



## STAND STRUCTURE AND TREE DIVERSITY IN THREE LAND MANAGEMENT SYSTEMS IN PALMAGTITAN, SIERRA NORTE DE PUEBLA †

### [ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA EN TRES SISTEMAS DE MANEJO DE LA TIERRA EN PALMAGTITAN, SIERRA NORTE DE PUEBLA]

Erika Daniela Castro-Renero<sup>1\*</sup>, Juan Ignacio Valdez-Hernández<sup>1</sup>, Gregorio Ángeles-Pérez<sup>1</sup> and Gustavo Ramírez Valverde<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Col. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México C.P. 56230. Email: castro.erika@colpos.mx

<sup>2</sup>Postgrado en Estadística, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Col. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México C.P. 56230

\*Corresponding author

#### SUMMARY

**Background.** Agriculture and cattle raising are the main factors to forest loss and fragmentation, therefore, to reduce their negative impact, new production systems have been implemented. The Agroforestry and Silvopastoral Systems are corridors for fauna and source of natural regeneration, promoting the coexistence of several species and providing goods and services to the human being. Until now, the effects of the agriculture and cattle raising in the composition and configuration at the humid tropical forest in Sierra Norte de Puebla are still unknown. **Objective.** To compare the changes in the composition, stand structure, richness and tree diversity between an Agroforestry System (AFS), Silvopastoral System (SPS) and a Second-Growth Forest (SGF) in Palmagtitan, Sierra Norte de Puebla. **Methodology.** We established sampling units in three land management systems where we recorded specie, normal diameter total height, and cover of every tree in the area. For each attribute, we generated categories. The stand structural attributes such as density, basal area, cover and normal diameter were calculated and compared between land management systems with the multiple comparison DGC method. We obtained and compared the Margalef's richness, Shannon's diversity, Equitability and Fisher's alfa indices and Hill's numbers. The floristic similarity was analyzed with the Sorensen coefficient. **Results.** We identified 44 species from 24 families. The families Burseraceae, Moraceae, Rutaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae were the best represented. Only the tree density presented statistical differences between the land management systems. The Margalef's richness index was different only in the SPS. The Shannon's diversity index and the Hill's numbers showed a major diversity in the AFS than in the SGF and the SPS. The similarity in the floristic composition between AFS and SPS was 16.6%, between AFS and SGF 38.30% and between SPS and SGF 26.23%. **Implications.** The characterization of the stand structure and tree diversity permits a better decision-making about the production systems management and the forest patches conservation. The tree management and the presence of native species in production systems allow to integrate handling practices to provide food safety and biodiversity conservation. **Conclusions.** The composition, stand structure, richness, and tree diversity in the three land management systems were determined by the management and land use history. As the expected, the SGF got the biggest density, but (contrary to the stipulation) the most diverse was the AFS. It is necessary to know the ecosystems configuration and composition to devise management strategies that allow us to integrate the production and ecosystems conservation.

**Keywords:** Height and diameter; Density and cover; Agroforestry System; Silvopastoral System; Second-growth forest; Margalef and Shannon indices; Hill numbers.

#### RESUMEN

**Antecedentes.** La actividad agrícola y pecuaria son las principales causas de la fragmentación y pérdida de los ecosistemas, por lo que se han implementado sistemas de producción que buscan disminuir su impacto negativo. Los Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles han demostrado promover la coexistencia de diversas especies, servir como corredores para la fauna y ser fuente de regeneración natural al mismo tiempo de proveer de otros bienes y servicios al ser humano. Hasta el momento, se desconocen los efectos del manejo agrícola y pecuario en la composición y

† Submitted November 17, 2020 – Accepted March 26, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462.

configuración de los bosques cálidos húmedos de la Sierra Norte de Puebla. **Objetivo.** Comparar los cambios en la composición, estructura, riqueza y diversidad arbórea en tres terrenos bajo manejo Agroforestal (SAF), Silvopastoril (SSP) y en un Bosque en Sucesión Secundaria (BSS) en Palmagitan, Sierra Norte de Puebla. **Metodología.** Se establecieron unidades de muestreo en los tres sistemas de manejo de la tierra dentro de las cuales se registró especie, diámetro normal, altura total y diámetro menor y mayor de copa de todos los individuos arbóreos y se generaron categorías para cada atributo medido. Los atributos estructurales de densidad, área basal, cobertura y diámetro normal promedios fueron calculados y comparados entre los sistemas de manejo de la tierra por medio del método de comparaciones múltiples DGC. Se calcularon y compararon los índices de riqueza de Margalef, de diversidad de Shannon, alfa de Fisher, equidad y números de Hill. La similitud florística se analizó por medio del coeficiente de Sorensen. **Resultados.** Se identificaron 44 especies pertenecientes a 24 familias, siendo las familias Burseraceae, Moraceae, Rutaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae las que estuvieron mejor representadas. De los atributos estructurales analizados, sólo la densidad arbórea presentó diferencias significativas entre los sistemas de manejo de la tierra. El índice de riqueza de Margalef presentó diferencias significativas sólo en el SSP. El índice de diversidad de Shannon y los números de Hill mostraron una mayor diversidad en el SAF que en BSS y el SSP. La similitud en la composición florística entre SAF y SSP fue de 16.67%, entre SAF y BSS de 38.30% y entre SSP y BSS de 26.32%. **Implicaciones.** La caracterización de la estructura y diversidad arbórea permite una mejor toma de decisiones respecto al manejo de los sistemas de producción y la conservación de parches de bosque. El manejo del arbolado y la presencia de especies nativas en sistemas de producción permite integrar prácticas de manejo que proveen seguridad alimentaria y conservan la biodiversidad. **Conclusiones.** La composición, estructura, riqueza y diversidad arbórea de los tres sistemas de manejo de la tierra estuvo determinada por su manejo e historia de uso. Conforme a lo esperado, el BSS fue el sistema de manejo de la tierra que obtuvo una mayor densidad, pero (contrario a lo estipulado) el más diverso fue el SAF. Es necesario conocer la configuración y composición de los ecosistemas para idear estrategias de manejo que permitan integrar la producción y conservación.

**Palabras clave:** Altura y diámetro; densidad y cobertura; Sistema Agroforestal; Sistema Silvopastoril; Bosque en Sucesión Secundaria; Índices Margalef y Shannon; Números de Hill.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques cálidos húmedos también llamados selvas húmedas o bosques tropicales son los ecosistemas terrestres con mayores valores de riqueza de especies (Challenger y Soberón 2008; CONAFOR y Colegio de Postgraduados 2014); sin embargo la vegetación primaria ha sido sustituida por pequeñas casas con huertos de traspatio, monocultivos, áreas de uso agropecuario y parches de vegetación secundaria (Estrada y Coates 2003, Cerezo *et al.* 2009, Alvarado *et al.* 2017), disminuyendo su cobertura original de 10 millones de ha a tan sólo 1.3 millones hasta el 2017 (Cerezo *et al.* 2009, Llano y Fernández 2017). Con la pérdida y fragmentación de este ecosistema, las especies más sensibles a las perturbaciones se han visto negativamente afectadas, algunas al grado de su extinción (Calderón *et al.* 2012, Challenger 2014).

Los parches de bosque en sucesión secundaria han sido considerados una fuente de regeneración natural ya que su durante su desarrollo se puede consolidar un bosque con estadios de sucesión tardía (Rozendaal y Chazdon 2015, Villa *et al.* 2018). Algunas especies arbóreas que caracterizan a estos fragmentos son *Alchornea latifolia*, *Ampelocera hottlei*, *Apeiba tibourbou*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia obtusifolia*, *Ceiba pentandra*, *Cojoba arbórea*, *Cymbopetalum baillonii* y *Erblichia odorata* (Chazdon *et al.* 2007, Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio 2010; CONAFOR y

Colegio de Postgraduados 2014). Este proceso depende de la disponibilidad de germoplasma, resiliencia, factores climáticos y tamaño y duración de la perturbación (Chazdon *et al.* 2007, Zermeño *et al.* 2016, Larsen *et al.* 2019).

Debido a la necesidad de conservar la biodiversidad en los fragmentos de vegetación existente y continuar la producción de alimentos requeridos por el humano, se han implementado sistemas de manejo que buscan disminuir el impacto generado por el cambio en el uso de la tierra, tal es el caso de los Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles que permiten a los propietarios obtener alternativas de producción para satisfacer sus necesidades económicas y sociales, así como la conservación de especies arbóreas asociadas (Harvey *et al.* 2011, García *et al.* 2015, Alvarado *et al.* 2017).

Los Sistemas Agroforestales de café bajo sombra y de cafetal diversificado han demostrado ser una alternativa de producción sustentable que promueven la coexistencia de diversas especies (Jhay y Vandermeer 2010), permiten la conexión de parches y regeneración de la vegetación (Zermeño *et al.* 2016, Tschora y Cherubini 2020) y ofrecen opciones de aprovechamiento alternativo para los productores (Martínez *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2017). En algunas plantaciones, se ha encontrado que estos SAF conservan en su mayoría la vegetación original (García *et al.* 2015) e incluso, han demostrado tener una mayor

diversidad de especies vegetales que los fragmentos de bosque en sucesión secundaria estudiados (Valencia *et al.* 2014, Brüning *et al.* 2018, Hagggar *et al.* 2019).

Por su parte, los Sistemas Silvopastoriles permiten conservar pequeños parches de vegetación, árboles dispersos y cercos vivos que son empleados para la delimitar potreros, proveer sombra al ganado, utilizarlos como fuente de materiales para la construcción, obtener productos de consumo humano o del ganado, maderables, medicinales y leña (Harvey *et al.* 2011, Murgueitio *et al.* 2011, Villanueva *et al.* 2016). Diversos autores han demostrado que estas prácticas realizadas principalmente en México y Centroamérica reducen la deforestación y proveen algunos servicios ecosistémicos como corredores para la fauna, fuente de regeneración vegetal, protección contra el fuego y la erosión de los suelos (Villanueva *et al.* 2016, Alvarado *et al.* 2017, Öllerer *et al.* 2019.). Inclusive, Bagella *et al.* (2020) comprobaron que los SSP con un manejo apropiado pueden mejorar la diversidad de la vegetación y la calidad de los servicios ecosistémicos.

Estos sistemas alternativos pueden observarse en todo el trópico mexicano, como los encontrados en el Estado de Puebla que cuenta con 50,131 ha de bosques cálido húmedos ubicados a lo largo de la vertiente del Golfo Norte y al sur de la entidad, en la sierra Zongolica y al noreste de la Sierra Negra (CONABIO 2011). En este Estado, la producción agrícola y pecuaria son las principales causas del cambio de uso de la tierra (INEGI 2017b); sin embargo, hasta el momento no se cuenta con información sobre el estado actual de la composición y configuración de los sistemas agroforestales y silvopastoriles, así como de los parches de bosques en sucesión secundaria y el efecto que ha tenido el manejo agrícola y pecuario de la zona.

El objetivo de este trabajo fue comparar los cambios en la composición, estructura, riqueza y diversidad arbórea en tres terrenos bajo manejo Agroforestal, Silvopastoril y en un Bosque en Sucesión Secundaria en Palmagtitan, Sierra Norte de Puebla. La hipótesis planteada es que la composición y estructura arbórea serán diferentes en cada sistema de manejo, siendo el BSS el que presentará una mayor densidad de individuos arbóreos por hectárea. Por otra parte, se espera que la riqueza y diversidad de especies sean mayores en el BSS y que los valores menores se registren en el SSP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Palmagtitan, perteneciente al municipio de

Hueytamalco (19° 51' 03" y 20° 12' 42" N, 97° 12' 48" y 97° 22' 42" W), en la Sierra Nororiental de Puebla, a una altitud entre 450 y 550 msnm (Ramírez-González *et al.*, 2015) (Figura 1). De acuerdo con la clasificación de García (2004), la zona registra clima Af (m), caliente y húmedo con lluvias todo el año en el cual la precipitación de los tres meses más secos no rebasa el 18% del total anual, temperatura media anual de 21.5 °C, y precipitación total anual de 2,683.6 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2010). El área presenta un suelo de tipo regosol; es decir, joven con poco desarrollo de uso agrícola, comúnmente húmedo, de temporal lluvioso y cuyos principales usos son agrícola, pecuario, así como selva perennifolia y subperennifolia secundaria (CONABIO 2011, INEGI 2017a, INEGI 2017b).

### Muestreo

Se establecieron 11 Unidades de Muestreo (UM) de 17.84 m de radio (1,000 m<sup>2</sup>) repartidas en forma desbalanceada en tres usos de suelo con base en los datos reportados por INEGI (2017b). Para cada sistema de manejo de la tierra se delimitó la primer UM al azar y las siguientes se trazaron con una separación de 100 m entre cada una (Figura 1). Debido a la diferencia en la extensión total de los terrenos evaluados, se tomaron diferente número de sitios; tres UM se establecieron en un Sistema Agroforestal (SAF) de cafetal diversificado el cual cuenta con una extensión total de 2.5 ha y 15 años bajo este manejo. Seis UM se dispusieron en 20 ha de un Sistema Silvopastoril (SSP) en el que se han empleado cercos vivos y árboles focalizados para proveer sombra al ganado durante más de 25 años. Finalmente, dos UM fueron establecidas en un Bosque en Sucesión Secundaria (BSS) con más de 20 años de abandono y una extensión de 1 ha del cual se obtiene leña de forma esporádica, así como frutos de *Pimenta dioica* (L.) Merr. y corteza de *Cinnamomum verum* J. Presl anualmente.

### Estructura arbórea

Dentro cada Unidad de Muestreo (UM) se midió el diámetro normal (diámetro >2.5 cm registrado a 1.30 m del suelo), así como la altura total (m, con clinómetro Häglöf HEC2), y los diámetros menor y mayor de copa de todos los individuos (m, con cinta métrica) (Ortega *et al.* 2017, Beltrán *et al.* 2018). Con las guías de campo de Ibarra-Manríquez (2007), Vázquez *et al.* (2010) y Cornejo-Tenorio e Ibarra-Manríquez (2014) se identificaron *in situ* algunas especies y se registró el nombre común con la ayuda de pobladores. De igual forma, se colectó material para su identificación en el herbario CHAPA del Colegio de Postgraduados. La nomenclatura taxonómica empleada se consultó en el sitio Tropicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>). Se generaron curvas de acumulación de especies- área

para los tres sistemas de manejo de la tierra; así como sus estimadores no paramétricos (ACE, Chao 1, Jack 1 y Bootstrap) mediante 100 aleatorizaciones con reemplazo por medio del programa EstimateS ver.9.1.0. Posteriormente, se eligió y graficó el estimador que se ajustó mejor a la riqueza de especies obtenida (Colwell 2013, Beltrán *et al.* 2018).

La distribución vertical y horizontal fue determinada por las inflexiones de curvas generadas por el número de individuos y altura, diámetro normal (DN) y cobertura de copa (Vázquez *et al.* 2011, López-Toledo *et al.* 2012, Sánchez-Gutiérrez *et al.* 2017), de las cuales se generaron tres categorías para cada atributo analizado. Para el análisis de las características estructurales, las observaciones presentaron una distribución aproximadamente normal y se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) en un modelo con un criterio de clasificación con la ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

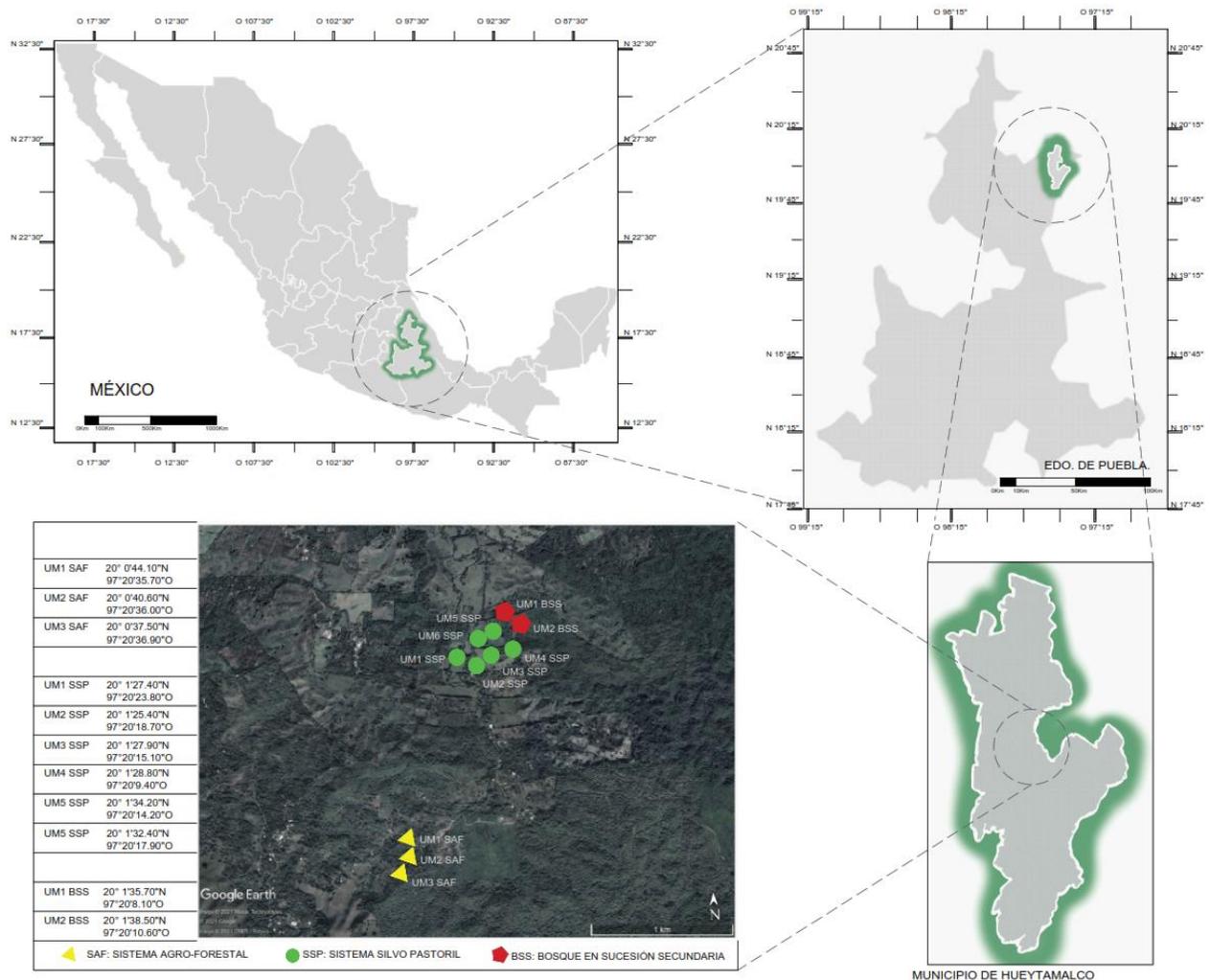
$Y_{ij}$ = Característica estructural analizada en el sistema de manejo de la tierra (i) en el sitio (j)

$\mu$ = Media general

$\tau_i$ = Efecto del sistema de manejo de la tierra (i)

$\varepsilon_{ij}$ = Error en el sitio (j) con el sistema de manejo de la tierra (i)

Las comparaciones múltiples se hicieron con el método DGC (Di Rienzo *et al.* 2002), el cual evita el traslape de información empleando la técnica multivariada de análisis de conglomerados sobre una matriz de distancia obtenida a partir de las medias muestrales, facilitando la interpretación de los resultados (Magurran 2004). Dicho procedimiento se llevó a cabo con el programa estadístico InfoStat ver.2017 (Di Rienzo *et al.* 2017).



**Figura 1.** Ubicación de las Unidades de Muestreo en Palmagtitán, Sierra Norte de Puebla (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria).

### Índice de Valor de Importancia Relativo (IVI R) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R)

Con la finalidad de jerarquizar por importancia ecológica las especies, se calculó el Índice de Valor de Importancia Relativo (IVI R) y el Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R) para priorizar los árboles considerando su densidad, dominancia, frecuencia, DN, altura total y cobertura de copa (Corella *et al.* 2001, Villavicencio y Valdez 2003, Beltrán *et al.* 2018).

$$IVI R = Dr + Domr + Fr$$

Donde:

Dr= Densidad relativa

Domr= Dominancia relativa

Fr= Frecuencia relativa

Los elementos que conforman el IVI R fueron calculados de la siguiente forma:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$Dr = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$Domr = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{UMs en que está presente la especie}}{\text{Número total de UMs}}$$

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Para obtener el IVF R se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$IVF R = DNr + Ar + Cr$$

Donde:

DNr= Diámetro normal relativo

Ar= Altura total relativa

Cr= Cobertura de copa relativa

$$DNr = \frac{\text{Diámetro normal por especie}}{\text{Diámetro normal de todas las especies}} \times 100$$

$$Ar = \frac{\text{Altura por especie}}{\text{Altura de todas las especies}} \times 100$$

$$Cr = \frac{\text{Coberturas de copa por especie}}{\text{Cobertura de todas las especies}} \times 100$$

### Índices de riqueza, diversidad y similitud

Por medio del programa Past (Hammer *et al.* 2001) se calculó el índice de riqueza de Margalef ( $D_M$ ) por UM, que es la relación total de especies y de individuos observados (Magdaleno *et al.* 2005).

$$D_M = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

Donde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos de todas las especies

Para conocer la heterogeneidad de especies en cada UM, se calculó el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) el cual aumenta a medida que se incrementa la riqueza y los individuos se distribuyen más homogéneamente (Shannon 1948, Somarriba 1999, Ruiz *et al.* 2015)

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

S= Número de especies

Pi= Proporción de individuos de la especie i

Con la finalidad de conocer las diferencias significativas en el índice de diversidad de Shannon en los sistemas de manejo de la tierra, se utilizó el método de t modificado por Hutcheson (López-Toledo *et al.* 2012, Carreón y Valdez 2014):

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^{1/2}}$$

Donde:

$H'_1$ = Índice de Shannon de la comunidad 1

Var  $H'_1$ = Varianza de la comunidad 1

$H'_2$ = Índice de Shannon de la comunidad 2

Var  $H'_2$ = Varianza de la comunidad 2

Se obtuvo la equidad (E) que es la proporción de la diversidad observada respecto a la máxima esperada (Carreón-Santos y Valdez 2014, Ortega *et al.* 2017).

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

$H'$ = Índice de Shannon

S= Número total de especies

Por último, se calculó el índice alfa de Fisher (S) cuyo modelo de abundancia representa la diversidad en

función del número de individuos y de especies (López-Toledo *et al.* 2012, Sánchez-Gutiérrez *et al.* 2017).

$$S = \alpha \ln [1 + (N/\alpha)]$$

Donde:

$\alpha$ = Índice alfa de Fisher

S= Número total de especies

N= Número de individuos en la muestra

Al igual que para los atributos estructurales, con el programa estadístico InfoStat ver.2017 (Di Rienzo *et al.* 2017) se compararon los índices de Margalef, Equidad y alfa de Fisher entre los sistemas de manejo de la tierra empleando el método DGC (Di Rienzo *et al.* 2002), utilizando previamente un ANOVA en un modelo con un criterio de clasificación empleando la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Índice de riqueza o diversidad en el sistema de manejo de la tierra (i) en el sitio (j)

$\mu$ = Media general

$\tau_i$ = Efecto del sistema de manejo de la tierra (i)

$\varepsilon_{ij}$ = Error en el sitio (j) con el sistema de manejo de la tierra (i)

Considerando las dificultades que puede tener la interpretación de los índices de diversidad, también se estimó la serie de números reales o de Hill que permite la comparación en número efectivo de especies empleando el programa Past (Hill 1973, Hammer *et al.* 2001, Moreno 2001, Moreno *et al.* 2011)

$N_0$ = Número total de especies (S)

$N_1$ = Número de especies abundantes ( $e^{H'}$ )

$N_2$ = Número de especies muy abundantes (1/D)

Donde:

$H'$ = Índice de Shannon

D= Índice de Simpson

La similitud florística entre las UM se analizó con el coeficiente de Sorensen (IS) que se basa en la relación presencia- ausencia entre el número de especies para dos sistemas (Zarco *et al.* 2010, Ruiz *et al.* 2015).

$$IS = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Donde:

A= Número de especies de la comunidad A

B= Número de especies de la comunidad B

C= Número de especies compartidas por las comunidades A y B.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estructura arbórea

En los tres sistemas de manejo de la tierra se registraron 34 especies nativas, diez exóticas y una sin determinar; de las primeras, *Cedrela odorata* L. se encuentra catalogada como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés 2020) y sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat 2010). Se obtuvo un total de 44 especies pertenecientes a 24 familias, siendo Moraceae (8.8%), Rutaceae (8.8%), Euphorbiaceae (6.6) y Fabaceae (6.6%) entre las que estuvieron mejor representadas.

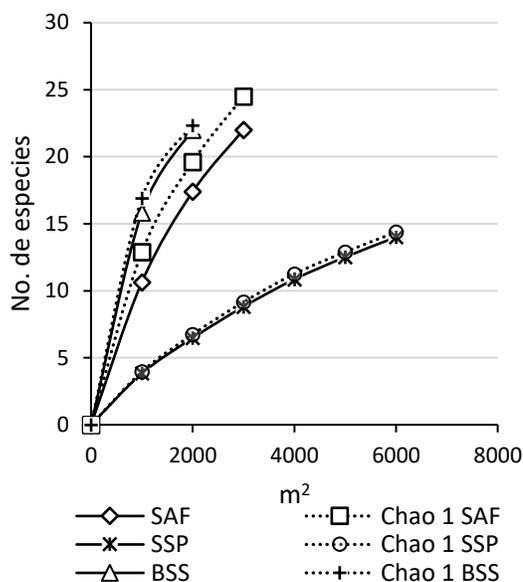
En el SAF se registraron 22 especies y 16 familias. Las familias Rubiaceae, Rutaceae y Musaceae fueron las más abundantes debido a que el principal producto agrícola obtenido es café bajo sombra, acompañado de algunos cítricos como mandarina Fremont (*Citrus tangerina* Yu. Tanaka), limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) y naranja cucha (*Citrus aurantium* L.) que anteriormente se empleaba como injerto del limón, así como de diferentes variedades de plátano de las que se aprovecha la hoja o el fruto. Por otra parte, las familias Meliaceae y Malvaceae tuvieron los mayores valores de importancia estructural por su elevada dominancia relativa; es decir, el área basal (AB) registrada en este sistema de manejo de la tierra (Apéndice 1).

Respecto a la composición de especies, Martínez *et al.* (2007) mencionan que en un cafetal de la Sierra Norte de Puebla se pueden llegar a encontrar hasta 102 especies arbóreas. En este trabajo, se identificaron 22 especies, en las cuales se encuentran elementos típicos de los bosques cálido húmedos como *C. odorata*, *Heliocarpus appendiculatus* Turcz., *Cecropia obtusifolia* Bertol., *Tapirira mexicana* Marchand, *Trema micrantha* (L.) Blume y *Cestrum* sp. que proveen nutrientes a la tierra, alimento para la fauna y tienen importancia económica, social y cultural para la zona por sus atributos maderables, medicinales y su uso en la construcción (Martínez *et al.* 2007, Guido *et al.* 2008, Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio 2010, CONABIO 2011). Esto representa la posibilidad de que el SAF evaluado en Palmagtitan funja como parche fuente que permita la regeneración natural con especies nativas y que, a su vez, permita la conectividad de fragmentos del bosque, disminuyendo así, el efecto borde (Brüning *et al.* 2018, Hagggar *et al.* 2019, Tschora y Cherubini 2020).

En el caso del SSP, se registraron 14 especies arbóreas pertenecientes a 11 familias. Las familias Burseraceae y Moraceae presentaron un mayor número de individuos e importancia estructural debido a que *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Ficus* spp. son las principales especies que se encuentran como cerco vivo por las preferencias de su manejo debido a su facilidad de establecimiento, mantenimiento, bajo costo, y que proveen sombra al ganado (Martínez *et al.* 2013). Al igual que las especies mencionadas, la presencia y relativa abundancia de *Gliricidia sepium* Kunth ex Steud. en este sistema de manejo coincide con lo reportado por Nahed *et al.* (2013) por su uso común para delimitar potreros.

En el BSS se identificaron 24 especies pertenecientes a 17 familias. Se registraron especies pioneras como *C. obtusifolia*, *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill. y *H. appendiculatus*, de sucesión intermedia como *Alchornea latifolia* Sw., *Myrsine coriácea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult y *B. simaruba* y una especie de sucesión tardía (*T. mexicana*) de acuerdo a lo estipulado por Valencia *et al.* (2016). En contraste, García *et al.* (2015) registraron 65 especies en la selva mediana subperennifolia de la Sierra Atoyac, Veracruz lo cual puede estar relacionado con la historia de manejo de la tierra y las condiciones ambientales de cada sitio (Chazdon *et al.* 2007, Zermeño *et al.* 2016). En las curvas de acumulación de especies por sistema de manejo de la tierra y del estimador Chao 1 se puede observar el porcentaje de ajuste en el que el SAF tuvo un 89.32%, el SSP 97.42% y el BSS 98.52% (Figura 2).

En el SAF, el estrato inferior (1.3 - 5 m) conformado por 107 individuos estuvo dominado por *Coffea arabica* L. y *C. tangerina*, especies esperadas debido al objetivo de producción del terreno. El estrato intermedio (5.1 – 11.3 m) presentó 56 árboles y estuvo dominado por *H. appendiculatus* e *Inga vera* Kunth, especie utilizada y promovida históricamente en los 70's y 80's por el extinto Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) bajo la creencia de su alta capacidad de fijar nitrógeno, para sombrear y proveer materia orgánica a los cafetales (Valencia *et al.* 2016). Finalmente, en el estrato superior del dosel (>11.4 m) prevaleció la presencia de *C. odorata* (24 individuos) cuya promoción obedece a un doble propósito: proveer sombra al cultivo y obtener recursos maderables a largo plazo (García *et al.* 2015, Sánchez *et al.* 2017) (Figura 3). De acuerdo con Tschora y Cherubini (2020), contar con diversos estratos verticales permite imitar las condiciones naturales del bosque y su regeneración natural, al igual que contar con más de dos individuos por especie, porque evita la homogenización de los SAF (Valencia *et al.* 2014).



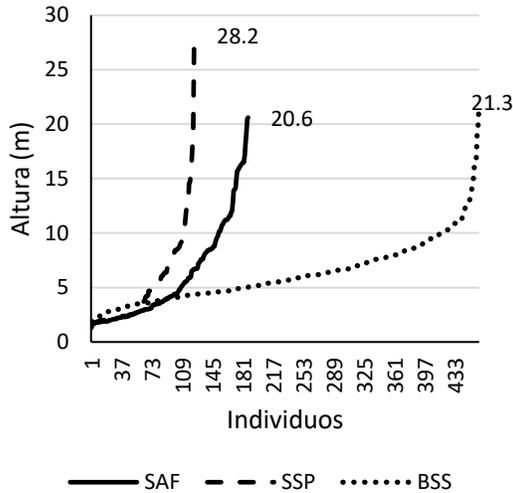
**Figura 2.** Curvas de especies-área y sus estimadores por sistema de manejo de la tierra, Palmagtitán, Sierra Norte de Puebla (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria).

En el SSP, los tres estratos estuvieron representados por *B. simaruba* con más del 60% de individuos de la población, lo cual es consistente con el manejo que se implementa en los potreros donde es la principal especie utilizada como cerco vivo (Figura 3). Respecto a este tipo de manejo, Cadavid *et al.* (2019) mencionan que los cercos vivos deben diversificarse con árboles nativos ya que cuando existe una especie dominante, la posibilidad de homogenización del paisaje es elevada, disminuyendo así, la diversidad asociada y la probabilidad de regeneración natural de la vegetación (Harvey *et al.* 2011).

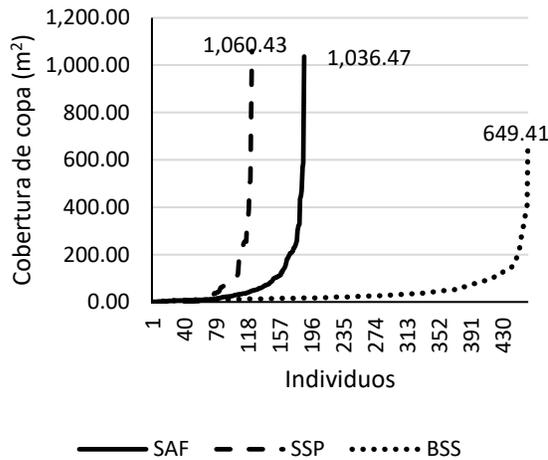
En el BSS se identificó a *A latifolia* como dominante en los tres estratos, acompañada de *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don al igual que *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth en el estrato inferior y *C. verum* en el intermedio (Figura 3). La dominancia de *C. verum* en el estrato intermedio puede explicarse por el aprovechamiento anual que se realiza a algunos árboles para los que no se realiza ninguna actividad de aclareo o remoción previa ni posterior a la cosecha.

Las características estructurales horizontales de los tres sistemas de manejo de la tierra (cobertura de copa y DN) presentaron una distribución de J invertida de sus individuos (Figuras 4 y 5), lo cual puede ser interpretado como un resultado del manejo realizado por los dueños como la remoción o promoción de individuos o especies, aclareos y aprovechamiento (Harvey *et al.* 2011, Martínez-Encino *et al.* 2013,

Valencia *et al.* 2016, Villanueva *et al.* 2016, Pignataro *et al.* 2017); así como de procesos naturales como la muerte de un individuo, apertura de un claro e incorporación natural de semillas y plántulas (Godínez-Ibarra y López Mata 2002, Carreón y Valdez 2014, Zamora *et al.* 2017).



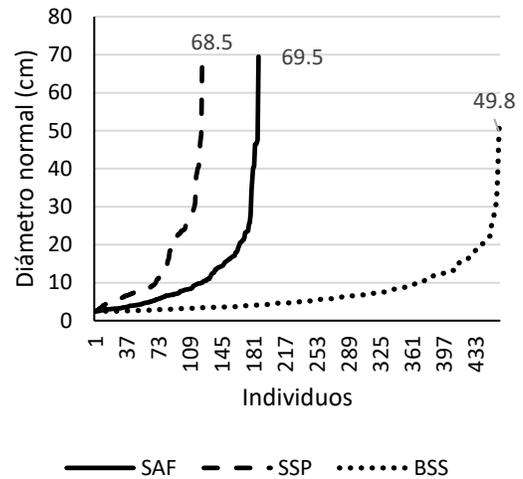
**Figura 3.** Distribución de frecuencias de la altura total de la vegetación arbórea por sistema de manejo de la tierra, Palmagtitan, Sierra Norte de Puebla (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria)



**Figura 4.** Distribución de frecuencias de cobertura de copa de la vegetación arbórea por sistema de manejo de la tierra, Palmagtitan, Sierra Norte de Puebla (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria).

El método DGC mostró que la densidad presenta diferencias significativas en los tres sistemas de

manejo de la tierra y conforme a lo planteado en la primera hipótesis, el BSS fue el que presentó los mayores valores por ha. Por el contrario, los demás atributos estructurales (cobertura del dosel, AB, altura y DN) no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) (Tabla 1). Sin embargo, es importante destacar que el AB del SSP representa una tercera parte y el SAF dos terceras partes del BSS. En el mismo sentido, el SAF presenta casi el doble de la cobertura y DN promedio que el BSS y el SSP, respectivamente.



**Figura 5.** Distribución de frecuencias del diámetro normal de la vegetación arbórea por sistema de manejo de la tierra (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria)

De acuerdo a Ali y Yan (2017) así como Steur *et al.* (2021), la elevada cobertura promedio que presenta el SAF puede influir negativamente en la producción debido a que los individuos que dominan el estrato superior puede interferir en la captación de recursos del estrato inferior, disminuyendo así, la disponibilidad de captación de luz y nutrientes para los cafetos. Aunado a lo anterior, García *et al.* (2015) estimaron 528 individuos con una altura y DN promedios de 8.52 m y 14.66 cm, respectivamente en un cafetal rusticano de Veracruz, lo que podría indicar que el SAF estudiado en el presente artículo tiene menos tiempo de establecimiento y manejo debido a las características del arbolado.

El SSP presentó una densidad mayor (68.27 individuos.ha-1) a la estimada por Harvey *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2013) con 7.97 y 48 árboles.ha-1, respectivamente. Por el contrario, las coberturas de copa, altura y DN fueron menores, lo cual permite inferir que se trata de árboles con menos tiempo de establecimiento. Debido a que el principal objetivo de

este sistema de manejo de la tierra es la obtención de alimento para el ganado, una elevada cobertura de copa no es recomendable ya que reduce el área de pastura, limita su crecimiento y permite el establecimiento de otras herbáceas no deseadas (Harvey *et al.* 2011), por lo cual una de las prácticas de manejo de la zona es podar individuos de *B. simaruba* cumpliendo así, un doble propósito: disminuir la competencia por la luz y obtener material para el establecimiento o refuerzo de los cercos vivos (Jiménez *et al.* 2008, Harvey *et al.* 2011, Martínez *et al.* 2013). Las densidades, tamaño y composición de árboles reflejan la combinación de la historia y el manejo actual de los potreros, por lo cual

los diámetros pequeños pueden implicar una supresión de la regeneración por medio del manejo y los DN grandes sugiere que se dejaron árboles de la vegetación original y se aprovecharon como cerco vivo (Harvey *et al.* 2011, Pignataro *et al.* 2016).

El BSS presentó valores menores de densidad y AB a los registrados por Sánchez *et al.* (2017) y García *et al.* (2015) en una zona arqueológica de Chiapas y la Sierra de Atoyac, Veracruz, respectivamente. Lo anterior puede deberse a la escasa presencia de individuos con DN elevado como una causa del aprovechamiento

**Tabla 1. Atributos estructurales en vegetación arbórea de tres sistemas de manejo de la tierra.**

| Sistema de manejo de la tierra       | Densidad (individuos.ha <sup>-1</sup> ) | Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | Cobertura promedio (m <sup>2</sup> .ind <sup>-1</sup> ) | Altura total promedio (m) | DN promedio (cm)         |
|--------------------------------------|---|--|---|---------------------------|--------------------------|
| <b>Sistema Agroforestal</b>          |   |  |   |                           |                          |
| UM 1                                 | 203.13                                  | 3.13   | 63.05   | 6.59                      | 11.17                    |
| UM 2                                 | 186.48                                  | 5.81   | 116.43  | 8.19                      | 14.37                    |
| UM 3                                 | 233.10                                  | 1.40   | 34.11   | 3.77                      | 7.00                     |
| <b>Promedio</b>                      | <b>207.57<sup>b</sup></b>               | <b>3.45<sup>a</sup></b>                        | <b>71.20<sup>a</sup></b>                                | <b>6.18<sup>a</sup></b>   | <b>10.85<sup>a</sup></b> |
| <b>Sistema Silvopastoril</b>         |   |  |   |                           |                          |
| UM 1                                 | 109.89                                  | 5.66   | 124.64  | 7.24                      | 20.16                    |
| UM 2                                 | 69.93                                   | 1.82   | 74.02   | 6.41                      | 15.49                    |
| UM 3                                 | 79.92                                   | 0.44   | 1.25  | 2.28                      | 7.82                     |
| UM 4                                 | 63.27                                   | 0.57   | 47.08   | 4.16                      | 8.88                     |
| UM 5                                 | 26.64                                   | 0.11   | 101.54  | 3.64                      | 6.54                     |
| UM 6                                 | 59.94                                   | 2.09   | 20.72   | 6.34                      | 17.77                    |
| <b>Promedio</b>                      | <b>68.27<sup>a</sup></b>                | <b>1.78<sup>a</sup></b>                        | <b>61.54<sup>a</sup></b>                                | <b>5.01<sup>a</sup></b>   | <b>12.78<sup>a</sup></b> |
| <b>Bosque en Sucesión Secundaria</b> |   |  |   |                           |                          |
| UM 1                                 | 532.80                                  | 5.72   | 50.85   | 6.45                      | 8.40                     |
| UM 2                                 | 1,002.33                                | 5.34   | 37.00   | 6.13                      | 6.56                     |
| <b>Promedio</b>                      | <b>767.57<sup>c</sup></b>               | <b>5.53<sup>a</sup></b>                        | <b>43.93<sup>a</sup></b>                                | <b>6.29<sup>a</sup></b>   | <b>7.48<sup>a</sup></b>  |

UM= Unidad de Muestreo.

\*Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05)

**Tabla 2. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia Relativo (IVI R) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R) en Sistema Agroforestal (SAF).**

| No. | Especie   | IVI R         | IVF R         |
|-----|---|---------------|---------------|
| 1   | <i>Cedrela odorata</i> L.                               | 12.51         | 14.10         |
| 2   | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.                | 12.22         | 18.38         |
| 3   | <i>Coffea arabica</i> L.                                | 12.19         | 6.34          |
| 4   | <i>Inga vera</i> Kunth                                  | 10.94         | 8.33          |
| 5   | <i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez                    | 8.23          | 10.83         |
| 6   | <i>Musa</i> sp. Juss.                                   | 7.35          | 5.97          |
| 7   | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                       | 6.88          | 11.08         |
| 8   | <i>Citrus tangerina</i> Yu. Tanaka                      | 6.64          | 6.50          |
| 9   | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. | 4.10          | 4.49          |
| 10  | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle          | 3.60          | 3.84          |
| 11  | <i>Citrus aurantium</i> L.                              | 2.16          | 0.91          |
|     | Otras especies  | 13.18         | 9.22          |
|     | <b>TOTAL</b>  | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |

**Tabla 3. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia relativo (IVI R) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R) en Sistema Silvopastoril (SSP).**

| No. | Especie   | IVI R  | IVF R  |
|-----|---|--------|--------|
| 1   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                | 53.44  | 55.90  |
| 2   | <i>Ficus citrifolia</i> Mill.                     | 9.61   | 10.27  |
| 3   | <i>Cedrela odorata</i> L.                         | 7.92   | 10.25  |
| 4   | <i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.          | 7.61   | 7.82   |
| 5   | <i>Croton draco</i> Schlttdl. & Cham.             | 4.17   | 2.80   |
| 6   | <i>Ficus obtusifolia</i> Kunth                    | 3.30   | 1.20   |
| 7   | <i>Ficus pertusa</i> L. f.                        | 2.33   | 4.22   |
| 8   | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb. | 2.24   | 2.36   |
|     | Otras especies                                    | 9.38   | 5.18   |
|     | TOTAL   | 100.00 | 100.00 |

**Tabla 4. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia Relativo (IVI R) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R) en Bosque en Sucesión Secundaria (BSS).**

| No. | Especie  | IVI R  | IVF R  |
|-----|--|--------|--------|
| 1   | <i>Alchornea latifolia</i> Sw.                         | 30.50  | 42.13  |
| 2   | <i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don           | 7.13   | 5.94   |
| 3   | <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth                | 6.99   | 7.37   |
| 4   | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.                       | 6.87   | 9.09   |
| 5   | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult | 6.22   | 6.21   |
| 6   | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb.      | 5.21   | 5.56   |
| 7   | <i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.            | 5.20   | 4.40   |
| 8   | <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl                       | 5.05   | 4.45   |
| 9   | <i>Tabernaemontana alba</i> Mill.                      | 3.89   | 1.85   |
| 10  | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.               | 3.61   | 2.07   |
| 11  | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.                    | 3.48   | 2.93   |
| 12  | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                      | 2.37   | 1.39   |
|     | Otras especies   | 13.48  | 6.61   |
|     | TOTAL  | 100.00 | 100.00 |

**Tabla 5. Índices de riqueza y diversidad por sistema de manejo de la tierra.**

| Sistema de manejo de la tierra | No. de especies | Margalef           | Shannon            | Equidad             | $\alpha$ de Fisher |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| SAF                            | 22              | 4.014 <sup>b</sup> | 2.535 <sup>c</sup> | 0.5732 <sup>a</sup> | 6.476 <sup>a</sup> |
| SSP                            | 14              | 2.701 <sup>a</sup> | 1.507 <sup>a</sup> | 0.3223 <sup>a</sup> | 4.068 <sup>a</sup> |
| BSS                            | 24              | 3.750 <sup>b</sup> | 2.277 <sup>b</sup> | 0.4060 <sup>a</sup> | 5.378 <sup>a</sup> |

(SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria)

\*Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

esporádico de algunos individuos para la obtención de leña y de los frutos de *P. dioica*, así como de la corteza de *C. verum* con fines comerciales. Esto podría representar una ventaja para la diversidad de especies y el funcionamiento del bosque, ya que Ali (2019) menciona que la variación en los atributos estructurales como DN o altura son importantes para su mantenimiento.

#### Índices de riqueza, diversidad y similitud

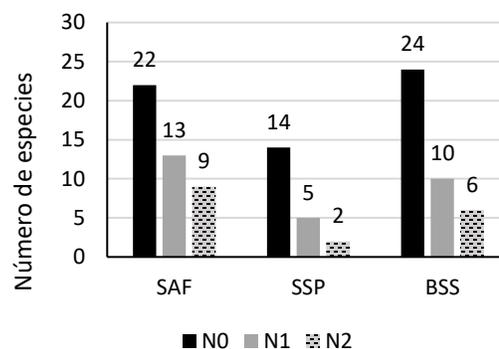
De acuerdo al método DGC, el índice de riqueza de Margalef fue estadísticamente menor en el SSP que en el SAF y el BSS (Tabla 5). Por otra parte, el índice alfa

de Fisher y la equidad no presentaron diferencias estadísticas significativas (método DGC). El índice de diversidad de Shannon presentó diferencias estadísticas significativas entre los tres sistemas de manejo de la tierra. Contrario a lo esperado (y lo reportado por McDermott y Rodewald 2014), el SAF obtuvo los mayores valores, por lo que se rechaza la hipótesis inicial en la que se planteaba que el BSS sería el que obtendría esta posición. Al igual que lo obtenido por el método de t modificada por Hutcheson para el índice de Shannon, los números de Hill mostraron una mayor diversidad de especies en el SAF que en el BSS y el SSP, representada por el número total de especies encontradas por sistema de manejo de la tierra, las

especies registradas dos veces “doubletons” y las encontradas una ocasión “singletons” (Figura 6), reforzando el rechazo de lo hipotetizado inicialmente respecto a la diversidad. Esto puede deberse a que la riqueza y diversidad de especies está influenciada por la perturbación y puede ser mayor a niveles intermedios de disturbio, estabilizándose después de 25 años aproximadamente en este ecosistema (Sanaei 2018, Villa *et al.* 2018).

Por su parte, los índices de riqueza (Margalef), diversidad (Shannon) (Tabla 5) y números de Hill (Figura 6) calculados para el SSP fueron los menores de los tres sistemas de manejo de la tierra analizados, similar a lo calculado por Martínez *et al.* (2013) para el municipio de Tlacotalpa ( $H' = 1.37$ ) en el que el resultado se vio influenciado por la notable dominancia de una sola especie. Conforme a lo estipulado por Villanueva *et al.* (2016), el SSP de Palmagtitan cuenta con una densidad media lo que puede representar una mayor riqueza y diversidad de especies presentes en el sitio a si se contara con un manejo de densidad alta; aunado a esto, la prevalencia de estos árboles nativos empleados como cercos vivos y para sombra para ganado, pueden ser una fuente de regeneración, así como reservorios de flora y fauna nativa (Cadavid *et al.* 2019).

Para el BSS, el índice de diversidad de Shannon calculado fue similar al obtenido en Hampolol, Campeche ( $H' = 2.28$ ; Gutiérrez *et al.* 2013), pero con una equidad menor por lo que se puede inferir que en el área estudiada la distribución es más heterogénea en la mayoría de las especies (García *et al.* 2015). Es relevante destacar que, si bien es cierto que la riqueza y diversidad arbórea incrementan rápidamente durante la sucesión secundaria, la recuperación de la composición original de especies puede tomar siglos e inclusive no suceder, si se pierde el parche fuente de regeneración (Rozendaal *et al.* 2019). A pesar de que la diversidad fue mayor en el SAF que en el BSS, ambos sistemas presentaron especies exclusivas que no tienen la misma función ecológica y que podrían tener implicaciones en la conservación del ecosistema. Es importante destacar que la conversión de bosques en sucesión secundaria a parcelas bajo manejo productivo puede implicar la extinción local de algunas especies por lo cual se recomienda promover la rotación de cultivos para su promoción (Brüning *et al.* 2018, Villa *et al.* 2018). Por ello, los SAF y los SSP deben mantener y promover, en lo posible, árboles nativos cuya incorporación parece ser la clave para la regeneración natural y la conservación de la biodiversidad (Valencia *et al.* 2014, Zermeño *et al.* 2016, Hagggar *et al.* 2019).



**Figura 6.** Números de Hill por sistema de manejo de la tierra (SAF= Sistema Agroforestal, SSP= Sistema Silvopastoril, BSS= Bosque en Sucesión Secundaria).

El coeficiente de Sorensen mostró una similitud en la composición florística de 16.67% entre SAF y SSP (tres especies arbóreas), entre SAF y BSS se encontró una similitud del 38.30% (nueve especies) y finalmente, entre SSP y BSS hubo un 25.64% de similitud (cinco especies). Es importante destacar que la mayoría de las especies encontradas en el SAF y SSP fueron nativas (Apéndice 2), lo cual sugiere que su conservación puede presentar una oportunidad para disminuir el impacto negativo del aprovechamiento agrícola sobre los árboles y la diversidad asociada a ellos (Valencia *et al.* 2016, Rozendaal *et al.* 2019). Al respecto, Guo *et al.* (2021) sugieren que algunas prácticas de manejo pueden incluso ser más efectivas para mejorar la función y estabilidad del ecosistema, incrementando su riqueza y diversidad funcional, a lo que Roozendaal y Chazdon (2015) advierten sobre la necesidad de contar con fragmentos de BSS que permitan consolidar bosques de sucesión tardía como reservorio y fuente de la biodiversidad.

## CONCLUSIONES

La composición, estructura, riqueza y diversidad arbórea de los tres sistemas de manejo de la tierra estuvo determinada por el manejo de acuerdo con el objetivo de producción de cada sistema (agrícola, pecuario o bosque en sucesión secundaria), así como por su historia de manejo. Conforme a lo hipotetizado, el BSS fue el sistema de manejo de la tierra que presentó la mayor densidad arbórea por ha, presentando diferencias estadísticamente significativas con respecto al SAF y el SSP, contrario a las demás características estructurales que no presentaron diferencias estadísticas. El SSP fue el único sistema de manejo que presentó diferencias estadísticas en el índice de riqueza de Margalef, con respecto a los otros sistemas. Contrario a lo planteado en la hipótesis inicial, tanto el índice de Shannon como los números de Hill mostraron que el SAF obtuvo la mayor diversidad de especies arbóreas y no el BSS. La

presencia de especies nativas y los atributos estructurales de los tres sistemas de manejo de la tierra demuestran su potencial de regeneración natural y la posibilidad de integrar sistemas de manejo que permitan proveer seguridad alimentaria y conservación de la biodiversidad.

Es necesario conocer la configuración y composición de los ecosistemas porque refleja la historia de manejo de la tierra, los mecanismos de competencia intra e interespecíficos (Ali, 2019) y nos permite idear estrategias de manejo que concilien la producción y conservación. Es fundamental la vinculación de los sectores legislativos que diseñan las políticas de conservación y el sector académico con los productores para ofrecer alternativas de manejo que permitan mejorar la calidad del ecosistema y la producción sin que ninguno de los dos se vea menudado.

#### Agradecimientos

A las familias Castro Renero y Fuentes Mayo por su apoyo en el desarrollo de esta investigación. A las familias Mejía Campos y Fuentes Mayo por permitirnos llevar a cabo este trabajo en sus propiedades. Al Dr. Vladimir Fuentes Mayo y al Sr. Alejandro Palomo, por su invaluable conocimiento y el deseo de compartirlo. A los revisores, cuyas aportaciones enriquecieron enormemente el manuscrito.

**Financiamiento.** Se obtuvo el financiamiento por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante la beca otorgada a la primer autora.

**Cumplimiento de normas éticas.** Los autores declaran haber cumplido con las regulaciones nacionales e internacionales.

**Disponibilidad de datos.** Los datos se encuentran disponibles con el autor para correspondencia, previa solicitud (castro.erika@colpos.mx).

#### REFERENCIAS

- Ali A. 2019. Forest stand structure and functioning: Current knowledge and future challenges. *Ecological Indicators*, 98: 665- 677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.017>
- Ali A. y Yan E. R. 2017. Functional identity of overstorey tree height and understorey conservative traits drive aboveground biomass in a subtropical forest. *Ecological Indicators*, 83: 158- 168. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.054>

- Alvarado F., Escobar F., Williams D. R., Arroyo-Rodríguez V. y Escobar-Hernández F. 2017. The role of livestock intensification and landscape structure in maintaining tropical biodiversity. *Journal of Applied Ecology*; 185-194. DOI: 10.1111/1365-2664.12957
- Bagella S., Caria M. C., Seddaiu G., Leites L., Roggero P. P. 2020. Patchy landscapes support more plant diversity and ecosystem services than Wood grassland in Mediterranean silvopastoral agroforestry systems. *Agricultural Systems*, 185: 1- 12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102945>
- Beltrán Rodríguez L., Valdez Hernández J. I., Luna Cavazos M., Romero Manzanares A., Pineda Herrera E., Maldonado Almanza B., Borja de la Rosa M. A. y Blancas Vázquez J. 2018. Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*; 89: 108-122. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2004>
- Brüning L. Z., Krieger M., Meneses Pelayo E., Eisenhauer N., Ramírez Pinilla M. P., Reu B., Ernst R. 2018. Land- use heterogeneity by small- scale agriculture promotes amphibian diversity in montane agroforestry systems of northeast Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 264: 15- 23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.011>
- Cadavid Florez L., Laborde J., Zahawi R. 2019. Using landscape composition and configuration metrics as indicators of Woody vegetation attributes in tropical pastures. *Ecological Indicator*, 101: 679- 691. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.072>
- Calderón Aguilera L. E., Rivera Monroy V. H., Porter Bolland L., Martínez Yrizar A., Ladah L. B., Martínez Ramos M., Alcocer J., Santiago Pérez A. L., Hernández Arana H. A., Reyes Gómez V. M., Pérez Salicrup D. R., Díaz Núñez V., Sosa Ramírez J., Herrera Silveira J., Búrquez A. 2012. An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodivers Conserv*; 21: 589- 617. DOI: 10.1007/s10531-011-0218-6
- Carreón Santos R. J. y Valdez Hernández J. I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo, Series Ciencias Forestales y del*

- Ambiente; 20 (1): 119- 130. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.06.023>
- Cerezo A., Robbins C. S. y Dowell B. 2009. Uso de hábitats modificados por aves dependientes de bosque tropical en la región caribeña de Guatemala. *Revista de Biología Tropical*; 57 (1-2): 401-419. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v57n1-2/art36v57n1-2.pdf>
- Challenger A. y Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En *Capital natural de México; Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, pp. 87-108.
- Challenger, A. 2014. Paisajes naturales y humanos de México. En *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. Biblioteca básica de agricultura, Colegio de Postgraduados, pp.41-71
- Chazdon R. L., Letcher S. G., Van Breugel M., Martínez Ramos M., Bongers F. y Finegan B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*; 362: 273- 289. DOI: 10.1098/rstb.2006.1990
- Colwell R. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Recuperado el 17 septiembre, 2019 de: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Colegio de Postgraduados (COLPOS). 2014. Bosque cálido húmedo. En *Foresta mexicana*, pp.196- 235
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 p.
- Corella Justavino F., Valdez Hernández J. I., Cetina Alcalá V. M., González Cossio F. V., Trinidad Santos A. y Aguirre Rivera J. R. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Revista Ciencia Forestal en México*; 26 (90): 73- 102
- Cornejo-Tenorio G. e Ibarra-Manríquez G. 2014. Plantas de Las Margaritas. Municipio de Hueytamalco, Puebla, México. Laboratorio de Biogeografía y Conservación, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. 15 pp.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. 2008. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado el 18 enero, 2019 de: <http://www.infostat.com.ar>
- Di Rienzo J. A., Guzman A. W. y Casanoves F. 2002. A multiple-comparisons method base on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*; 7 (2): 129- 142. DOI: <https://doi.org/10.1198/10857110260141193>
- Estrada, A. y Coates-Estrada R. 2003. Las selvas del trópico húmedo. En *Las selvas tropicales de México. Recurso poderoso, pero vulnerable*. México: FCE, SEP, CONACyT 149 p.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 90 pp.
- García Mayoral L. E., Valdez Hernández J. I., Luna Cavazos M. y López Morgado R. 2015. Estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de café en la Sierra de Atoyac, Veracruz. *Madera y Bosques*; 21 (3): 69- 82. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712015000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300005)
- Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Serie Botánica*; 73: 283- 314. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40073209>
- Guido Granados I., Rodríguez Arias C., Sancho Rodríguez J. 2008. Importancia de la diversificación de los árboles de sombra para la conservación de la fauna en los ecosistemas cafetaleros en San Isidro de San Ramón, 2003. *Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica*; 8 (10-11): 74-81. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/4093>
- Guo Z., Wang X. y Fan D. 2021. Ecosystem functioning and stability are mainly driven by stand structural attributes and biodiversity, respectively, in a tropical forest in Southwestern China. *Forest Ecology and Management*, 481: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118696>

- Gutiérrez Báez C., Zamora-Crescencio P. y Puc-Garrido E. 2013. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Hampolol, Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 15 (1): 1- 8. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.43.3>
- Haggar J., Pons D., Saenz L., Vides M. 2019. Contribution of agroforestry systems to sustaining biodiversity in fragmented forest landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 283: 1- 8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.06.006>
- Hammer, Ø, D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9. Disponible en: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Harvey C. A., Villanueva C., Esquivel H., Gómez R., Ibrahim M., Lopez M., Martinez J. Muñoz D., Restrepo C., Sáenz J. C., Villacís J. y Sinclair F. L. 2011. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*; 261: 1664-1674. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.004>
- Hernández-Ladón de Guevara I., Rojas-Soto O. R., López-Barrera F., Puebla-Olivares F. y Díaz Castelazo C. 2012. Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 89- 100. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>
- Hill M. O. 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*; 54 (2): 427- 432. Disponible en: <http://links.jstor.org/sici?sici=0012-9658%28197303%2954%3A2%3C427%3ADAEUN%3E2.0.CO%3B2-M>
- Ibarra-Manríquez G. 2007. Árboles y arbustos comunes de Los Tuxtlas. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. 12 pp.
- Ibarra-Manríquez G. y Cornejo-Tenorio G. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botánica* (90): 51-104. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n90/n90a6.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Edafología, Serie VI 2014- 2017. Recuperado el 07 de febrero de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Uso del suelo y vegetación de México, Serie VI 2014- 2017. Recuperado el 07 de febrero, 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. <https://www.iucnredlist.org>. Descargada el 30 de abril 2020.
- Jha S. y Vandermeer J. H. 2010. Impacts of coffee agroforestry management on tropical bee communities. *Biological Conservation*, 143: 1423- 1431. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.03.017
- Jiménez-Ferrer G., Velasco-Pérez R., Uribe Gómez M. y Soto-Pinto L. 2008. Ganadería y conocimiento local de árboles y arbustos forrajeros de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Zootecnia Tropical*; 26 (3): 333- 337. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_artt&ext&pid=S0798-72692008000300038](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_artt&ext&pid=S0798-72692008000300038)
- Larsen J. G., Duarte E., Brixner Dreyer J. B., Pizutti Dallabrida J., Monteiro Muzeka L., Neto dos Santos G., Rodrigues Júnior L. C., Lima C. L., Da Silva A. C e Higuchi P. 2019. Variación espacio- temporal de la regeneración natural arbórea y arbustiva de bosque de alta montaña en etapa inicial de desarrollo en el sur de Brasil. *Bosque*, 40 (2): 185- 193. DOI: 10.4067/S0717-92002019000200185
- Llano M. y Fernández H. (comps.). 2017. *Análisis y propuestas para la conservación de la biodiversidad en México 1995-2017*. Ciudad de México, 120 pp.
- López Toledo J. F., Valdez Hernández J. I., Pérez Farrera M. A. y Cetina Alcalá V. M. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la Reserva de la biósfera La Sepultura, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*; 3 (12): 43- 56. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322012000400005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322012000400005)
- Magdaleno Miranda L., García Moya E., Valdez Hernández J. I. y De la Cruz Isidro V. 2005. Evaluación del sistema agroforestal “árboles en terrenos de cultivo” en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*; 28 (3): 203- 212. Disponible en:

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028304>
- Magurran A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. 215 pp.
- Martínez-Encino C., Villanueva-López G. y Casanova-Lugo F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*; 47: 483- 496. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952013000500006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000500006)
- Martínez M. Á., Evangelista V., Basurto F., Mendoza M. y Cruz-Rivas A. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*; 78: 15-40. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532007000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100003)
- McDermott M. E. Rodewald A. D. 2014. Conservation value of silvopastures to Neotropical migrants in Andean forest flocks. *Biological Conservation*, 175: 140- 147. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.04.027>
- Moreno C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno C. E., Barragán F., Pineda E. y Pavón N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*; 82: 1249- 1261. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532011000400019](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019)
- Murgueitio E., Calle Z., Uribe F., Calle A., Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261: 1654- 1663. DOI: [10.1016/j.foreco.2010.09.027](http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027)
- Nahed-Toral J., Valdivieso-Pérez A., Aguilar Jiménez R., Cámara-Cordova J. y Grande-Cano D. 2013. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*; 57: 266- 279. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.020>
- Ochoa Franco A. P., Valdez Lazalde J. R., De los Santos Posadas H. M., Hernández Stefanoni J. L., Valdez Hernández J. I. y Ángeles Pérez G. 2019. La densidad, riqueza y composición arbóreas definen parches detectados remotamente en una selva subperennifolia. *Revista de Biología Tropical*; 64 (4) 692- 707. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i4.34422>
- Öllerer K., Varga A., Kirby K., Demeter L., Biró M., Bölöni J., Molnár Z. 2019. Beyond the obvious of domestic livestock grazing on temperate forest vegetation- A global review. *Biological Conservation*, 237: 209- 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.007>
- Ortega Baranda V., Valdez Hernández J. I., García Moya E. y Rodríguez Trejo D. A. 2017. Structure and diversity of tree vegetation in three reliefs on the Oaxaca coast. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*; 23 (2): 173- 184. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.02.009>
- Pignataro A. G., Levy Tacher S. I., Aguirre Rivera J. R., Nahed Toral J., González Esponosa M., Rendón Carmona N. 2016. Silvopastoral systems of the Chol Mayan ethnic group in southern Mexico: Strategies with a traditional basis. *Journal of Environmental Management*, 181: 363- 373. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.036>
- Ramírez-González J. J. M., Quijano-Hernández S., González-Martínez D. y Alarcón-Zúñiga B. 2015. Componentes de rendimiento de dos gramíneas tropicales a dos frecuencias de corte, bajo condiciones de trópico húmedo. En *XXVI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2014*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 1ª. Ed. p. 330- 339
- Rozendaal D. M. A., Bongers F., Alde M., Alvarez Dávila E., Ascarrunz N., Balvanera P., Beckell J. M., Bentos T. V., Brancallón P. H. S., Cabral G. A. L., Calvo Rodríguez S., Chave J., César R. G., Chazdon R. L., Condit R., Dallinga J. S., De Alameida Cortez J. S., De Jong B., De Oliveira A., Denslow J. S., Dent D. H., DeWalt S. J., Dupuy J. M., Durán S. M., Dutrieux L. P., Espírito-Santo M. M., Fandino M. C., Wilson Fernandes G., Finegan B., García H., Gonzalez N., Granda Moser V., Hall J. S., Hernández Stefanoni J. L., Junqueira A. B., Kennard D., Larpin D., Letcher S. G., Licona J. C., Lebrija Trejos E., Marín Spiotta E., Martínez Ramos M., Massoca P. E. S., Meave J. A., Mesquita R. C. G., Mora F., Müller S. C., Ochoa Gaona S., Ortiz Malavassi E., Ostertag R., Peña Claros M., Pérez García E. A., Piotto D., Powers J.

- S., Aguilar Cano J., Rodríguez Buritica S., Rodríguez Velázquez J., Romero Romero M. A., Ruíz J., Sanchez Azofeifa A., Del Almeida A. S., Silver W. L., Schwartz N. B., Thomas W. W., Toledo M., Uriarte M., Valadares de Sá Sampaio E., Van Breugel M., Van der Wal H., Venâncio Martins S., Veloso M. D. M., Vester H. F. M., Vicentini A., Vieira I. C. G., Villa P., Williamson G. B., Zanini K. J., Zimmerman J. y Poorter L. 2019. Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. *Science Advances*, 5 (3): 1-10. DOI: 10.1126/sciadv.aau3114
- Rozendaal D. M. A. y Chazdon R. L. 2015. Demographic drivers of tree biomass change during secondary succession in northeastern Costa Rica. *Ecological Applications*; 25 (2): 506- 516. DOI: <http://dx.doi.org/10.1890/14-0054.1.sm>
- Ruiz Aquino F., Valdez Hernández J. I., Romero Manzanares A., Manzano Méndez F. y Fuentes López M. E. 2015. Spatial distribution of two oak species and ecological attributes of pine-oak woodlands from Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*; 21 (1): 67-80. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.05.023>
- Sanaei A., Ali Z., Zare Chahouki M. A y Jafari M. 2018. Plant coverage is a potential ecological indicator for species diversity and aboveground biomass in semi- steppe rangelands. *Ecological Indicator*, 93: 256-266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.011>
- Sánchez-Gutiérrez F., Valenzuela-Gómez J. I. Valdez-Hernández J. I. y González-González C. A. 2017. Estructura y diversidad de especies arbóreas en el sitio arqueológico “El Mirador”, Selva Lacandona, Chiapas. *Polibotánica*; 44: 79- 94. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.6>.
- Sánchez Hernández S., Mendoza Briseño M. A. y García Hernández R. V. 2017. Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*; 8 (40): 7- 17. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322017000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000200007)
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010
- Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Normales climatológicas de la estación Las Margaritas, periodo 1951- 2010. Comisión Nacional del Agua. Recuperado el 06 mayo, 2020 de: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESCUES/Normales5110/NORMAL21201.TXT>
- Shannon C. E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*; 27: 379- 423 y 623- 656. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Somarriba E. 1999. Diversidad de Shannon Wiener. *Agroforestería en las Américas*; 6 (23): 72- 74
- Steur G., Verbur R. W. Wassen M. J., Teunissen P. A. y Verweij P. A. 2021. Exploring relationships between abundance of non- timber forest producer species and tropical forest plant diversity. *Ecological Indicators*, 121: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107202>
- Tschora H. y Cherubini F. 2020. Co-benefits and trade-offs of agroforestry for climate change mitigation and other sustainability goals in West Africa. *Global Ecology and Conservation*, 22: 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00919>
- Valencia V., García Barrios L., West P., Sterling E. J., Naeem S. 2014. The role of coffee agroforestry in the conservation of tree diversity and community composition of native forests in a Biosphere Reserve. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 189: 154- 163. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.024>
- Valencia V., Naeem S., García Barrios L., West P., Sterling E. J. 2016. Conservation of tree species of late succession and conservation concern in coffee agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 219: 32- 41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.12.004>
- Vázquez Torres M., Armenta Montero S., Campos Jiménez J. y Carvajal Hernández C. I. 2010. Árboles de la región de Los Tuxtlas. 1° ed. Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución. 398 pp.

- Vázquez-Negrín I., Castillo-Acosta O., Valdez-Hernández J. I., Zavala-Cruz J. y Martínez-Sánchez J. L. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica*; 32: 41- 61. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682011000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682011000200003)
- Villa P. M., Venâncio Martins S., De Oliveira Neto S. N., Rodrigues A. C., Hissa Safar N. V., Delgado Monsanto L., Mota Cancio N. y Ali A. 2018. Woody species diversity as an indicator of the forest recovery after shifting cultivation disturbance in the northern Amazon. *Ecological Indicators*; 95: 687- 694. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.005>
- Villanueva Partida C., Casanova Lugo F., Villanueva López G., González Valdivia N., Oros Ortega I., Díaz Echeverría V. 2016. Influence of the density of scattered trees in pastures on the structure and species composition of tree and grass cover in southern Tabasco, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 232: 1- 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.07.020>
- Villavicencio Enríquez L. y Valdez Hernández J. I. 2003. Análisis de la estructura arbórea del Sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia* 37: 413-423. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237410>
- Zamora-Crescencio P., Rico-Gray V., Barrientos-Medina R. C., Puc-Garrido E. C., Villegas P., Domínguez-Carrasco M. R. y Gutiérrez-Báez. 2017. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia en Bethania, Campeche, México. *Polibotánica*; 43: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.43.3>
- Zarco Espinosa V. M., Valdez Hernández J. I. y Ángeles Pérez G., Castillo Acosta O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*; 26 (1): 1-17. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-2979201000010000](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-2979201000010000)
- Zermeño Hernández I., Pingarroni A. y Martínez Ramos M. 2016. Agricultural land-use diversity and forest regeneration potential in human-modified tropical landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*; 230: 210- 220. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.0>

**Apéndice 1. Índice de Valor de Importancia (IVI R) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVF R) por sistema de manejo de la tierra****a) En Sistema Agroforestal (SAF)**

| No. | Especie   | Densidad relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | Índice de Valor de Importancia Relativo | Diámetro normal relativo | Altura relativa | Cobertura de copa relativa | Índice de Valor Forestal Relativo |
|-----|---|-------------------|---------------------|---------------------|---|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1   | <i>Cedrela odorata</i> L.                               | 6.42              | 22.78               | 8.33                | <b>12.51</b>                            | 14.62                    | 14.20           | 13.48                      | <b>18.38</b>                      |
| 2   | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.                | 10.70             | 17.62               | 8.33                | <b>12.22</b>                            | 16.65                    | 17.50           | 21.00                      | <b>14.10</b>                      |
| 3   | <i>Coffea arabica</i> L.                                | 23.53             | 1.36                | 11.67               | <b>12.19</b>                            | 7.62                     | 8.76            | 2.63                       | <b>6.34</b>                       |
| 4   | <i>Inga vera</i> Kunth                                  | 6.42              | 16.41               | 10.00               | <b>10.94</b>                            | 9.18                     | 6.87            | 8.95                       | <b>8.33</b>                       |
| 5   | <i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez                    | 5.35              | 12.69               | 6.67                | <b>8.23</b>                             | 9.60                     | 10.79           | 12.11                      | <b>10.83</b>                      |
| 6   | <i>Musa</i> sp. Juss.                                   | 11.23             | 4.15                | 6.67                | <b>7.35</b>                             | 9.22                     | 5.55            | 3.15                       | <b>5.97</b>                       |
| 7   | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                       | 4.28              | 9.70                | 6.67                | <b>6.88</b>                             | 7.67                     | 8.66            | 16.90                      | <b>11.08</b>                      |
| 8   | <i>Citrus tangerina</i> Yu. Tanaka                      | 10.70             | 4.24                | 5.00                | <b>6.64</b>                             | 7.44                     | 7.53            | 4.53                       | <b>6.50</b>                       |
| 9   | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. | 4.81              | 2.49                | 5.00                | <b>4.10</b>                             | 4.09                     | 5.52            | 3.85                       | <b>4.49</b>                       |
| 10  | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle          | 4.28              | 1.51                | 5.00                | <b>3.60</b>                             | 3.16                     | 3.30            | 5.05                       | <b>3.84</b>                       |
| 11  | <i>Citrus aurantium</i> L.                              | 2.67              | 0.48                | 3.33                | <b>2.16</b>                             | 1.49                     | 1.08            | 0.18                       | <b>0.91</b>                       |
| 12  | <i>Cyathea divergens</i> Kunze                          | 1.07              | 1.55                | 3.33                | <b>1.98</b>                             | 1.77                     | 0.54            | 1.14                       | <b>1.15</b>                       |
| 13  | <i>Tapirira mexicana</i> Marchand                       | 1.07              | 0.84                | 3.33                | <b>1.75</b>                             | 1.28                     | 2.19            | 1.43                       | <b>1.63</b>                       |
| 14  | <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner           | 1.07              | 0.10                | 3.33                | <b>1.50</b>                             | 0.44                     | 0.48            | 0.23                       | <b>0.38</b>                       |
| 15  | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb.       | 0.53              | 1.64                | 1.67                | <b>1.28</b>                             | 1.29                     | 0.93            | 2.36                       | <b>1.53</b>                       |
| 16  | <i>Jatropha curcas</i> L.                               | 1.60              | 0.21                | 1.67                | <b>1.16</b>                             | 0.78                     | 0.92            | 0.42                       | <b>0.71</b>                       |
| 17  | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.                     | 0.53              | 1.08                | 1.67                | <b>1.09</b>                             | 1.05                     | 1.47            | 1.09                       | <b>1.20</b>                       |
| 18  | <i>Ardisia compressa</i> Kunth                          | 1.07              | 0.15                | 1.67                | <b>0.96</b>                             | 0.55                     | 1.08            | 0.19                       | <b>0.61</b>                       |
| 19  | <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl                        | 1.07              | 0.15                | 1.67                | <b>0.96</b>                             | 0.54                     | 0.66            | 0.37                       | <b>0.52</b>                       |
| 20  | <i>Cestrum glanduliferum</i> Kerber ex Francey          | 0.53              | 0.46                | 1.67                | <b>0.89</b>                             | 0.68                     | 1.00            | 0.28                       | <b>0.65</b>                       |
| 21  | <i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.                 | 0.53              | 0.24                | 1.67                | <b>0.81</b>                             | 0.50                     | 0.51            | 0.26                       | <b>0.42</b>                       |
| 22  | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.                        | 0.53              | 0.15                | 1.67                | <b>0.79</b>                             | 0.39                     | 0.44            | 0.41                       | <b>0.42</b>                       |
|     | <b>TOTAL</b>  | <b>100.00</b>     | <b>100.00</b>       | <b>100.00</b>       | <b>100.00</b>                           | <b>100.00</b>            | <b>100.00</b>   | <b>100.00</b>              | <b>100.00</b>                     |

**b) En Sistema Silvopastoril (SSP)**

| No. | Especie   | Densidad relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | Índice de Valor de Importancia Relativo | Diámetro normal relativo | Altura relativa | Cobertura de copa relativa | Índice de Valor Forestal Relativo |
|-----|---|-------------------|---------------------|---------------------|---|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                | 62.60             | 16.88               | 36.84               | <b>53.44</b>                            | 65.39                    | 57.44           | 44.86                      | <b>55.90</b>                      |
| 2   | <i>Ficus citrifolia</i> Mill.                     | 8.94              | 60.87               | 13.16               | <b>9.61</b>                             | 8.17                     | 11.50           | 11.16                      | <b>10.27</b>                      |
| 3   | <i>Cedrela odorata</i> L.                         | 1.63              | 5.80                | 5.26                | <b>7.92</b>                             | 6.72                     | 7.15            | 16.88                      | <b>10.25</b>                      |
| 4   | <i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.          | 6.50              | 1.89                | 10.53               | <b>7.61</b>                             | 6.73                     | 8.01            | 8.73                       | <b>7.82</b>                       |
| 5   | <i>Croton draco</i> Schlttdl. & Cham.             | 4.07              | 6.72                | 7.89                | <b>4.17</b>                             | 1.90                     | 3.12            | 3.39                       | <b>2.80</b>                       |
| 6   | <i>Ficus obtusifolia</i> Kunth                    | 4.07              | 0.04                | 5.26                | <b>3.30</b>                             | 1.98                     | 1.58            | 0.04                       | <b>1.20</b>                       |
| 7   | <i>Ficus pertusa</i> L. f.                        | 0.81              | 0.16                | 2.63                | <b>2.33</b>                             | 2.21                     | 1.63            | 8.83                       | <b>4.22</b>                       |
| 8   | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb. | 3.25              | 3.53                | 2.63                | <b>2.24</b>                             | 1.98                     | 3.00            | 2.10                       | <b>2.36</b>                       |
| 9   | <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.           | 0.81              | 0.55                | 2.63                | <b>1.84</b>                             | 1.69                     | 1.20            | 2.17                       | <b>1.69</b>                       |
| 10  | <i>Annona muricata</i> L.                         | 0.81              | 0.58                | 2.63                | <b>1.78</b>                             | 1.62                     | 1.37            | 1.26                       | <b>1.42</b>                       |
| 11  | <i>Swietenia macrophylla</i> King                 | 2.44              | 0.03                | 2.63                | <b>1.74</b>                             | 0.79                     | 1.98            | 0.25                       | <b>1.01</b>                       |
| 12  | <i>Citrus tangerina</i> Yu. Tanaka                | 1.63              | 0.85                | 2.63                | <b>1.43</b>                             | 0.35                     | 0.60            | 0.14                       | <b>0.36</b>                       |
| 13  | <i>Tabernaemontana alba</i> Mill.                 | 1.63              | 0.02                | 2.63                | <b>1.43</b>                             | 0.31                     | 0.92            | 0.12                       | <b>0.45</b>                       |
| 14  | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don               | 0.81              | 2.07                | 2.63                | <b>1.15</b>                             | 0.16                     | 0.49            | 0.08                       | <b>0.25</b>                       |
|     | TOTAL   | 100.00            | 100.00              | 100.00              | <b>100.00</b>                           | 100.00                   | 100.00          | 100.00                     | <b>100.00</b>                     |

## c) En Bosque en Sucesión Secundaria (BSS)

| No. | Especie  | Densidad relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | Índice de Valor de Importancia Relativo | Diámetro normal relativo | Altura relativa | Cobertura de copa relativa | Índice de Valor Forestal Relativo |
|-----|--|-------------------|---------------------|---------------------|---|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1   | <i>Alchornea latifolia</i> Sw.                         | 34.27             | 45.80               | 11.43               | <b>30.50</b>                            | 41.79                    | 38.75           | 45.86                      | <b>42.13</b>                      |
| 2   | <i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don           | 10.41             | 2.40                | 8.57                | <b>7.13</b>                             | 6.21                     | 7.90            | 3.71                       | <b>5.94</b>                       |
| 3   | <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth                | 11.28             | 3.98                | 5.71                | <b>6.99</b>                             | 7.25                     | 9.49            | 5.36                       | <b>7.37</b>                       |
| 4   | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.                       | 10.20             | 7.57                | 2.86                | <b>6.87</b>                             | 10.42                    | 9.07            | 7.77                       | <b>9.09</b>                       |
| 5   | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult | 6.72              | 3.38                | 8.57                | <b>6.22</b>                             | 5.73                     | 7.21            | 5.70                       | <b>6.21</b>                       |
| 6   | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb.      | 5.86              | 2.64                | 7.14                | <b>5.21</b>                             | 4.82                     | 5.84            | 6.02                       | <b>5.56</b>                       |
| 7   | <i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.            | 1.52              | 11.24               | 2.86                | <b>5.20</b>                             | 4.64                     | 3.16            | 5.40                       | <b>4.40</b>                       |
| 8   | <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl                       | 5.42              | 4.01                | 5.71                | <b>5.05</b>                             | 4.61                     | 4.77            | 3.99                       | <b>4.45</b>                       |
| 9   | <i>Tabernaemontana alba</i> Mill.                      | 3.90              | 0.63                | 7.14                | <b>3.89</b>                             | 2.00                     | 2.32            | 1.22                       | <b>1.85</b>                       |
| 10  | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.               | 1.08              | 6.88                | 2.86                | <b>3.61</b>                             | 2.60                     | 1.45            | 2.18                       | <b>2.07</b>                       |
| 11  | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.                    | 0.87              | 5.28                | 4.29                | <b>3.48</b>                             | 2.77                     | 2.03            | 3.99                       | <b>2.93</b>                       |
| 12  | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                      | 1.30              | 1.51                | 4.29                | <b>2.37</b>                             | 1.46                     | 1.67            | 1.03                       | <b>1.39</b>                       |
| 13  | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                     | 0.65              | 0.96                | 4.29                | <b>1.97</b>                             | 0.80                     | 0.74            | 1.76                       | <b>1.10</b>                       |
| 14  | <i>Tapirira mexicana</i> Marchand                      | 1.08              | 0.25                | 4.29                | <b>1.87</b>                             | 0.65                     | 0.94            | 0.28                       | <b>0.62</b>                       |
| 15  | <i>Ardisia compressa</i> Kunth                         | 1.52              | 0.22                | 2.86                | <b>1.53</b>                             | 0.36                     | 0.53            | 1.68                       | <b>0.86</b>                       |
| 16  | <i>Croton draco</i> Schlttdl. & Cham.                  | 0.43              | 0.88                | 2.86                | <b>1.39</b>                             | 0.74                     | 1.19            | 0.54                       | <b>0.82</b>                       |
| 17  | <i>Piper aduncum</i> L.                                | 0.65              | 0.14                | 2.86                | <b>1.22</b>                             | 0.68                     | 0.71            | 0.81                       | <b>0.73</b>                       |
| 18  | <i>Ficus citrifolia</i> Mill.                          | 0.43              | 0.16                | 2.86                | <b>1.15</b>                             | 0.33                     | 0.49            | 0.16                       | <b>0.33</b>                       |
| 19  | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby        | 0.22              | 1.51                | 1.43                | <b>1.05</b>                             | 0.76                     | 0.39            | 1.43                       | <b>0.86</b>                       |
| 20  | <i>Citrus latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez           | 0.87              | 0.24                | 1.43                | <b>0.84</b>                             | 0.58                     | 0.35            | 0.48                       | <b>0.47</b>                       |
| 21  | <i>Psidium guajava</i> L.                              | 0.65              | 0.23                | 1.43                | <b>0.77</b>                             | 0.50                     | 0.61            | 0.38                       | <b>0.50</b>                       |
| 22  | <i>Guatteria amplifolia</i> Triana & Planch.           | 0.22              | 0.05                | 1.43                | <b>0.57</b>                             | 0.14                     | 0.16            | 0.10                       | <b>0.14</b>                       |
| 23  | <i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donn. Sm.             | 0.22              | 0.02                | 1.43                | <b>0.56</b>                             | 0.09                     | 0.13            | 0.06                       | <b>0.09</b>                       |
| 24  | <i>Ficus</i> sp.                                       | 0.22              | 0.02                | 1.43                | <b>0.55</b>                             | 0.08                     | 0.12            | 0.08                       | <b>0.09</b>                       |
|     | TOTAL  | 100.00            | 100.00              | 100.00              | <b>100.00</b>                           | 100.00                   | 100.00          | 100.00                     | <b>100.00</b>                     |

**Apéndice 2. Especies identificadas por sistema de manejo de la tierra**

| No.                    | Familia/ Especie                                  | Origen | Sistema Agroforestal | Sistema Silvopastoril | Vegetación Secundaria |
|------------------------|---|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Apocynaceae</b>     |   |        |                      |                       |                       |
| 1                      | <i>Tabernaemontana alba</i> Mill.                 | N      |                      | X                     | X                     |
| <b>Anacardiaceae</b>   |   |        |                      |                       |                       |
| 2                      | <i>Tapirira mexicana</i> Marchand                 | N      | X                    |                       | X                     |
| <b>Annonaceae</b>      |   |        |                      |                       |                       |
| 3                      | <i>Annona muricata</i> L.                         | N      |                      | X                     |                       |
| 4                      | <i>Gutteria amplifolia</i> Triana & Planch.       | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Bignoniaceae</b>    |   |        |                      |                       |                       |
| 5                      | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don               | E      |                      | X                     |                       |
| <b>Burseraceae</b>     |   |        |                      |                       |                       |
| 6                      | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                | N      |                      | X                     | X                     |
| <b>Cannabaceae</b>     |   |        |                      |                       |                       |
| 7                      | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                 | N      | X                    |                       | X                     |
| <b>Cyatheaceae</b>     |   |        |                      |                       |                       |
| 8                      | <i>Cyathea divergens</i> Kunze                    | N      | X                    |                       |                       |
| <b>Euphorbiaceae</b>   |   |        |                      |                       |                       |
| 9                      | <i>Alchornea latifolia</i> Sw.                    | N      |                      |                       | X                     |
| 10                     | <i>Croton draco</i> Schlttdl. & Cham.             | N      |                      | X                     | X                     |
| 11                     | <i>Jatropha curcas</i> L.                         | N      | X                    |                       |                       |
| <b>Fabaceae</b>        |   |        |                      |                       |                       |
| 12                     | <i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.          | N      |                      | X                     |                       |
| 13                     | <i>Inga vera</i> Kunth                            | N      | X                    |                       |                       |
| 14                     | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby   | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Lauraceae</b>       |   |        |                      |                       |                       |
| 15                     | <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl                  | E      | X                    |                       | X                     |
| 16                     | <i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez              | N      | X                    |                       |                       |
| <b>Malpighiaceae</b>   |   |        |                      |                       |                       |
| 17                     | <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth           | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Malvaceae</b>       |   |        |                      |                       |                       |
| 18                     | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.          | N      | X                    |                       | X                     |
| 19                     | <i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.       | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Melastomataceae</b> |   |        |                      |                       |                       |
| 20                     | <i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb. | N      | X                    | X                     | X                     |
| 21                     | <i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don      | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Meliaceae</b>       |   |        |                      |                       |                       |
| 22                     | <i>Cedrela odorata</i> L.                         | N      | X                    | X                     |                       |
| 23                     | <i>Swietenia macrophylla</i> King                 | N      |                      | X                     |                       |
| <b>Moraceae</b>        |   |        |                      |                       |                       |

| No.                | Familia/ Especie  | Origen | Sistema Agroforestal | Sistema Silvopastoril | Vegetación Secundaria |
|--------------------|---|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 24                 | <i>Ficus citrifolia</i> Mill.                           | N      |                      | X                     | X                     |
| 25                 | <i>Ficus obtusifolia</i> Kunth                          | N      |                      | X                     |                       |
| 26                 | <i>Ficus pertusa</i> L. f.                              | N      |                      | X                     |                       |
| 27                 | <i>Ficus</i> sp.  | S/D    |                      |                       | X                     |
| 28                 | <i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donn. Sm.              | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Musaceae</b>    |   |        |                      |                       |                       |
| 29                 | <i>Musa</i> sp. Juss.                                   | E      | X                    |                       |                       |
| <b>Myrtaceae</b>   |   |        |                      |                       |                       |
| 30                 | <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.                        | N      | X                    |                       | X                     |
| 31                 | <i>Psidium guajava</i> L.                               | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Oleaceae</b>    |   |        |                      |                       |                       |
| 32                 | <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.                 | N      |                      | X                     |                       |
| <b>Piperaceae</b>  |   |        |                      |                       |                       |
| 33                 | <i>Piper aduncum</i> L.                                 | N      |                      |                       | X                     |
| <b>Primulaceae</b> |   |        |                      |                       |                       |
| 34                 | <i>Ardisia compressa</i> Kunth                          | N      | X                    |                       | X                     |
| 35                 | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. | N      | X                    |                       | X                     |
| <b>Rubiaceae</b>   |   |        |                      |                       |                       |
| 36                 | <i>Coffea arabica</i> L.                                | E      | X                    |                       |                       |
| 37                 | <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner           | E      | X                    |                       |                       |
| <b>Rutaceae</b>    |   |        |                      |                       |                       |
| 38                 | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle          | E      | X                    |                       |                       |
| 39                 | <i>Citrus aurantium</i> L.                              | E      | X                    |                       |                       |
| 40                 | <i>Citrus latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez            | E      |                      |                       | X                     |
| 41                 | <i>Citrus tangerina</i> Yu. Tanaka                      | E      | X                    | X                     |                       |
| <b>Solanaceae</b>  |   |        |                      |                       |                       |
| 42                 | <i>Cestrum glanduliferum</i> Kerber ex Francey          | N      | X                    |                       |                       |
| 43                 | <i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.                 | N      | X                    |                       |                       |
| <b>Urticaceae</b>  |   |        |                      |                       |                       |
| 44                 | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.                     | N      | X                    |                       | X                     |

N: Nativa

E: Exótica

S/D: Sin definir