

Capítulo 8 El árbol “k’anisté” (*Pouteria campechiana*), la conservación de la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos

Chapter 8 The “k’anisté” tree (*Pouteria campechiana*), the conservation of biodiversity and other ecosystem services

DUARTE-UBALDO, Ivonne Esmeralda†*, VARGAS-MAGAÑA, José Juan y ENCALADA-MENA, Lizandro Alberto

Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias Calle 53 SN, Unidad Esfuerzo y Trabajo I, Escárcega, Campeche, CP. 24350

ID 1^{er} Autor: *Ivonne Esmeralda, Duarte-Ubaldo* / **ORC ID:** 0000-0001-9683-1594

ID 1^{er} Coautor: *José Juan, Vargas-Magaña* / **ORC ID:** 0000-0002-9218-3259

ID 2^{do} Coautor: *Lizandro Alberto, Encalada-Mena* / **ORC ID:** 0000-0002-7052-3953

DOI: 10.35429/H.2020.2.136.157

I. Duarte, J. Vargas, L. Encalada

*ieduarte@uacam.mx

N. Niño, M. Valencia y M. García. (AA. VV.) Sustentabilidad, Turismo y Educación. Handbooks-TII-©ECORFAN-Mexico, Guerrero, 2020.

Resumen

El presente capítulo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica extensa sobre la importancia del árbol de K'anisté desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales que este proporciona a las comunidades humanas. El k'anisté (*Pouteria campechiana*) es un árbol nativo de México que fue muy utilizado en la época prehispánica entre la cultura maya, actualmente esta especie está siendo subutilizada e incluso poca gente tiene conocimiento de su uso. Se revisaron las bases de datos de EBSCO y Google académico sobre estudios sobre *Pouteria campechiana*, además que contemplaran la biodiversidad de la flora y los servicios ambientales que esta proporciona. Existen pocos registros de estudios directos en la especie que la reportan como parte de la biodiversidad y con grandes servicios ambientales, por lo tanto se debe promover el conocimiento popular de la especie y su conservación por los beneficios no sólo a la biodiversidad sino también a la sociedad.

Pouteria campechiana, Servicios ecosistémicos, Biodiversidad

Abstract

The objective of this chapter is to carry out an extensive bibliographic review on the importance of the K'anisté tree from the point of view of conservation of biodiversity and the environmental services that it provides to human communities. The k'anisté (*Pouteria campechiana*) is a native tree of Mexico that was widely used in pre-Hispanic times among the Mayan culture, currently this species is being underused and even few people are aware of its use. The EBSCO and Google academic databases on studies on *Pouteria campechiana* were reviewed, in addition to considering the biodiversity of the flora and the environmental services it provides. There are few records of direct studies in the species that report it as part of biodiversity and with great environmental services, therefore popular knowledge of the species and its conservation should be promoted for the benefits not only to biodiversity but also to society.

Pouteria campechiana, Ecosystem services, Biodiversity

Introducción

Se reconoce que todas las especies de animales que existen en la tierra dependen de alguna manera de la vegetación existente; ya sea semillas, pastos, arbustos, plantas acuáticas, cultivos y por supuesto árboles, sin embargo, a pesar que la contribución de éstos últimos en la conservación de la biodiversidad está ampliamente aceptada, ha sido poco estudiada (Predevello et al., 2018). Un claro ejemplo de los anterior lo constituye un árbol común en la península de Yucatán que es originario de las selvas centroamericanas y ha sido introducido en varias regiones tropicales del mundo; la *Pouteria campechiana* (khunt) Bhaeni o *Lucuma campechiana* (Andrade et al., 2002; Pennington y Sarukhán, 2005). En México, su distribución abarca la zona centro y sur en los estados de Campeche, Morelos, Puebla, Oaxaca, Michoacán, Quintana Roo, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán. Este árbol es conocido como: caca de niño o cucumi en diferentes regiones de Veracruz, zapote de Campeche en Yucatán o zapote amarillo en Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005) así como Campolay en Indonesia (Juniarti, 2016).

Es un árbol que llega a medir hasta 30 metros de altura (aunque comúnmente crece entre 12 y 20 mts) está asociado a selvas altas y medianas perennifolias, subperennifolias y subcaducifolias; es utilizado como un árbol ornamental y su madera ha encontrado aplicación comercial para hacer tablas y vigas en la construcción de viviendas (Pennington y Sarukhán 2005), también como fuente de látex para adulterar el chicle y en la medicina tradicional como analgésico, antipirético, antiulceroso, contra erupciones cutáneas y dolor de espalda, acciones que son respaldadas por trabajos científicos relacionados a los compuestos que el árbol y sus derivados presentan (Elsayed et al., 2016); así como fuente potencial de nutrientes ya que es rico en vitamina A y pigmentos naturales (Juniarti, 2016). Además, el contenido nutricional de su fruta parece tener potencial como fuente alternativa en la alimentación de animales domésticos (Atapattu et al., 2015).

Con respecto a la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales; poco es conocido acerca del papel del K'anisté en estos aspectos por lo cual el objetivo fue realizar una revisión bibliográfica sobre la importancia del K'anisté en la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales que este proporciona a las comunidades humanas.

Metodología

Se realizó una búsqueda pormenorizada en la base de datos EBSCO y el buscador Google Académico utilizando como palabra clave el nombre científico del árbol de K'anisté: *Pouteria campechiana* o *Lucuma campechiana*; así como por sus diversos nombres comunes. Posteriormente se realizó el análisis de todos los artículos y tesis encontrados para elegir aquellos que incluyeran aspectos que nos indicarían: -el papel como hábitat y alimento de especies de fauna silvestre, -su importancia en la conectividad del paisaje y -los servicios ecosistémicos que proporciona. Finalmente se decidió que para cada aspecto analizado se incluyera una explicación del tema a tratar.

Resultados

Se encontraron un total de 68 artículos que incluyen los aspectos de hábitat, alimento, conectividad del paisaje y servicios ecosistémicos que *Pouteria campechiana* aporta de manera directa. Por otra parte, el resto de la bibliografía de este trabajo habla sobre el sistema de vegetación del cual forma parte este árbol y los servicios que este tipo de bosque presenta.

El árbol *Pouteria campechiana* como parte del hábitat de especies silvestres y especie indicadora

El hábitat se define como aquellas áreas que presentan las condiciones necesarias para incrementar el desarrollo de los individuos de una población durante períodos prolongados de tiempo (Gallina-Tessaro, 2011). En general, el hábitat debe proporcionar básicamente cuatro cosas a cualquier especie de fauna: alimento, agua, cobertura y dependiendo de la especie algunos requerimientos particulares.

La tipificación de los hábitats se fundamenta principalmente en la vegetación (Ojasti y Dallmeier, 2000). *Pouteria campechiana* es característico de selvas altas y medianas también llamadas por los lugareños como siempre verdes o montaña alta (Bravo-Hollis, 1955), lo cual resalta su importancia al convertirla en una especie indicadora. Una especie indicadora es un elemento (animal o planta), proceso o propiedad de un ecosistema a través del cual se puede estudiar y/o cuantificar, de manera precisa y sencilla, los elementos y el funcionamiento de este al permitir evaluar total o parcialmente a los sistemas ecológicos (Issasi, 2011).

En este aspecto; *Pouteria campechiana* es una de las especies dominantes en bosque lluvioso tropical ubicándose en el sotobosque y es considerada flora indicadora de conservación para la selva mediana y alta de la región (González-Valdivia et al., 2011; Griscom et al., 2009). Es una especie que se encuentra formando parte de la asociación vegetal de chicle (*Manilkara zapota*) compuesta por especies como el ramón (*Brosimum alicastrum*), zapotillo (*Pouteria reticulata*), el mamey (*Pouteria sapota*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), *Pouteria amigdalina* (S/N), el *Vitex gaumeri* conocido como yaáxníc o crucillo y *Pimenta dioica* que es la pimienta comercial.

En el caso de la selva baja está asociado con *Bursera simarouba* o chaka y *Caesalpinia Gaumeri* o kitinche (Pennington y Sarukhán, 2005; Martínez y Galindo-leal, 2002). Por tanto; *Pouteria campechiana* es una especie indicadora específica de las selvas tropicales altas y medianas, y puede ser utilizadas como estimadora de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés (González-Valdivia, 2011; Ochoa-Gaona et al., 2007).

En el mundo; el 65% de la diversidad de especies terrestres se encuentra en bosques primarios (Lindenmayer y Franklin, 2002), que en el trópico constituyen las denominadas selvas. En consecuencia el K'anisté (*Pouteria campechiana*) es importante en el hábitat para la fauna, al ser especie representativa de las selvas tropicales con características estructurales únicas, tanto florísticas como microclimáticas, que son utilizadas por especies con requerimientos de hábitat y dietéticos muy especializados (Laurence y Bierregaard, 1997 en Laurence y Laurence, 1999), como el tapir (Brooks et al., 1997; Cruz et al., 2014;) o el pecarí de labios blancos (Reyna-Hurtado et al., 2009).

En general, podemos decir que las áreas silvestres tropicales representan importantes almacenes de biodiversidad y grandes cuencas hidrográficas; al respecto en las selvas en las cuales se distribuye *Pouteria campechiana* se han registrado hasta 359 especies en 207 géneros, de mariposas (Pozo et al., 2008), 685 especies de arañas tejedoras de redes orbiculares (Candia-Ramírez, et al., 2017), 62 especies de coleópteros como los escarabajos estercoleros (*Canthon vazquezae* y *C. cyanellus*), mayate (*Phyllophaga pallidicornis*), el conocido en Chiapas como pajal nukul (*Enema endymion*) (De la cruz et al., 2015), el escarabajo elefante (*Megasoma elephas*) y escarabajos fitófagos como el *Gymnetis chevrolati* entre otros (Morón y Morón, 2016). 69 especies de insectos masticadores del orden psocoptera; varias de ellas endémicas (Aldrete y González, 1999). 23 especies de flebotomos entre los que se encuentran especies transmisoras de leishmania como las moscas del género *Lutzomia spp* (May Uc et al., 2011), 8 especies de tábanos (Manrique-Saide et al., 2012). Igualmente se puede citar el trabajo de Vázquez et al. (2011) con alrededor de 418 especies de organismos edáficos como hormigas y otros invertebrados.

Con respecto a animales vertebrados se han registrado: 20 especies de anfibios y 69 de reptiles (Colston et al., 2015), así como especies importantes en la alimentación de comunidades rurales como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el cabrito rojo (*Mazama temama*) y el cabrito bayo (*Mazama pandora*), siendo este último una especie endémica de la península de Yucatán (Moreira-Ramírez et al., 2019). 403 especies de aves cuyo listado se puede consultar en el trabajo de González-Jaramillo et al. (2016). Por otra parte, Vargas-Contreras et al. (2008) presentan un listado de 47 especies de murciélagos, de igual manera se tienen registradas 17 especies de carnívoros (Guzmán-Soriano et al., 2013) entre las que se encuentran: zorrillo manchado del Sur (*Spilogale angustifrons*) martucha (*Potos flavus*), el mapache (*Procyon lotor*), cabeza de viejo (*Eira barbara*), ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*L. wiedii*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), yagouaroundi (*Herpailurus yagouaroundi*), tejón o chicosolo (*Nasua narica*), y la zorra campera (*Urocyon cinereoargenteus*) varios de ellos listados como especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Briceño-Méndez et al., 2017).

Por otra parte, la revisión arrojó sólo un registro del uso particular del árbol de K'anisté como hábitat al ser utilizado como sitio de anidación del *Micrastor ruficollis* conocido como halcón selvático rayado o halcón montés barrado (Thorstrom et al., 1990). Así como el uso como percha por el murciélago *Artibeus intermedius* (Evelyn y Stiles, 2003). De manera indirecta se puede citar el trabajo de Galindo-Leal et al. (2003) realizado en la región de Calakmul, Campeche donde se observó la presencia de bromelias de tanque (*Aechmea bracteata*) como refugio de algunas especies de rana (*Hyla microcephala*, *H. picta* y *Scinax staufferi*), el estudio además muestra que estas especies de bromelias están asociadas a hábitats conservados.

Importancia del árbol de K'anisté como alimento de animales silvestres

Para prosperar en un hábitat, una población precisa tanto de la cobertura como del alimento coexistentes o ubicados en parches aledaños, así la alimentación es importante para cualquier animal, tanto en el tiempo fisiológico como evolutivo (Ojasti y Dallmeier, 2000). Además, considerando la nutrición requerida por cada individuo, se requiere equilibrar los comportamientos de alimentación y la disponibilidad de alimentos lo que implica estudiar la ecología del forrajeo, medir la composición nutricional de los alimentos, proporcionar alimentos no naturales e investigar estos impactos en la fisiología digestiva para garantizar una ingesta suficiente de energía y nutrientes (Birnie-Gauvin et al., 2017).

Como la ecología del forrajeo se refiere a todas aquellas conductas asociadas tanto a la obtención como al consumo del alimento por parte de los animales en este trabajo no se hablará al respecto. Sin embargo, la importancia de la nutrición se debe a que esta influye en las tasas de crecimiento juvenil y ganancia de masa adulta, condición corporal, probabilidad de preñez, supervivencia durante el invierno, momento del parto y masa y supervivencia neonatal (Parker et al., 2009), lo cual es muy importante para la sobrevivencia de las especies y sus poblaciones.

Para los animales en libertad, la vida es un equilibrio entre numerosos factores ecológicos, incluidos los requisitos nutricionales, los recursos nutricionales para satisfacer esas demandas y las interacciones intra e interespecíficas (Parker et al., 2009). Así, los estudios sobre las propiedades nutricionales de *Pouteria campechiana* indican la presencia de alcaloides, glucósidos, carbohidratos, taninos, terpenoides, esteroides, flobataninos, proteínas, aminoácidos, lípidos además de ser fuente importante de ácidos grasos de cadena larga como el oleico y linoleico (Mehraj et al., 2015; Marzuki et al., 2018). Atapattu et al. (2015) mencionan que el fruto del K'anisté contiene 1.7 % de proteína cruda, 37% de carbohidratos, 3.7mg de niacina (aminoácido esencial) y 0.32mg de carotenoides por cada 100g de fruta fresca y 58.1 mg de ácido ascórbico por cada 100g de fruta fresca (Navia et al., 1955), así como vitaminas A, E, tiamina y rivotflavina (Sunila y Morugan, 2017a). Igual en la recopilación de datos realizados por Azurdia (2006) se reporta con un contenido de 0.9 a 1.1mg de hierro, 26 a 40 mg de Calcio, un 30 a 37mg de fósforo, 28 mg de triptófano, 84 mg de lisina y 2.5 a 3.7 mg de niacina por 100 gr de fruto fresco. Se ha demostrado que las propiedades nutricionales del fruto disminuyen conforme madura el árbol (Sunila y Morugan, 2017a; Sunila y Morugan, 2017b). Sus semillas contienen entre 1 a 1.7% de lípidos, de 10.5 al 15% de proteínas y del 20 al 40% de carbohidratos dependiendo del grado de madurez y germinación (Robles Jimarez, 2016). Las hojas maduras tienen un contenido de 23% de proteína cruda con 9.6% de proteína disponible, 3% de lípidos, 8.8% de carbohidratos no estructurales; es decir poco digeribles como la celulosa y de 1a 2% de carbohidratos solubles, es decir simples como la fructosa (Righini et al., 2017).

En vida libre; el alimento está usualmente disperso en el espacio y presenta cambios estacionales drásticos en calidad y/o cantidad. Esto sugiere un seguimiento periódico de la oferta de alimentos (Ojasti y Dallmeier, 2000). Al respecto para el manejo de fauna silvestre se utilizan trabajos de fenología en las especies de interés y particularmente de hábitos alimenticios.

Con respecto a la fenología de *Pouteria campechiana* se conoce que es una especie perennifolia, es decir que siempre mantiene el follaje. Florece de enero a junio (Pennington y Sarukhán, 2005) y fructifica de mayo a octubre (Rodríguez-Velázquez et al., 2009). En cuanto a registros como alimento, en la búsqueda bibliográfica únicamente se obtuvieron los siguientes registros para esta especie utilizada como alimento de fauna silvestre (Tabla 8.1).

Tabla 8.1 Registros de *Pouteria campechiana* como alimento en diversas especies de fauna silvestre

Nombre común	Nombre científico	Parte del árbol utilizada como alimento	Bibliografía
Mono aullador	<i>Allouata palliata</i>	Fruto	Estrada et al., 1984
Mono aullador	<i>Allouata palliata</i>	Hojas jóvenes y brotes	Ascencio et al., 2007
Mono aullador negro	<i>Allouata pigra</i>	Hojas	Righini et al., 2017
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>	Hojas y fruto	López-Escobar, 2014 Chaves et al., 2011
Murciélago zapotero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Fruto	Estrada et al., 1984.
Ratón de abazones	<i>Heteromys desmarestianus</i>	Semillas (dieta en cautiverio)	Martínez y Sánchez, 1993
Martucha	<i>Potos flavus</i>	Fruto	Walker y Cant, 1977
Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>	Fruto	Pérez-Cortéz y Reyna Hurtado, 2008
Pecarí de labios blancos	<i>Tayassu pecari</i>	Fruto	Pérez-Cortéz y Reyna Hurtado, 2008
Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	Semillas (ricas en grasas)	Gutiérrez-Granados, 2011
Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	Semillas	Gutiérrez-Granados, 2011
Aves	<i>Diversas especies</i>	Fruto	Gutiérrez-Granados, 2009

Fuente: Elaboración Propia

Esta revisión bibliográfica arrojó pocas especies asociadas directamente al K'anisté, lo cual puede explicarse por:

- a) Los trabajos sobre distribución y abundancia de la vegetación en los cuales el K'anisté tiene un menor valor de importancia o de dominancia relativa en comparación con los otros árboles a los que se asocia como el zapote, ramón y otros (Bravo-Hollis, 1955; Ricker, 2001; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Ochoa-Gaona et al., 2007; Rodríguez-Velázquez et al., 2009; García y Contreras, 2011)
- b) La información es difícil de obtener ya que al parecer no es la principal fuente de alimento como el zapote (*Manilkara zapota*) o el ramón (*Brosimum alicastrum*) (Briceño-Méndez et al., 2017) para los animales de la región tropical. Sin embargo, algunos autores la consideran importante ya que constituye un recurso alimenticio en épocas de escasez (Pérez-Cortés y Reyna-Hurtado, 2008)
- c) La fenología propia de la especie cuya fructificación únicamente se da en cierta época del año (Pennington y Sarukhan, 2005; Pérez-Cortés y Reyna-Hurtado, 2008, Rodríguez-Velazquez et.al., 2009) por lo cual no siempre es reportada en los estudios de hábitos alimenticios en los animales de las selvas tropicales.
- d) La química nutricional de la planta afecta la elección de alimentos. Este aspecto se puede explicar por la gran cantidad de diferentes defensas químicas que las plantas han desarrollado y cubren casi todas las clases de metabolitos secundarios que representan una barrera importante para la herbivoría (Mithöfer y Boland, 2012). A estos metabolitos secundarios también se les denomina factores antinutricionales, los cuales son compuestos que actúan para reducir la utilización de nutrientes o la ingesta de alimentos de manera que son capaces de precipitar efectos nocivos en el hombre y los animales al ser ingeridos (Soetan, 2008). En la porción frutal del K'anisté se han encontrado taninos y ácido fítico como factores antinutricionales que disminuyen en cantidad conforme madura el fruto (Sunila y Morugan, 2017b). Se ha demostrado que los taninos sirven a las plantas de defensa contra los insectos y microbios, esto último es lo que afecta a los animales herbívoros que dependen de la fermentación microbiana para adquirir nutrientes (Cooper y Owen-Smith, 1985). Por su parte el ácido fítico; y sus sales constituyen la principal forma de almacenamiento de fósforo en semillas de cereales y leguminosas y su efecto antinutricional se debe a su capacidad de formar complejos insolubles con minerales y proteínas convirtiéndolos en no asimilables por el organismo bajo condiciones fisiológicas (Elizalde et al., 2009, Martínez-Domínguez et al., 2002)
- e) Los trabajos suelen reportar las especies de mayor consumo lo cual tiene relación con la explicación a, b y d. Esto se puede evidenciar en los trabajos sobre alimentación de monos realizado por Righini et al. (2017) o Arroyo-Rodríguez y Mandujano (2006).

Todo lo anteriormente escrito origina que sea difícil encontrar como palabra clave a *Pouteria campechiana* en estudios de hábitos alimenticios de fauna silvestre; sin embargo, la evidencia muestra que si es parte de la alimentación de la fauna silvestre.

El árbol K'anisté y la conectividad del paisaje

La conectividad ecológica o funcional, es definida como la capacidad del territorio para permitir los desplazamientos de los organismos entre recursos, constituyendo una propiedad del territorio para una especie determinada o para un grupo funcional de especies con similares requerimientos ecológicos y capacidad dispersiva (Calvo y Varela 2013). De esta manera, una de las políticas de conservación de la naturaleza radica en mantener la conectividad ecológica dentro de un territorio.

Los hábitats de muchas especies se han reducido, degradado y fragmentado ampliamente hasta el punto de que su supervivencia y la funcionalidad de estos sistemas ecológicos a menudo están seriamente amenazados. La pérdida de conectividad en el ecosistema natural se considera como una de las principales amenazas para la dispersión y supervivencia de la vida silvestre y para la conservación de la biodiversidad en general. Esto ha causado un creciente interés en la consideración de conectividad en la gestión del paisaje y la planificación de la conservación (Cadavid-Florez et al., 2020, Steffan-Dewenter, et.al.,2007).

Así los árboles que forman parches dentro de un paisaje fragmentado son importantes porque representan remanentes de la vegetación original, ofrecen hábitat y alimento para algunas especies de animales, mejora las condiciones microclimáticas locales, actúan como zona de amortiguamiento y ayudan a mantener cierto nivel de conectividad entre paisajes agrícolas (Sánchez et al., 2005).

Los bosques primarios húmedo-tropicales, comprenden la más grande riqueza de especies y diversidad de hábitats y ecosistemas terrestres (Cordero, 2011) de allí la importancia de su mantenimiento dentro de los actuales remanentes de bosque primario en paisajes fragmentados (García y Contreras, 2011). A nivel nacional, la parte sur de la porción mexicana de la península de Yucatán es considerada como bosque tropical perennifolio, equivalente a la selva alta perennifolia y la selva alta o mediana subperennifolia. Estas selvas se caracterizan por la dominancia de árboles de la familia Sapotaceae y un sotobosque carente de elementos distintivos de las familias Araceae y Palmae, característicos de las selvas húmedas del continente (Martínez y Galindo-Leal, 2002). En la Península de Yucatán, la selva mediana subcaducifolia se distribuye en el centro y norte de la península (Pennington y Sarukhán, 2005) y hacia el sur del municipio de Campeche, su composición florística es característica de cada lugar.

Sin embargo, los bosques tropicales presentan una alta tasa de deforestación que los ha reducido a tan sólo un 4.7% del territorio mexicano y las predicciones para el 2080 indican que su extensión disminuirá hasta un 2.5% (Mendoza-Ponce et al., 2019). Esto se debe a malas prácticas de gestión forestal incluyendo mala planeación de la tala y tala ilegal (Hernández-Gómez et al., 2020), así como a cambios en el uso de la tierra para agricultura o ganadería y al crecimiento demográfico (Carrillo et al., 2019). En la región peninsular el estado de Campeche se destaca con tasas de deforestación de hasta 30,000 ha / año (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010).

En su trabajo Fahrig (2003) explica como la deforestación puede afectar los componentes de la diversidad a diferentes escalas, generando una pérdida masiva de hábitat lo que puede afectar a especies migratorias o endémicas, reduciendo poblaciones que dependen de áreas bien preservadas (Schank et al., 2020; Plasencia-Vázquez et al., 2017) y a su vez comprometer procesos ecológicos como la dispersión de animales y/o semillas lo que tarde o temprano conduce a una pérdida de la biodiversidad. De esta manera la conservación de la biodiversidad en ambientes fragmentados por la deforestación se apoya mediante la conectividad (Fahrig, 1993). Un paisaje está conectado cuando su estructura espacial facilita el movimiento entre parches de recursos, lo que depende de las respuestas de comportamiento y movimiento de los organismos a esa estructura del paisaje (Taylor et al., 1993). Con la finalidad de atenuar los efectos ecológicos negativos de la fragmentación es necesario mantener la conectividad del paisaje conservando las relaciones espaciales entre los elementos que lo conforman (Forman, 1995)

En la península de Yucatán la deforestación está causando un aumento en el aislamiento, reducción y degradación de los parches de bosques remanentes (Plasencia-Vázquez et al., 2017), de manera que los bosques originales solo se observan como parches aislados en una matriz de patrones complejos de vegetación secundaria (Prieto, 2000) y tierras agrícolas. La importancia de esta conectividad depende de la especie, para la región donde se distribuye *Pouteria campechiana*; Salazar et al. (2017) ha hecho estudios sobre la conectividad del paisaje para el jaguar (*Panthera onca*); Schank et al. (2020) para el tapir (*Tapirus baridii*), Spaan et al. (2020) sobre el mono araña (*Ateles geoffroyi*), Plasencia-Vázquez et al. (2017) sobre psitácidos e igual hay un trabajo sobre la diversidad de plantas y su relación con el tamaño de los parches de vegetación realizado por Munguía-Rosas y Montero (2014).

La conectividad se logra trazando o proyectando corredores ecológicos que son un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados que conectan áreas de importancia biológica para mitigar los impactos negativos provocados por la fragmentación de los hábitats (Bennet y Mulongoy, 2006). Así los paisajes fragmentados o con uso antrópico están compuestos por diferentes tipos de coberturas (e.g. vegetación nativa, cultivos, pastizales, asentamientos humanos), cada una de ellas con diferente geometría y arreglo espacial, por ejemplo: número, tamaño, forma y aislamiento de parches (Arroyo-Rodríguez et al., 2019). Al respecto; el estudio de Botina y Villegas del 2019 menciona las distintas estrategias para establecer la conectividad en paisajes fragmentados:

- El establecimiento de especies vegetales nativas predominantes en los bosques de la zona, (plantas pioneras, de crecimiento tardío, o con algún grado de amenaza)
- El enriquecimiento de bosque natural, rastrojo alto, milpas o pastos abandonados y otros usos de suelo. Esta estrategia consiste en el establecimiento de especies vegetales con algún grado de amenaza y/o también especies frutales para generar fuente de alimento a la fauna en los paisajes mencionados.
- Aislamientos o encerramientos que consisten en cercar con postes de madera o alambres las áreas de bosque natural secundario que existan en áreas ganaderas con la finalidad de facilitar la regeneración natural, la restauración, el enriquecimiento y la protección de áreas, evitando el ingreso de ganado.
- Adopción del sistema productivo silvopastoril en franjas, basado en la combinación de pastos con especies arbóreas y ganado (England et al., 2020).
- Las cercas vivas mixtas que son utilizadas para la delimitación de potreros o propiedades con el fin de servir de conectores.

Hay varios estudios sobre el uso de cercas vivas y su importancia en la conectividad de paisajes que están bajo influencia humana (Harvey et al., 2005; Leon y Harvey, 2006; Arroyo-Rodríguez et al., 2019), además existe evidencia que respalda el alto valor de los árboles aislados, cercas vivas, pequeños grupos de árboles y otros parches de menos de 1 ha para garantizar y mejorar la conectividad del paisaje para las aves y otra fauna que usan la cubierta arbórea mientras se mueven a través de los paisajes incluso para aquellas especies que son menos capaces de volar largas distancias a través de áreas abiertas (Cadavid-Florez et al., 2020; Martínez-Fonseca et al., 2020). No obstante, para especies grandes las cercas vivas pueden impedir su paso e incluso causar conflicto entre la gente (Vezina et al., 2019).

Para el caso de México, diversas investigaciones señalan que las especies arbóreas de uso múltiple se encuentran en los agroecosistemas tradicionales manejados por los productores rurales de subsistencia. Donde la diversidad y complejidad de dichos sistemas de producción les permite la apropiación de los recursos naturales de manera sustentable, es decir, obtienen cosechas, pero a la vez conservan la vegetación nativa y la fauna silvestre (Villanueva et al., 1996; Avendaño y Acosta, 2000; Zamora, 2017) No obstante, para la zona que ocupa el K'anisté no es mencionado como cerco vivo lo que se explica al considerar que este árbol es utilizado en las comunidades rurales mexicanas mediante extracción y/o recolección (Cahuich et al., 2005) sin necesidad de cultivarlo como en otros países donde hasta importancia comercial tiene (Azurdia, 2006). Sin embargo, si es utilizado en la ganadería para proporcionar sombra a los animales y cortina rompevientos para la siembra (Rubi-Arriaga et al., 2014) Considerando la importancia de los árboles aislados dentro de la conectividad (Cadavid-Florez et al., 2020) también se puede considerar la vegetación arbórea asociada a los huertos familiares que son un conjunto de plantas perennes, semiperennes y/o anuales, generalmente ubicadas alrededor de la casa, a las que se suman algunos árboles maderables y frutales, bejucos, cultivos, plantas medicinales y ornamentales y, en ocasiones, algunos animales como gallinas, patos y cerdos.

Generalmente los huertos tienen una estructura vegetativa parecida a la del bosque circundante (). Al realizar una búsqueda sobre la caracterización florística de huertos en los estados de la península de Yucatán el trabajo doctoral de García de Miguel (2000) menciona la utilización de este árbol desde la época prehispánica como recurso alimenticio, el cual es aún mantenido en huertos distribuidos en los tres estados de la península de Yucatán (Ordoñez-Díaz, 2018); sin embargo *Pouteria campechiana* se reconoce y cataloga dentro de las especies frutales abandonadas y subutilizadas en esta región (Ancona et al., 2015); lo cual se evidencia en el trabajo realizado por Góngora-Chin et al. (2016) y la investigación realizada por Flores Guido (2012) ambos en el estado de Campeche donde esta especie no fue encontrada en el listado florístico de los huertos estudiados

Otros servicios ecosistémicos que proporciona el árbol K'anisté

Según la OMS, los servicios ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. Alcamo (2003) define los servicios ecosistémicos como todos aquellos beneficios, tanto tangibles como intangibles, que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas naturales o transformados; y se han agrupado en 4 categorías principales de acuerdo con los servicios proporcionados para el hombre: soporte, aprovisionamiento, regulación y servicios culturales (Tabla 8.2). Es importante mencionar que el concepto de servicios ecosistémicos ha sido de utilidad para que países latinoamericanos y del caribe reciban pagos por servicios ambientales con financiamiento de orden mundial (Lorenzo y Bueno, 2020), si esto es positivo o negativo para el ambiente como muchos postulan no es parte de este trabajo, en el cual sólo nos enfocamos a describir los servicios ecosistémicos que el K'anisté proporciona.

Tabla 8.2 Los servicios ecosistémicos ofrecidos por las plantas y su definición

Sopte	Provision	Regulacion	Cultural
Servicios necesarios para la producción de los demás servicios de los ecosistemas	Los procesos fotosintéticos y autótrofos en general, a partir de los cuales los organismos autoabastecen sus requerimientos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos y que también son sustento de consumidores de distinto orden, para generar una mayor variedad de biomasa. Esta variedad de estructuras proporciona una variedad de bienes y servicios para consumo humano, que van desde alimento y materia prima hasta recursos energéticos y medicinales	Relacionado con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos. Estas funciones proporcionan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para las poblaciones humanas, como lo son el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones y mantenimiento de tierra cultivable, entre otros	Los ecosistemas proporcionan funciones de referencia y contribuyen al mantenimiento de la salud humana proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas (paisaje).

Fuente: Elaboración propia a partir de Millennium Ecosystem Assessment (2005) y Camacho y Ruiz-Luna (2012)

Considerando la table 8.2 y como el K'anisté (*Pouteria campechiana*) es parte de las selvas o bosques tropicales perennifolios, se ha encontrado que los bosques tropicales ofrecen servicios de suministro, regulación y culturales que son fundamentales para el bienestar de las sociedades que los habitan, así como de todos los habitantes del planeta. La gran extensión y biodiversidad de estos bosques contribuyen a que ofrezcan servicios críticos para la sociedad, para conocer más sobre el servicio ecosistémico de un bosque completo se puede consultar el trabajo de Balvanera (2012) el libro de Millennium Ecosystem Assessment (2005). Sin embargo, en este trabajo apuntaremos a los servicios ecosistémicos que proporciona el árbol de K'anisté *per se*.

Servicios de soporte

En este mismo capítulo hemos hablado de que el árbol que nos ocupa sirve de hábitat para diferentes especies al ser parte del bosque tropical conservado, pero también individualmente (Thorstrom et al., 1990; Evelyn y Stiles, 2003; Galindo-Leal et al., 2003) y conserva la biodiversidad al ser alimento de varias especies (Tabla 9.1).

Como todo árbol participa de manera indirecta en la formación de suelo (Figura 8.1) y agregados del suelo mediante la producción de exudados de basura y raíces, lo que afecta en gran medida el contenido de materia orgánica, la química y la estructura del suelo, por otra parte, también influye en la biota del suelo y por tanto en las propiedades físicas y químicas de éste (Frouz, et al., 2013).

Figura 8.1 Estratos de una capa de suelo

Fuente: Ivonne Esmeralda Duarte Ubaldo

Servicios de provision

Se refiere a lo que se puede obtener de este árbol. En primer lugar, su fruto (figura 8.2) es comestible y tiene potencial para ser utilizado de manera comercial (Azurdia, 2016; Guillen-Poot et al., 2019; Santiago, 2019); sin embargo; en México así como en muchos otros países similares, la mayoría de las especies silvestres de frutas permanecen subutilizadas debido a una subestimación de su uso potencial, además de la falta de conocimiento sobre su valor alimenticio y nutricional, pero también debido a la rápida reducción de ecosistemas donde habitan (Segura et al., 2018). No obstante, ya se ha hablado anteriormente sobre el contenido nutricional de este árbol en la sección sobre el papel del K'anisté en la alimentación de animales silvestres, el hecho de que este fruto no es crujiente y jugoso, como tantas otras frutas, parece desalentar a muchos de los que la prueban casualmente (Anaya Rodríguez, 2019). Igualmente, estas propiedades lo colocan como una alternativa a la alimentación de animales domésticos que forman parte de la alimentación humana (Sosa-Rubio et al., 2004; Atapattu et al., 2015.). Se están buscando alternativas para hacer un mayor uso de este árbol en el plano alimenticio (Azurdia, 2016; Segura et al., 2018; Anaya Rodríguez, 2019; Guillen-Poot et al., 2019) como en otros países (Quesada, 2003; Lacuna-Richman, 2006; Manzanares, 2014).

Es un árbol considerado como de madera dura (Bolland et al., 2006) y se utiliza para hacer tabloncillos de madera en la construcción de casas rurales (Negreros-Castillo, 2000; Carranza et al., 2011; Gutiérrez-Granados, 2011). Este árbol presenta una densidad de 895 kg/m^3 (Torreli, 1994) y una gravedad específica de 0.79 (Barajas-Morales, 1987) siendo la gravedad específica básica (GE) o densidad de la madera una característica que está asociada con el peso y la dureza de la misma y depende de la cantidad y tipo de elementos celulares que constituyen a cada especie (Aguilar-Rodríguez et al., 2001), esto permite darle un mejor uso como recurso natural y, adquiere relevancia en la conversión del volumen de las existencias reales (m^3) a biomasa (t) y en particular para la estimación del contenido, captura o secuestro de carbono (Ordóñez-Díaz et al., 2015), así, *Pouteria campechiana* presenta una mala calidad de pulpa por lo que se rechaza su utilidad en la obtención de papel (Urias, 1996.) También se le da uso como combustible para leña (Rubi-Arriaga et al., 2014; Aguirre Cortés, 2016).

Además, esta especie también tiene uso dentro de la medicina tradicional (Elsayed et al., 2016; Deciga et al., 2017), y los estudios realizados sobre sus diferentes propiedades lo evidencian con actividades antiinflamatorias y analgésicas de semillas y hojas, además con un potente efecto gastroprotector por sus extractos etanólicos y en el tratamiento de algunas infecciones bacterianas y fúngicas junto al efecto antioxidante de sus hojas (Hussein, 2016) incluso se ha demostrado *in vitro* el efecto inmunoestimulante de sus metabolitos encontrados en extracto de sus hojas (Chan-Zapata et al., 2018), su efecto hepatoprotector (Azarmerh et al., 2019) y su efecto hipotensor en mezclas herbolarias tradicionales mayas (Sánchez-Recillas et al., 2018) o hipoglucemiante (Vishnupriya, 2017). El aceite obtenido de las semillas se aplica para fortalecer el pelo y se ingiere para tratar colitis, diabetes y afecciones cardíacas. La savia se usa como emético y vermífugo (Godínez-Caraballo, 2008).

Figura 8.2 Fruto del árbol K'anisté



Fuente: Juan Carlos Chi Ruiz

En general los recursos genéticos de las plantas silvestres son cada vez más valiosos para los programas de mejora genética, genómica y horticultura ornamental (Volk y Richards, 2011); en este aspecto el uso y conocimiento de *Pouteria campechiana* es escaso se teme que sea susceptible a la extinción (Arriola, 1999; Quesada, 2003); lo cual implicaría, entre otras cosas, consecuencias negativas sobre los servicios ecosistémicos, ya que su conservación es clave para mantener las funciones de los ecosistemas y sus mecanismos de recuperación (Orihuela et. al., 2020). Al respecto, existen colecciones de germoplasma en Costa Rica (Quesada, 2003) y se ha secuenciado completamente su plastoma (Sangjin et al., 2016) que se refiere al genoma de los cloroplastos que son los órganos donde se lleva a cabo la fotosíntesis (Espinosa-Barrera, 2019), fenómeno del cual se habló anteriormente y que tiene relación con el siguiente servicio.

Servicios de regulación

Se refiere a los beneficios obtenidos por la regulación de los procesos en los ecosistemas.

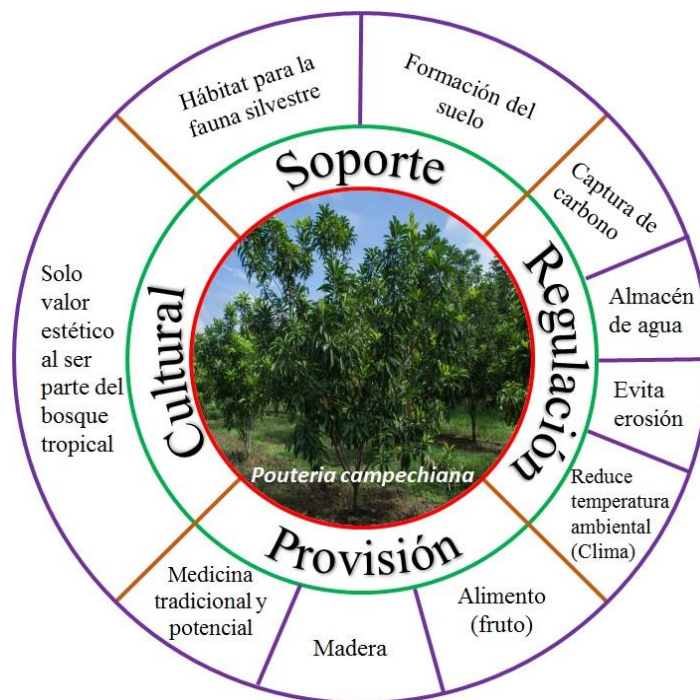
El calentamiento global es un fenómeno que afecta la vida de todos los seres vivos. Una forma de mitigarlo es a través del almacenamiento de carbono por las masas forestales. El K'anisté al pertenecer al reino de las plantas extrae el carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis (en forma de CO_2) y lo convierten en biomasa. La biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en CO_2 (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa (Carvajal et al., 2014). En este aspecto, la selva mediana subperennifolia donde encontramos a *Pouteria campechiana* presenta valores de carbono de 16.6 a 37.17 Mg C ha⁻¹ (Esparza y Martínez, 2018). Se ha estimado que estas selvas tienen un potencial de captura de carbono (C) de 1,336,604 toneladas de C por año para Campeche, 1,858,724 toneladas de C por año para Quintana Roo y 776,121 toneladas de C por año para Yucatán (Torres-Rojo, 2002).

Los bosques y los árboles deben ser reconocidos como reguladores principales dentro de los ciclos del agua, la energía y el carbono (Ellison et al., 2017). *Pouteria campechiana* posee raíces de tipo pivotante (Pennington y Sarukhan, 2005); las cuales extienden su red y se anclan en la capa del suelo, lo que potencialmente contribuye a aumentar la resistencia al corte del suelo, mejorar la estabilidad de la pendiente y detener el deslizamiento del suelo lo que ayuda en evitar la erosión (Alam et al., 2018). Asimismo, con sus hojas, los árboles captan gotas de agua que viajan con el aire. Estas gotas van cayendo al suelo, se filtran y van abasteciendo las reservas hídricas subterráneas, convirtiéndose en fuente de agua (Ellison et al., 2017), además la cobertura vegetal disminuye la temperatura ambiente (Pokorný et al., 2010).

Servicios de información o culturales

Los servicios ecosistémicos culturales y de información son aquellos servicios que prestan los ecosistemas y que se relacionan con la valoración humana no material de los sitios (Figuroa, 2010). Los bosques tropicales brindan numerosos beneficios no materiales a las poblaciones humanas que los habitan o visitan ya que estos aprecian sus cualidades estéticas (Balvanera, 2012). Los bosques tropicales están ligados a seres mágicos o sagrados y cosmologías relacionadas con el manejo de éstos; para la península de Yucatán la cosmogonía maya tiene unas entidades malvadas (Xtabay, el boob y el kisín) que están relacionadas principalmente con el espacio forestal que a su vez está habitado por los nukuch Bálamo'ob, o espíritus guardianes del bosque (Le Guen, 2012). Ahora bien, existen varios árboles utilizados *per se* en rituales sagrados (Graham y Pendergast, 1992) pero el K'anisté no está entre ellos, por lo que el valor de este árbol en la cultura regional es escaso.

Figura 8.3 Servicios ecosistémicos proporcionados por *Pouteria campechiana*



Fuente: Juan José Vargas Magaña

En la figura 8.3 se observa un resumen gráfico de los servicios ecosistémicos proporcionados por el árbol K'anisté. Al centro se presenta una foto del árbol, al cual lo circundan dos niveles, mostrándose en el primer nivel los 4 principales tipos de servicios ecosistémicos que la literatura reporta como aceptados. De esta manera en el segundo nivel o círculo en dirección centrífuga se mencionan los ejemplos de los servicios ecosistémicos que ofrece *Pouteria campechiana*.

Conclusión

Mediante esta compilación bibliográfica sobre *Pouteria campechiana* se han obtenido datos que permiten observar el valor ambiental de este árbol (figura 2) y a la vez la evidencia de que esté es un recurso potencial valioso que está subutilizado y que necesita ser rescatado a nivel comunidad y, por otra parte, ser cuidado dentro de los remanentes de bosques primarios que aún existen debido a su participación como alimento y refugio de animales.

Referencias

- Aguilar-Rodríguez, S., Abundiz-Bonilla, L. y Barajas-Morales, J. (2001). Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales en México, *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*, 72(2), 171-185.
- Aguirre-Cortés, E. (2016). *Potencial de aprovechamiento de leña en bosques secundarios manejados en el sur del estado de Campeche, México* (Tesis de Maestría). El Colegio de La frontera Sur. México.
- Alam, S., Banjara, A., Wang, J., Patterson, WB. y Baral, S. (2018). Novel Approach in Sampling and Tensile Strength Evaluation of Roots to Enhance Soil for Preventing Erosion. *Open Journal of Soil Science*, 8(12), 330-339.
- Alcama, J. (2003). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC, USA: Island Press,
- Aldrete, ANG., González, JAC. (1999). Psocoptera from the Calakmul Biosphere Reserve, and neighboring areas (Campeche, México). *Florida Entomologist*, 82(4), 505-531.
- Andrade, R. A. D., Martins, A. B. G. y Sarzi, I. (2002). Efeito da temperatura na porcentagem de germinação de sementes de canistel (*Pouteria campechiana*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 622-623.
- Anaya-Rodríguez, B.C. (2019). *Productos de repostería mermelada, ate y crema pastelera a base del fruto (Pouteria Campechiana) "Zapote amarillo"* (Tesis de licenciatura). Facultad de ciencias de la nutrición y alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas.
- Ancona, J., Escalante-Montañez, P., Ek-Rodriguez, I. y Morales, M. (2015). *Los Frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán*. México: Gráfica Peninsular.
- Andrade, R.A., Martins, A.B.G., SARZI, I. 2002. Effect of temperature on percentage of germination of Canistel seeds (*Pouteria Campechiana*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 622-662.
- Arriola-Picado, M. (1999). *Prospección y caracterización preliminar in situ de tres especies de Pouteria en Nicaragua* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Arroyo-Rodríguez, V., Mandujano, S. (2006). Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology*, 27(4), 1079-1096.
- Arroyo-Rodríguez, V., Arasa-Gisbert, R., Arce-Peña, N., Cervantes-López, MJ., Cudney-Valenzuela, SJ., Galán-Acedo, C., Hernández-Ruedas, MA., Rito, KF. y San-José, M. (2019). Determinantes de la biodiversidad en paisajes antrópicos: Una revisión teórica. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio* (pp. 65-11). Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.
- Asensio, N., Cristobal-Azkarate, J., Dias, PA., Vea, JJ. y Rodríguez-Luna, E. (2007). Foraging habits of *Alouatta palliata* mexicana in three forest fragments. *Folia Primatol (Basel)*, 78(3), 141-53.
- Atapattu, NSBM., Sanjeevani, KGS. y Senaratna, D. (2015). Effects of dietary canistel (*Pouteria campechiana*) fruit meal on growth performance and carcass parameters of broiler chicken. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 16(2), 34-39.

- Avendaño-Reyes, S., Acosta-Rosado, I. (2000). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6(1), 55-71.
- Azarmehr, N., Afshar, P., Moradi, M., Sadeghi, H., Sadeghi, H., Alipoor, B. y Doustimotlagh, AH. (2019). Hepatoprotective and antioxidant activity of watercress extract on acetaminophen-induced hepatotoxicity in rats. *Heliyon*, 5(7), e02072.
- Azurdia, C. (2006). *Tres especies de Zapote en América tropical (Pouteria campechiana, P. sapota y P. viridis)*. Southampton, UK: Southampton centre for underutilized crops. Universidad de Southampton
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Barajas-Morales, J. (1987). Wood specific gravity in species from two tropical forests in Mexico. *IAWA journal*, 8(2), 143-148.
- Bennett, G., y Mulongoy, K.J. (2006). *Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones*. CBD Technical Series 2. Secretariat of the Convention on Biological Diversity: Montreal.
- Birnie-Gauvin, K., Peiman, KS., Raubenheimer, D. y Cooke, SJ. (2017). Nutritional physiology and ecology of wildlife in a changing world. *Conservation Physiology*, 5(1), cox030. doi:10.1093/conphys/cox030.
- Bolland, LP., Drew, AP. y Vergara-Tenorio, C. (2006). Analysis of a natural resources management system in the Calakmul Biosphere Reserve. *Landscape and urban planning*, 74(3-4), 223-241.
- Botina-Hoyos, Y., Villegas-Uzuriaga, EM. (2019). *Definición de un corredor de conectividad entre áreas de protección mediante un SIG en el municipio de Yotoco-Valle del Cauca* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Palmira, Valle del Cauca.
- Bravo-Hollis, H. (1955). Algunas observaciones acerca de la vegetación de la región de Escárcega, Campeche y zonas cercanas. *Botanical Sciences*, 18, 11-22. doi.org/10.17129/botsci.998
- Briceño-Méndez, M., Naranjo, E., Pérez-Irineo, G., Contreras-Perera, Y., Sandoval-Serés, E. y Hidalgo-Mihart, MG. (2017). Richness and trophic guilds of carnivorous mammals in ejido Nuevo Becal, Calakmul, Campeche, Mexico. *Therya*, 8(2), 145-150. doi.org/10.12933/therya-17-472.
- Brooks, DM., Bodmer, RE., Matola, S. (1997). *Tapirs - Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Tapir Specialist Group. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge.
- Cadavid-Florez, L., Laborde, J., Mclean, DJ. (2020). Isolated trees and small woody patches greatly contribute to connectivity in highly fragmented tropical landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 196, 103745. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103745.
- Cahuich-Campos, D., Gómez, LH., Méndez, RM. (2014). Importancia de la presencia de la flora medicinal en los huertos familiares en X-Mejía, Hopelchén, Campeche. En: Alayón Gamboa J.A. y Morón Ríos A. (Eds), *El huerto familiar: Un sistema socioecológico y biocultural para sustentar los modos de vida campesinos en Calakmul, México* (pp. 91-113). México: ECOSUR.
- Calvo, P. M. H., Varela, E. R. D. (2013). Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio: Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica. En Santos y Ganges Luis, Herrera Calvo Pedro María y Cuenca Lozano Joaquín. (Eds), *Planificación espacial y conectividad ecológica: los corredores ecológicos* (pp. 43-70). Valladolid, España: Instituto Universitario de Urbanística, Universidad de Valladolid.
- Candia-Ramírez, D. T., Valdez-Mondragón, A. (2017). Spiders of the Orbiculariae clade (Araneae: Araneomorphae) from Calakmul municipality, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 154-162.

- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4), 3-15.
- Carranza, JQ., Gutiérrez, CC., Quiroz, FEF. Y Vázquez, MCH. (2011). Vivienda tradicional maya, una arquitectura tradicional apropiada y apropiable. *Palapa* 6(1), 27-40.
- Carrillo, N., Naranjo EJ., Cortina-Villar, S., Reyna-Hurtado, R. y Mendoza, E. (2019). Measuring Landscape Connectivity for Baird's Tapir Conservation in Fragmented Areas of Calakmul, México. *Tropical Conservation Science*, (12), 1–15.
- Carvajal, M., Mota, C., Alcaraz-López, C., Iglesias, M. y Martínez-Ballesta, MC. (2014). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos. *Horticultura global*, 294, 58-63.
- Céspedes-Flores, S., Moreno-Sánchez, E. (2010). Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental*, 2(2),
- Chan-Zapata, I., Canul-Canche, J., Fernández-Martín, K., Martín-Quintal, Z., Torres-Romero, JC., Lara-Riegos, JC. Y Arana-Argáez, VE. (2018). Immunomodulatory effects of the methanolic extract from *Pouteria campechiana* leaves in macrophage functions. *Food and agricultural immunology*, 29(1), 386-399.
- Chaves, OM., Stoner, KE., Ángeles-Campos, S., Arroyo-Rodríguez, V. (2011). Wood consumption by Geoffroy's spider monkeys and its role in mineral supplementation. *PLoS One*, 6(9), e25070. doi.org/10.1371/journal.pone.0025070.
- Colston, TJ., Barão-Nóbrega, JAL., Manders, R., Lett, A., Willmott, J., Cameron, G., Hunter, S., Radage, A., Littlefair, E., Williams, RJ., Lopez-Cen, A. y Slater, K. (2015). Amphibians and reptiles of the Calakmul Biosphere Reserve, México, with new records. *Check List* 11(5): 1759. doi.org/10.15560/11.5.1759.
- Cooper, SM., Owen-Smith, N. (1985). Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in a South African savanna. *Oecologia*, 67(1):142-146.
- Cordero, D. (2011). Los bosques en América Latina. Ecuador: Fundacion Friedrich-Ebert-Stiftung
- Cruz, P., Paviolo, A., Bó, RF., Thompson, JJ. Y Di Bitetti, MS. (2014). Daily activity patterns and habitat use of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in the Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, 79(6), 376-383.
- De la Cruz, EL., Gómez, B., Cortés, MSS., Junghans, C. y Jiménez, LVM. (2015). Insectos útiles entre los tsotsiles del municipio de San Andrés Larráinzar, Chiapas, México. *Etnobiología*, 13(2), 72-84.
- Déciga-Campos, M., Ortiz-Andrade, R., Sánchez-Recillas, A., Flores-Guido, JS. y Ramírez-Camacho, MA. (2017). Antinociceptive and antihyperalgesic activity of a traditional maya herbal preparation composed of *Pouteria campechiana*, *Chrysophyllum cainito*, *Citrus limonum*, and *Annona muricata*. *Drug development research*, 78(2): 91-97.
- England, JR., O'Grady, AP., Fleming, A., Marais, Z., Mendham, D. (2020). Trees on farms to support natural capital: An evidence-based review for grazed dairy systems. *Science of The Total Environment*, 704, 135345.
- Elizalde, A. D. D., Pismag Portilla, A. M. I. D. y Chaparro, D. C. (2009). Antinutritional factors in eatable seeds. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 45-54.
- Ellison, D., Morris, CE., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarsa, D. y Gaveau, D. (2017). Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 43, 51-61.
- Elsayed, AM., El-Tanbouly, ND., Moustafa, SF., Abdou, RM., Sally, A., El Awdan, W. (2016). Chemical composition and biological activities of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(16), 209-215.

- Esparza-Olguín, LG., Martínez-Romero, E. (2018). Diversidad y carbono almacenado en el área forestal permanente de Álvaro Obregón, Calakmul, Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(45), 152-186. doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.141
- Espinosa-Barrera, L., Chávez-Sahagún, E. (2019). El otro genoma de las plantas: los cloroplastos y su ADN. *Desde el Herbario CICY*, 11, 201–206.
- Estrada, A., Coates-Estrada, R., Vasquez-Yanes, C., Orozco-Segovia, A. (1984). Comparison of frugivory by howling monkeys (*Alouatta palliata*) and bats (*Artibeus jamaicensis*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Am J Primatol.*, 7(1), 3-13.
- Evelyn, MJ., & Stiles, DA. (2003). Roosting Requirements of Two Frugivorous Bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in Fragmented Neotropical Forest. *Biotropica*, 35(3), 405-418.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34:487–515.
- Figueroa, E. (2010). *Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile*. Santiago de Chile: Proyecto GEF-MMA-PNUD.
- Flores-Guido, JS. (2012). Diversidad florística, usos y origen de material genético de las especies de los huertos familiares de la península de Yucatán. En Mariaca-Méndez, R. (Ed), *El huerto familiar del sureste de México* (pp. 149-175). México: El Colegio de la Frontera Sur y Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco.
- Forman, R.T.T. (1995) Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecol* 10, 133–142, doi.org/10.1007/BF00133027.
- Frouz, J., Livečková, M., Albrechtová, J., Chroňáková, A., Cajthaml, T., Pižl, V. y Šimáčková, H. (2013). Is the effect of trees on soil properties mediated by soil fauna? A case study from post-mining sites. *Forest Ecology and Management*, 309:87-95.
- Galindo-Leal, C., Cedeño-Vázquez, JR., Calderon, R., Augustine, J. (2003). Arboreal frogs, tank bromeliads and disturbed seasonal tropical forest. *Contemporary herpetology*, 1-12.
- Gallina-Tessaro, S. (2011). Características y evaluación del hábitat. En Gallina-Tessaro S. y López González C. Eds), *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (pp. 281-316). México: INECOL/UAQ.
- García de Miguel, J. (2000). *Etnobotánica maya: Origen y evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán, México* (Tesis de doctorado) Universidad de Córdoba. España.
- García, RD., Contreras, GG. (2011). Distribución espacial de la vegetación. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, 131-135.
- Godínez-Caraballo, D., & Volpato, G. (2008). Plantas medicinales que se venden en el mercado El Río, Camagüey, Cuba. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(1), 217-241.
- Góngora-Chin, RE., Flores-Guido, S., Ruenes-Morales, MR., Aguilar-Cordero, WJ. y García-López. JE. (2015). Uso tradicional de la flora y fauna en los huertos familiares mayas en el municipio de Campeche, Campeche, México. *Ecosistemas y recursos pecuarios*, 3(9), 379-389.
- González-Jaramillo, M., Martínez, E., Esparza-Olguín, LG. y Rangel-Salazar, JL. (2016). Actualización del inventario de la avifauna de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, península de Yucatán, México: abundancia, estacionalidad y categoría de conservación. *Huitzil*, 17(1), 54-106.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Pozo, C., Gordon-Ferguson, B., Rangel-Ruiz, LJ., Arriaga-Weiss, S L., Ponce-Mendoza, A., Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1433-1445.

- Graham, E., Pendergast, DM. (1992). Mayan urbanism and ecological change. En Steen, H K., y Tucker, RP. (Eds.). *Changing Tropical Forests: Historical Perspectives on Today's Challenges in Central and South America* (pp.102-109). Durham: Duke University Press.
- Griscom, HP., Griscom, BW., Ashton, MS. (2009). Forest regeneration from pasture in the dry tropics of Panama: effects of cattle, exotic grass, and forested riparia. *Restoration Ecology*, 17(1), 117-126.
- Guillen-Poot, MA., Peña-Rodríguez, LM. (2019). Alimentos funcionales en la dieta diaria. El potencial de plantas y frutas consumidas tradicionalmente en la península de Yucatán, *Desde el Herbario CICY 11*: 221–224.
- Gutiérrez-Granados, G. (2009). *Efectos directos e indirectos de la tala selectiva sobre la diversidad vegetal y la interacción planta-mamífero en la selva maya de Quintana Roo* (Tesis doctorado). Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gutiérrez-Granados, G. (2011). Effect of logging on rodent scatter-hoarding dynamics in tropical forests: implications for plant recruitment. *Integrative zoology*, 6(2), 74-80.
- Guzmán-Soriano, D., Vargas-Contreras, JA., Cú-Vizcarra, JD., Escalona-Segura, G., Retana-Guiascon, ÓG., González-Christén, A., Benítez-Torres, JA., Arroyo-Cabrales, J., Puc-Cabrera, JC. Y Victoria-Chán, E. (2013). Registros notables de mamíferos para Campeche, México. *Acta zoológica mexicana*, 29(2), 269-286.
- Harvey, CA., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Saenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I. y Sinclair, FL. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, ecosystems & environment*, 111(1-4), 200-230.
- Hussein, RMA. (2016). *Pharmacognostical Study of Pouteria campechiana (Kunth) Baehni Family Sapotaceae* (Tesis de Maestria). Universidad del Cairo, Egipto.
- Hernández-Gómez, IU., Vázquez-Luna, D., Cerdan-Cabrera, CR., Navarro-Martínez, A. y Ellis, EA. (2020). Mapping disturbance from selective logging in tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(1).
- Lacuna-Richman, L. (2006). The use of non-wood forest products by migrants in a new settlement: experiences of a Visayan community in Palawan, Philippines, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2:36. doi:10.1186/1746-4269-2-36
- Le Guen, O. (2012). Socializing with the supernatural: The place of supernatural entities in Yucatec Maya daily life and socialization. En P. Nondédéo, & A. Breton (Eds.), *Maya daily lives: Proceedings of the 13th European Maya Conference* (pp. 151-170). Alemania: Markt Schwaben: Verlag Anton Saurwein.
- Leon, MC., Harvey, CA. (2006). Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry systems*, 68(1), 15-26.
- Isasi-Catalá, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38.
- Juniarti, MF. (2016) *Study concentration acetone and maceration time to characteristics of fruit campolay carotenoid pigments (Pouteria campechiana) as natural color* (Tesis licenciatura) Pasundan University, Bandung Indonesia.
- Laurance, SG., Laurance, WF. (1999). Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological conservation*, 91(2-3), 231-239.
- Lindemayer, DB., Franklin JF. (2002). *Conserving forest biodiversity*. Whashington DC, USA: Island Press.

- López-Escobar, C. (2014). *Análisis nutricional de la dieta del mono araña (Ateles geoffroyi) en Punta Laguna, Yucatán* (Tesis de maestría) en IPN CIDIR, Oaxaca, México.
- Lorenzo, Cristian, Bueno, María del Pilar. (2020). La conservación de la naturaleza en las relaciones Norte-Sur: el pago por los servicios ecosistémicos. *Revista de Estudios Sociales*, (71), 40-50. doi.org/10.7440/res71.2020.04
- Manrique-Saide, PC., Briceño-Uc, ÁR., Ibáñez-Bernal, S., y Sandoval-Ruiz, CA. (2012). Deer and horse flies (Diptera: Tabanidae) from the medium rainforest of southern Yucatan, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3), 497-506.
- Manzanares, K. (2014). Aprovechamiento de servicios ecosistémicos en la comunidad “La Majagua”. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES*, 2(1), 45-54.
- Martínez-Domínguez, B., Ibáñez-Gómez, M V. y Rincón-León, F. (2002). Ácido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(3), 219-231.
- Martínez, E., Galindo-Leal, C. (2002). La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Botanical Sciences*, (71), 7-32.
- Martínez-Fonseca, JG., Chávez-Velásquez, M., Williams-Guillen, K. y Chambers, CL. (2020). Bats use live fences to move between tropical dry forest remnants. *Biotropica*, 52(1), 5-10.
- Martínez-Gallardo, R., Sánchez-Cordero, V. (1993). Dietary Value of Fruits and Seeds to Spiny Pocket Mice, *Heteromys desmarestianus* (Heteromyidae). *Journal of Mammalogy*, 74(2), 436–442.
- Marzuki, NHC., Hamid, MA., Wahab, RA. (2018). Assessment of fatty acid composition and response surface optimization of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from *Pouteria campechiana* pulp. *Malays. J. Fundam. Appl. Sci*, 14(2), 269-277.
- May-Uc, E., Hernández-Arana, HA., Rebollar-Téllez, EA. (2011). Distribución de flebotominos (Diptera: Psychodidae) en Quintana Roo, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2), 273-289.
- Mendoza-Ponce, A., Corona-Núñez, RO., Galicia, L.y Kraxner, F. (2019). Identifying hotspots of land use cover change under socioeconomic and climate change scenarios in Mexico. *Ambio*, 48(4), 336-349.
- Mehraj, H., Sikder, RK., Mayda, U., Taufique, T. y Uddin, AJ. (2015). Plant physiology and Fruit secondary metabolites of canistel (*Pouteria campechiana*). *World Applied Sciences Journal*, 33(12), 1908-1914.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mithöfer, A., Boland, W. (2012). Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annual review of plant biology*, 63:431-450.
- Moreira-Ramírez, JF., Reyna-Hurtado, R., Ramírez-Ortiz, LM., Radachowsky, J., Hidalgo-Mihart, M., Naranjo, EJ., Ribeiro-Milton, C., García-Anleu, R., McNab-Roan, B., Mérida, M., Ponce-Santizo, G., Solís, N. y Ramos, VH. (2019). Estado de conservación del venado cola blanca, el cabrito rojo y el cabro bayo en Guatemala, en la Reserva de Biosfera Calakmul y el ejido Nuevo Becal, México. En Kraker, C., Calderón, AP., Cabrera, AA. (Eds), *Perspectivas de investigación sobre los mamíferos silvestres de Guatemala* (pp. 97-124). Guatemala: Asociación Guatemalteca de Mastozoólogos,
- Morón-Ríos, A., Morón, MÁ. (2016). Evaluación de la fauna de Coleoptera Scarabaeoidea en la Reserva de la Biósfera de Calakmul, Campeche, México. *Southwestern Entomologist*, 41(2), 469-484.
- Munguía-Rosas, MA., Montiel S. (2014). Patch Size and Isolation Predict Plant Species Density in a Naturally Fragmented Forest. *PLoS ONE* 9(10): e111742. doi.org/10.1371/journal.pone.0111742

- Navia, JM., López, H., Cimadevilla, M., Fernández, E., Valiente, A., Clement, ID. y Harris, RS. (1955). Nutrient composition of Cuban foods. 1. Foods of vegetable origin. *Food Research*, 20, 97-113.
- Negreros-Castillo, P., Hall, RB. (2000). Sprouting capability of 17 tropical tree species after overstory removal in Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 126(3), 399-403.
- Ochoa-Gaona, S., Hernández-Vázquez, F., de Jong, BHJ. y Gurri, F. (2007). Pérdida de diversidad florística ante un gradiente de intensificación del sistema agrícola de roza-tumba-quema: un estudio de caso en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 81: 65-80.
- Ojasti, J., Dallmeier F. (2000). Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series # 5. Washington D.C., USA: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Ordóñez-Díaz MJ. (2018). Atlas biocultural de huertos familiares en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y península de Yucatán. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
- Ordóñez-Díaz, JAB., Galicia-Naranjo, A., Venegas-Mancera, NJ., Hernández-Tejeda, T., Ordóñez-Díaz, MJ. y Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación. *Madera y Bosques* 21(núm. Especial), 77-126.
- Orihuela Romero, C. E., Minaya, C. A., Mercado, W., Jiménez, L. A., Estrada, M. y Gómez, H. J. (2020). Efecto distancia en la disposición a pagar por la conservación de la biodiversidad: el caso de un área protegida megadiversa. *Economía Agraria y Recursos Naturales-Agricultural and Resource Economics*, 20(1), 169-190.
- Parker, KL., Barboza, PS., Gillingham, MP. (2009). Nutrition integrates environmental responses of ungulates. *Functional ecology* 23(1),57-69.
- Pérez-Cortéz, S., Reyna-Hurtado, R. (2008). La dieta de los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 12:17-42.
- Plasencia-Vázquez, AH., Escalona-Segura, G., Ferrer Sánchez, Y. (2017). The relationship between forest fragmentation and the potential geographical distribution of psittacids (Psittaciformes: Psittacidae) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1470-1482. doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26482.
- Pennington, TD., Sarukhan, J. (2005). Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de especies. México: FCE-UNAM.
- Pokorný, J., Brom, J., Čermák, J., Hesslerova, P., Huryna, H., Nadezhdina, N. yRejšková, A. (2010). Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *Int. J. Water*, 5(4), 311-336.
- Pozo, C., Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J., Salas-Suárez, N., Maya-Martínez, A., Vargas-Fernández, I. y Warren, AD. (2008). Seasonality and phenology of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of Mexico's Calakmul Region. *Florida Entomologist*, 91(3), 407-422.
- Prevedello, J. A., Almeida-Gomes, M., & Lindenmayer, D. B. (2018). The importance of scattered trees for biodiversity conservation: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 205-214.
- Prieto, L. (2000). Land Use on the Yucatan Peninsula: System and Model Description and Land-Use Scenarios. In Wolfgang Lutz, Leonel Prieto, and Warren Sanderson (Eds), *Population, Development, and Environment on the Yucatan Peninsula: From Ancient Maya to 2030* (pp. 228-255). Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis.
- Quesada, P. (2003). distribución y variabilidad del zapotillo (*Pouteria campechiana*) en Costa Rica. *Rev. Agr. Trop.* 33: 01-07.

- Reyna-Hurtado, R., Rojas-Flores, E., Tanner, GW. (2009). Home Range and Habitat Preferences of White-Lipped Peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico, *Journal of Mammalogy*, 90(5), 1199–1209. doi.org/10.1644/08-MAMM-A-246.1
- Ricker, M. (2001). Manejo y evaluación económica de una especie arbórea de la selva tropical: el “mamey” (*Pouteria sapota*). Rendón B., Rebollar S., Caballero J., Martínez-Alfaro Miguel Á (Eds), *Plantas, cultura y sociedad: estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo, 21*, (pp. 287-308).
- Robles-Jímarez, HR. 2016. Cambios físicos y químicos durante el proceso de maduración del fruto de *Pouteria campechiana*. Tesis Maestría en Ciencias en desarrollo de productos bióticos. Instituto Politécnico Nacional. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Righini, N., Garber, PA., Rothman, JM. (2017). The effects of plant nutritional chemistry on food selection of Mexican black howler monkeys (*Alouatta pigra*): the role of lipids. *American journal of primatology*, 79(4), 1-15.
- Rodríguez, J., Sinaca, P., & Jamangapé, G. (2009). Frutos y semillas de árboles tropicales de México. SEMARNAT, México.
- Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Franco-Mora, O., Ramírez-Dávila, JF., López-Sandoval, JA., Hernández-Flores, GV. (2014). Inventario de especies frutales y aspectos etnobotánicos en Sultepec, Estado de México, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 83(1), 203-211.
- Salazar, E., Mendoza, J., Ochoa-Gaona, S., Ku-Quej, V., Hidalgo-Mihart, M. (2017). Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*), *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 92: 102-115.
- Sánchez-Merlo, D., Harvey, CA., Grijalva, A., Medina, A., Vílchez, S. y Hernández, B. (2005). Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Recursos naturales y ambiente*, (5), 91-104.
- Santiago, MAL. 2019. La valoración de los servicios ecosistémicos desde la cosmovisión indígena totonaca. *Madera y Bosques*, 25(3), e1234567. doi.org/10.21829/myb.2019.2531752
- Schank, CJ., Cove, MV., Arima, EY., Brandt, LSE., Brenes-Mora, E., Carver, A., Diaz-Pulido, A., Estrada, N., Foster, RJ., Godínez-Gómez, O., Harmsen, BJ., Jordan, CA., Keitt, TH., Kelly, MJ., Méndez, JS., Mendoza, E., Meyer, N., Pozo-Montuy, G., Naranjo, EJ., Nielsen, CK., O'Farrill, G., Reyna-Hurtado, R., Rivero, M., Carvajal-Sánchez, JP., Singleton, M., Antonio de la Torre, J., Wood, MA., Young, KR. y Miller, JA. (2020). Population status, connectivity, and conservation action for the endangered Baird's tapir. *Biological Conservation*, 245: 108501. doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108501
- Segura, S., Fresnedo, J., Mathuriau, C., López, J., Andrés, J., Muratalla, A. (2018). The edible fruit species in Mexico. *Genet Resour Crop Evol* 65:1767–1793. doi.org/10.1007/s10722-018-0652-3
- Sosa-Rubio, EE., Pérez-Rodríguez, D., Ortega-Reyes, L., Zapata-Buenfil, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos, *Técnica Pecuaria en México*, 42(2), 129-144.
- Sánchez-Recillas, A., Yáñez-Pérez, V., Ibarra-Barajas, M., Flores-Guido, S., Rubio-Zapata, HA., Ávila-Villarreal, G., Ortiz-Andrade, R. (2018). Pharmacological and Toxicological Study of a Traditional Mayan Herbal Preparation Used as Antihypertensive Agent. *European Journal of Medicinal Plants*, 24(3), 1-11.
- Sangjin, J., Hoe-Won, K., Young-Kee, K., Se-Hwan, C., Ki-Joong, K. (2016) The first complete plastome sequence from the family Sapotaceae, *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. *Mitochondrial DNA Part B*, 1(1), 734-736.

- Spaan, D., Ramos-Fernández, G., Bonilla-Moheno, M., Schaffner, CM., Morales-Mávil, J E., Slater, K. y Aureli, F. (2020). Anthropogenic habitat disturbance and food availability affect the abundance of an endangered primate: a regional approach. *Mammalian Biology*, 100:325–333. doi.org/10.1007/s42991-020-00025-x
- Steffan-Dewenter, I., Kessler, M., Barkmann, J., Bos, MM., Buchori, D., Erasmi, S., Faust, H., Gerold, G., Glenk, K., Gradstein, SR., Guhardja, E., Harteveld, M., Hertel, D., Höhn, P., Kappas, M., Köhler, S., Leuschner, C., Maertens, M., Marggraf, R., Migge-Kleian, S., Moge, J., Pitopang, R., Schaefer, M., Schwarze, S., Sporn, SG., Steingrebe, A., Tjitrosoedirdjo, SS., Tjitrosoemito, S., Twele, A., Weber, R., Woltmann, L., Zeller, M. y Tscharrnte, T. (2007). Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(12), 4973-4978.
- Soetan, KO. (2008). Pharmacological and other beneficial effects of antinutritional factors in plants-A review. *African Journal of Biotechnology*, 7(25), 4713-4721.
- Sunila, AV., Murugan, K. (2017^a). Nutritional Composition of Fruits From *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni at Different Stages of Development. *Trends in Biosciences*, 10(20), 4020-4026.
- Sunila, AV., Murugan, K. (2017^b). Variation in phenolics, flavonoids at different stages of fruit development of *Pouteria campechiana* (Kunth) baehni. and its antioxidant activity”. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 9(10), 70-75.
- Taylor, PD., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68 (3), 571-573
- Thorstrom, RK., Turley, CW., Ramirez, FG., Gilroy, BA. (1990). Descriptions of nests, eggs, and young of the Barred Forest-Falcon (*Micrastur ruficollis*) and of the Collared Forest-Falcon (*M. semitorquatus*). *The Condor*, 92(1), 237-239.
- Torelli, N. (1994). Characteristics and prospects for rational use (harvesting) of Mexican tropical forest. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 52(5): 337-341.
- Torres-Rojo, JM., Guevara-Sanginés, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta Ecológica*, 63, 40-59.
- Urias, JCT. (1996). Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. *Madera y Bosques*, 2(2), 29-41.
- Vargas-Contreras, JA., Escalona-Segura, G., Cú-Vizcarra, JD., Arroyo-Cabrales, J. y Medellín, RA. (2008). Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. En Lorenzo, C., Espinoza, E., Ortega, J. (Eds), *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, 2 (pp. 551-577). México Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Vázquez, MM., Pereira, A., Fragoso, P., Rodríguez, JA. (2011). Riqueza y biodiversidad de organismos edáficos del Corredor Biológico Mesoamericano (México, Belice y Guatemala). En Víctor Hugo Delgado Blas, Jaime Silverio Ortégón Aguilar, María Magdalena Vázquez González, Alfonso González Damián, José Hernández Rodríguez. (Eds), *Avances en ciencia y tecnología en Quintana Roo* (pp. 37-70). México: Plaza y Valdez.
- Volk, GM., Richards, CM. (2011). Horticultural value of wild genetic resources—Introduction to the workshop. *HortScience*, 46(11), 1436-1437.
- Vezina, BJ., Smith, RJ., Tiller, LN. (2019). A neglected aspect of human-elephant conflict: fence damage by elephants in the Trans Mara, Kenya. *Pachyderm*, 60: 78-87. Recuperado de <https://kar.kent.ac.uk/id/eprint/79589>

Vishnupriya, KV. (2017). *Evaluation of anti-diabetic activity of ethanolic extract of leaves of Pouteria campechiana (kunth)* (Tesis de Maestría). The Tanilnadu Dr. M.G. R. Medical University ,Chennai. India.

Villanueva-Avalos JF., Sánchez-Rodríguez, R., Carrete-Carreón, FO. Y Mena-Hernández, L. (1996). Establecimiento de diferentes especies arbóreas para cerco vivo en la costa de Nayarit. *Tec. Pecu. Mex.* 34(1), 64-70.

Walker, PL., Cant, JGH. (1997). A Population Survey of Kinkajous (*Potos flavus*) in a Seasonally Dry Tropical Forest. *Journal of Mammalogy* 58(1), 100-102.

Zamora-Pedraza, G. (2017). *Caracterización de la flora y manejo de cercos vivos asociados a cinco ecosistemas del estado de Veracruz*, (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz México.