene un impacto significativo en los servicios de los ecosistemas a través de los cambios en el equilibrio de carbono y los flujos de nutrientes.

Otros autores como Quintas-Soriano et al., 2016; Mononen et al., 2016, argumentan que los cambios en el uso de la tierra afectan directamente a la composición de los ecosistemas y por lo tanto, perjudican la capacidad de los ecosistemas para suministrar servicios.

Otro tipo de ecosistemas que están amenazados a nivel mundial son los ecosistemas costeros (Barbier et al., 2011; He & Silliman, 2019; Lotze et al., 2006).

Uno de los principales impulsores que afectan a los servicios de este tipo de ecosistemas es el cambio climático, reduciendo la prestación de servicios como son la protección de las costas, el mantenimiento de las pesquerías, la mitigación de la contaminación y el secuestro de carbono. (He & Silliman, 2019).

Worm et al., 2006, también argumentan que la disminución mundial de los ecosistemas costeros provocan efectos negativos en varios servicios, como es el caso del mantenimiento de las pesquerías que ha sufrido una disminución del 33%, el suministro de hábitats de viveros como arrecifes de ostras, praderas de pastos marinos, y los humedales, con una disminución del 69% ; y la filtración de sedimentos y contaminantes por los alimentadores en suspensión, la vegetación sumergida , y los humedales con un 63% de disminución (Worm et al., 2006).

En la evaluación integrada de los impactos del cambio climático en varios servicios realizada por Zanireh et al. (2019), para la cuenca del Broye en Suiza occidental, se llegó a la conclusión de que los servicios de regulación del agua, el agua dulce y los servicios de alimentos se verán afectados negativamente por el cambio del clima.

A pesar de que el cambio climático es una de las principales amenazas de los ecosistemas costeros, los impactos provocados por el hombre, también tienen una importancia significativa. Ejemplo de estos impactos, son las aportaciones de nutrientes excesivos, metales pesados y otros tipos de contaminantes como son los plásticos o sedimentos, además los ecosistemas costeros son demandados para diferentes sectores humanos como son el industrial y la agricultura. (He & Silliman, 2019).

Algunos datos que nos indican el deterioro de este tipo de ecosistemas por las actividades humanas son que el 50% de las marismas saladas, el 35% de manglares, 30% de los arrecifes de coral y 29% de las praderas marinas se pierden o se degradan en todo el mundo (Valiela et al., 2001, MA 2005, Orth et al., 2006, Waycott et al., 2009).

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. Servicios ecosistémicos y Bienestar Humano**

El análisis de los vínculos entre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano es necesario para ayudarnos a entender cómo la economía humana (bienestar humano) se ve afectada por la disponibilidad de reservas y el funcionamiento de los sistemas ecológicos, y cómo los ecosistemas se transforman por las decisiones de los humanos sobre las formas en que deben gestionarse los servicios de los ecosistemas para aumentar sus beneficios en términos de bienestar humano (McMichael et al., 2005).

Otra estrecha relación de importancia es la que se produce entre la salud humana y la salud de los ecosistemas, cuyo entendimiento y comprensión ha aumentado rápidamente en los últimos decenios. Esta conexión entre los sistemas naturales y la salud humana se ha demostrado que contribuye a mejorar el funcionamiento del sistema inmunológico, el estado de ánimo y la concentración, teniendo todos estos aspectos efectos directos sobre la economía (Chiabai et al., 2018).

Desde finales del decenio de 1960, la cuestión de la dependencia de las sociedades humanas de la naturaleza se ha tratado en la literatura científica, destacando la capacidad de los ecosistemas sanos para prestar servicios vitales en apoyo de la economía y el bienestar humanos (Helliwell, 1969; Westman, 1977; Odum & Barrett, 1971). A pesar de esto, el uso del concepto de “servicios ecosistémicos” no mostro un aumento sustancial en la investigación hasta que se publicó la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005).

La tendencia en la investigación acerca de la relación entre el bienestar humano y los servicios ecosistémicos ha ido en aumento, como se muestra en los resultados obtenidos por el estudio llevado a cabo por Cruz-García et al. (2017), que muestran que el número de publicaciones comenzó a aumentar en 2009 con más de 20 por año (n = 462), mientras que el número de estudios de casos en general para el mundo no muestran un importante aumento hasta 2011 (n = 145). En referencia a los estudios de

casos acerca de la conexión entre bienestar humano y los servicios de los ecosistemas, el primer estudio de casos se publicó en 1999, siendo las regiones más comunes para este tipo de investigación Europa y América del Norte (EE.UU. y Canadá), donde se realizó el 35% de todos los estudios de casos. Por el contrario, en países como África, Asia o América latina, las investigaciones sobre los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano son muy recientes, ya que comenzaron a llevarse a cabo en el año 2006, además de ser muy escasas. Este hecho tiene una relevancia muy significativa, ya que es de vital importancia investigar los vínculos entre el bienestar humano y los beneficios proporcionados por los ecosistemas debido a la rápida disminución de los servicios de los ecosistemas per cápita en África subsahariana, el Oriente Medio y el Asia meridional (Corvalan et al., 2005).

El problema existente de la estrecha relación entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano, es que el capital natural se está volviendo cada vez más escaso debido a la intensa demanda por parte de las actividades humanas. Este hecho, ha dado lugar a comprender cuál es el valor de los ecosistemas y sus servicios, cómo valorarlos y cuáles son las limitaciones de tales métodos de valoración (Daily et al., 2000).

Ejemplos de esta tendencia acerca de la valoración de los ecosistemas, los tenemos en artículos como Vihervaara et al., 2010a, Balmford et al., 2002; Kandziara et al., 2013, Costanza et al., 1997, Howarth & Farber, 2002; de Groot et al., 2012; que consideran la valoración monetaria como un instrumento esencial para apoyar los procesos de adopción de decisiones y para la gestión sostenible de los sistemas naturales. También hay otros investigadores como Brown & Ulgiati, 1999; Jørgensen, 2010; Müller, 2005; Müller & Burkhard, 2012; Ulgiati et al., 2011, que se centran en estudios acerca de indicadores ecológicos para valorar el ecosistema y sus servicios.

La evaluación de los servicios de los ecosistemas se trata de un campo de investigación relativamente joven aunque en rápido desarrollo, como consecuencia de este hecho, han germinado una serie de estudios como los de Gómez-Baggethun et al., (2010), de Groot et al., (2012), Howarth & Farber (2002), Nunes & vanden Bergh (2001), Spangenberg & Settele (2010) y Turner et al., (2003) que analizan las ventajas y las desventajas de la valoración económica de los servicios de los ecosistemas.

A pesar de la importancia de todos los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano, la falta de mercados para la mayoría de los bienes y servicios obtenidos de los ecosistemas provoca que la mayoría de los servicios no tengan precios de mercado. Además la falta de información sobre la cantidad de los servicios que

proporcionan los ecosistemas provoca que el problema se agrave aún más (Hasan et al., 2020).

Otro de los problemas asociados a la evaluación de los servicios de los ecosistemas es que como ningún método es aplicable a todos los servicios de los ecosistemas, no existe un marco comúnmente aceptado para la evaluación de los ecosistemas (Chan et al., 2012).

Por lo tanto, como se ha podido apreciar, la evaluación de los servicios de los ecosistemas podría desempeñar un papel clave en la investigación de la interacción entre los sistemas ecológicos y socioeconómicos, sin embargo, aún quedan varios retos por afrontar en lo que respecta a la valoración de los servicios de los ecosistemas, estos desafíos conllevan la cuantificación y la modelización de las diferentes categorías, su valoración monetaria y la necesidad de un equipo interdisciplinario capaz de llevarlo a cabo.

## **5.2. Tendencia en las publicaciones de los Servicios Ecosistémicos**

El análisis de las tendencias mundiales de publicación acerca de los servicios ecosistémicos llevado a cabo por varios autores como McDonough et al., 2017; Molnar & Kubiszewski, 2012, indican que el número de artículos de revistas que se centran en los servicios de los ecosistemas ha aumentado considerablemente durante el último decenio. Se observa que desde 1983, un total de 2386 artículos sobre servicios de los ecosistemas aparecieron en revistas incluidas en la base de datos de ISI Web of Science y que el número de publicaciones en 2016 alcanzó los 3000 artículos. Las posibles razones por las que se produjo este crecimiento en la investigación acerca de los servicios ecosistémicos puede deberse a la publicación de artículos clave en el campo de los servicios ecosistémicos como son los de Costanza et al. (1997) y Daily (1997); también puede ser por el impacto provocado por iniciativas mundiales como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005), la Economía de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica (TEEB), la Clasificación Internacional Común de Servicios de Ecosistemas (CICES) y la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) que además de atraer a investigadores al campo de estudio de los servicios ecosistémicos, crearon conciencia sobre su importancia.

Las iniciativas internacionales pueden llevar implícitamente un mayor interés en los servicios de los ecosistemas pudiendo afectar a la financiación de la investigación (Andrén et al. 2008).

Otros acuerdos internacionales han hecho crecer la investigación de los servicios ecosistémicos en Europa, algunos de ellos son el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (Naciones Unidas (ONU), 1992), la Estrategia de la UE para la Biodiversidad 2020 (Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), 2015).

También podría ser que el aumento de las publicaciones en este campo se deba a la mayor valoración que se realiza del enfoque de los servicios ecosistémicos en varias disciplinas o incluso a la mayor propagación geográfica y económica en la investigación de los servicios de los ecosistemas.

La definición ampliamente reconocida y la clasificación de los servicios de los ecosistemas de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio pueden haber guiado la terminología en el campo de investigación de los servicios ecosistémicos (Andrén et al. 2008).

Los resultados que se muestran en el artículo de Vihervaara et al., (2010b), en referencia a las categorías estudiadas de los servicios de los ecosistemas, indican que la mayoría de los estudios se centraron en los servicios de aprovisionamiento y en los servicios de regulación, o en una combinación de más de una categoría, aunque se debe tener en cuenta que en varios estudios no se definieron las categorías de los servicios de los ecosistemas. Estos resultados son consistentes con los resultados obtenidos por Molnar & Kubiszewski, (2012), en su trabajo "Gestionar la riqueza natural: Investigación y aplicación de los servicios de los ecosistemas en los Estados Unidos y el Canadá".

En cuanto a las conclusiones extraídas de los artículos de Aznar- Sánchez et al., (2019) y Aznar- Sánchez et al., (2018), en referencia a los tipos de ecosistemas más estudiados tenemos principalmente a los ecosistemas acuáticos y a los ecosistemas forestales. Estos datos se corresponden con lo sugerido por otros artículos como Vihervaara et al., (2010b), y McDonough et al., (2017) que nos indican el aumento del número de publicaciones sobre este tipo de ecosistemas. Las razones por las que se ha hecho más hincapié en este tipo de ecosistemas puede deberse a la mayor biodiversidad de estos hábitats y a la importancia tanto de los ecosistemas acuáticos como de los forestales para sostener el bienestar humano.

En referencia a los países que más han contribuido a las líneas de investigación de los ecosistemas acuáticos y de los forestales tenemos a EE.UU, China, Reino Unido, Alemania y Brasil. Esta lista de los países más productivos en la línea de investigación en cuanto a los servicios de los ecosistemas acuáticos y forestales corresponde con lo sugerido por McDonough et al., (2017).

### **5.3. Cambio Climático y actividades humanas**

Nuestros resultados demuestran que el cambio climático y las actividades humanas ejercen presiones sustanciales sobre la capacidad de los ecosistemas para la prestación de servicios. De acuerdo con los estudios existentes (MA, 2005; Bennett et al., 2009; Bagstad et al., 2013; Su y Fu, 2012), el cambio climático será el impulsor directo de la oferta de servicios de los ecosistemas a finales del siglo XXI.

El cambio climático afecta a los organismos individuales, a la forma en que interactúan con otros organismos y sus hábitats. De este modo se produce la alteración de la estructura y de la función de los ecosistemas, que a su vez afectan a la disponibilidad y prestación de servicios de los ecosistemas para la sociedad humana, incluidos los cambios en la provisión, regulación, apoyo y servicios culturales. (Díaz et al., 2019, Peñuelas et al., 2017, Weiskopf et al., 2020).

Algunos impactos climáticos como el aumento de las temperaturas, cambios en las precipitaciones y perturbaciones como los incendios forestales, alteran los suministros de agua dulce, provocando el aumento en los costos de tratamiento de agua, además de perturbar la producción agrícola y la generación de energía (Barnett et al., 2008; Stewart et al., 2005, Warziniack et al., 2018).

Aunque es de vital importancia, no sólo tener en cuenta como impulsor directo al cambio climático, sino también la combinación de los grandes cambios producidos por el clima y las alteraciones provocadas por las actividades humanas, ya que también desarrollan enormes modificaciones en la prestación de servicios por parte de los ecosistemas (Peñuelas et al., 2017, He & Silliman, 2019, Wang et al., 2016, Scheiter et al., 2019, Worm et al., 2006).

Entre las principales amenazas que existen por parte de los humanos, tenemos el crecimiento demográfico, la expansión económica y el desarrollo de infraestructuras. Estos hechos repercuten en las actividades realizadas por la sociedad humana, las cuales provocan cambios en el uso de la tierra, aumento de la contaminación y la sobreexplotación de recursos naturales que causaran enormes modificaciones en la prestación de servicios por parte de los ecosistemas (Peñuelas et al., 2017).

Algunos autores como Kreuter et al. (2001), Lorencová et al. (2016), Quintas-Soriano et al. (2016), Mononen et al. (2016), entre otros, argumentan el cambio de uso de la tierra como un impulsor directo que afecta a la capacidad de los ecosistemas para prestar servicios ecosistémicos.

Por lo tanto, se podría concluir que los dos principales factores que impulsan la prestación de servicios de los ecosistemas son el cambio climático y el cambio en el uso de la tierra (Hoyer & Chang, 2014).

## **6. CONCLUSIONES**

A lo largo de este estudio se ha podido comprobar que los ecosistemas son la base de la existencia y del desarrollo humano debido a los innumerables aportes (agua dulce, alimentos, productos de origen medicinal, materiales de producción industrial y agrícola, mantenimiento del equilibrio entre los factores atmosféricos, hidrológicos y biogeoquímicos, mantenimiento de la diversidad biológica) que realizan a los seres humanos. Debido al hecho de que los servicios ecosistémicos son un puente entre los ecosistemas naturales y el bienestar humano (MA, 2003; MA, 2005;), el concepto de servicios de los ecosistemas ha recibido cada vez más atención tanto por parte de los académicos y científicos como en la política e incluso en la conciencia de la sociedad. Sin embargo, el aumento incontrolado de la demanda de estos servicios por parte de la humanidad y los efectos provocados por el cambio climático, han dado lugar a comprender cuál es el valor de los ecosistemas y sus servicios. Uno de los principales instrumentos que proporciona la base tanto teórica como práctica para incitar a la sociedad a prestar más atención a los ecosistemas y para hacer frente al cambio climático, es la evaluación del valor de los servicios de los ecosistemas y la determinación del valor monetario de los servicios prestados por el ecosistema. A pesar de que la evaluación de los servicios de los ecosistemas se trate de un área de investigación en continuo y rápido desarrollo, se trata de una disciplina relativamente joven de la que queda mucho por aprender tanto en el campo de la investigación como en el de su vinculación con la toma de decisiones.

## 7. REFERENCIAS

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2015). Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020. Recuperado de [https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf)
- Andrén, O., Kirchmann, H., Kätterer, T., Magid, J., Paul, E. A., & Coleman, D. C. (2008). Visions of a more precise soil biology. *European Journal of Soil Science*, 59(2), 380-390.
- Aznar-Sánchez, J. A., Belmonte-Ureña, L. J., López-Serrano, M. J., & Velasco-Muñoz, J. F. (2018). Forest ecosystem services: An analysis of worldwide research. *Forests*, 9(8), 453.
- Aznar-Sánchez, J. A., Velasco-Muñoz, J. F., Belmonte-Ureña, L. J., & Manzano-Agugliaro, F. (2019). The worldwide research trends on water ecosystem services. *Ecological Indicators*, 99, 310-323.
- Bagstad, K. J., Johnson, G. W., Voigt, B., & Villa, F. (2013). Spatial dynamics of ecosystem service flows: a comprehensive approach to quantifying actual services. *Ecosystem Services*, 4, 117-125.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., & Turner, R.K. (2002). Economic reasons for conserving wild nature. *science*, 297(5583), 950-953.
- Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*, (84-85), 8-15.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological monographs*, 81(2), 169-193.
- Barnett, T. P., Pierce, D. W., Hidalgo, H. G., Bonfils, C., Santer, B. D., Das, T., Bala, G., Wood, A.W., Nozawa, T., Mirin, A.A., Cayan, D.R., & Dettinger, M.D. (2008). Human-induced changes in the hydrology of the western United States. *Science*, 319(5866), 1080-1083.
- Bastian, O., Haase, D., & Grunewald, K. (2012). Ecosystem properties, potentials and services—The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological indicators*, 21, 7-16.
- Bastian, O., Syrbe, R. U., Rosenberg, M., Rahe, D., & Grunewald, K. (2013). The five pillar EPPS framework for quantifying, mapping and managing ecosystem services. *Ecosystem Services*, 4, 15-24.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12(12), 1394-1404.
- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics*, 63(2-3), 616-626.
- Brown, M. T., & Ulgiati, S. (1999). Emergy evaluation of the biosphere and natural capital. *Ambio*, 486-493.

Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.

Camacho-Valdez, V., y Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio Ciencias*, 1(4), 3-15.

Chan, K. M., Guerry, A. D., Balvanera, P., Klain, S., Satterfield, T., Basurto, X., Bostrom, A., Chuenpagdee, R., Gould, R., Halpern, B., Hannahs, N., Levine, J., Norton, B., Ruckelshaus, M., Russell, R., Tam, J., & Woodside, U. (2012). Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement. *BioScience*, 62(8), 744-756.

Chiabai, A., Quiroga, S., Martinez-Juarez, P., Higgins, S., & Taylor, T. (2018). The nexus between climate change, ecosystem services and human health: Towards a conceptual framework. *Science of the Total Environment*, 635, 1191-1204.

Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) ([www.cices.eu](http://www.cices.eu)).

Corvalan, C., Hales, S., McMichael, A.J., 2005. Ecosystems and human well-being: health synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., & Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.

Costanza, R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141, 350-352.

Costanza, R., & Kubiszewski, I. (2012). The authorship structure of "ecosystem services" as a transdisciplinary field of scholarship. *Ecosystem Services*, 1(1), 16-25.

Cruz-Garcia, G. S., Sachet, E., Blundo-Canto, G., Vanegas, M., & Quintero, M. (2017). To what extent have the links between ecosystem services and human well-being been researched in Africa, Asia, and Latin America?. *Ecosystem Services*, 25, 201-212.

Daily, G. C. (1997). *Nature's services*. Washington, DC: Island Press.

Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., Folke, C., Jansson, A., Jansson, B.O., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Maler, K.G., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D., & Walker, B. (2000). The value of nature and the nature of value. *Science*, 289(5478), 395-396.

De Groot, R.S., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodríguez, L.C., Brink, P., & Van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, 1(1), 50-61.

De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408.

- Díaz, M. E., Figueroa, R., Alonso, M. L. S., & Vidal-Abarca, M. R. (2018). Exploring the complex relations between water resources and social indicators: the Biobío Basin (Chile). *Ecosystem Services*, 31, 84-92.
- Díaz, S. M., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S., Midgley, G., Miloslavich, P., Molnar, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K., & Zayas, C. (2019). The global assessment report on biodiversity and ecosystem services: Summary for policy makers.
- Ehrlich, P., & Ehrlich, A. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. New York: Random House.
- Elsevier B.V., 2017a. Acta Ecologica Sinica. <<https://www.journals.elsevier.com/acta-ecologica-sinica/>>.
- Elsevier B.V., 2017b. Ecological Economics. <<https://www.journals.elsevier.com/ecological-economics/>>
- Elsevier B.V., 2017c. Ecosystem Services. <<https://www.journals.elsevier.com/ecosystem-services/>>
- Environmental Protection Agency. (2009). Valuing the protection of ecological systems and services. A report of the EPA Science Advisory Board. EPA, Washington, D.C., USA.
- European Commission, 2011. Our Life Insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy to 2020. (No. COM(2011) 244 final). Brussels. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/our-life-insurance-our-natural>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. (2014). *Informe de la Valoración Económica de los Servicios de los Ecosistemas suministrados por los ecosistemas de España (EMEC)*. Recuperado de <http://www.ecomilenio.es/documentos/documentos-eme>.
- Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 41(3), 375-392.
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision-making. *Ecological economics*, 68(3), 643-653.
- Fisher, J. A., Patenaude, G., Giri, K., Lewis, K., Meir, P., Pinho, P., Rounsevell, M.D.A., & Williams, M. (2014). Understanding the relationships between ecosystem services and poverty alleviation: a conceptual framework. *Ecosystem services*, 7, 34-45.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological economics*, 69(6), 1209-1218.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 1, 110-139.
- Hasan, S. S., Zhen, L., Miah, M. G., Ahamed, T., & Samie, A. (2020). Impact of land use change on ecosystem services: A review. *Environmental Development*, 100527.

Häyhä, T., & Franzese, P. P. (2014). Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective. *Ecological Modelling*, 289, 124-132.

Helliwell, D. R. (1969). Valuation of wildlife resources. *Regional studies*, 3(1), 41-47.

Henne, P. D., Bigalke, M., Büntgen, U., Colombaroli, D., Conedera, M., Feller, U., Frank, D., Fuhrer, J., Grosjean, M., Heiri, O., Luterbacher, J., Mestrot, A., Rigling, A., Rossler, O., Rohr, C., Rutishauser, T., Schwikowski, M., Stampfli, A., Szidat, S., Theurillat, J.P., Weingartner, R., Wilcke, W., & Tinner, W. (2018). An empirical perspective for understanding climate change impacts in Switzerland. *Regional Environmental Change*, 18(1), 205-221.

He, Q., & Silliman, B. R. (2019). Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19), R1021-R1035.

Hossain, M. S., Pogue, S. J., Trenchard, L., Van Oudenhoven, A. P., Washbourne, C. L., Muiruri, E. W., M. Tomczyk, A., García-Llorente, M., Hale, R., Hevia, V., Adams, T., Tavallali, L., De Bell, S., Pye, M., & Resende, F. (2018). Identifying future research directions for biodiversity, ecosystem services and sustainability: perspectives from early-career researchers. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 25(3), 249-261.

Howarth, R. B., & Farber, S. (2002). Accounting for the value of ecosystem services. *Ecological Economics*, 41(3), 421-429.

Hoyer, R., & Chang, H. (2014). Assessment of freshwater ecosystem services in the Tualatin and Yamhill basins under climate change and urbanization. *Applied Geography*, 53, 402-416.

IPCC, 2013 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, et al., editors, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, et al., editors, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1132.

Jiang, W. (2017). Ecosystem services research in China: A critical review. *Ecosystem Services*, 26, 10-16.

Jørgensen, S. E. (2010). Ecosystem services, sustainability and thermodynamic indicators. *Ecological Complexity*, 7(3), 311-313.

Kandziora, M., Burkhard, B., & Müller, F. (2013). Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological indicators*, 28, 54-78.

Kreuter, U. P., Harris, H. G., Matlock, M. D., & Lacey, R. E. (2001). Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological economics*, 39(3), 333-346.

- Krkoška Lorencová, E., Harmáčková, Z. V., Landová, L., Pártl, A., & Vačkář, D. (2016). Assessing impact of land use and climate change on regulating ecosystem services in the Czech Republic. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(3), e01210
- Lambert, A. (2003). Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. *Convención de Humedales Ramsar*, 1-11.
- Liu, S., Costanza, R., Farber, S., y Troy, A. (2010). Valuing ecosystem services. Theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Ecological Economics*, (1185), 54-78.
- Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H., & Jackson, J.B.C. (2006). Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312(5781), 1806-1809.
- Martínez, M., Liu, D., Zhang, C., Urbina, I., Camino-Serrano, M., Vives-Inglá, M., Stocker, B.D., Balzarolo, M., Guerrieri, R., Peaucelle, M., Marañón-Jiménez, S., Bónez-Mejías, K., Mu, Z., Descals, A., Castellanos, A., Terradas, J., & Terradas, J. (2017). Impacts of global change on Mediterranean forests and their services. *Forests*, 8(12), 463.
- Martín-López, B., & Montes, C. (2010). Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. *Guía Científica de Urdaibai*, 1, 13-32.
- McDonough, K., Hutchinson, S., Moore, T., & Hutchinson, J. M. (2017). Analysis of publication trends in ecosystem services research. *Ecosystem Services*, 25, 82-88.
- McMichael, A., Scholes, R., Hefny, M., Pereira, E., Palm, C., Foale, S., 2005. Linking ecosystem services and human well-being. In Assessment, M. E. (Ed.) *Ecosystems and Human Well-Being*. pp. 43–60.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2003. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island press, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- Molnar, J. L., & Kubiszewski, I. (2012). Managing natural wealth: Research and implementation of ecosystem services in the United States and Canada. *Ecosystem Services*, 2, 45-55.
- Mononen, L., Auvinen, A. P., Ahokumpu, A. L., Rönkä, M., Aarras, N., Tolvanen, H., Kamppinen, M., Viirret, E., Kumpula, T., & Vihervaara, P. (2016). National ecosystem service indicators: measures of social–ecological sustainability. *Ecological Indicators*, 61, 27-37.
- Müller, F. (2005). Indicating ecosystem and landscape organization. *Ecological Indicators*, 5, 280-294.

Müller, F., & Burkhard, B. (2012). The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 1(1), 26-30.

Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de <https://www.cbd.int/convention/text/>

Nunes, P. A., & van den Bergh, J. C. (2001). Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological economics*, 39(2), 203-222.

Odum, E. P., & Barrett, G. W. (1971). *Fundamentals of ecology* (Vol. 3, p. 5). Philadelphia: Saunders.

Orth, R. J., Carruthers, T. J., Dennison, W. C., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F.T., Waycott, M., & Williams, S.L. (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*, 56(12), 987-996.

Peñuelas, J., Sardans, J., Filella, I., Estiarte, M., Llusà, J., Ogaya, R., Carnicer, J., Bartrons, M., Rivas-Ubach, A., Grau, O., Peguero, G., Margalef, O., Pla-Robés, S., Stefanescu, C., Asensio, D., Preece, C., Liu, L., Verger, A., Barbeta, A., Achategui-Castells, A., Gargallo-Garriga, A., Sperlich, D., Farré-Armengol, G., Fernández-

Pohjanmies, T., Triviño, M., Le Tortorec, E., Mazziotta, A., Snäll, T., & Mönkkönen, M. (2017). Impacts of forestry on boreal forests: An ecosystem services perspective. *Ambio*, 46(7), 743-755.

Quintas-Soriano, C., Castro, A. J., Castro, H., & García-Llorente, M. (2016). Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. *Land Use Policy*, 54, 534-548.

Rounsevell, M. D. A., Dawson, T. P., & Harrison, P. A. (2010). A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2823-2842.

Schaefer, M., Goldman, E., Bartuska, A. M., Sutton-Grier, A., & Lubchenco, J. (2015). Nature as capital: Advancing and incorporating ecosystem services in United States federal policies and programs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7383-7389.

Scheiter, S., Schulte, J., Pfeiffer, M., Martens, C., Erasmus, B. F., & Twine, W. C. (2019). How does climate change influence the economic value of ecosystem services in savanna rangelands? *Ecological Economics*, 157, 342-356.

Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araújo, M. B., Arnell, N. W., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T.R., Gracia, C.A., De la Vega-Leinert, A.C., Erhard, M., Ewert, F., Glendinning, M., House, J.I., Kankaanpää, S., Klein, R.J.T., Lavorel, S., Lindner, M., Metzger, M.J., Meyer, J., Mitchell, T.D., Reginster, I., Rounsevell, M., Sabaté, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M.T., Thonicke, K., Thuiller, W., Tuck, G., Zaehle, S., & Zierl, B. (2005). Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science*, 310(5752), 1333-1337.

Spangenberg, J. H., & Settele, J. (2010). Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecological Complexity*, 7(3), 327-337.

Stewart, I. T., Cayan, D. R., & Dettinger, M. D. (2005). Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of climate*, 18(8), 1136-1155.

Su, C. H., & Fu, B. J. (2012). Discussion on links among landscape pattern, ecological process, and ecosystem services. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 4(5), 277-283.

TEEB (The Economics of Ecosystems & Biodiversity). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. London and Washington: Earthscan, 2010.

Turner, R.K., Daily, G.C. (2008). The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. *Environmental and Resource Economics*, 39,25–35.

Turner, R. K., Paavola, J., Cooper, P., Farber, S., Jessamy, V., & Georgiou, S. (2003). Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological economics*, 46(3), 493-510.

Turner, R. K., & Pearce, D. W. (1990). *The ethical foundations of sustainable economic development*. International Institute for Environment and Development.

Ulgianti, S., Zucaro, A., & Franzese, P. P. (2011). Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics*, 70(4), 778-787.

Vaghefi, S. A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K. C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11.

Valiela, I., Bowen, J. L., & York, J. K. (2001). Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments. *Bioscience*, 51(10), 807-815.

Vihervaara, P., Kumpula, T., Tanskanen, A., & Burkhard, B. (2010a). Ecosystem services—A tool for sustainable management of human–environment systems. Case study Finnish Forest Lapland. *Ecological complexity*, 7(3), 410-420.

Vihervaara, P., Rönkä, M., & Walls, M. (2010b). Trends in ecosystem service research: early steps and current drivers. *Ambio*, 39(4), 314-324.

Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 139(3-4), 235-246.

Wang, H., Zhou, S., Li, X., Liu, H., Chi, D., & Xu, K. (2016). The influence of climate change and human activities on ecosystem service value. *Ecological Engineering*, 87, 224-239.

Warziniack, T. W., Elmer, M. J., Miller, C. J., Dante-Wood, S. K., Woodall, C. W., Nichols, M. C., ... & Borchers, A. M. (2018). Effects of climate change on ecosystem services [Chapter 13]. In: Halofsky, Jessica E.; Peterson, David L.; Ho, Joanne J.; Little, Natalie, J.; Joyce, Linda A., eds. *Climate change vulnerability and adaptation in the Intermountain Region [Part 2]. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-375. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 376-403., 375, 376-403.*

Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck Jr., K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short, F.T., & Williams, S.L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(30), 12377-12381.

Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., Hyde, K.J.W., Morelli, T.L., Morisette, J.T., Muñoz, R.C., Pershing, A.J., Peterson, D.L., Poudel, R., Staudinger, M.D., Sutton-Grier, A.E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J.F., & Whyte, K.P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 137782.

Westman, W. E. (1977). How much are nature's services worth? *Science*, 197(4307), 960-964.

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *science*, 314(5800), 787-790.

Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S., y Moreno-Sánchez, R. (2007). Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 39-52.

Zarrineh, N., Abbaspour, K. C., & Holzkämper, A. (2020). Integrated assessment of climate change impacts on multiple ecosystem services in Western Switzerland. *Science of The Total Environment*, 708, 135212.

## **8. RESUMEN DE LAS ASIGNATURAS DEL MÁSTER**

La relación de asignaturas realizadas durante el desarrollo del Máster de Análisis, Conservación y Restauración de Componentes Físicos y Bióticos de los Hábitats es la siguiente:

Caracterización de los componentes físicos del hábitat

Caracterización de elementos bióticos del hábitat

Modelización de la distribución potencial de especies y hábitats

Explotación sostenible de suelos y agroecosistemas

Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos

Conservación y restauración de sistemas terrestres

Prácticas externas

Trabajo fin de Máster – Hábitats

## 9. CURRICULUM VITAE

### MARÍA ESPINOSA CAMACHO

#### **FORMACIÓN**

##### OCTUBRE 2018 – CURSANDO

DOBLE MÁSTER EN ANÁLISIS, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS COMPONENTES FÍSICOS Y BIÓTICOS DE LOS HÁBITATS Y MÁSTER EN PROFESORADO EN ESO, BACHILLERATO, F.P. O ENSEÑANZA DE IDIOMAS (ESP. BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA). UNIVERSIDAD DE JAÉN.

##### DICIEMBRE 2016 - SEPTIEMBRE 2017

MÁSTER EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, I+D+I Y RIESGOS LABORALES. UNED (UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA).

##### OCTUBRE 2011 – JULIO 2016

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE JAÉN.

#### **EXPERIENCIA**

##### JULIO 2020

BECARIA TÉCNICO DE LABORATORIO, **AGROCONSULTING, OLIVICULTURA DE PRECISIÓN**

Análisis foliares de muestras de hojas de olivo, análisis de aguas y suelos.

##### NOVIEMBRE 2015 – FEBRERO 2016

BECARIA CALIDAD, **TORREDONJIMENO SDAD.COOP.AND**

Molienda y análisis de las muestras de aceituna (Rendimiento, acidez).

##### NOVIEMBRE 2014 – diciembre 2014

BECARIA COMO TÉCNICO DE MEDIO AMBIENTE, **SIG 3 CONSULTORES**

Implantación de sistemas de gestión de calidad, medio ambiente y realización de informes técnicos y prevención de riesgos laborales.