Evaluación de servicios, diservicios ecosistémicos y motores de cambio a partir de valoración sociocultural en Coyaima, Colombia

Autor

Yuli Paola Tovar Tique

Trabajo presentado como requisito para optar por el título de Bióloga

Director

Francisco J Escobedo

Facultad de Ciencias Naturales

Programa Biología

Universidad del Rosario

Bogotá D. C. - Colombia

2020

Evaluación de servicios, diservicios ecosistémicos y motores de cambio a partir de valoración sociocultural en Coyaima, Colombia

Yuli Paola Tovar Tique, Francisco Escobedo, Nicola Clerici

Resumen/Abstract

La investigación sobre servicios ecosistemicos (SE), diservicios ecosistemicos (dSE) y motores de cambio (MCs) en Colombia es mínima. Además, pocos estudios evalúan los SE desde las percepciones de las personas y su contexto en el territorio. Esto tiene consecuencias en la toma de decisiones que planifican y transforman el territorio. Por tanto, los principales SE para las personas de un municipio de Colombia fueron analizados y su relación con un dSE y MC. Entrevistas y encuestas identificaron los principales SE, dSE y MCs que percibe la comunidad. Luego usando proxies de SE y Sistemas de Información Geográfica, se cuantificó el suministro de dos principales SE y un dSE. Por último, se analizó la relación estadística entre los principales SE y MC durante el periodo 2005 - 2017. Se encontró que según las personas los principales SE son purificación del aire y producción de alimentos. Los dSE son altas temperaturas y quemas, mientras que MCs son arrojo de basuras y quemas. Purificación del aire se mantuvo aproximadamente constante (116 t), producción de alimentos (49 t/ha) y el dSE quemas aumenta y no hubo correlación significativa entre el suministro de los SE y el MC. Por tanto, se recomienda un trabajo conjunto entre las comunidades locales y las instituciones territoriales para fortalecer el SE de purificación del aire y mantener la producción de alimentos con prácticas agrícolas sostenibles. Se sugiere realizar las evaluaciones a escala local, ya que permiten una comprensión más profunda de los SE y/o usos de la tierra a los encargados de toma de decisiones.

Research on ecosystem services (SE), ecosystem disservices (dSE) and drivers of change (MCs) in Colombia is minimal. In addition, few studies analyze people's perceptions regarding SE and their context in the territory. This has consequences for decision-making and planning that transforms the territory. Therefore, the most relevant SE for people in a municipality in Colombia were analyzed according to their relationship with the dSE and driver of change (MC). Using interviews and surveys the main SE, dSE and MCs were identified. Then using SE proxies and GIS the supply of two main SE and one dSE was quantified. The relationship between the main SE and MC were statistically analyzed during 2005 – 2017. People identified air purification and food production as the most important SE. Increased temperatures and fires were the most important dSE and waste and fires were the main MCs. Air purification remained approximately constant (116 ton), food production (49 ton/ha) and dSE fires increased, and

there was no significant correlation between the supply of SE and MC. Therefore, collaborative work between local communities and land management institutions is recommended in order to strengthen air purification SE and maintain food production with sustainable agricultural practices. It is suggested that assessments be conducted at the local level to allow for a deeper understanding of SE and/or land uses for decision makers.

Palabras clave / Keywords: Valoración sociocultural, Toma de decisiones, Provisión de alimentos, Purificación del aire, Quemas/ Sociocultural valuation, Decision-making, Food provisioning, Air purification, Fires.

1. Introducción

Los sistemas sociales dependen de los sistema ecológicos, ya que suministran los recursos necesarios para el funcionamiento y bienestar (Ramírez & Suárez, 2014). La importancia de los sistemas naturales para los sistemas sociales es poco valorada en algunos países y el estudio de los servicios ecosistémicos (SE) es desbalanceado hacia países templados y de altos ingresos (Milheiras & Mace, 2019). Hasta el 2010 aproximadamente el 50% de los estudios sobre SE se concentraban en seis países, en particular Estados Unidos y China (Seppelt et al., 2011). Este desconocimiento es una causa potencial para el aumento de degradación y transformación de los sistemas naturales (Rincón et al., 2014). Así mismo, los diservicios (dSE) suministrados por un sistema ecológico hacia sistemas socioeconómicos son menos estudiados en comparación con los estudios sobre SE (Aldana et al., 2019; Blanco et al, 2019).

Colombia se caracteriza por su gran diversidad y es uno de los países donde la investigación de los SE y dSE es mínima (Seppelt et al., 2011). La disminución del suministro de SE a veces se debe, a que, en la toma de decisiones que planifican y transforman el territorio no tienen cuenta los principales SE para un sistema socioecológico. Por ejemplo, el agua es un SE muy valorado en la región Andina de Colombia, por su alta demanda y la presencia de paramos (Garcia, 2013; Reyes, 2013; Vanegas & Estrada, 2015). Sin embargo, la alta degradación de la región ha incrementado, disminuyendo la oferta del SE (Domínguez et al., 2008). Por tanto, es importante conocer los SE de mayor importancia para las personas y así mismo, su aproximada oferta y demanda.

Sin embargo, la demanda de algunos SE puede afectar la oferta de otros SE y dSE (Rincón et al., 2014). Por ejemplo, la demanda de comida causa expansión de la frontera agrícola generando pérdida de bosque, y por ende la disminución de oferta de SE, y aumento de dSE (Zhang et al., 2007). Por otro lado, algunos estudios de oferta y demanda de SE son

generalmente revisiones de literatura y/o se enfocan en un solo SE, como por ejemplo, la evaluación de la energía o captación de carbono (Burkhard et al., 2012; Kroll et al., 2012). Además, algunos estudios obtienen los valores de demanda de SE de científicos, dejando por fuera la participación e intereses de las comunidades (Burkhard et al., 2012; Tao et al., 2018). Como es el caso de Aldana et al., (2019) que evaluaron la oferta y demanda de SE y dSE en el Área Metropolitana de Barranquilla (AMB).

Aldana et al., (2019) obtuvieron valores de oferta y demanda asociado a diferentes clases de coberturas por expertos. En este estudio no se tuvo en cuenta las preferencias de las personas que viven en BMA, las cuales son las beneficiaras y perjudicadas por los SE y dSE. Kroll et al., (2012) cuantificaron la oferta y demanda considerando solo aspectos ecológicos (oferta) y socioeconómicos (demanda) en Alemania, encontrando relaciones crecientes y decrecientes de oferta/demanda de tres SE (energía, alimentos y agua). Esto mediante la cuantificación de variables como suministro de energía por hectárea (GJ), precipitación anual media corregida (mm), producción de alimentos (t/ha), entre otros. Por tanto, se hace necesario realizar más estudios desde una perspectiva/preferencias de las personas.

La mayoría de estudios sobre SE se centran en valoración monetaria o biofísica (Gómezo et al, 2018), dejando de lado las preferencias de las personas y su contexto en el territorio (Rincón et al., 2014). Sin embargo, un enfoque sociocultural podría ser útil para comprender la afectación de dSE a las personas y la demanda de los principales SE (Valencia et al, 2017). De esta manera, las estudios podrían descubrir las valoraciones diferenciales y a menudo divergentes que las personas tienen respecto a los SE (Oteros et al., 2014). Las metodologías para realizar una valoración sociocultural pueden incluir métodos cualitativos como, entrevistas semiestructuradas, encuestas, talleres y/o métodos cuantitativos como el modelo biofísico InVEST (Evaluación Integrada de Servicios de Ecosistemas y Compensaciones), que permite realizar una valoración y análisis espacial de SE (Cárdenas, 2016; Salata, et al., 2017).

Los métodos cualitativos pueden ser realizados en grupos focales con personas que juegan un rol importante en la gestión del territorio (actores claves; Cáceres et al., 2015). Por ejemplo, Cáceres et al., (2015), estudiaron en Argentina de manera cualitativa la perspectiva de diferentes actores sociales sobre SE. Este estudio obtuvo que cada actor social percibía y agregaba un valor diferente a los SE ofrecidos por diferentes ecosistemas. Por otra parte, hay motores de cambio (MCs) antrópicos que alteran la estructura de los ecosistemas y, a su vez el suministro de SE y dSE (Hoffmann, et al., 2018). Un caso es el motor de cambio (MC) agricultura, que

modifica la cobertura de suelo, afectando la biodiversidad del paisaje a través del tiempo. Por tanto, la oferta de un SE y dSE está influenciada no solo por las propiedades biofísicas de un ecosistema, sino por las necesidades socioeconómicas como la agricultura (Rincón et al., 2014).

La relación entre MCs y SE, se puede analizar mediante métodos estadísticos. Por ejemplo, Meacham et al., (2016) realizaron un análisis de componentes principales de variables instrumentales (PCAIV) para determinar cómo los MCs y los SE evaluados de Suecia están asociados entre sí, encontrando que el uso de la tierra está asociado con los SE de polinización y calidad de agua. Zhao et al., (2017) utilizaron la regresión lineal para explorar las posibles relaciones entre la erosión eólica y los SE claves de tierra secas en China y encontraron una correlación negativa entre la producción de carne y la pérdida de suelo.

En este sentido, el objetivo de este estudio es evaluar los principales SE, dSE para las personas en un municipio de Colombia y su relación con un MC a través del tiempo. Por medio de (i) la identificación de los principales SE, dSE y MCs con base a la percepción y mayor frecuencia de preferencia por parte de diferentes actores sociales, (ii) la cuantificación del suministro de los principales SE en dos coberturas de suelo y (iii), la cuantificación de la relación entre un MC y el suministro de los principales SE.

2. Métodos

2.1 Área de estudio

Coyaima es un municipio al sur del departamento del Tolima, Colombia que se encuentra dentro de la cuenca baja del río Saldaña (Figura 1). La cobertura vegetal predominante es del ecosistema Bosque Seco Tropical. La altura oscila entre los 300 y 1.200 m.s.n.m y su temperatura promedio anual es de 28°C (Cortolima, 2011). La precipitación es bimodal con lluvias en marzo-abril y octubre-noviembre. Su extensión total es de 664.33 Km^2 donde el 99% es sector rural y el 1% es sector urbano (MIC, 2014). El 76,9% de la población residente en Coyaima se auto reconoce como Indígena de etnia Pijao. El total de la población son 51,8% de hombres y 48,2% de mujeres (Gobernación del Tolima, 2018).

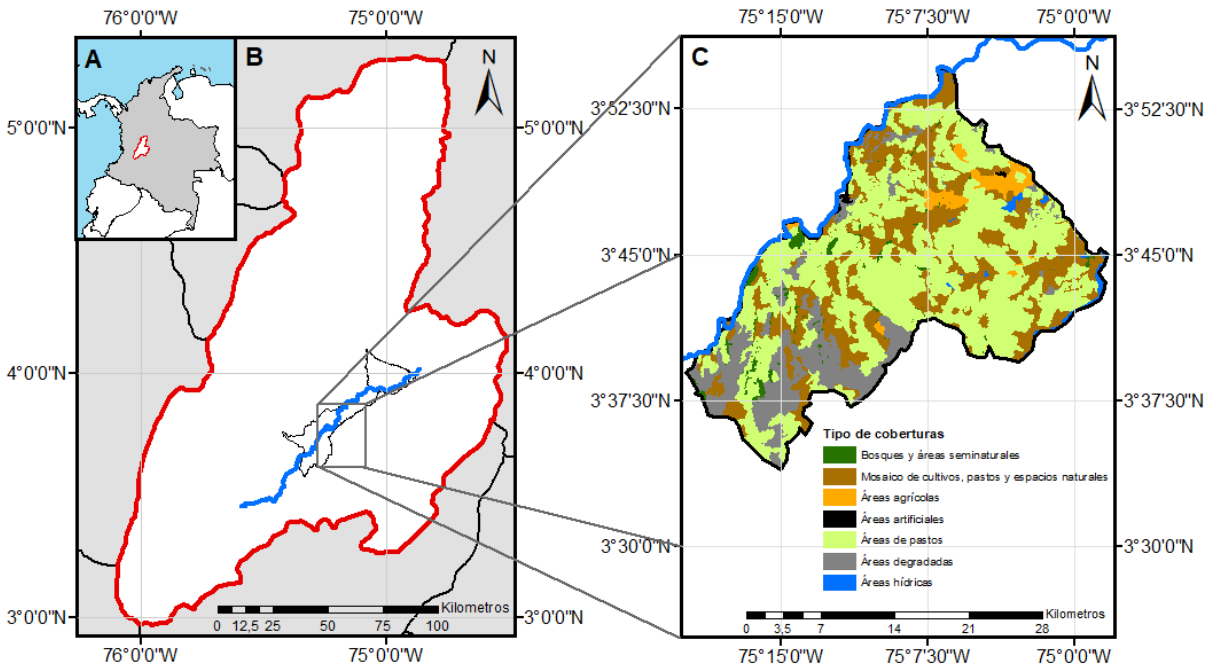

Figura 1. Área de estudio. A. Colombia (gris) y departamento del Tolima (Rojo). B. Departamento del Tolima (rojo), Cuenca baja del Río Saldaña (negro) y Río Saldaña (azul). C. Municipio de Coyaima con sus tipos de cobertura (IDEAM et al., 2017).

El 71% de la población vive en áreas rurales y el 29% vive en la cabecera municipal del municipio (DANE, 2010). El 52.4% de la población residente de Coyaima ha alcanzado el nivel básico primaria, 17.9% ha alcanzado secundaria o bachiller, 1.4% el nivel superior y postgrado y el 22.6% no tiene ningún nivel educativo (DANE, 2010). Las actividades económicas se basan principalmente en agricultura, ganadería, minería y otras actividades extractivas, seguido de actividades manufactureras, comercio, servicios sociales-comunales-personales y actividad financiera (Cortolima, 2011). Las actividades agropecuarias principales son la pesca en grandes ríos de la región, cultivos de maíz y la producción de productos como el ajonjolí *(Sesamum indicum*), el sorgo (*Sorghum* sp.) y otros alimentos (MIC, 2014).

2.2 Percepción de principales SE, dSE y MCs

Se realizó una visita al municipio de Coyaima durante 17 días desde el 22 de junio del 2019, para reconocer el área e identificar actores claves del municipio, a las cuales realizarles entrevistas semiestructuradas (Angarita, et.al., 2017; Burkhard & Joachim, 2017). Lo anterior se realizó con la técnica de muestreo de "bola de nieve", la cual solicitaba a la persona identificar otras personas con conocimiento sobre los temas preguntados o que aportara a la gestión del territorio (Snijders, 1992; Johnson, 2014). Esta técnica inició por una primera

entrevistada al azar a una persona perteneciente a un resguardo indígena del municipio de Coyaima (Anexo 1, 2). A ocho actores claves se les realizó una entrevista semiestructurada (Angarita, et al., 2017; Anexo 1) en julio y diciembre del 2019, sobre los siguientes temas: (1) características sociodemográficas, (2) percepción e identificación de SE y dSE e, (3) identificación y percepción de posibles MCs de SE y dSE (Burkhard & Joachim, 2017). Esto con el objetivo de colocar en el cuestionario de las siguientes encuestas las opciones de SE, dSE y MCs del municipio con base a la percepción de los actores claves (Oteros, et al., 2014).

Con base a las respuestas obtenidas por las entrevistas semiestructuradas se construyó, primero, un cuestionario con las siguientes partes (Anexo 4): (1) características demográficas, (2) tres servicios más importantes para la persona, (3) tres diservicios que más le afectan, (4) percepción de tres principales MCs y, (5) preguntas sobre actividades ambientales. Segundo, se realizaron 361 encuestas de intercepción (Kissam & Jacobs, 2004; Henley & McCoy, 2018) en la población (Iniesta et al, 2014; Castro et al., 2016). El método de la encuesta (Anexo 4) consistió en los siguientes pasos: 1) contextualizar a la persona del área que abarca el municipio de Coyaima, por medio de una imagen, 2) entregarle una hoja con las opciones de respuestas a las preguntas para que la persona leyera todas las opciones y escogiera de acuerdo con lo que pensaba, esto con el fin de disminuir la escogencia al azar de las respuestas y 3) realizar las preguntas del cuestionario a la persona. Estas encuestas se realizaron con el objetivo de abarcar e integrar de manera más general la percepción de los principales SE, dSE y MCs relevantes para las personas beneficiarias y perjudicadas del municipio.

Los resultados de las encuestas se analizaron en el software de análisis de datos cualitativos Nvivo (QSR International, 1999; Teixeira et al., 2019). El programa organizó las respuestas sobre los tres SE más importantes para las personas, los tres dSE que más le afectan, y la percepción de tres MCs con base a su mayor frecuencia de escogencia. Por último, las preguntas abiertas sobre actividades ambientales se analizaron con: mostrar las 10 palabras más frecuentes, con longitud mínima 5, y con coincidencias exactas.

2.3 Cuantificación de los principales SE

Los encuestados identificaron purificación del aire y producción de alimentos como principales SE (Ver Sección 3.1). El suministro del SE purificación del aire se estimó por medio de la cantidad anual de eliminación de los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), partículas menos de 10 micras (PM_{10}), partículas de menos de 2.5 micras ($PM_{2.5}$) y dióxido de azufre (SO_2) en toneladas (t), por el área de bosque del municipio

de Coyaima desde el 2005 hasta el 2017. El cálculo consistió en multiplicar un "proxy" de tasas anuales de eliminación de contaminantes (g/m^2) y la cantidad en metros cuadrados (m^2) de bosque presente en cada año. Una vez se obtuvo la cantidad de contaminantes eliminados en gramos (g), estas cantidades se transformaron a toneladas (t). Las tasas anuales o proxys de eliminación de cada contaminante (Tabla 1) se obtuvieron de valores calculados usando un modelo funcional, Urban Forest Effects e i-tree Canopy, en Ciudad de México por Escobedo & Chacalo (2008), Santiago de Chile por Escobedo & Nowak (2009) y EE. UU. por Hirabayashi (2014). Estos valores a su vez fueron modelados por medio del flujo del contaminante ($g/m^2/s$) que es el producto de la velocidad de deposición seca (m/s) y la concentración del contaminante (g/m^3). Los valores de área de bosque de cada año se obtuvieron de las capas Cobertura de Bosque No Bosque del IDEAM de los años 2005, 2010 y del 2012 hasta el 2017 (ideam.gov.co/capas-geo).

Tabla 1. Proxies o tasa anual de eliminación de contaminantes por área de bosque (g/m^2). Tasas se basan en valores obtenidos de *Ciudad de México (Escobedo & Chacalo, 2008), $^+$ EE. UU. (Hirabayashi, 2014) y Santiago de Chile (Escobedo & Nowak, 2009).

Contaminante	**Mínimo**	**Promedio**	**Máximo**
CO	0.1^+	0.4	NA
NO_2	0.5	0.7	1.5
O_3	1.6*	4.8*	8.4*
PM_{10}	2.2*	5.6*	8.7*
$PM_{2.5}$	NA	0.3^+	NA
SO_2	0.4	0.6	1.6
Total	4.8	12.1	20.2

El suministro del SE producción de alimentos se cuantificó por medio del rendimiento en toneladas/hectáreas (t/ha) de cinco tipos de cultivos en cada año desde el 2007 hasta 2017 (Baró et al., 2017). Los datos se extrajeron de la base de datos del Ministerio de Agricultura (agronet.gov.co). Aunque el Municipio de Coyaima produce más tipos de cultivos, se escogieron estos, ya que son cultivos de subsistencia y artesanales y no industriales (MIC, 2014): cachaco (*Musa* sp.), maíz tradicional (*Zea mays*), mango (*Mangifera indica*), limón (*Citrus* × *limon*) y yuca dulce (*Manihot esculenta)*. Estos cultivos no requieren muchos insumos antrópicos, como ocurre con la producción a nivel industrial. La producción industrial de

alimentos vegetales y animales, requiere desarrollos tecnológicos como agroquímicos y mecanización y, por tanto, ya no se consideran como SE (Norris et al., 2010).

2.4 MC y dSE

Las personas identificaron como principales dSE las temperaturas altas y quemas, y como principales MCs el arrojo de basuras y quemas (Ver sección 3.1), percibiendo las quemas como un perjuicio que podría alterar el suministro de SE. Por tanto, se cuantificó el número de hectáreas quemadas entre los años 2006 y 2017 por medio de la clasificación supervisada de 7 imágenes de diferentes satélites (ASTER: 2006 , Landsat 3-4: 2010, 2013, Landsat 8: 2014 y 2017 y Sentinel-2: 2015 y 2016) obtenidas de GloVIS (Houska & Johnson, 2012; Su et al., 2012; Tarazona & Cárdenas, 2018). Las clasificaciones fueron realizadas con la opción "máxima verosimilitud" en el software ArcGIS 10.7.1. (ESRI, 2011) Los polígonos se agruparon en dos categorías: quema y no quema (Kajii, 2002). La evaluación de precisión general de clasificación de las imágenes (Overall Accuracy Assessment) se realizó por medio de una matriz de confusión (Anexo 5) con la clasificación al azar de 100 puntos (quemas: 40 puntos y no quemas: 60 puntos). Por tanto, el porcentaje de exactitud de las clasificaciones fueron: 94% (2006), 96 % (2010), 72% (2013), 81% (2014), 80% (2015), 94% (2016) y 98% (2017).

El cálculo de las hectáreas de coberturas de suelo que se quemaron durante el 2017 utilizó el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), versión 2.1 a escala 1:100.000 (IDEAM et al., 2017). Este mapa tiene 16 coberturas de suelo, pero se resumieron en 7 tipos de coberturas de suelo presentes en el municipio de Coyaima en la Tabla 2 (Cortolima, 2011; Figura 1).

Tabla 2. Tipos de cobertura del MEC, Cortolima, número de hectáreas y el porcentaje de representatividad en el municipio de Coyaima (Cortolima, 2011; IDEAM et al., 2017).

Tipo de cobertura por MEC	**Tipo de cobertura por Cortolima**	**Número de hectáreas (ha)**	**% de representatividad**
Laguna	Áreas hídricas	1 909	2.8
Río			
Bosque de galería y riparios	Bosque y áreas seminaturales	3 288	5
Vegetación secundaria			
Arbustal abierto	Áreas degradadas	9 798	15
Arbustal denso			

Áreas abiertas sin vegetación			
Herbazal abierto			
Herbazal denso			
Arroz	Áreas agrícolas	2 059	3
Cultivos transitorios			
Pastos	Áreas de pastos	30 935	46
Territorio artificializado	Áreas artificiales	66	0.09
Mosaico de cultivos y pastos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	18 997	28
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales			
Mosaico de pastos y espacios naturales			

Con el fin de observar espacialmente las áreas que identifican entre los tres principales dSE y MCs "quemas", se realizó un mapa político de las veredas que conforman el municipio de Coyaima. Seguido, a cada vereda se le otorgó un número dependiendo de si las personas que viven en esa vereda identificaban como primer, segundo o tercer principal dSE o MC, quemas (1,2,3, respectivamente). Esto con base a las respuestas que proporcionaron las personas en las encuestas, con la pregunta "nombre de la vereda en la que vive en Coyaima" (Anexo 4). Por último, se realizó pruebas de chi-cuadrado para conocer cuáles variables sociodemográficas influyeron en las personas que viven en las veredas del municipio (274 personas) para que escogieran entre los principales dSE y MCs quemas (Rodríguez et al., 2020).

2.5 Relación entre MC y el suministro de SE

Se decidió cuantificar la relación entre el MC quemas (ha) y el suministro de los dos principales SE a través del tiempo. Esto por medio del Coeficiente de Correlación de Spearman con el software RStudio 3.5.3 (R Core Team, 2013) dado que los datos no presentaban normalidad.

3. Resultados

3.1 Percepción de principales SE, dSE y MCs

Se entrevistaron 3 mujeres y 5 hombres que lideraban un resguardo indígena o eran funcionarios públicos del municipio de Coyaima (Anexo 2). La mayoría de las personas tenían un rango de edad entre los 46-60 años y un promedio aproximado de 32 años de vivir en el municipio. Los entrevistados identificaron un total de 26 SE, 10 dSE y 13 MCs (Anexo 3). Los SE, dSE y MCs

identificados en las entrevistas semiestructuradas fueron resumidos en 10 SE, 11 dSE y 9 MCs, para el cuestionario de las entrevistas (Tabla 3).

Tabla 3. Servicios ecosistemicos, diservicios ecosistemicos y motores de cambio usados en las encuestas.

Servicios ecosistemicos	Diservicios ecosistemicos	Motores de cambio
1. Purificación del aire 2. Regulación del clima 3. Identidad cultural 4. Biodiversidad 5. Provisión y purificación de agua 6. Sustento económico 7. Producción de alimentos 8. Recreación/ Ecoturismo 9. Espiritual y/o religioso 10. Mantenimiento y obtención de mascotas	1. Inseguridad 2. Enfermedades humanas 3. Pestes pecuario/agrícola 4. Sequía e inundaciones 5. Miedo a fauna silvestre 6. Clima inestable 7. Altas temperaturas 8. Plagas de animales y plantas 9. Quemas 10. Vendavales 11. Miedo y estrés en áreas oscuras	1. Arrojo de basuras y escombros 2. Tala selectiva 3. Agricultura 4. Ganadería 5. Quemas 6. Falta de capacitaciones 7. Actividad minera 8. Actividades de producción de arroz 9. Erosión del suelo

La mayoría de las personas encuestadas (Tabla 4) escogieron los siguientes dos SE como más importantes: purificación del aire con 24% de representatividad y producción de alimentos con 15% de representatividad (Figura 2). Los dos dSE que se escogieron como más perjudiciales fueron: altas temperaturas con 19% y quemas con un 18% de representatividad (Figura 3). Por último, los dos MCs que mayor escogencia fueron: arrojo de basuras con un 26% y quemas con un 22% de representatividad (Figura 4).

Tabla 4. Características de la población encuestada en el municipio de Coyaima.

Categoría	Característica	Número de personas	% de representatividad en la muestra
Género	Mujer y hombre	167 y 194	46 y 53
Edad	18-30 años	104	28
Educación	Secundaria	177	49
Ocupación	Comercio, hogar, estudiante y agricultura	239	66
Pertenecientes a un resguardo o cabildo indígena	Resguardo o cabildo indígenas	188	50
Lugar de nacimiento	Coyaima	217	60
Lugar donde vive	Coyaima	274	75
Área donde vive dentro del municipio	Rural y urbana	152 y 122	55 y 44

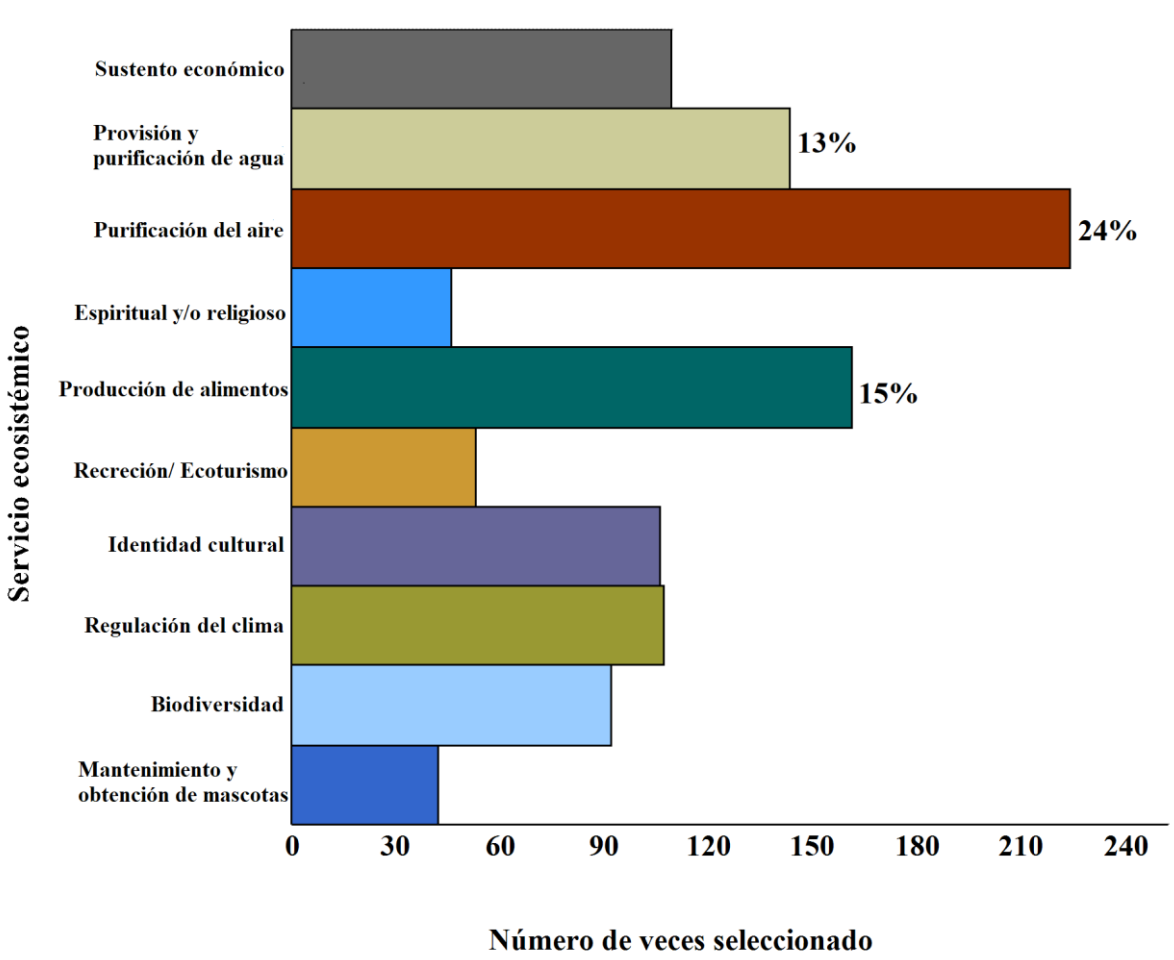

Figura 2. Principales servicios ecosistémicos para las personas encuestadas en el municipio de Coyaima.

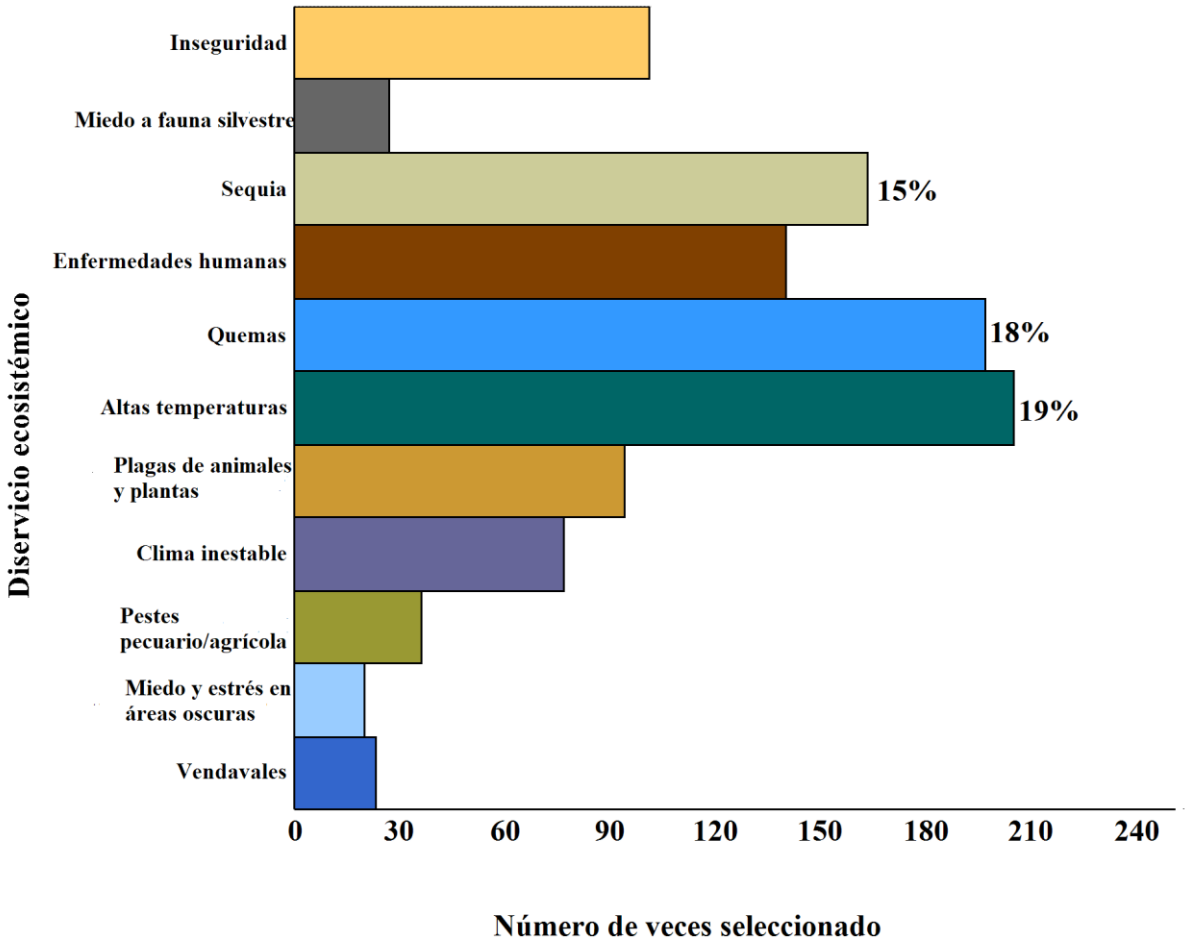

Figura 3. Principales diservicios ecosistémicos para las personas encuestadas en el municipio de Coyaima, Colombia.

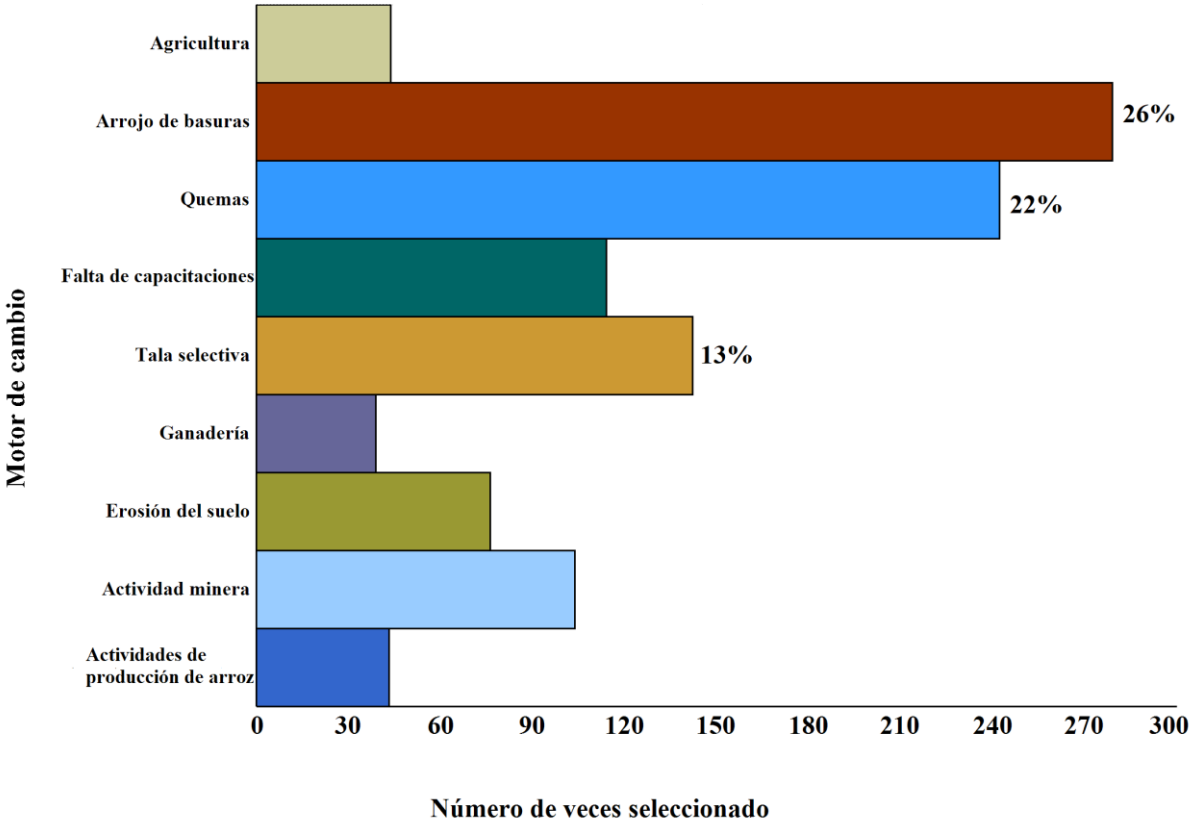

Figura 4. Principales motores de cambio para las personas encuestadas en el municipio de Coyaima, Colombia.

Por último, se encontró que la mayoría de las personas no identifica ninguna entidad que regule actividades ambientales en el municipio de Coyaima (66% de personas), aunque algunas personas (26% de personas) identifican la Alcaldía Municipal y/o Cortolima (Corporación Autónoma del Tolima) como entidades reguladoras de actividades ambientales. Por otro lado, la mayoría de las personas le gustaría participar en actividades de "cuidado de naturaleza" (64% de las personas) y a las personas que no les gustaría participar (31% de personas), en su mayoría se debe a falta de salud, tiempo y presencia en el municipio de Coyaima. Así, las personas podrían participar en actividades de cuidado en un promedio de 3.5 horas al mes (mínimo: 1 hora/mes y máximo: 30 horas/mes) en plantar árboles y recuperar los cuerpos de agua. Por último, las personas indican que sí les gustaría participar con entidades (e.g., la Alcaldía Municipal y Cortolima), para mejorar y cuidar los beneficios del medio ambiente.

3.2 Cuantificación de los principales SE.

3.2.1 Purificación del aire

El máximo suministro total del SE purificación del aire por el área de bosque del municipio de Coyaima en 2005 tuvo un promedio aproximado de 164 t (Tabla 5). Además, el suministro del SE tuvo la mayor disminución entre 2005 y 2010, perdiendo la capacidad de eliminar 40 t de contaminantes (Figura 5A). Esto debido a la disminución del área de bosque durante este periodo con 326 ha (Figura 5B). También, los contaminantes con mayor eliminación son PM10 y O3 (Figura 5A). Por último, debido a la pérdida total del área de bosque entre 2005 y 2017, se perdió la capacidad de eliminar aproximadamente 48 t de contaminantes.

Tabla 5. Cantidades anuales de eliminación de contaminantes en toneladas (t) por el área de bosque del municipio de Coyaima desde 2005 hasta 2017. En paréntesis se reportan los valores mínimos y máximos. n/a: No hay datos.

	Contaminantes						
Año	**CO**	**NO_2**	**O_3**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**TOTAL**
2005	5.35 (1.35 - n/a)	9.36 (6.69 - 20)	64 (21- 112)	74 (29 - 116)	3.5	8.0 (5.3 - 21)	164.3
2010	4.04 (1.02 - n/a)	7.07 (5.05 - 15)	48 (16 - 84)	56 (22 - 87)	2.7	6.0 (4.0 - 16.1)	123.8
2012	3.97 (1.00 - n/a)	6.95 (4.96 - 14.9)	47.6 (15.9 - 83)	55.6 (21.8 – 86.3)	2.65	5.95 (3.97 - 16)	122.7
2013	3.95 (0.99 - n/a)	6.91 (4.94 - 14.8)	47.4 (15.8 - 82)	55.3 (21.7 - 86)	2.63	5.92 (3.95 - 15.8)	122.1
2014	3.92 (0.99 - n/a)	6.87 (4.91 - 14.7)	47.1 (15.7 - 82)	54 (21.6 - 85)	2.62	5.89 (3.92 - 15.7)	120.4
2015	3.85 (0.97 - n/a)	6.74 (4.82 - 14.4)	46.2 (15.4 - 80)	53 (21.2 - 83)	2.57	5.78 (3.85 - 15.4)	117.8
2016	3.76 (0.95 - n/a)	6.59 (4.71 - 14.1)	45.2 (15.1 - 79)	52.7 (20.8 - 82)	2.51	5.61 (3.76 - 15.1)	116.4
2017	3.76 (0.94 - n/a)	6.58 (4.70 – 14.1)	45.1 (15 - 78)	52.6 (20.6 - 81)	2.50	6.64 (3.76 - 15)	116.1

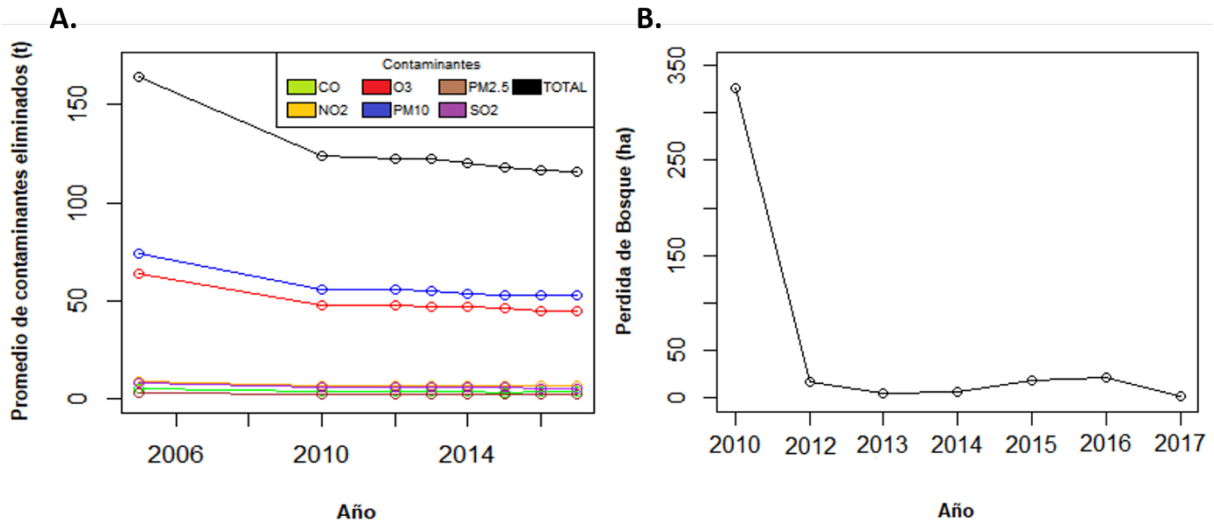

Figura 5. A. Suministro del servicio ecosistémico purificación del aire por el municipio de Coyaima durante 2005 – 2017. CO: verde, NO_2: naranja, O_3: rojo, PM_{10}: azul, $PM_{2.5}$: café, SO_2:

morado y total: negro. B. Pérdida del área de bosque (ha) durante 2005 – 2017 en el municipio de Coyaima, Colombia.

3.2.2 Producción de alimentos

El suministro total del SE producción de alimentos disminuyó entre 2007-2012 y aumenta entre 2012 - 2017 (Figura 6A). Además, se observa que a pesar del aumento del área sembrada total entre los años 2007-2008 (2 241 ha; Figura 6B), el rendimiento se mantiene aproximadamente igual en este periodo (Figura 6A).

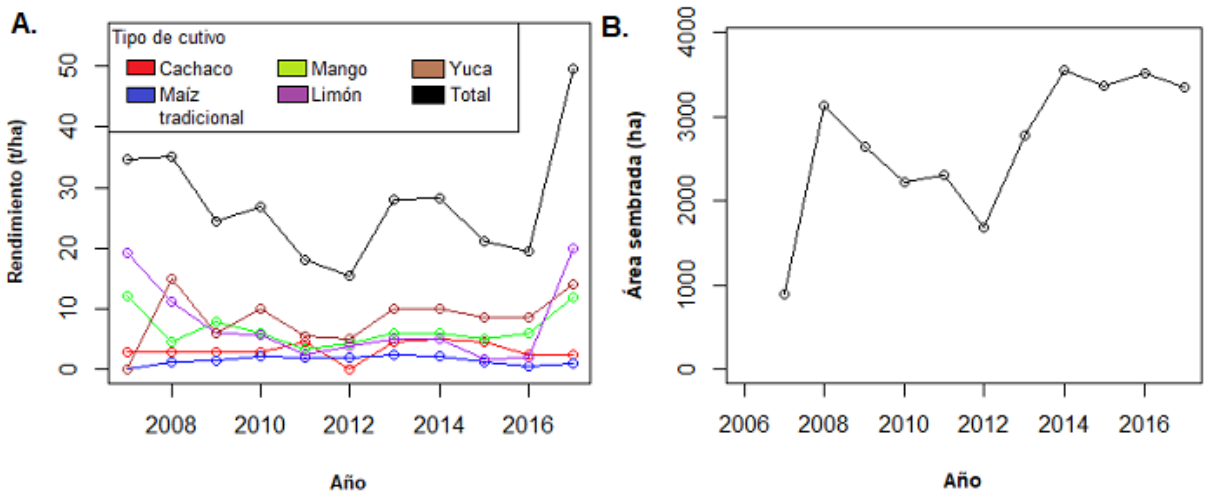

Figura 6. A. Suministro del servicio ecosistémico producción de alimentos entre 2007 – 2017 por el municipio de Coyaima. Cachaco: rojo, maíz tradicional: azul, mango: verde, limón: morado, yuca: café y total: negro. B. Área total sembrada para los cinco cultivos en el municipio de Coyaima.

3.3 MC y dSE

Las áreas quemadas durante 2006 – 2017 presentan un comportamiento variante, en el cual disminuyen entre 2010 – 2013 y aumentan después del 2013 (Figura 7). En 2017 las áreas quemadas ocupan la mayor parte del territorio (Figura 8) y las coberturas con mayores quemas fueron áreas de pastos (6 717 ha), seguido de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (4 188 ha), y áreas degradadas (2 165 ha). Se encontró que las veredas que identifican quemas entre los tres principales dSE y MCs se encuentran en las zonas con mayores áreas quemadas. Solo una vereda donde hay pocas áreas quemadas y con la mayor cobertura de bosque y áreas seminaturales, identifica quemas como tercer dSE (Figura 8). Además, “Educación” influye en las personas que viven en Coyaima para escoger quemas como dSE (Tabla 6). En cuanto al MC quemas hay 9 veredas que lo identifican como primer MC, 5 se encuentran en las zonas de

quemas y 4 no se encuentra en las áreas de quemas en 2017 (Figura 9). Siendo “Género” influyente en las personas que viven en Coyaima para identificar este MC y el género femenino de mayor frecuencia al escoger quemas (Tabla 6).

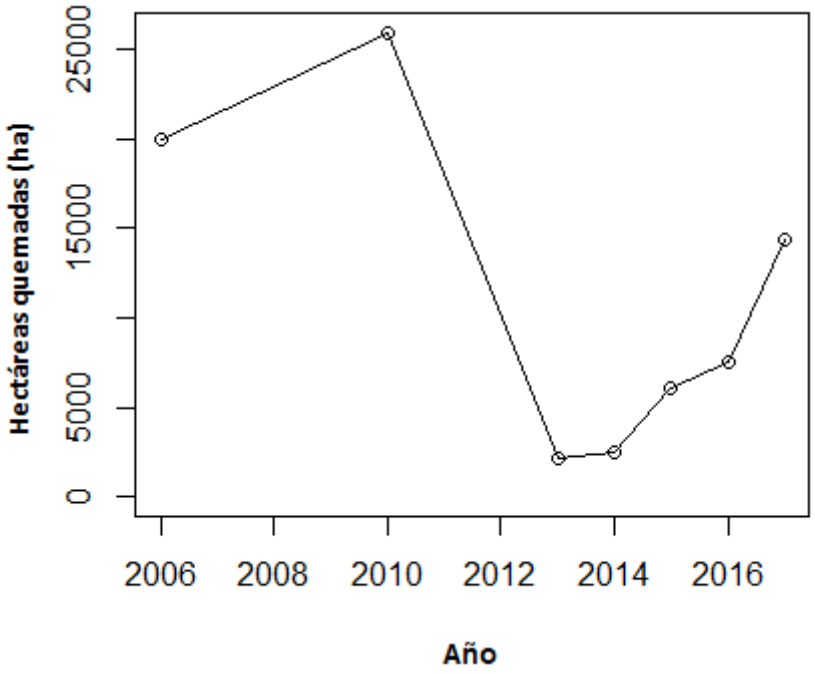

Figura 7. Número de hectáreas quemadas (ha) entre los años 2006 – 2017 en el municipio de Coyaima, Colombia.

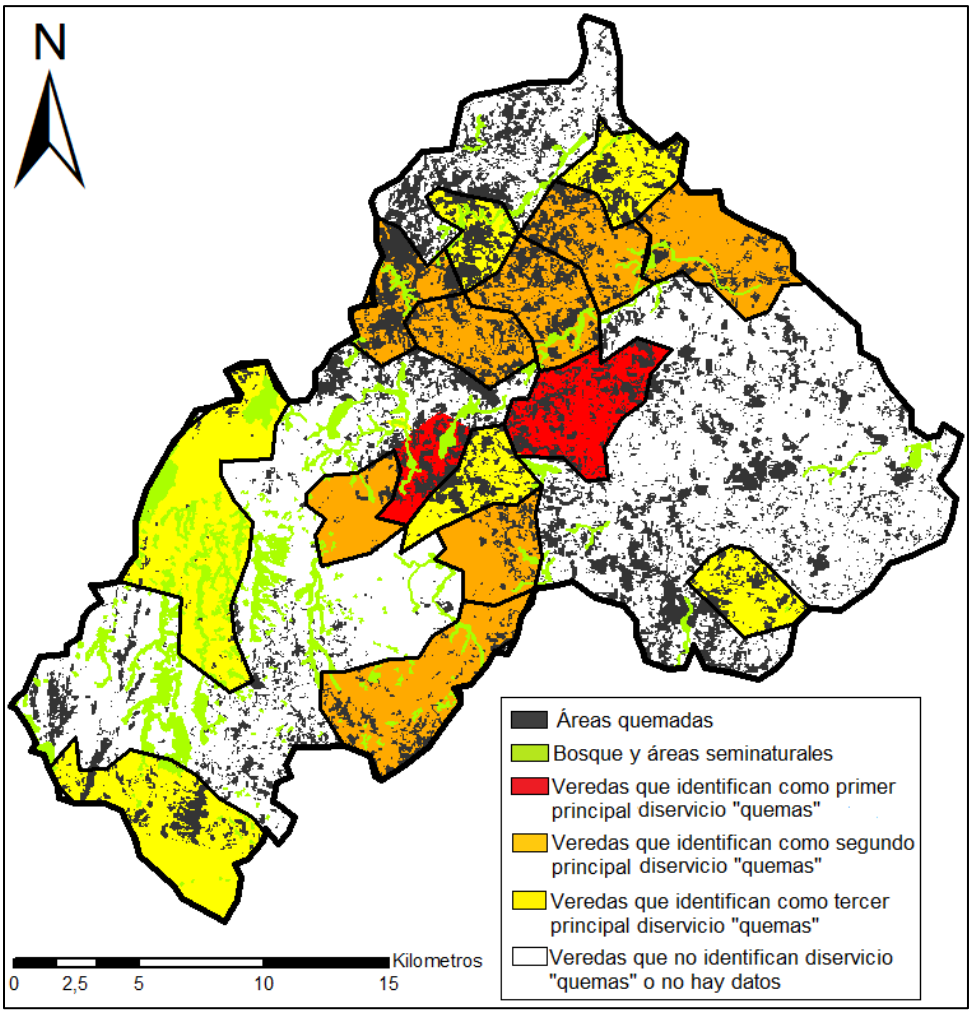

Figura 8. Veredas que identificaron quemas entre los tres principales diservicios ecosistémicos en Coyaima, Tolima.

Tabla 6. Valores de P obtenidos por la prueba de chi-cuadrado. *: P < 0.05 significativo.

Variable demográfica	**Diservicio**	**Motor de Cambio**
Edad	0.37	0.62
Género	0.8	0.016*
Educación	0.03*	0.5
Ocupación	0.6	0.1
Lugar donde vive: urbano/rural	0.61	1
Integrante de resguardo indígena	0.61	0.2

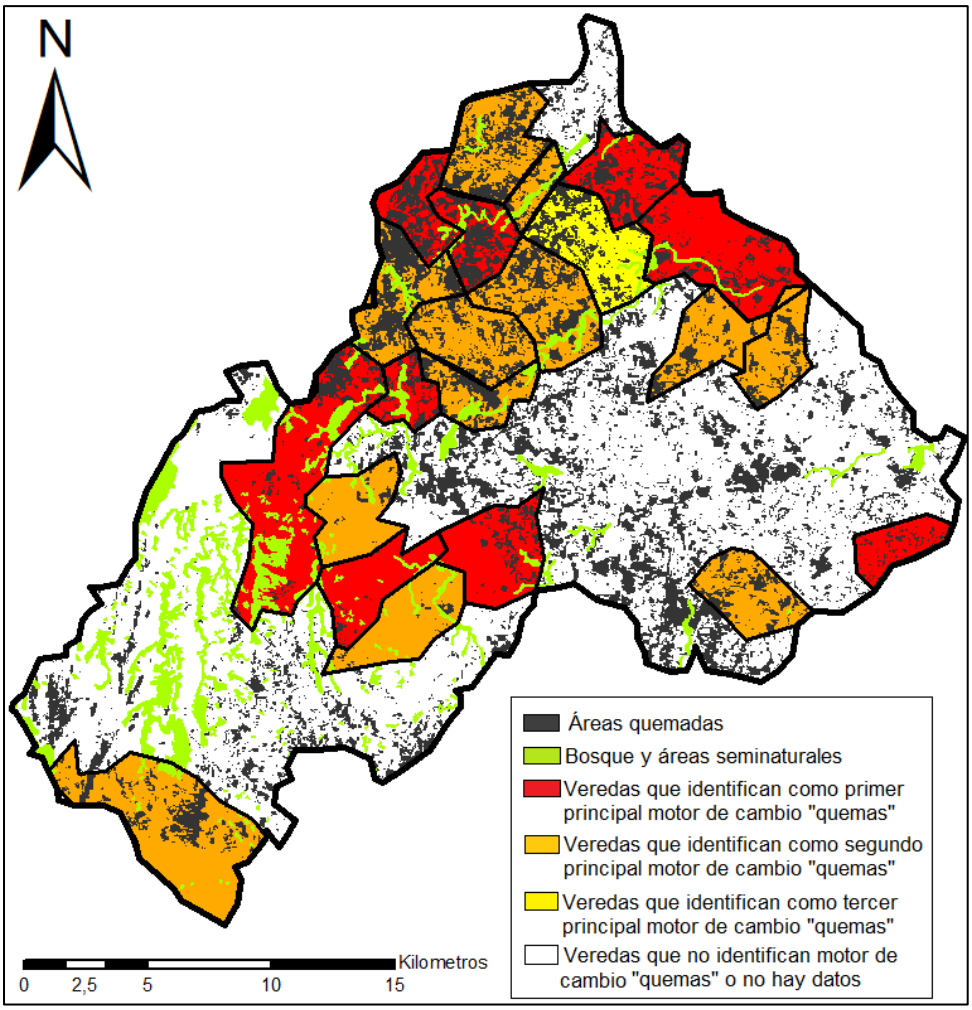

Figura 9. Veredas que identificaron quemas entre los tres principales motores de cambio en Coyaima, Colombia.

3.4 Relación entre MC y el suministro de SE

Se encontró que las quemas no son un MC que afecte el suministro de los SE purificación del aire y producción de alimentos en el municipio de Coyaima, debido a que no hay una relación significativa entre los rangos de las áreas quemadas y los rangos de las variables cantidad de eliminación de contaminantes y rendimiento a través de los años (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de Rho y P obtenidos por la prueba Coeficiente de correlación de Spearman.

Variable	**Rho**	**P-valor**
	Áreas quemadas	
Rendimiento (t/ha)	0.26	0.6
Cantidad de eliminación de contaminantes (t)	-0.14	0.8

4. Discusión

La valoración sociocultural se usó en este estudio para identificar, con base en las preferencias y percepciones de las personas, los principales SE, dSE y MCs del municipio de Coyaima. Las personas valoran primordialmente los SE que ofrecen bienes materiales básicos para una buena calidad de vida (aire, alimento y agua) (Wu, 2013). Aunque estudios previos (Iftekhar & Takama, 2008; Agbenyega et al., 2009; Martín et al., 2012) encontraron que las personas priorizan los SE de aprovisionamiento por encima de los SE de regulación, en Coyaima ocurre lo contario, siendo el SE de regulación (purificación del aire; Figura 2) el de mayor priorización. Esto posiblemente se deba a la influencia de las preferencias por SE de las personas encuestadas que viven en áreas urbanas (55% rural y 44% urbano; Tabla 3; Martín et al., 2012). Personas que viven en áreas urbanas tienden a desconectar su bienestar personal con los entornos que sostienen la vida, percibiendo los ecosistemas como factores externos. Por tanto, los SE de aprovisionamiento (producción de alimento) esenciales para la vida se perciben menos a pesar de su creciente dependencia por estos SE (Martín et al., 2012).

Los resultados encontrados por Oteros et al., (2014) en un agroecosistema dependiente del pastoreo y ganadería se asemejan a los encontrados en Coyaima. Los encuestados por Oteros et al., (2014) identificaban para su bienestar personal los SE de provisión de alimentos de agricultura, purificación del aire, regulación hídrica y prevención de incendios. Sin embargo, se debe tener en cuenta que prevención de incendios no es un SE (Depietri & Orenstein, 2019), evidenciando la falta de conocimiento por las personas. Aunque, en Coyaima no identifican prevención de incendios como SE, identifican los incendios como dSE (Figura 3), indicando que las personas ven los ecosistemas como impulsores de incendios que les genera perjuicios. Esto también evidencia la falta de conocimiento, debido a que las personas no se dan cuenta que los agricultores utiliza los incendios como una herramienta, siendo también los incendios un posible beneficio. Por otro lado, los dSE reportados aquí difieren de los encontrados por Aldana et al., (2019), a pesar de tener en común el ecosistema bosque seco colombiano. Esta diferencia se podría deber a que Aldana et al., (2019) se basaron en la percepción de expertos y aquí en las comunidades directamente perjudicadas. Por tanto, los posibles factores que influyen en los resultados obtenidos son el método, el tipo de actor social evaluados y su conocimiento.

Aunque purificación del aire no tuvo en cuenta datos y mediciones locales, se encontró que los dos contaminantes más eliminados son PM_{10} y ozono (O_3) (Figura 5). Esto es positivo debido

a que la exposición a largo plazo provoca irritaciones al sistema respiratorio, siendo los ancianos, bebes y niños los más sensibles (Filippidou & Koukouliata, 2011). Así, teniendo en cuenta solo el beneficio económico a la salud pública suministrado por la eliminación de PM10 y O3 en 2005 (valores de externalidad para 2005: PM10 = 47 886 872$COP/t y O3 = 3 460 611$COP/t; Escobedo & Chacalo, 2008). Se puede decir que Coyaima se ahorró $COP 3 mil millones en hospitalizaciones por enfermedades respiratorias, lo que equivale al ahorro aproximado de 8000 hospitalizaciones en 2005 (28% de su población; valor de hospitalización en 2005= 461 800$COP/persona ; Bernal et al., 2017). Sin embargo, debido a la disminución del suministro del SE, hasta 2017 ahora tan solo se ahorra la hospitalización aproximada del 17% de su población. Por otra parte, Arroyave et al., (2018) reportan cantidades mayores de eliminación de PM_{10} y O_3, (PM_{10}: 60.4 t y O_3:74.3 t), por el bosque urbano del valle de Aburrá, con respecto a los valores reportados aquí en 2017. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el bosque urbano del valle de Aburrá representa el 23.3%, y en cambio, el bosque de Coyaima representa tan solo el 1.5% del territorio.

En cuanto al SE producción de alimentos, durante los últimos cinco años ha aumentado (Figura 6), indicando que el suministro de este SE en el municipio no es un problema y las personas hasta el 2017 se han beneficiado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el aumento de la productividad agrícola insostenible puede producir efectos adversos sobre el suministro de otros SE de los cuales depende la agricultura (FAO, 2020). Por tanto, se recomienda mantener la producción de alimentos por medio de mejores prácticas agrícolas, como la conservación de la materia orgánica del suelo mediante la rotación de cultivos, la reducción del derrame improductivo de aguas superficiales procedentes de quebradas, la disminución de la práctica agro-cultural de roza, tumba y quema, la aplicación de sustancias agroquímicas y fertilizantes en cantidades adecuados a las necesidades agronómicas y ambientales, entre otros (FAO, 2002).

Se esperaba que el MC quemas tuvieran una relación negativa con el suministro del SE purificación del aire, dado que el aumento de áreas agrícolas se debe a la quema de bosque (Rincón et al., 2014). Sin embargo, no se encontró una correlación significativa (Tabla 7) entre quemas y purificación del aire, debido a que probablemente, el aumento de áreas quemadas no disminuye las hectáreas de bosque y, por tanto, no produce deforestación en el municipio de Coyaima. Lo anterior indica que Coyaima no sigue lo esperado y, por tanto, se sugiere que es mejor realizar las evaluaciones a escala local o regional ya que permiten una comprensión más profunda de los SE y/o usos de la tierra (Oteros et al., 2014). Además, se puede proporcionar información importante a los tomadores de decisiones locales sobre el comportamiento de los

SE y dSE y las preferencias de las personas, en este caso, las preferencias de la comunidad indígena Pijao (Pacha, 2014).

También, se esperaba que el MC quemas tuvieran una relación positiva con el suministro del SE producción de alimentos, sin embargo, no hubo una correlación significativa entre estos (Rincón et al., 2014; Tabla 7). Además, no hubo correlación significativa entre las áreas sembradas y la productividad (Rho: 0.2, P-valor= 0.5), por tanto, la producción de alimentos probablemente este influenciada por otros factores. Estos pueden ser los otros dSE identificados: altas temperaturas y sequía (variables ambientales). Por otro lado, las áreas quemadas en 2017 son la mayoría áreas de pastos que están dedicados al ganado bovino (Cortolima, 2011). El número de predios totales ganaderos en el Tolima fueron los más altos en 2005 y 2006 (2 089 y 24 005 predios respectivamente). En 2017 dichos predios disminuyeron al número más mínimo (17 220 predios), volviendo aumentar después (FEDEGAN, 2017). Este comportamiento se aproxima al obtenido por las hectáreas quemadas en Coyaima, por tanto, se plantea que posiblemente las hectáreas quemadas son para implementar pastos para ganadería. Sin embargo, se necesita profundizar con estudios este comportamiento.

La aplicación de planes de contingencia para la prevención, manejo, control de incendios forestales y la practica agro-cultural de roza, tumba y quema es deficiente hasta el 2014 (CDT, 2015). Por tanto, es necesario un control efectivo de los incendios, debido a que los encuestados que identifican entre los tres principales dSE quemas, se encuentran en las veredas donde hay más áreas quemadas (Figura 8).

Limitaciones y futuros estudios

Una limitación del estudio fue no encuestar al menos 10 personas que vivieran en cada vereda del municipio, para abarcar mejor las personas que viven en áreas rurales, y no generalizar en algunas veredas de las cuales no se obtuvieron datos. Igual, no se preguntó a las personas la percepción de tendencia de aumento o disminución de los SE, dSE y MCs y las entrevistas-encuestas se realizaron en 2019 – 2020; no se sabe si los resultados obtenidos cambiarían si se incluyen datos de 2017 – 2020. También la cuantificación del SE purificación del aire se basa en proxies de tasas anuales de eliminación de contaminantes derivados de bosques urbanos y la calidad del aire de tres diferentes ciudades y no específicamente al contexto colombiano. Además, el cálculo no considera otros tipos de vegetación como arbustos, hierbas y pastos que pueden contribuir a la purificación del aire (Tatiane, 2017).

La limitación de datos ambientales como la cantidad de contaminantes atmosféricos para el municipio de Coyaima a través de los años no permitió comparar directamente el beneficio de purificación del aire para el municipio. Por último, una limitación fue cuantificar y analizar solo cinco cultivos para la producción de alimentos, ya que Coyaima depende de otro tipo de cultivos (por ejemplo, arroz), sin embargo, este es más industrial. A futuro se podría evaluar los trade-off y sinergias entre estos SE, dSE y MC, para aportar al territorio una configuración espacial que permita mantener el suministro de los SE, la disminución de dSE y el manejo del MC.

5. Conclusiones

Se evaluó los SE y dSE principales para las personas de un municipio de Colombia y su relación con el MC quemas. Este estudio afirma que la valoración sociocultural podría ser de gran utilidad para identificar los SE y dSE a evaluar en una investigación, ya que los resultados se ajustan a las necesidades y de manera específica al contexto del área de estudio. La metodología aplicada aquí permitió identificar los principales SE y dSE de un área de estudio desde varias perspectivas. Se recomienda aumentar el suministro de purificación del aire, debido a que la eliminación de contaminantes es de tan solo 116 t y la emisión de contaminantes puede aumentar por las quemas. Esto se puede realizar aumentando y fortaleciendo el área de bosque por medio de una reforestación-restauración, ya que solo representa el 1.5% del territorio. Además, la implementación de prácticas agrícolas que permitan la producción de alimentos a futuro.

Sin embargo, estas actividades deben ser con énfasis en la cultura indígena Pijao e incluir el trabajo conjunto entre las comunidades locales y las instituciones, ya que los encuestados se interesan en trabajar con instituciones como la Alcaldía Municipal y/o Cortolima y sí les gustaría participar en actividades de cuidado de la naturaleza, lo cual es clave. Además, incluir en las actividades educación ambiental que permita a las personas del municipio ampliar sus conocimientos acerca de los SE, dSE, MCs y sus interacciones. Por último, se recomienda seguir evaluando los SE en otros municipios de Colombia, para generar conocimiento que permita mantener los SE por medio de una planificación estratégica y articulada desde el territorio.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad del Rosario y a María Arcelia Madrigal por financiar el proyecto de investigación; a mis directores, a Claudia Ramos por ayudarme a realizar las encuestas y a las personas que participaron en las entrevistas y encuestas.

Referencias

Agbenyega, O., Burgess, P. J., Cook, M., & Morris, J. (2009). Application of an ecosystem function framework to perceptions of community woodlands. *Land Use Policy*, *26*(3), 551–557. doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.08.011

Aldana-Domínguez, J., Palomo, I., Gutiérrez-Angonese, J., Arnaiz-Schmitz, C., Montes, C., & Narvaez, F. (2019). Assessing the effects of past and future land cover changes in ecosystem services, disservices and biodiversity: A case study in Barranquilla Metropolitan Area (BMA), Colombia. *Ecosystem Services*, *37*, 100915. doi.org/10.1016/J.ECOSER.2019.100915

Angarita-Baéz, J. A., Pérez-Miñana, E., Beltrán Vargas, J. E., Ruiz Agudelo, C. A., Paez Ortiz, A., Palacios, E., & Willcock, S. (2017). Assessing and mapping cultural ecosystem services at community level in the Colombian Amazon. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, *13*(1), 280–296. doi.org/10.1080/21513732.2017.1345981

Arroyave, M., Posada, M., Nowak, D. J., & Hoehn, R. E. (2018). Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia Forestal*, *22*(1), 5–16. doi.org/10.14483/2256201X.13695

Baró, F., Gómez-Baggethun, E., & Haase, D. (2017). Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. *Ecosystem Services*, *24*, 147–159. doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.021

Bernal, A., Carvajal, H., & Alvis, N. (2017). Costos económicos de la infección respiratoria aguda en un Municipio de Colombia. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, *49*(3), 470–477. doi.org/http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v49n3-2017005

Blanco, J., Dendoncker, N., Barnaud, C., & Sirami, C. (2019, April 1). Ecosystem disservices matter: Towards their systematic integration within ecosystem service research and policy. *Ecosystem Services*. Elsevier B.V. doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100913

Burkhard, Bejamin, Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, *21*, 17–29. doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.06.019

Burkhard, Benjamin, & Joachim, M. (Eds.). (2017). *Mapping ecosystem services*. Pensoft

Publishers, Sofia.

Burkhard, Benjamin, Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators, 21*, 17–29. doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019

Cáceres, D. M., Tapella, E., Quétier, F., & Díaz, S. (2015). The social value of biodiversity and ecosystem services from the perspectives of different social actors. *Ecology and Society, 20*(1). doi.org/10.5751/ES-07297-200162

Castro, A. J., Vaughn, C. C., Julian, J. P., & García-Llorente, M. (2016). Social Demand for Ecosystem Services and Implications for Watershed Management. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, *52*(1), 209–221. doi.org/10.1111/1752-1688.12379

Contraloría Departamental del Tolima (CDT). (2015). *Informe Definitico Auditoria Ambiental Especial Vigencia 2014*. Recuperado de http://contraloriatolima.gov.co/webcontraloria/documentos/2015/informes/inf_ambiental_coyaima_2014.pdf

Cortolima. (2011). *Agenda Ambiental del Municipio de Coyaima*. Recuperado de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/agendas/2011_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Coyaima.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). *Censo general 2005*. Recuperado de www.dane.gov.co

Depietri, Y., & Orenstein, D. E. (2019). Fire-Regulating Services and Disservices With an Application to the Haifa-Carmel Region in Israel. *Frontiers in Environmental Science, 7*, 107. doi.org/10.3389/fenvs.2019.00107

Domínguez, E., Gonzalo, H., Vaneegas, R., & Moreno, P. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herraminetas de evaluación del recurso hidrico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc, 32(123)*, 195–212.

Escobedo, F., & Chacalo, A. (2008). Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por el arbolado urbano de la ciudad de México. *Interciencia*, *33*(1), 29–33.

Escobedo, F., & Nowak, D. (2009). Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest. *Landscape and Urban Planning*, *90*(3–4), 102–110.

ESRI. (2011). ArcGIS Desktop: Release 10.7.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). (2017). *Documentos de Estadistica*. Recuperado de https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica

Filippidou, E. C., & Koukouliata, A. (2011). Ozone effects on the respiratory system. *Prog Health Sci*, *1*(2).

Garcia, H. (2013). Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de SanturbánTitle. Recuperado de http://hdl.handle.net/11445/332

Gobernación del Tolima (2018). *Estadísticas 2011-2014*. Recuperado de www.tolima.gov.co/publicaciones/13054/estadisticas_tolima_dosmiloncedosmilatorce_/

Gómez Díaz, W. S., Martínez López, N. D., & Ambiental, I. (2018). Evaluación de la percepción sociocultural de los servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy aplicando la metodología de proceso analítico jerárquico-ahp. *Instname:Universidad Santo Tomás*. Recuperado de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/12062

Henley, S., & McCoy, T. (2018). Encuestas de intercepción: un método pasado por alto para la recopilación de datos. *Journal of Extension*, *5*. Recuperado de https://www.joe.org/joe/2018december/tt1.php

Hirabayashi, S. (2014). *i-Tree Canopy Air Pollutant Removal and Monetary Value Model Descriptions*.

Hoffmann, C., Márquez, J. R. G., & Krueger, T. (2018). A local perspective on drivers and measures to slow deforestation in the Andean-Amazonian foothills of Colombia. *Land Use Policy*, *77*, 379–391.

Houska, T. R., & Johnson, A. P. (2012). GloVis (No. 137). *US Geological Survey*.

Iftekhar, M. S., & Takama, T. (2008). Perceptions of biodiversity, environmental services, and conservation of planted mangroves: A case study on Nijhum Dwip Island, Bangladesh. *Wetlands Ecology and Management*, *16*(2), 119–137. doi.org/10.1007/s11273-007-9060-8

Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Aguilera, P. A., Montes, C., & Martín-López, B. (2014). Socio-cultural valuation of ecosystem services: Uncovering the links between

values, drivers of change, and human well-being. *Ecological Economics*, *108*, 36–48. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.028

Instituto de Hidrología, M. y E. A. (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I.Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" (Invemar), & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Mapa de Ecosistemas Contientaes, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:00.000*.

Johnson, T. P. (2014). Snowball Sampling: Introduction. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. doi.org/10.1002/9781118445112.stat05720

Kajii, Y. (2002). Boreal forest fires in Siberia in 1998: Estimation of area burned and emissions of pollutants by advanced very high resolution radiometer satellite data. *Journal of Geophysical Research*, *107*(D24), 4745. doi.org/10.1029/2001JD001078

Kissam, E., & Jacobs, I. (2004). Estrategias prácticas de investigación para las comunidades indígenas mexicanas en California que buscan afirmar su identidad. *Jonathan Fox y Gaspar Rivera–Salgado.* Recuperado de http://meme.phpwebhosting.com/~migracion/modules/libro_indigenas_mexicanos_migrantes/13.pdf

Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N. (2012). Rural-urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy*, *29*(3), 521–535. doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.07.008

Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., Amo, D. G. Del, … Montes, C. (2012). Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *PLoS ONE*, *7*(6), e38970. doi.org/10.1371/journal.pone.0038970

Meacham, M., Queiroz, C., Norström, A. V., & Peterson, G. D. (2016). Social-ecological drivers of multiple ecosystem services: What variables explain patterns of ecosystem services across the Norrström drainage basin? *Ecology and Society*, *21*(1). doi.org/10.5751/ES-08077-210114

Milheiras, S., & Mace, G. (2019). Assessing ecosystem service provision in a tropical region with high forest cover: Spatial overlap and the impact of land use change in Amapá, Brazil. *Ecological Indicators*, *99*, 12–18. doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2018.12.013

Ministerio del interior de Colombia (MIC). (2014). *Plan de salvaguarda étnica del pueblo Pijao. Etapa de validación de información del proceso de diagnostico y formulación de líneas de acción.Documento valido Comunidad Indígena Buena Vista Meche Municipio de Coyaima*. Recuperado de https://siic.mininterior.gov.co/sites/default/files/upload/21_comunidad_buena_vista_meche_coyaima.pdf

Norris, K., Potts, S. G., & Mortimer, S. R. (2010). Ecosystem services and food production. *Ecosystem Services*, 52–69.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002). *Las buenas prácticas agrícolas*. Recuperado de http://www.fao.org/ag/esp/revista/faogapes.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Recuperado de http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/#:~:text=Agua%2C alimentos%2C madera y otros,como "servicios de abastecimiento".&text=La agricultura%2C la silvicultura y,su vez influyen en ellos

Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., González, J. A., Plieninger, T., López, C. A., & Montes, C. (2014). Socio-cultural valuation of ecosystem services in a transhumance social-ecological network. *Regional Environmental Change*, *14*(4), 1269–1289. doi.org/10.1007/s10113-013-0571-y

Pacha, M. J. (2014). *Valoración de los servicios ecosistémicos como herramienta para la toma de decisiones: Bases conceptuales y lecciones aprendidas en la Amazonía*. Recuperado de https://naturalcapitalproject.stanford.edu/wp-content/uploads/2017/05/Valoración-de-los-servicios-ecosistémicos-como-herramienta-para-la-toma-de-decisiones.pdf

R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Ramírez, J., & Suárez, C. (2014). Aporte del Sistema de Áreas Protegidas del Tolima asociado al recurso hidrico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/266142870

Reyes, M. (2013). Importancia económica de la provisión y regulación hídrica de los parques nacionales naturales de Colombia para los sectores productivo del pais. *VI Jornadas de La Asociacion Argentino Uruguaya de Economia Ecologica*. Recuperado de

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/Seminarios Técnicos/Doc abr24--2014Abr24 Provision y regulacion hidrica PNC.pdf

Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P., & Zuluaga, P. A. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Rodríguez-Morales, B., Roces-Díaz, J. V., Kelemen, E., Pataki, G., & Díaz-Varela, E. (2020). Perception of ecosystem services and disservices on a peri-urban communal forest: Are landowners' and visitors' perspectives dissimilar? *Ecosystem Services*, *43*, 101089. doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101089

Seppelt, R., Dormann, C. F., Eppink, F. V., Lautenbach, S., & Schmidt, S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology*, *48*(3), 630–636. doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01952.x

Snijders, T. A. B. (1992). Estimation On the Basis of Snowball Samples: How To Weight? *Bulletin of Sociological Methodology/Bulletin de Méthodologie Sociologique*, *36*(1), 59–70. doi.org/10.1177/075910639203600104

Su, C., Bojie, F., Yongping, W., Yihe, L., Guohua, L., Daolong, W., … Xiaoming, F. (2012). Ecosystem management based on ecosystem services and human activities: a case study in the Yanhe watershed. *Sustainability Science*, *7(1)*, *17–3*.

QSR International (1999) NVivo Qualitative Data Analysis Software [Version 12]. Available from https://qsrinternational.com/nvivo/nvivo-products/

Tao, Y., Wang, H., Ou, W., & Guo, J. (2018). A land-cover-based approach to assessing ecosystem services supply and demand dynamics in the rapidly urbanizing Yangtze River Delta region. *Land Use Policy*, *72*, 250–258. doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.051

Tapella, E. (2007). *El mapeo de Actores Claves, documento de trabajo del proyecto Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario*. Recuperado de https://planificacionsocialunsj.files.wordpress.com/2011/09/quc3a9-es-el-mapeo-de-actores-tapella1.pdf

Tarazona, O., & Cárdenas, K. (2018). Identification of ecosystems services, associated to Caño Bugre (Department of Córdoba-Colombia).

Tatiane, F. (2017). Using i-Tree Software to Estimate and Value Ecosystem Services Case of study: Air pollutants removal in Portugal Park. *Brazilian Technology Symposium*. Recuperado de http://lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-17/Papers/73565.pdf

Teixeira, F. Z., Bachi, L., Blanco, J., Zimmermann, I., Welle, I., & Carvalho-Ribeiro, S. M. (2019). Perceived ecosystem services (ES) and ecosystem disservices (EDS) from trees: insights from three case studies in Brazil and France. *Landscape Ecology*, *34*(7), 1583–1600. doi.org/10.1007/s10980-019-00778-y

Valencia E, J., Rodríguez P, J.-M., Arias Mendoza, J. J., & Castaño R, J.-M. (2017). Valoración de los servicos ecosistémicos de investigación y educación como insumo para la toma de decisones desde la perspectiva de la gestion del riesgo y el cambio climatico. *Luna Azul*, (45), 11–41. doi.org/10.17151/luaz.2017.45.3

Vanegas, T., & Estrada, J. A. (2015). Valoración económica de los páramos: Parque Nacional Natural Los Nevados (Trabajo de grado). Recuperado de http://repository.eia.edu.co/handle/11190/1946

Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, *28*(6), 999–1023. doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9

Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, *64*(2), 253–260. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024

Zhao, Y., Wu, J., He, C., & Ding, G. (2017). Linking wind erosion to ecosystem services in drylands: a landscape ecological approach. *Landscape Ecology*, *32*(12), 2399–2417. doi.org/10.1007/s10980-017-0585-9