



## Herramientas metodológicas utilizadas para estudiar servicios ecosistémicos que presta la flora

*Methodological tools used to study ecosystem services provided by flora*

Carol Rojas <sup>a</sup>; Yolanda Hernández <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Correspondencia: cbrojasf@correo.udistrital.edu.co

Recibido: Febrero 10, 2021. Aceptado: Mayo 7, 2021. Publicado: Mayo 15, 2021

### Resumen

El estudio de la relación hombre-naturaleza cada día toma más relevancia puesto que la funcionalidad de los ecosistemas es indispensable para el bienestar humano. En este artículo se realizó un análisis bibliográfico sobre los servicios ecosistémicos (SE) de la flora estudiados durante el año 2005 al 2019, con el fin de identificar las tendencias en su análisis a partir de la categoría de clasificación, el enfoque temático que los investiga, los instrumentos metodológicos aplicados y el uso de estos a nivel global. Como resultado se encontró que los servicios de soporte ( $Q_2=0,42$ ) y regulación ( $Q_2=0,38$ ) son lo más estudiados, donde las investigaciones se han realizado desde los enfoques temáticos de la biodiversidad, cambio climático, conservación, uso del suelo y la estructura de la comunidad, y que los instrumentos metodológicos aplicados han sido desde el conocimiento de procesos ecológicos propios de las plantas, la cartografía, la valoración económica abordada desde la percepción (entrevistas) e información socioeconómica (encuestas) de la comunidad, la aplicación de modelos y el uso de la agroecología. También se evidenció que Asia y Europa usan instrumentos sofisticados que requieren mayor uso en cuanto a tecnología e inversión de recursos, mientras que el uso de instrumentos menos costosos se observa en países pertenecientes a América y África.

### Abstract

The study of the man-nature relationship takes on more relevance every day since the functionality of ecosystems is essential for human well-being. In this article, a bibliographic analysis was carried out on the ecosystem services (ES) of the flora studied during the year 2005 to 2019, in order to identify the trends in their analysis from the classification category, the thematic approach that investigates them, the methodological instruments applied and the use of these at a global level. As a result, it was found that support services ( $Q_2 = 0.42$ ) and regulation ( $Q_2 = 0.38$ ) are the most studied, where research has been carried out from the thematic approaches of biodiversity, climate change, conservation, use of the soil and the structure of the community, and that the methodological instruments applied have been from the knowledge of the ecological processes of the plants, the cartography, the economic valuation approached from the perception (interviews) and socioeconomic information (surveys) of the community, the application of models and the use of agroecology. It was also evidenced that Asia and Europe focus on the use of sophisticated instruments that require greater use in terms of technology and investment of resources, while the use of less expensive instruments is observed in countries belonging to America and Africa.

**Palabras clave:** Servicios ecosistémicos, Flora, Bosques, Biodiversidad, Conservación

**Keywords:** Ecosystem services, Flora, Forests, Biodiversity, Conservation.

### 1. Introducción

Desde los años 70' se ha originado un consenso científico, político y público sobre la necesidad inminente de preservar la naturaleza para el bien de la humanidad, convirtiéndose en una preocupación social importante [19]. Por ello surgió la definición de los servicios ecosistémicos (SE) que integra los beneficios, tangibles e intangibles, que se derivan de la naturaleza para provecho del ser humano y que de acuerdo a ciertos criterios, pueden ser valorados económicamente a actividades económicas y de esta manera contar con argumentos adicionales para su

conservación y manejo [4]. Los SE son entendidos como “las contribuciones del ecosistema que permiten satisfacer las necesidades del hombre” [46] (p.10) y la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, los clasificó en cuatro categorías conceptuales, siendo: de soporte o de apoyo, de regulación, de provisión y cultural, conceptos que se han convertido como base para justificar intervenciones de la política ambiental en la conservación de la biodiversidad ante las actividades del hombre [32,33].

Farber et al., (2006) especifica así la categorización: Soporte, entendido a los procesos ecológicos necesarios para la provisión y existencia de los demás SE, tales como la producción primaria, la formación del suelo, el ciclado de nutrientes y polinización. Regulación, son aquellos beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, como: regulación de la calidad del aire, del clima, del agua, de la erosión, de enfermedades, de pestes, de los riesgos naturales, purificación del agua, tratamiento de aguas, de desecho; los cuales inciden en el clima, las inundaciones, la calidad del agua, entre otros. Provisión, entendiéndose los servicios proporcionados por los ecosistemas como: alimentos, agua, recursos genéticos, productos forestales, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos. Y Culturales, definidos como los bienes no materiales obtenidos de los ecosistemas: enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación, experiencias estéticas, recreación y ecoturismo.

Se considera que el crecimiento económico de un país constituye en activos que benefician a la sociedad [64], pero esta ideología no controla las afectaciones negativas que causan al entorno natural y su impacto en los SE, generándose un sobre costo económico ante el agotamiento de los SE y la degradación de los ecosistemas; donde, por ejemplo, la deforestación, contaminación hídrica e infertilidad del suelo disminuyen los servicios ambientales requeridos para el bienestar humano [15]. Un factor incidente en la sobreexplotación de los ecosistemas y su biodiversidad es su condición de bienes públicos [49] lo que genera indudablemente pérdida y degradación de sus servicios, de los cuales depende el funcionamiento del mismo sistema ecológico [46].

A nivel mundial, se han construido políticas para disminuir este impacto y mantener los SE de la flora para la humanidad, puesto que de ello depende su bienestar [68]; y para lograrlo se basa en estudios técnicos que realizan expertos en ecología y botánica. A partir de lo anterior, es de interés identificar los SE de la flora estudiados en los últimos 15 años y la metodología aplicada, que será una guía para futuros estudios ambientales que deseen incidir con sus resultados en la toma de decisiones políticas y económicas de una región, y lograr mantener sosteniblemente el funcionamiento de los ecosistemas estudiados [42].

## 2. Método

La metodología se fundamentó en una revisión bibliográfica entre el 2005 al 2019, realizado en cuatro fases. En la primera fase se hizo una búsqueda en las bases de datos Google scholar, Scopus y ScienceDirect, con las palabras clave en inglés: flora ecosystem services (Servicios Ecosistémicos de la flora) detectándose 15.900, 10.304 y 9.380, respectivamente (ver Tab.1), y así identificar los estudios realizados en este tema en el rango establecido. La segunda fase tuvo como fin conocer la tendencia de investigación según la categorización dada a los SE, desde la información obtenida en la primera fase. Como tercera fase, se identificaron los principales enfoques temáticos desde donde se estudian los SE de la flora.

Por último, se seleccionaron para una revisión detallada 58 documentos científicos ubicados en África, América, Asia, Europa y Oceanía, los cuales tuvieron como característica el estudio de SE en plantas y cuyos resultados buscaron influir en la toma de decisiones políticas y económicas a nivel local, regional y nacional; siendo esta la cuarta fase que permitió identificar la tendencia de aplicación en instrumentos metodológicos en el estudio de los SE que presta la flora.

Para las anteriores fases expuestas, se aplicó la frecuencia de publicación de los documentos científicos (índice Q) expuesto por Zafra et al., [70] el cual permite establecer un orden de importancia al evidenciar el grado de frecuencia de publicación de un tema específico. Este índice maneja un rango entre 0 y 1, donde 0 es nula la publicación y entre más cercano a 1 el tema es más estudiado y por ende se tiene más publicaciones. El índice Q se ordena del siguiente modo para mayor claridad: Q1, entre 0,0 - 0,25; Q2, entre 0,26-0,5; Q3, entre 0,6-0,75 y Q4, entre 0,76-1,0, donde, Q1 representa la menor tendencia de publicación y Q4 representa la mayor tendencia en estudios, dentro de las bases de datos consultadas.

La estadística descriptiva fue empleada para el análisis de los datos obtenidos en la bibliografía, con el fin de observar las tendencias en las investigaciones seleccionadas según la categoría de SE evaluado, el enfoque temático aplicado y las herramientas metodológicas utilizadas. También se realizó un análisis clúster por medio del software PAST, para observar similitudes entre los continentes y el uso de instrumentos metodológicos encontrados.

## 3. Resultados

### 3.1 Tendencia de estudio de los SE según su categoría

En la Tab. 1, se presenta la tendencia de publicación según la categoría de los SE a partir del índice de frecuencia de publicación (Índice Q).

Es así, como se observó el siguiente orden de importancia para los SE de la flora: 1. De Soporte (Q2=0,42); 2. De Regulación (Q2=0,38); 3. Cultural (Q2= 0,35); y 4. De Provisión (Q1=0,07); también se observó tendencia en analizar más de una categoría al tiempo. En la Tab. 2, se presentan los principales resultados para cada categoría:

A. Soporte (Q2=0,42): Se encontraron 33 estudios enfocados a los servicios de soporte. Se muestra que los servicios de Soporte están siendo analizados desde la temática de la Biodiversidad (39,66%), la Conservación (22,41%) y el uso del suelo (18,97%); en menor grado por la estructura comunitaria (15,52%) y Cambio Climático (12,07%).

B. Regulación (Q2=0,38): Se evidenciaron 34 investigaciones para los servicios de regulación. En la Tab. 2, se muestra que los servicios de regulación están siendo analizados desde la temática de la Biodiversidad (31,03%), la estructura comunitaria

**Tabla 1.** Categorías de análisis para la información bibliográfica seleccionada en el periodo 2005 – 2019.

FASE	PALABRA	Scopus	Índice (Q)	Science Direct	Índice (Q)	Google Scholar	Índice (Q)	Índice prom. (Q)	Cuartil Prom.	Variación del Cuartil
1	Servicios ecosistémicos de la Flora	10.304	1	9.380	1	15900	1	-	-	-
2 Categoría	Soporte	2.213	0,21	1.471	0,16	13900	0,87	0,42	Q2	Q1-Q1-Q4
	Regulación	2.140	0,21	433	0,05	14000	0,88	0,38	Q2	Q1-Q1-Q4
	Cultural	1.021	0,10	571	0,06	14300	0,90	0,35	Q2	Q1-Q1-Q4
	Provisión	586	0,06	365	0,04	1.900	0,12	0,07	Q1	Q1-Q1-Q1
3 Enfoque temático	Biodiversidad	5795	0,56	2157	0,23	15800	0,99	0,60	Q3	Q3-Q1-Q4
	Cambio Climático	3436	0,33	1177	0,13	15600	0,98	0,48	Q2	Q2-Q1-Q4
	Conservación	1688	0,16	2190	0,23	14010	0,88	0,43	Q2	Q1-Q1-Q4
	Uso de suelo	1079	0,10	1842	0,20	13000	0,82	0,37	Q2	Q1-Q1-Q4
	Estructura comunitaria	1248	0,12	500	0,05	8690	0,55	0,24	Q1	Q1-Q1-Q4

(25,86%) y la Conservación (24,14%); y en menos grado por el Cambio Climático y el uso del suelo (15,52%, respectivamente).

C. Cultural (Q2= 0,35): La investigación mostró que el servicio de la cultura en los estudios de servicios ecosistémicos de la flora no es el más estudiado, pero mantiene en un índice Q de interés, ya que fue hallado en 32 investigaciones. En la Tab. 2, los resultados revelaron que los servicios de la cultura son estudiados a través de la biodiversidad (36,21%), Cambio Climático (29,31), y desde la Conservación (22,41%); y en menor grado por el Uso de suelo (17,24%) y la Estructura de la comunidad (12,07%).

D. Provisión (Q1=0,07): Se observó que el servicio de provisión es el menos estudiado, donde de los 58 artículos seleccionados 28 estudian los servicios de provisión. Se evidenció que el estudio de estos servicios es de interés para la Biodiversidad y el Cambio Climático (24,14%, respectivamente), y en menor grado por la Estructura comunitaria (15,52%) la Conservación y el uso de Suelo (17,24%, respectivamente).

### 3.2 Enfoques Temáticos e Instrumentos Metodológicos para analizar los SE de la flora

En la Tab. 2, se muestran los enfoques temáticos de las investigaciones, los cuales se dirigen principalmente desde la Biodiversidad (Q3= 0,60), seguido por el Cambio Climático, la Conservación y el uso del Suelo (Q2= 0,48, 0,43 y 0,37, respectivamente); y en menor grado desde la estructura comunitaria, la cual maneja un índice de publicación bajo (Q= 0,24), pero la que ha tomado mayor interés actualmente, ya que corresponden a los últimos cinco años.

Según el orden de importancia se identificaron las siguientes herramientas metodológicas: Identificación de procesos ecológicos (I), uso de cartografía (II), valoración económica que incluye la percepción (entrevistas-III) y el estado socioeconómico de la comunidad (Encuestas- IV), conformación de grupo focales (V), aplicación de modelos (VI) y aplicación de la Agroecología (VII) (ver Tab. 3).

**Tabla 2.** Tendencias de investigación en los servicios ecosistémicos de la flora en el periodo 2005 - 2019.

Servicio Ecosistémico de Soporte	n= 33	56,90%
Biodiversidad	23	39,66
Conservación	13	22,41
Cambio Climático	11	18,97
Uso de suelo	9	15,52
Estructura comunitaria	7	12,07
Servicio Ecosistémico de Regulación	n= 34	58,62%
Biodiversidad	18	31,03
Estructura comunitaria	15	25,86
Conservación	14	24,14
Cambio Climático	9	15,52
Uso de suelo	9	15,52
Servicio Ecosistémico de Cultura	n= 32	55,17%
Biodiversidad	21	36,21
Cambio Climático	17	29,31
Conservación	13	22,41
Uso de suelo	10	17,24
Estructura comunitaria	7	12,07
Servicio Ecosistémico de Provisión	n= 28	48,28%
Biodiversidad	14	24,14
Cambio Climático	14	24,14
Conservación	10	17,24
Uso de suelo	10	17,24
Estructura comunitaria	9	15,52

#### 3.2.1 Procesos ecológicos (I):

Hacen referencia a la investigación de procesos biofísicos de las plantas, como individual, poblacional y ecosistémico; lo cual permite identificar las conexiones bióticas y abióticas dentro del ecosistema.

#### 3.2.2 Cartografía (II):

Permiten ver las coberturas de suelo, vegetación, desplazamiento urbano o alguna actividad antropogénica donde se use el suelo, a una escala de tiempo y espacio, a través de imágenes satelitales. Esta herramienta también es usada para monitorear la eficiencia de las políticas ambientales dispuestas a nivel local, regional y global en el tiempo. Para Khoury et al., [30] los mapas son una ruta en la

historia que permite aclarar comportamientos del uso del suelo, identificar los hábitats naturales amenazados y la distribución de especies en algún estado crítico de amenazada, que permite apoyar la investigación y educación, como también, el medio de sensibilizar al público e instituciones. Para llegar a este punto, se requiere de un arduo trabajo de colección de datos en el tiempo y contar con financiación, cosa que, en algunos países, tiene un grado de dificultad.

### 3.2.3 Valoración económica (Percepción (II)-Modos de vida (IV):

Está relacionada directamente con la comunidad que interactúa con los bosques a conservar o todas aquellas personas que se benefician de los servicios que estos proveen. Esta herramienta permite identificar como se relaciona las personas con su entorno, que medidas están dispuestas a tomar para su conservación, la disposición a pagar, las condiciones socioeconómicas de la comunidad y cómo influye en el uso de los SE. Soga et al., [58] identifican en la percepción la manera de lograr una mejor evaluación, ya que permite identificar el intercambio de conocimiento entre los actores sociales y la academia, donde la experiencia tiene muchas implicaciones potenciales de largo alcance para la conservación de la biodiversidad y el bienestar del hombre, al conocer la interacción de estos dos sistemas.

### 3.2.4 Grupo Focales (V):

Se refiere al trabajo con los actores sociales implicados en la interacción con los SE de la flora, donde la información de la investigación académica se vincula con las instituciones públicas y los principales actores de la comunidad para la toma de decisiones con el propósito de proteger la biodiversidad y funcionamiento del servicio ecosistémico. Adom [1], afirma que los grupos focales permiten hallar claramente la identidad cultural y postura de las personas o actores sociales que promueven la preservación de la naturaleza por las diferentes formas de degradación, y permite identificar sitios a conservar de interés en común.

### 3.2.5 Modelos (VI):

Permiten visualizar a mediano y largo plazo, los resultados a futuro que se obtendrían al conservar o al contrario, no tomar medidas ante las actividades que impactan negativamente un ecosistema, alguna población de especie o la diversidad de flora de un lugar. Olmberg et al., [47] comentan que los modelos son basados en estimaciones presentes de los SE para inferir el futuro de los mismos, los cuales permiten monitorear y predecir los comportamientos de los ecosistemas desde su estructura biofísica, procesos y funciones; además resaltan que los modelos permiten más fácilmente la interpretación por los actores políticos; pero hace hincapié en la incertidumbre de los modelos en la predicción del crecimiento futuro del bosque, ya que en los modelos se ignoran las perturbaciones estocásticas propias de la naturaleza y del hombre.

### 3.2.6 Uso de la Agroecología (VII):

Es una herramienta de protección para los SE de la flora, donde su impacto sobre el suelo y biodiversidad es menor que la agronomía tradicional. Para Lorenz y Lal, [37] la agroecología es una fuente potencial para diversificar la producción que tiene efectos de complementariedad y sinergismos con los sistemas naturales, en donde se pueden incorporar los secuestro de carbono, fotosíntesis, ciclado de nutrientes, entre otros procesos fisiológicos donde las plantas realizan flujos de energía y materia dentro del sistema complejo ecológico para su funcionamiento; esta herramienta es el soporte principal para el enfoque de biodiversidad y conservación. Olson et al., [48] menciona que los procesos ecológicos aportan el conocimiento sobre las características y propiedades de las especies a nivel intereses y percepciones de los actores sociales y mejorar la protección de la diversidad.

### 3.3 Tendencias de investigación y uso de los instrumentos metodológicos, a nivel global

El aporte de los continentes en esta revisión bibliográfica muestra que los países de América y Europa, predominan en los estudios seleccionados de SE de la flora (ver Tab 3.).

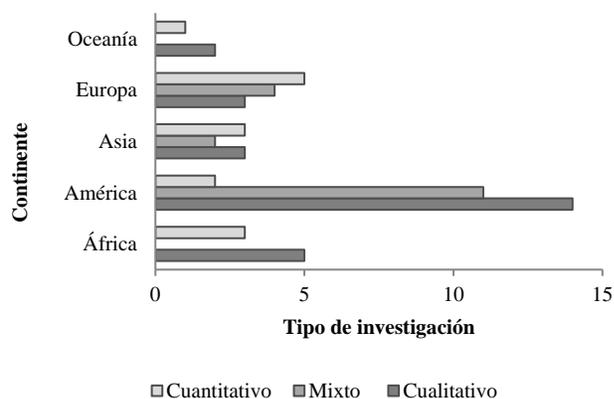
**Tabla 3.** Instrumentos metodológicos utilizados a nivel global para identificar los servicios ecosistémicos de la flora en el periodo 2005 – 2019.

Localización	Investigadores	Herramientas						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
África	Adom, 2019; Hamilton et al., 2016; Mavhura y Mushure, 2019; Moraswi et al., 2019; Pejchar y Mooney, 2009; Ryan et al., 2016.	3	1	1	1	3	0	0
América	Aide et al., 2019; Alho, 2008; Balaguer et al., 2011; Balvanera, 2012; Bidegaim et al., 2019; Bitrán, 2015; Caleño et al., 2018; Cardona, 2011; Castillo et al., 2009; Cubillo et al., 2018; Dunn, 2017; Echeverría et al., 2014; Giannini et al., 2015; Gomes et al., 2019; Khoury et al., 2019; Ladino et al., 2019; López et al., 2011; López, 2019; Lorenz y Lal, 2018; Mijares y Pérez, 2019; Nava et al., 2009; Quétier et al., 2007; Rocca et al., 2014; Rodney y Purdy, 2019; Santana et al., 2019; Staudinger et al., 2013; Tomazini et al., 2016; Van-Berkel et al., 2018.	3	8	8	5	15	3	4
Asia	Bojie, 2019; Chakraborty et al., 2019; Eun-Mi et al., 2019; Kang et al., 2013; Kottawa y Wijeratne, 2017; Makhzoumi et al., 2012; Olmberg et al., 2019; Soga et al., 2019; Tang y Chen, 2017; Thapa et al., 2016.	1	3	2	3	2	0	2
Europa	Burton et al., 2018; Cruz et al., 2009; De Leijster t al., 2019; Fish et al., 2016; Holopainen et al., 2019; Maldonado et al., 2019; Schirpke et al., 2017; Sieber et al., 2018; Tiwary et al., 2019; Vassiliki et al., 2019; Wartmann y Puerves, 2018.	2	6	3	0	3	2	1
Oceanía	Matzek et al., 2019; Olson et al., 2010; Sangha et al., 2015	0	1	2	1	0	0	0

Adicionalmente, se analizó el uso de los instrumentos a nivel mundial, donde los resultados mostraron que principalmente para África se estudian los SE de la flora desde los grupos focales y los procesos ecológicos; para América desde los Procesos Ecológicos, cartografía y la Percepción; para Asia la cartografía y la valoración económica por encuestas socioeconómicas, para Europa se estudian los servicios desde la Cartografía; y para Oceanía desde el estudio de la Percepción.

En la bibliografía seleccionada, el tipo de investigación más utilizado fue el cualitativo, principalmente en América, donde las herramientas metodológicas que arrojan datos cualitativos fueron los procesos ecológicos, grupos focales, y percepción (ver Fig. 1).

La excepción se observó en Europa donde predominaron investigaciones tipo cuantitativo, dado especialmente por el uso de instrumento metodológico de mapas, el cual trabaja con datos numéricos de cobertura. Bidegaim et al., [7] destacan que el uso de instrumentos sociales (cualitativas) permite identificar los SE de la flora que son relevantes para las diferentes partes interesadas y permiten conocer sus percepciones sobre dichos SE, lo cual es útil para tomar decisiones informadas, especialmente en aquellas regiones donde la conservación de la biodiversidad se ve amenazada por actividades económicamente productivas.



**Figura 1.** Tendencia en el tipo de investigación a nivel global en los SE de la flora en el período 2005 – 2019.

#### 4. Discusión

Los recursos forestales y la vida silvestre son indispensables para la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas, como también, para valores espirituales y culturales [40]. Ryan et al., 2016 deja claro que los bosques son el soporte de la agricultura regional a través de la transferencia de nutrientes, almacenamiento de carbono, formación de suelo y albergue de la flora y fauna única y diversa que, además de proporcionar ayuda espiritual y de atraer a los turistas, interaccionan entre sí para producir SE de regulación y soporte. Pero la oferta de los servicios de soporte podría ser disminuidos a futuro por la gran amenaza de la deforestación, que presiona la estabilidad de los bosques [47].

Caleño et al., [11] manifiestan que las investigaciones se han centrado en servicios de regulación y en menor grado en servicios de apoyo, como lo es el hábitat de huéspedes y provisión de productos forestales no maderables, uno de los

SE más importantes para las comunidades locales. Si bien la conservación de los ecosistemas y sus servicios depende del entendimiento de los procesos ecológicos, Pascual et al., [7] mencionan que los servicios de regulación se estudian principalmente desde la valoración económica, método que hace uso de los instrumentos metodológicas de percepción (entrevistas) y modos de vida socioeconómico (encuestas) de los locales, que permite conocer el uso e interés de estas personas por la protección de estos SE de la flora. Pero Bidegaim et al., [7] consideran que la valoración económica no informa de todos los beneficios que se obtienen de los ecosistemas, por ello es importante hacerla parte de investigaciones cuantitativas, donde se obtengan resultados mixtos.

Al darse interacciones complejas entre el hombre y su entorno biótico y abiótico, donde da uso y aprovechamiento de los SE a partir de sus percepciones, las cuales pueden ser cambiantes [31], este instrumento metodológico ha tomado fuerza entre las investigaciones, ya que podrían ayudar a resolver conflictos más efectivamente, desarrollando mejores políticas al identificar y caracterizar a los interesados y sus razones individuales para conservar los diferentes servicios del ecosistema [49]. En la investigación realizada por Bidegaim et al., [7] en Chile, identificaron que los SE de la flora más importantes y amenazados para los actores locales fueron de regulación, soporte y provisión. Pero, además, encontraron que los actores locales, preferían los SE de provisión (alimento) y los actores más urbanos y con estudios formales preferían los SE de soporte, encontrando divergencias de intereses y dificultad al momento de tomar decisiones, lo que puede conllevar a conflictos y al éxito de la conservación de la naturaleza sino se tienen en cuenta al momento de formular políticas.

Bidegaim et al., [7] dejan de manifiesto la importancia de la aplicación de los instrumentos sociales en las investigaciones biológicas. Como el uso de Grupos focales, herramienta que permite conocer las presiones sobre los SE de la flora local, las compensaciones entre los SE y entre los diferentes actores, identificando las capacidades de participación de cada uno de ellos en la toma de decisiones a nivel local y nacional, y representantes de actores sociales que pueden liderar procesos de conservación [61]. Sin dejar atrás el uso de la cartografía, la modelación y la agroecología, herramientas igual de útiles para la toma de decisiones, donde por ejemplo, el uso de mapas en el tiempo dejan ver la incertidumbre de la expansión de las tierras de cultivo en los SE de provisión de la flora [53], los modelos pueden predecir los efectos a corto y largo plazo del cambio climático [52] y el manejo agroecológico se ha propuesto como alternativa convencional debido a su presunta capacidad para rehabilitar servicios de ecosistemas degradados [18].

A nivel global la tendencia de aplicación de los instrumentos metodológicos puede estar dada a que en muchos países en desarrollo no hay entidades encargadas de levantamiento de

información primaria que les permita contar con información oficial, o no tienen los especialistas en el tema para diseñar, administrar y analizar este tipo de investigaciones [39]. Como por ejemplo el uso de cartografía, que, aunque son muy útiles, su construcción es costosa a comparación de los instrumentos que trabaja con la comunidad. Nuestros resultados concuerdan con lo expuesto por Pascual et al., [49] donde deja de manifiesto que en aquellos países en desarrollo se promueve la participación de la población local, ya que es menos costoso que los instrumentos que implican mayor diseño, tiempo y recursos, como es la aplicación mapas y modelos.

El uso de varios instrumentos metodológicos se evidencia en las investigaciones del tipo mixto, el cual predomina en Europa y en menor grado en América y Oceanía. Este enfoque trabaja con las interacciones que tienen los locales con los diferentes SE de la flora, y los relaciona con datos numéricos obtenidos por mapas, modelos, o encuestas socioeconómicas. El enfoque mixto aporta información completa de la diversidad y su contexto social, cultural y económico, e influye fuertemente en las valoraciones económicas de los SE. Las investigaciones mixtas de los SE de la flora pueden ser más efectivas si se trabaja con investigadores locales y se aplican al tiempo instrumentos sociales de investigación participativa, (Grupos focales, percepciones y modos de vida socioeconómicos).

## 5. Conclusión

El presente análisis bibliográfico mostró que en los últimos 14 años las investigaciones para los SE de la flora se enfocan principalmente en identificar los servicios de soporte ( $Q2=0,42$ ) y regulación ( $Q2=0,38$ ), y en menor grado los servicios culturales ( $Q2=0,35$ ) y de provisión ( $Q1=0,07$ ), siendo necesario estudios que fortalezcan e incluyan en sus estudios el conocimiento en SE de cultura y provisión.

Las investigaciones sobre los SE de la flora tienden a surgir desde enfoques temáticos de la biodiversidad, cambio climático, la conservación, el uso de suelo y la estructura de la comunidad. Se evidenció que el objetivo principal de las investigaciones revisadas fue identificar el SE que ofrece la especie o el ecosistema y lograr su protección, donde algunas proponen incluir la población local para este logro, por ello se hace importante el estudio de la cultura e incluir métodos sociales en estudios biológicos y de conservación biótica.

Los instrumentos metodológicos aplicados para estudiar los SE de la flora, durante el periodo del 2005 al 2019, fueron: conocimiento de los procesos ecológicos, el uso de coberturas por medio de cartografía (mapas), la valoración económica desde la percepción (entrevistas) e información socioeconómica (encuestas), la aplicación de modelos y el uso de la agroecología.

Finalmente, se evidenció que la aplicación de instrumentos metodológicos que exigen mayor diseño, tiempo y recursos, como es el uso de mapas y modelos, está ligado a países de Europa y Asia, mientras que el uso de instrumentos menos costosos se observa en países en desarrollo pertenecientes a

América y África, donde se ubica el trópico y la diversidad. Se espera que el estudio sobre los SE de la flora sigan en aumento, según Thapa et al., [61] los delegados para formular políticas ambientales y económicas están prestando mayor atención a los servicios de los ecosistemas, siendo el mejor sustento para el bienestar humano.

Los resultados de la presente investigación permiten identificar los enfoques temáticos e instrumentos metodológicos utilizados en el estudio de los SE de la flora, sirviendo de guía para las instituciones ambientales y nuevas investigaciones que desean participar en la toma de decisiones. Además, deja entre ver la tendencia de aplicar métodos mixtos en investigaciones biológicas donde se busca estudiar los SE de la flora y promover su conservación, siendo importante la vinculación de la comunidad local donde se localizan.

## Referencias

- [1] Adom, D. The place and voice of local people, culture, and traditions: A catalyst for ecotourism development in rural communities in Ghana. *S. African J* 6 (2019): 158-172. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00184>.
- [2] Aide, T. M., Grau, H. R., Graesser, J., Andrade., Nuñez, M. J., Aráoz, E., Barros, A. P., ... & Peralvo, M. Woody vegetation dynamics in the tropical and subtropical Andes from 2001 to 2014: Satellite image interpretation and expert validation. *Glob. Chang Biol* 25 (2019): 2112-2126. <https://doi.org/10.1111/gcb.14618>
- [3] Alho, C. R. . El valor de la biodiversidad. *Braz J Biol* 68 (2008):1115-1118. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500018>
- [4] Arias-Arévalo, P., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., & Pérez-Rincón, M. Widening the evaluative space for ecosystem services: a taxonomy of plural values and valuation methods. *Environmental Values*, 27(1) (2018): 29-53. <https://doi.org/10.3197/096327118X15144698637513>
- [5] Balaguer, L., Arroyo-García, R., Jiménez, P., Jiménez, M.D., & Villegas, L. Forest Restoration in a Fog Oasis: Evidence Indicates Need for Cultural Awareness in Constructing the Reference. *PloS one* 6 (2011): 8-12. <https://doi:10.1371/journal.pone.0023004>
- [6] Balvanera, P. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas* 21(2012):1-2. <https://doi.org/10.7818/ECOS.33>
- [7] Bidegaim, I; Cerda, C; Catalán; E. Tironi, A; & López-Santiago, C. Social preferences for ecosystem services in a biodiversity hotspot in South America. *PloS one* 14(2019): 15-21 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215715>
- [8] Bitrán, D. Valoración de servicios ecosistémicos culturales para una zona desértica: la Región de Tarapacá, Chile. MSc. Tesis, Facultad de Economía y Negocios, *Universidad de Chile*, Santiago de Chile. 2015.
- [9] Bojie, Yanxu Liu, The theories and methods for systematically understanding land resource. *Chinese Sci Bull* 64 (2019): 2172-2179. <https://doi.org/10.1360/N972018-01149>.

- [10] Burton, V.; Moseley, D.; Brown, C.; Metzger M.; Bellamy, P. Reviewing the evidence base for the effects of Woodland expansion on biodiversity and ecosystem services in the United Kingdom. *For Eco* 430 (2018): 366-379. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.003>.
- [11] Caleño, B.; Rodríguez, N.; & López, R. Understanding the nursery habitat and provision service of a NTFP in a Colombian oak forest: A case of a nomadic vine. *Glob Ecol* 16 (2018): 446-457. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00446>
- [12] Cardona, H. Gestión de los servicios ecosistémicos que presta la flora de los agroecosistemas de la cuenca del Río La Vieja, Eje Cafetero, Colombia. Tesis MSc, Facultad de Estudios ambientales y Rurales, Bogotá, Universidad Javeriana. 2011
- [13] Castillo, A., Godínez, C., Schroeder, N., Galicia, C., Pujadas-Botey, A., & Hernández, L. M. El bosque tropical seco en riesgo: conflictos entre uso agropecuario, desarrollo turístico y provisión de servicios ecosistémicos en la costa de Jalisco, México. *Interciencia* 34 (2009): 844-850.
- [14] Chakraborty, S.; Avtar, R.; Raj, R.; Thu Minh, H.V. Village Level Provisioning Ecosystem Services and Their Values to Local Communities in the Peri-Urban Areas of Manila, The Philippines. *Land* 8 (2019): 177-189. <https://doi.org/10.3390/land8120177>.
- [15] Cevaland, C. J. & Ruth, M. When, where, and by how much do biophysical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics. *Ecol Econ* 22 (1997): 203-223
- [16] Cruz, M. J., Aguiar, R., Correia, A., Tavares, T., Pereira, J. S., & Santos, F. D. Impacts of climate change on the terrestrial ecosystems of Madeira. *Intl J Des Nat Ecodyn* 4(2009): 413-422.
- [17] Cubillo, A. M., Ferreira, J. G., Pearce, C. M., Marshall, R., Cheney, D., & Hudson, B. Ecosystem services of geoduck farming in South Puget Sound, USA: a modeling analysis. *Aquac Int* 26(2018): 1427-1443. <https://doi.org/bdigital.udistrital.edu.co/10.1007/s10499-018-0291-x>
- [18] De Leijster, V., Santos, M. J., Wassen, M. J., Ramos-Font, M. E., Robles, A. B., Díaz, M., ... & Verweij, P. A. Agroecological management improves ecosystem services in almond orchards within one year. *Ecosyst Serv* 38(2019): <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100948>.
- [19] Ducarme, F., & Couvet, D. (2020). What does 'nature' mean?. *Palgrave Communications* 6: 781-788.
- [20] Dunn, C. P. Biological and cultural diversity in the context of botanic garden conservation strategies. *Plant diversity* 39 (2017): 396-401. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2017.10.003>.
- [21] Echeverría, C., Nahuelhual, L., & Luque, S. Ecosystem services in changing landscapes: an introduction. *Landscape Ecology* 29(2014):181-186.
- [22] Eun-Mi, S. U. N., Park, Y. C., Kang-Hyup, L. E. E., Song, K. H., & Son, D. C. The vascular plants of Chujado Island (Jejudo), Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 49(2019): 345-370.
- [23] Farber, S., Costanza, R., & Wilson, M.A Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecol Econ* 41(2006): 375-392. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00088-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5).
- [24] Fish, R., Church, A., Willis, Ch., Winter, M., Jamie, A., Haines-Young, Roy., & Potschin, M. Making space for cultural ecosystem services: Insights from a study of the UK nature improvement initiative. *Ecosyst Serv* 21(B) (2016): 329-343. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.017>
- [25] Giannini, T. C., Tambosi, L. R., Acosta, A. L., Jaffe, R., Saraiva, A. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Metzger, J. P. Safeguarding ecosystem services: a methodological framework to buffer the joint effect of habitat configuration and climate change. *PLoS One* 10 (2015): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129225>
- [26] Gomes, G. C., Gomes, J. C. C., Barbieri, R. L., Miura, A. K., & Sousa, L. P. D. Environmental and Ecosystem Services, Tree Diversity and Knowledge of Family Farmers. *Floresta e Ambiente* 26(1) (2019): <https://doi.org/10.1590/2179-8087.031416>
- [27] Hamilton, A. C., Karamura, D., & Kakudidi, E. History and conservation of wild and cultivated plant diversity in Uganda: forest species and banana varieties as case studies. *Plant diversity*, 38(1) (2016): 23-44. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2016.04.001>.
- [28] Holopainen, J. K., Blande, J. D., & Sorvari, J. Functional role of extrafloral nectar in boreal forest ecosystems under climate change. *Forests* 11(2020): 67.
- [29] Kang, H. G., Kim, C. S., & Kim, E. S. Human influence, regeneration, and conservation of the Gotjawal forests in Jeju Island, Korea. *J Mar Island Cult*, 2(2013): 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.imic.2013.11.003>.
- [30] Khoury, C.; Greene, S.; Krishnan, S.; Miller, A. & Moreau, T. A Road Map for Conservation, Use, and Public Engagement around North America's Crop Wild Relatives and Wild Utilized Plants. *Crop Science*, 59 (2019): 2302-2307 <https://doi.org/10.2135/cropsci2019.05.0309>
- [31] Kottawa, J., & Wijeratne M. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y los ecosistemas en Sri Lanka: una revisión. *Nat Conserv Res*, 2 (2017): 2-22. <http://dx.doi.org/10.24189/ncr.2017.042>
- [32] Kolinjavadi, V. Avoiding dualisms in ecological economics: Towards a dialectically-informed understanding of co-produced socio-natures. *Ecological Economics*, 163(2019): 32-41. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00088-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5)
- [33] Kull, C.; de Sartre, X.; & Castro-Larrañaga, M. The political ecology of ecosystem services. *Geoforum*, 61(2015): 122-134. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.004>
- [34] Ladino, G., Ospina-Bautista, F., Estévez Varón, J., Jerabkova, L., & Kratina, P. Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. *Ecol Evol*, 9(2019): 7360-7372. <https://doi.org/10.1002/ece3.5296>
- [35] López, Marco Andrés. La valoración de los servicios ecosistémicos desde la cosmovisión indígena totonaca. *Madera y bosques*, 25 (2019): 19-2. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531752>
- [36] López-Pérez, Y., Tejero-Díez, J. D., Torres-Díaz, A. N., & Luna-Vega, I. Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 88 (2011): 35-53.
- [37] Lorenz, K., & Lal, R.. Carbon Sequestration in Agricultural Ecosystems. *Springer*. 2018.
- [38] Makhzoumi, J.; Chmaitelly, Hala.; & Lteif, Carine. Holistic conservation of bio-cultural diversity in coastal Lebanon: A

- landscape approach. *J Mar Island Cult*, 1(2012): 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.imic.2012.04.003>.
- [39] Maldonado, A. D., Ramos-López, D., & Aguilera, P. A. The Role of Cultural Landscapes in the Delivery of Provisioning Ecosystem Services in Protected Areas. *Sustainability*, 11(9) (2019): <https://doi.org/10.3390/su11092471>
- [40] Mavhura, E., & Mushure, S. Forest and wildlife resource conservation efforts based on indigenous knowledge: The case of Nharira community in Chikomba district, Zimbabwe. *Forest Policy and Economics*, 105 (2019): 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.019>.
- [41] Matzek, V.; Kerrie A.; & Kragt, M. Mainstreaming of ecosystem services as a rationale for ecological restoration in Australia. *Ecosyst Serv*, 35 (2019): 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.11.005>.
- [42] Melendi, D. L., Scafati, L., & Volkheimer, W. Biodiversidad: la diversidad de la vida, las grandes extinciones y la actual crisis ecológica. *Continente*. 2008.
- [43] Mijares, F & Pérez, N. Estudio florístico y estructural de un zural boscoso en el municipio de Arauca, Colombia. *Colombia Forestal*, 22(1) (2019): 37-50. <http://dx.doi.org/10.14483/2256201X.13237>
- [44] Moraswi, I., Bamigboye, S. O., & Tshisikhawe, M. P. Conservation status and threats to vascular plant species endemic to Soutpansberg Mountain range in Limpopo Province, South Africa. *Int J Plant Biol*, 10(1) (2019): 117. <https://doi.org/10.4081/pb.2019.7978>
- [45] Nava-López, M., Jujnovsky, J., Salinas-Galicia, R., Álvarez-Sánchez, J., & Almeida-Leñero, L. Servicios ecosistémicos. *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Angel*. 2009. pp. 1983-2008.
- [46] Ochoa, V., Marín, W., & Osejo, A. Valoración de los servicios ecosistémicos asociados al área de influencia. Informe técnico final. Convenio Bogotá. *Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. 2017. pp. 15-121.
- [47] Olmberg, M.; Aalto, T.; Akujärvi, A.; Arslan, A.; Bergström, I.; Böttcher, K.; Lahtinen, I.; Mäkelä, A.; Markkanen, T.; Minunno, F.; Peltoniemi, M.; Rankinen, K.; Vihervaara, P., & Forsius, M. Ecosystem Services Related to Carbon Cycling – Modeling Present and Future Impacts in Boreal Forests. *Front Plant Sci*, 10(2019):343. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00343>
- [48] Olson, D.; Farley, L.; Patrick, A.; Watling, D.; Tuiwawa, M.; Masibalavu, V., . . . & Allnutt, T. Priority Forests for Conservation in Fiji: Landscapes, hotspots and ecological processes. *Oryx*, 44(1) (2010): 57-70. <https://doi.org/10.1017/S0030605309990688>
- [49] Pascual, U., Muradian, R., Brander, L., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Verma, M., ... & Polasky, S. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations. 2010. pp. 183-256.
- [50] Pejchar, L., & Mooney, H. A. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in ecology & evolution*, 24(9) (2009): 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016>.
- [51] Quétiér, F.; Tapella, E.; Conti, G.; Cáceres, D.; & Díaz, S. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta ecológica*, (2007): 17-26.
- [52] Rocca, M., Brown, P., MacDonald, L., & Carrico, C. Impactos del cambio climático en los regímenes de incendios y los servicios clave del ecosistema en los bosques de las Montañas Rocosas. *Forest Ecology and Management*, 327(2014): 290- 305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.04.005>
- [53] Rodney, S., & Purdy, J. Dietary requirements of individual nectar foragers, and colony-level pollen and nectar consumption: a review to support pesticide exposure assessment for honey bees. *Apidologie*, 51 (2020): 1-17. <https://doi.org/bdigital.udistrital.edu.co/10.1007/s13592-019-00694-9>
- [54] Ryan, C. M., Pritchard, R., McNicol, I., Owen, M., Fisher, J. A., & Lehmann, C. Ecosystem services from southern African woodlands and their future under global change. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 371(2016): <http://doi.org/10.1098/rstb.2015.0312>.
- [55] Sangha, K.; Le-Brocque, A.; Costanza, R.; & Cadet-James, Y. Application of capability approach to assess the role of ecosystem services in the well-being of Indigenous Australians. *Glob Ecol Conserv.* 4 (2015): 445-458. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.09.001>.
- [56] Santana, L. D., Fonseca, C. R. D., & Carvalho, F. A. Aspectos ecológicos das espécies regenerantes de uma floresta urbana com 150 anos de sucessão florestal: o risco das espécies exóticas. *Cienc Florest*, 29(1) (2019): 1-13 <https://doi.org/10.5902/1980509830870>
- [57] Sieber, I. M., Borges, P. A., & Burkhard, B. Hotspots of biodiversity and ecosystem services: the Outermost Regions and Overseas Countries and Territories of the European Union. *One Ecosystem*, 3 (2018): <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24719>
- [58] Soga, M.; Tsuchiya, K.; Evans, M.; & Ishibashi, S. The inequalities of extinction of experience: the role of personal characteristics and species traits in the distribution of interactions between people and plants in Japan. *Ecol Res*, 34 (2019): 350 - 359. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12009>
- [59] Staudinger, M. D., Grimm, N. B., Staudt, A., Carter, S. L., & Chapin, F. S. Impacts of climate change on biodiversity, ecosystems, and ecosystem services. United States Global Change Research Program, Washington, DC. 2012
- [60] Tang, Y., & Chen, Y. Protecting the Biodiversity in the Fast Urbanization Age – An Ecotourism Zone in Hainan, China. *Proc Engin*, 198 (2017): 419-427. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.097>.
- [61] Thapa, I., Butchart, S. H., Gurung, H., Stattersfield, A. J., Thomas, D. H., & Birch, J. C. (Using information on ecosystem services in Nepal to inform biodiversity conservation and local to national decision-making. *Oryx*, 50(1) (2016): 147-155. <https://doi.org/10.1017/S0030605314000088>
- [62] Tiwary, A., Vilhar, U., Zhiyanski, M., Stojanovski, V., & Dinca, L. Management of nature-based goods and services provisioning from the urban common: a pan-European perspective. *Urban Ecosystems*, (2020): 1-13. <https://doi.org/bdigital.udistrital.edu.co/10.1007/s11252-020-00951-1>
- [63] Tomazini, P.; Valdely, F.; Glenn S.; & Heinrich, M. Medicinal plants at Rio Jauaperi, Brazilian Amazon: Ethnobotanical survey and environmental conservation. *J Ethnopharmacol* 186 (2016): 111-124. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.055>.

- [64] Trujillo, J. Juicio valorativo del proceso contractual de las vías 4G en Colombia. Tesis MSc. Facultad de Estudios ambientales y Rurales, Bogotá, Universidad Javeriana 2019
- [65] Schirpke, U.; Kohler, M.; Leitinger, G.; Fontana, V.; Tasser, E.; & Tappeiner, U. Future impacts of changing land-use and climate on ecosystem services of mountain grassland and their resilience. *Ecosyst Serv*, 26 (2017): 79-94. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.008>.
- [66] Van Berkel, D. B., Tabrizian, P., Dorning, M. A., Smart, L., Newcomb, D., Mehaffey, M., ... & Meentemeyer, R. K. Quantifying the visual-sensory landscape qualities that contribute to cultural ecosystem services using social media and LiDAR. *Ecosystem services* 31(2018): 326-335.
- [67] Vassiliki, V.; Danek, J.; Zogaris, S.; Gallou, E.; Kokkoris, I.; Kehayias, G.; & Dimopoulos, P. (2019). Residents' Views on Landscape and Ecosystem Services during a Wind Farm Proposal in an Island Protected Area. *Sustainability*, 12(6):2442. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.022>.
- [68] Vergara Buitrago, P. A. Estrategias implementadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia para conservar los páramos. *RCA*, 54(1) (2020): 167-176. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.9>.
- [69] Wartmann, F. M., & Purves, R. S. Investigating sense of place as a cultural ecosystem service in different landscapes through the lens of language. *Landsc Urban Plan*, 175 (2018):169-183. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.03.021>
- [70] Zafra, C., Temprano, J., & Tejero, I. The physical factors affecting heavy metals accumulated in the sediment deposited on road surfaces in dry weather: a review. *Urban Water Journal*, 14(6) (2017): 639-649. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2016.1223320>