

Análisis de la estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de cacao en Jolom-ijix II, Alta Verapaz, Guatemala

Carlos Antonio Chavarría Ramírez¹, Carlos Enrique Villanueva González², Karina Nicole Pérez – Olmos³

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la comunidad Jolom-ijix II, en el municipio de Panzós, Alta Verapaz. El método de investigación se basó en la aplicación de un muestreo no probabilístico, entrevistas semiestructuradas y grupos focales de discusión con enfoque de género y grupos etarios. Se establecieron 20 parcelas temporales de muestreo con dimensiones de 50 m x 50 m, lo que suma un total de cinco hectáreas, identificando taxonómicamente las especies forestales y recopilando variables dasométricas (DAP y Ht) utilizando herramientas básicas para la medición. El objetivo principal fue analizar la estructura y la diversidad de usos de las especies arbóreas asociadas en los sistemas agroforestales (SAF) de cacao. Se determinó que los SAF de cacao en el área de estudio poseen una estructura y composición florística compleja, además de distanciamientos definidos para el cultivo de cacao (625 a 1 111 plantas ha⁻¹). Mientras que las

ABSTRACT

The study was carried out in the Jolom-ijix II community, in the municipality of Panzós, Alta Verapaz. The research method was based on the application of non-probabilistic sampling, semi-structured interviews and focus group discussions with a focus on gender and age groups. Twenty temporary sampling plots were established with dimensions of 50 m x 50 m, for a total of five hectares, taxonomically identifying the forest species and collecting dasometric variables (DBH and Ht) using basic measurement tools. The main objective was to analyze the structure and diversity of uses of tree species associated with cocoa agroforestry systems (AFS). It was determined that the cocoa AFS in the study area have a complex structure and floristic composition, in addition to defined distances for cocoa cultivation (625 to 1 111 plants ha⁻¹). The forest and fruit species have a random design within the production system (36 to 272 trees ha⁻¹). The number of 36 forest species grouped into 18 families was

especies forestales y frutales poseen un diseño aleatorio dentro del sistema productivo (36 a 272 árboles ha⁻¹). Se registró la cantidad de 36 especies forestales agrupadas en 18 familias. En el perfil vertical, predomina el estrato medio compuesto por especies frutales y forestales. En el aprovechamiento de especies forestales el uso prioritario es la obtención de materiales de construcción y leña. Las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia son: Madre Cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth) con 111.29 %, Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) con 27.02 % y Cedro (*Cedrela odorata* L.) con 24.02 %. La estructura y composición arbórea del SAF de cacao evaluado está relacionado a la satisfacción de necesidades básicas y fundamentales en la ruralidad de Alta Verapaz, Guatemala.

Palabras clave: agroforestería, composición florística, estructura y cacao.

recorded. In the vertical profile, the middle stratum is dominated by fruit and forest species. The main use of forest species is to obtain construction materials and firewood. The species with the highest dominance and importance value index are: Madre Cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth.) with 111.29 %, Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) with 27.02 % and Cedro (*Cedrela odorata* L.) with 24.02 %. The structure and tree composition of the evaluated cocoa AFS is related to the satisfaction of basic and fundamental needs in rural Alta Verapaz, Guatemala.

Keywords: agroforestry, floristic composition, structure and cocoa

¹ Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Guatemala, carloschava1011@gmail.com.

² Department of Crop Sciences and Agroforestry, Czech University of Life Sciences Prague, villanueva@ftz.czu.cz.

³ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, México, karinanicole@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales son un componente crítico de la biodiversidad del planeta, debido a su alta diversidad representan el sustento de los ecosistemas, además, proveen servicios cruciales como; la polinización (Fisher et al., 2009), dispersión de semillas (Corrella, 2016), regulación del clima (Sol Sanchez et al., 2018), purificación del agua (Rodríguez et al., 2016), entre otros. Los bosques tropicales albergan alrededor del 60 % de todas las especies de plantas vasculares (FAO, 2022). De acuerdo con Serrano et al. (2021), estos ecosistemas han sido amenazados por diferentes procesos de presión que han degradado la calidad de los ecosistemas, como lo son; la deforestación, fragmentación de hábitat, sobrexplotación de recursos naturales y prácticas de aprovechamiento no sostenibles. Por ello, la necesidad de implementar sistemas productivos alternativos y sustentables es cada vez más evidente (Ramírez et al., 2013). Diferentes estudios confirman que los sistemas agroforestales de cacao podrían mitigar la pérdida de cobertura boscosa (Corrella, 2016; Jadán et al., 2016), y conservar parte de la vegetación original en estrecha relación con la producción sostenible (Marín et al., 2016).

En Guatemala, más del 85 % del cacao se cultiva bajo principios agroforestales a pequeña escala (Ordoñez et al., 2020). Este tipo de arreglos agroforestales, poseen una relación directa entre las necesidades básicas de obtención de productos de auto abastecimiento y el manejo diversificado de los recursos (Preciado et al., 2011), y a su vez responden a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de la población local (Somarriba, 2004). En el área bajo estudio, los SAF de cacao concentran una importante diversidad de especies arbóreas, las cuales se han establecido en función de las necesidades familiares, pertinencia cultural y contexto económico de la región. A pesar de la importancia de esta diversidad y los beneficios que provee a la población local, se han desarrollado pocos estudios científicos que documenten el valor ecológico y social de la misma. El presente estudio tiene como finalidad analizar la estructura y los usos de especies arbóreas asociadas en el SAF de cacao en la comunidad Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz. Los resultados proporcionaron información actual que permiten comprender los arreglos agroforestales desde el punto de vista ecológico y social, los cuales podrán ser considerados en la toma de decisiones sobre la

gestión de los recursos en este tipo de sistemas productivos a nivel local.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la comunidad Jolom-ijix II del municipio de Panzós, situada en la zona de vida denominada Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) bmh-S(c), la cual se ubica a una altitud de 240 msnm, en las coordenadas siguientes 15°17'10.18" N y 89°45'50.46" O. El promedio de la temperatura media anual es de 26 °C con registros de temperaturas máximas de 32 °C y mínimas de 21.8 °C, la precipitación promedio anual varía en el rango de 2 500 y 3 500 mm distribuidos en los meses de mayo a noviembre (González, 1999). La humedad relativa posee un promedio anual del 79 % con variaciones entre 75 % y 83 % (Coy, 2008). La comunidad se encuentra ubicada en cercanías de una Reserva Natural protegida de Guatemala.

Inventario de las especies arbóreas en los SAF de cacao

Diversidad florística

Se establecieron 20 parcelas de muestreo temporal de 50 m x 50 m (2 500m²), correspondiente a un total de cinco hectáreas evaluadas. Durante la selección de las unidades de muestreo se tomó en cuenta criterios como: la disponibilidad de tiempo de los propietarios, el área bajo producción, ubicación y la estructura de los sistemas. La identificación de la diversidad de especies forestales asociadas a los SAF de cacao, se realizó por medio de un muestreo no probabilístico (Hernández, 2021), recopilando datos cuantitativos y cualitativos para la caracterización y análisis de la estructura y composición de los sistemas en el área bajo estudio.

Índice de valor de importancia

El índice de valor de importación (IVI) representa la sumatoria relativa de la frecuencia, abundancia y dominancia de una determinada especie (Mora Donjuán et al., 2012). Este índice permite conocer la importancia ecológica de las especies desde un punto estadístico. Para el cálculo de este índice se utilizó las fórmulas empleadas por Freitas (1996) siendo las siguientes:

$$IVI \text{ esp } a = A\%a + D\%a + F\%a \quad (1)$$

Donde:

A%a = abundancia relativa de cada especie a.
D%a = dominancia relativa de cada especie a.

A%a y D%a fueron calculados mediante:

$$A\%a = \frac{Aa}{A} * 100 \quad (2)$$

Donde:

Aa = abundancia por hectárea de la especie a
A = número total de individuos por hectárea

$$D\%a = \frac{Da}{D} * 100 \quad (3)$$

Donde:

Da = suma del área basal por hectárea de la especie a
D = suma de las áreas basales por hectárea de la población

F%a = frecuencia relativa de la especie a, se calcula como:

$$F\%a = \frac{Fa}{F} * 100 \quad (4)$$

Donde:

$$Fa = \frac{\text{número de parcelas donde ocurre la especie a}}{\text{número total de parcelas levantadas}} \quad (5)$$

F = Fi (suma de las frecuencias absolutas de todas las especies)

Identificación de las especies arbóreas y su uso tradicional:

La clasificación taxonómica de las especies, se realizó mediante el inventario de árboles presentes en los SAF y la observación en campo; durante esta etapa se contó con la participación de los productores y botánicos locales. Adicionalmente, se consultó literatura sobre registros botánicos con el fin estudiar con precisión la presencia y diversidad de las especies en el área bajo estudio: Árboles de Centroamérica (CATIE, 2003), Flora de Guatemala (Standley y Steyermark, 1946) y Clasificación de las familias de angiospermas (Hutchinson, 1964). Para dar respuesta a la forma de aprovechamiento y uso de las especies identificadas, se emplearon métodos

etnobotánicos clásicos entre la población local, como entrevistas semiestructuradas (n = 25) y grupos focales de discusión con enfoque de género y grupos etarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores en la comunidad Jolom-ljix II, se caracterizan como productores de subsistencia debido a que la producción es destinada en su mayoría al consumo familiar (Bol y Villanueva, 2019). La muestra estuvo representada por el sexo masculino (70 %) con un promedio de edad 54 años, variando en el rango de 28 a 82 años. La producción de cacao representa uno de los escasos medios de vida agrícolas en la comunidad; el 80 % de los productores se dedican exclusivamente al manejo y comercialización de los productos que provienen de estos sistemas. De acuerdo a las entrevistas en campo se determinó que, la edad de los SAF evaluados se encuentra en un rango de 7 - 40 años de establecimiento con una media de 18 años. El 100 % de los productores manejan los sistemas bajo enfoques orgánicos, puesto que los SAF evaluados se encuentran establecidos en el área de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Sierra de las Minas. La producción de cacao en esta comunidad se encuentra en manos de pequeños poseedores de tierra; el 95 % de los productores poseen menos o igual a una hectárea bajo producción agroforestal y el 5 % posee más de una hectárea.

Composición florística de los SAF:

Se identificaron un total de 806 árboles asociados a los SAF de cacao, pertenecientes a 36 especies y 18 familias (ver tabla 1). Las familias botánicas con mayor representatividad de especies son: Fabaceae con ocho (8), seguido por Malvaceae con cuatro (4) y con tres (3) especies las familias; Lauraceae y Rutaceae. Las especies con mayor abundancia en los SAF de cacao son: Madre Cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth.) con 371 individuos, Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) con 87 y Cedro (*Cedrela odorata* L.) con 68. Estos resultados son similares a los estudios sobre la diversidad florística de especies leñosas en SAF de cacao realizados por Roa et al. (2009) y Suárez et al. (2019) donde identificaron un total de 46 y 35 especies arbóreas correspondientes a 21 y 22 familias, respectivamente, dichas similitudes probablemente son debido al tipo de vegetación dominante en el área bajo estudio y al interés del

productor por diversificar los componentes del sistema.

Caracterización vertical y horizontal del SAF-cacao:

Se caracterizó la estructura vertical de los SAF de cacao, aplicando la metodología de estratificación de doseles cacaoteros propuesta por Somarriba (2004). El estrato con mayor representatividad es el estrato medio, con 534 individuos, agrupando 27 especies forestales, dicho estrato representa el 66.25 % del total de individuos del presente estudio. El estrato bajo tuvo presencia de 210 árboles y 22 especies, el porcentaje es de 26.05 %, el estrato alto con 50 árboles y 12 especies con un 6.20 %. El estrato piso es el de menor apariciones con 12 individuos y una especie forestal con un 1.5 % (ver figura 2). La altura máxima registrada en el presente estudio correspondió a la especie *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm, (35.21 m), seguido de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, con 32 m. La altura mínima identificada fue de la especie *Pimenta dioica* (L.) Merrill con 0.5 m. Los estratos evaluados reflejan la preferencia de los productores en introducir a los SAF especies arbóreas de ciclos cortos de aprovechamiento, que a su vez, generen condiciones idóneas para el manejo del dosel de sombra y plantas de cacao.

Una de las principales características de los SAF evaluados, es la complejidad de la estructura y composición florística de los sistemas. La sombra juega un papel importante desde dos puntos de vista: generación de las condiciones idóneas para la producción y rendimiento del cacao y la provisión de bienes y servicios vitales para el desarrollo de actividades productivas a nivel local. Tal como lo afirman Preciado et al. (2011) y Silva et al. (2013), los pequeños productores de cacao en países como Nicaragua, Colombia y Guatemala, reconocen un impacto positivo entre la diversidad del dosel de sombra, mejores condiciones para el crecimiento y producción de cacao y la diversificación de bienes y servicios para el bienestar de las familias. El estudio presento una densidad promedio de 161.2 árboles ha^{-1} , con variaciones en el rango de 36 a 272 árboles ha^{-1} . Resultados que muestran semejanza a los obtenidos por Suárez et al. (2019) y Sánchez et al. (2016), en los cuales mostraron variaciones entre 80 y 300 árboles ha^{-1} , y 286 árboles ha^{-1} respectivamente. El área basal de la totalidad de árboles registrados es de 26.33 m^2 , con un promedio de 5.26 $m^2 ha^{-1}$. Sánchez et al. (2016) en Cárdenas, Tabasco, México reportaron un área basal media de

18.6 $m^2 ha^{-1}$, datos que son superiores a los nuestros, probablemente debido a que el área de muestreo fue mayor (10 ha) y por la intervención humana sobre la remanencia de los bosques naturales, ya que para la comunidad los productos maderables son de mayor demanda por lo que disminuye la densidad poblacional de los árboles.

Las especies con mayor área basal son; *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth con 14.37 m^2 en la muestra total haciendo un equivalente de 2.874 m^2/ha . *Cedrela odorata* L. con 2.03 m^2 y 0.406 m^2/ha , *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm con 2.01 m^2 y 0.402 m^2/ha y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken con 1.9 m^2 y 0.38 m^2/ha . La especie más representativa fue *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. la cual registró una frecuencia del 95 %, tuvo aparición en 19 de 20 unidades de muestreo, seguida de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken con un 80 % con aparición en 16 de 20 parcelas y *Cedrela odorata* L. con 70 % y frecuencia en 14 de 20 parcelas. Los resultados evidencian la preferencia de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, esto debido a los múltiples bienes y servicios que provee a los SAF y a las familias.

Diferentes autores afirman (Silva et al., 2013; Sol et al., 2018; Somarriba, 2004) que el 90 % de las plantaciones de cacao establecidas en Latinoamérica se encuentran asociadas con diferentes especies bajo arreglos agroforestales o remanentes de bosques secundarios. La información sobre la distribución espacial de las especies forestales dentro del área productiva se presenta en la figura cuatro. El resultado del análisis de la dominancia y frecuencia absoluta de los árboles inventariados sirvieron para graficar la estructura del dosel cacaotero. Con respecto al cacao, este posee una densidad que varían en el rango de 625 a 1111 plantas ha^{-1} .

Índice de valor de importancia (IVI):

La especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. presentó mayor abundancia (46.03 %), dominancia (54.58 %) y frecuencia (10.67 %), evidenciando que existe una preferencia por parte de los productores de la región para utilizarla como sombra en los doseles cacaoteros, sin embargo, se identificó en los sistemas evaluados otras especies con un valor ecológico y económico. Es importante conocer los valores anteriormente mencionados ya que desempeñan un rol importante dentro de la estructura y composición de los SAF de cacao. Mediante el cálculo del índice de valor de importancia (IVI) se

identificaron las especies más relevantes para el presente estudio (ver figura 5).

Las tres especies con mayor índice de valor de importancia fueron las siguientes, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth con 111.29 %, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken con 27.02 y *Cedrela odorata* L. con 24.02 %, estas especies representan más del 50 % del total del índice de valor de importancia, esto quiere decir que son las especies con mayor importancia ecológica de la comunidad Jolom-ijix II. Nuestros datos son similares a las especies con mayor índice de valor de importancia de los estudios realizados por Sánchez (2012) y Preciado et al. (2011), donde reportaron especies con mayor IVI a *E. american* Mill, **C. odorata** L., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook, **G. sepium** y *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. Y **Cedrella odorata** L., **Cordia alliodora** (Ruiz & Pav.) Oken, *Xantoxilum tachuelo* y *Carapa guianensis*, respectivamente. La especie madre cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth), es con diferencia la especie dominante dentro de los SAF de cacao en Jolom-ijix II, esto debido a los múltiples beneficios que proporciona la especie a los cacaoteros de la comunidad; abastecimiento de leña, forraje y en ciertas ocasiones materiales de construcción, reciclaje de nutrientes importante para mejorar la fertilidad y calidad del suelo (Roa et al., 2009).

Usos tradicionales de las especies forestales:

Mediante las entrevistas semiestructuradas se identificó que los usos dominantes de las especies asociadas en los SAF de cacao en Jolom-ijix II, son los siguientes; alimenticio, medicinal, forraje, leña y materiales de construcción, coincidiendo con el resultado del estudio realizado por Silva et al. (2013) donde afirman los productores que leña, madera, frutas y propiedades medicinales son los productos más importantes que proveen los árboles de sombra. El 100 % de las especies forestales cumplen con un objetivo de aprovechamiento y uso dentro de la cobertura de sombra (ver tabla 1). El 61.11 % de las especies registradas son destinadas a la obtención de materiales de construcción, el 41.67 % a la obtención de alimentos, el 38.89 % obtención de leña, 8.33 % medicinales y el 2.78 % forraje.

Los materiales de construcción presentaron mayor demanda, los cuales son utilizados para venta en los mercados locales o consumo familiar; esto incrementa la sostenibilidad de las áreas productivas debido a que estos ingresos económicos, son considerados para futuras comercializaciones, tal

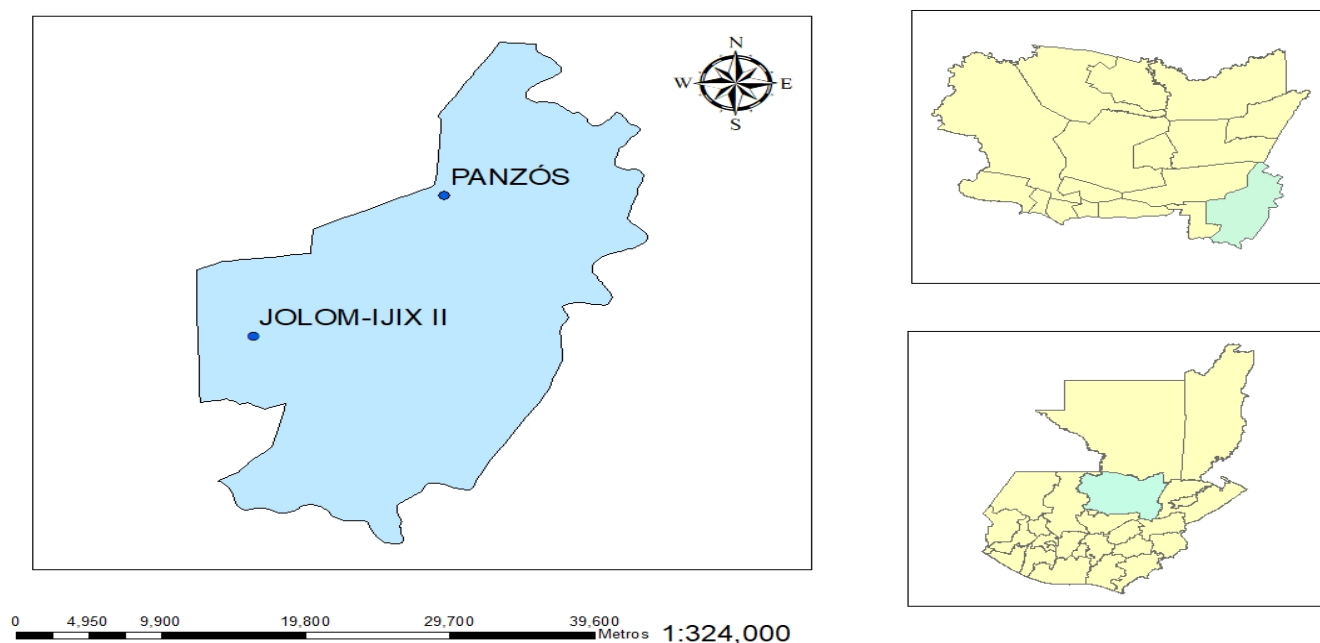
como lo afirma Sol et al. (2018) donde argumenta que, si el productor asocia el cultivo de cacao con especies maderables, incrementan las posibilidades de generar mayores ingresos económicos. Las especies arbóreas clasificadas en usos alimenticios desempeñan un rol importante dentro de los SAF de cacao, debido a que aportan al consumo familiar y los excedentes se comercializan en los mercados locales, siendo beneficioso para los cacaoteros, por la obtención del recurso económico en un ciclo más corto de temporalidad, en relación a las especies maderables.

Otra necesidad básica y de alta demanda en Jolom-ijix II, es el uso energético de leña, requerida con mayor frecuencia en la comunidad. La especie más utilizada para la satisfacción de esta demanda es la *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. Para los usos medicinales se registraron tres especies, *Erythrina berteroana* Urb., *Bursera simaruba* (L.) Sarg y *Psidium guajava* L. De las primeras dos especies la parte utilizada para obtener sus propiedades medicinales es la corteza; utilizada para realizar un método de infusión, consistiendo en colocar la corteza en agua y llevarla a punto de ebullición para posteriormente ingerirla, aliviando los dolores estomacales y tratamiento contra la fiebre, de igual manera con la especie *Psidium guajava* L. variando únicamente que la parte utilizada es la hoja, según las respuestas obtenidas a la entrevista dirigida a los productores.

CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales de cacao en Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz, presentaron características complejas en cuanto a la composición florística y diversidad de usos de las especies. Los resultados obtenidos sobre la estructura del dosel de sombra y riqueza específica de especies arbóreas, permiten concluir que el SAF de cacao evaluado, muestran semejanza a los remanentes boscosos de los ecosistemas naturales en zonas tropicales. La estructura y composición del SAF está relacionado a la satisfacción de necesidades básicas y fundamentales para la población local. En tal sentido, el componente arbóreo cobra mayor relevancia para las familias cacaoteras de la región debido a los bienes y servicios que este provee.

Figura 1. Mapa de localización



Nota: Elaboración propia

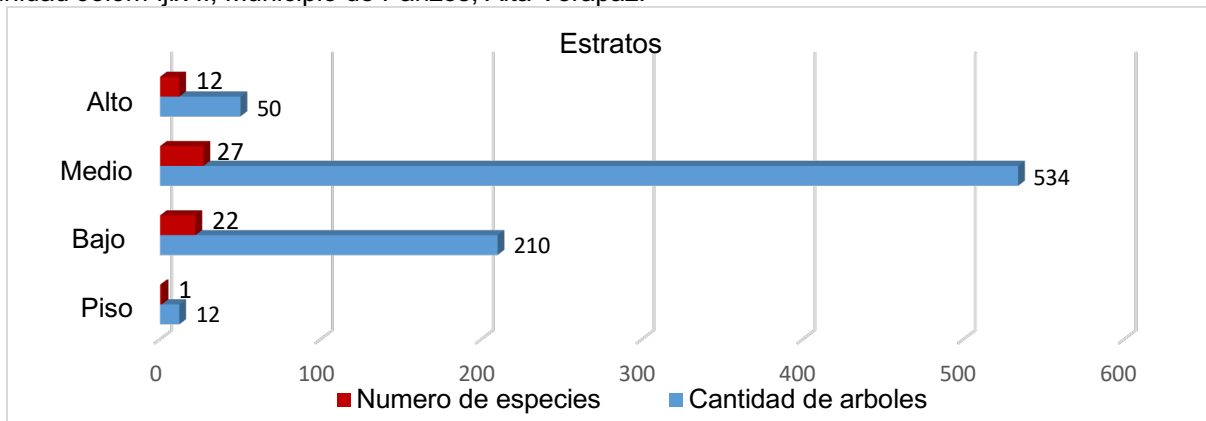
Tabla 1. Catálogo de especies arbóreas asociadas en sistemas agroforestales de cacao y principales usos en la comunidad Jolom-ijix II Municipio de Panzós, Alta Verapaz.

Familia	Especie	Nombre común	Usos*				
			A	MD	F	L	MC
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	x				
	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Aguacatillo				x	x
	<i>Persea schiedeana</i> Ness	Coyou	x			x	
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Canxan				x	x
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba					x
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro					x
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	Castaño					x
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex La.) Urb.	Palo Balsa					x
	<i>Theobroma Bicolor</i> L.	Pataxte	x				
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba					x
Fabaceae	<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yacovlev	Chichipate					x
	<i>Pithecolobium arboreum</i> (Linn.) Urb.	Cola de Coche					x
	<i>Inga vera</i> Willd subsp. vera	Cuje					x
	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn.Smith	Hormigo					x
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth.	Madre Cacao	x		x	x	x
	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Palo de Pito		x			x
Fabaceae	<i>Inga paterno</i> Harms	Paterna	x			x	
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vellozo) Blake	Plumillo					x

Arecaceae	<i>Orbignya cohune</i> (Mart.) Dalhgren	Corozo	x	
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo		x
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	x	x
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	Pimienta gorda	x	
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Lagarto		x
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i> Lour	Mandarina	x	
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	x	x
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel		x x
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	x	x
	<i>Rhus striata</i> Ruiz & Pav.	Palo Brujo		x
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	Mazapan	x	
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramon	x	x
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nance	x	x
Bignoniaceae	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Palo Blanco		x x
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo Jiote		x
Vochysiaceae	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	San Juan		x x
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Santa Maria		x
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) HEMoore & Stearn	Zapote	x	x x

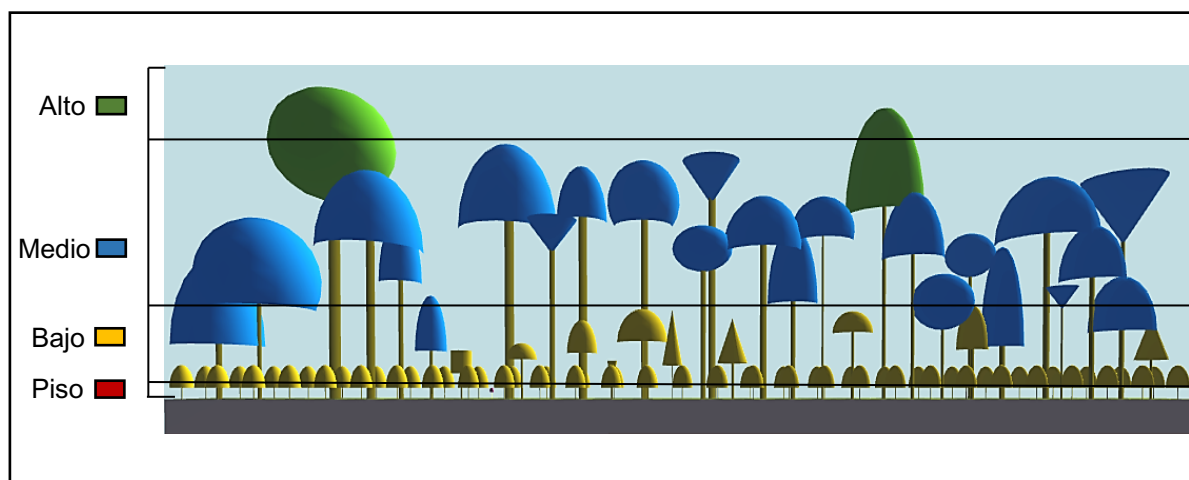
Abreviaciones: *(A) alimenticio, (MD) medicinales, (F) forraje, (L) Leña y (MC) materiales de construcción.
Nota: Elaboración propia

Figura 2. Estratificación de la diversidad y abundancia de árboles en los sistemas agroforestales de cacao, comunidad Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.



Nota: Elaboración propia

Figura 3. Representación gráfica de la estructura vertical de los sistemas agroforestales de cacao evaluados en la comunidad Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.



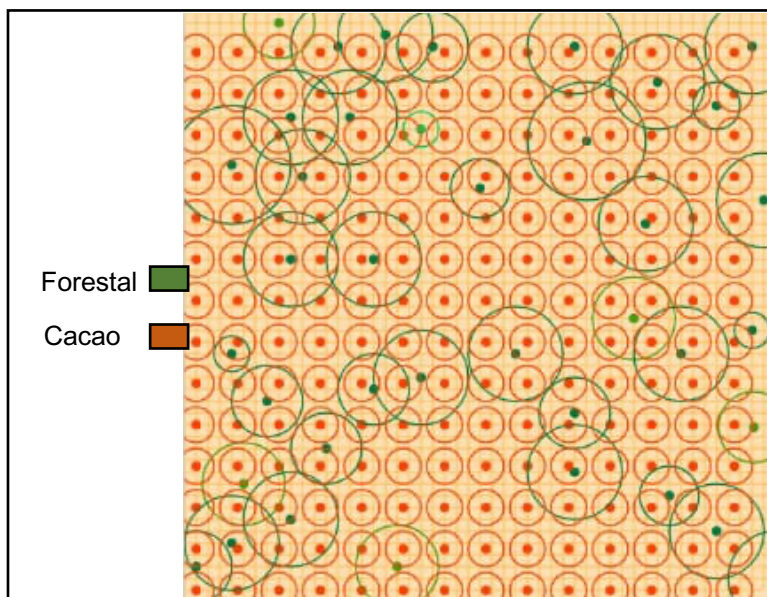
Nota: Elaboración propia. Estrato alto: 25-35 metros; estrato medio: 9-24 metros; estrato bajo de 1-8 metros y piso: de 0-1 metros (Somarriba, 2004).

Tabla 2. Cantidad de especies forestales asociadas a los SAF de cacao y sus variables dasométricas por unidad de muestreo, Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.

Parcela	No. arb.	Árb. ha ⁻¹	H promedio	DAP promedio	Ab promedio	Ab total ha ⁻¹	AB ha ⁻¹
1	31	124	15.79	0.35	0.12	3.81	15.24
2	36	144	14.145	0.25	0.06	2.19	8.76
3	41	164	15.728	0.3	0.08	3.34	13.36
4	34	136	13.685	0.2	0.04	1.27	5.08
5	47	188	15.893	0.27	0.06	3.01	12.04
6	41	164	13.334	0.22	0.05	1.98	7.92
7	68	272	13.597	0.21	0.04	2.95	11.8
8	51	204	11.008	0.18	0.03	1.51	6.04
9	54	216	14.416	0.22	0.04	2.32	9.28
10	35	140	12.382	0.18	0.03	1.09	4.36
11	18	72	13.33	0.09	0.01	0.17	0.68
12	9	36	15.44	0.09	0.01	0.07	0.28
13	10	40	12.9	0.075	0.01	0.06	0.24
14	48	192	15.237	0.103	0.01	0.63	2.52
15	32	128	9.343	0.04	0.001	0.05	0.2
16	67	268	13.791	0.06	0.004	0.271	1.084
17	53	212	12.16	0.083	0.006	0.34	1.36
18	50	200	12.14	0.07	0.004	0.243	0.972
19	33	132	13.42	0.1214	0.018	0.543	2.172
20	48	192	14.937	0.107	0.01	0.49	1.96

Notas: Elaboración propia

Figura 4. Representación gráfica de la estructura horizontal de los sistemas agroforestales de cacao evaluados en la comunidad Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.



Nota: Elaboración propia

Tabla 3. Abundancia, dominancia y frecuencia relativa de las especies registradas en los sistemas agroforestales de cacao en Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.

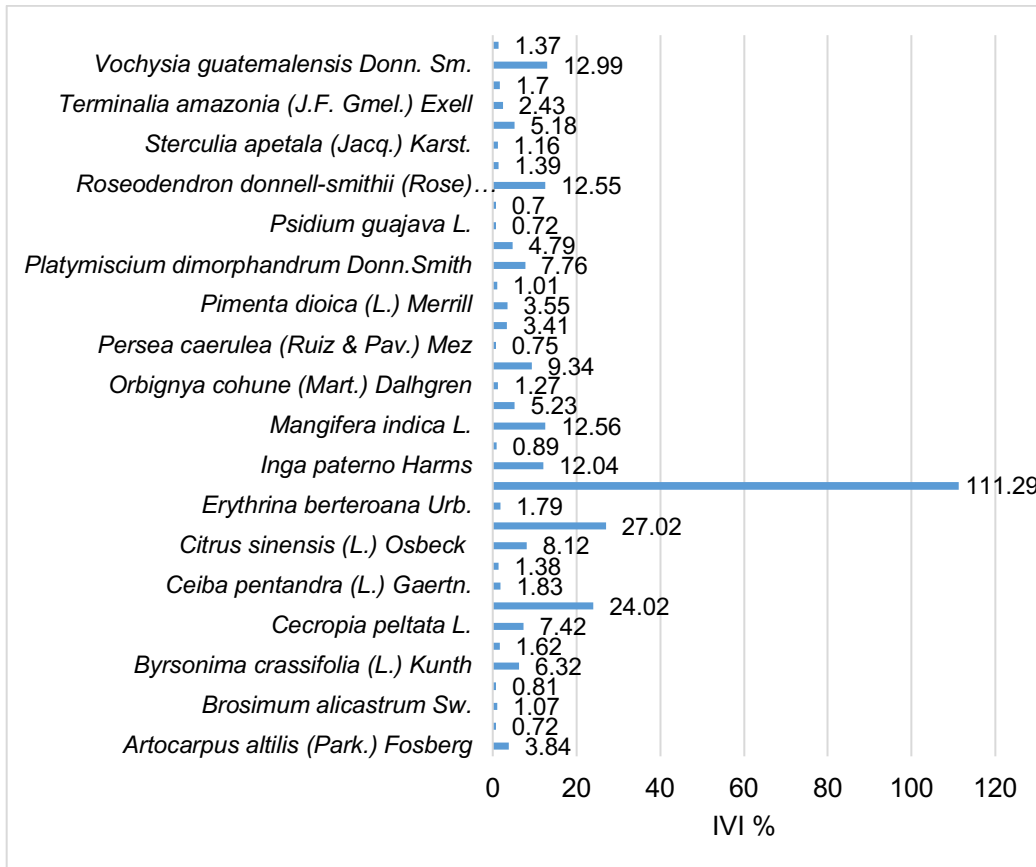
Especie	A%a	D%a	F%a
<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	0.74	0.29	2.81
<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yacovlev	0.12	0.03	0.56
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0.12	0.38	0.56
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0.12	0.12	0.56
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	1.99	0.96	3.37
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	0.37	0.12	1.12
<i>Cecropia peltata</i> L.	2.48	0.45	4.49
<i>Cedrela odorata</i> L.	8.44	7.72	7.87
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	0.62	0.09	1.12
<i>Citrus nobilis</i> Lour	0.25	0.00	1.12
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	2.48	0.58	5.06
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	10.79	7.23	8.99
<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	0.50	0.17	1.12
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth.	46.03	54.58	10.67
<i>Inga paterno</i> Harms	4.34	2.64	5.06
<i>Inga vera</i> Willd subsp. <i>vera</i>	0.12	0.20	0.56
<i>Mangifera indica</i> L.	2.98	3.97	5.62
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex La.) Urb.	0.74	1.67	2.81
<i>Orbignya cohune</i> (Mart.) Dalhgren	0.62	0.09	0.56
<i>Persea americana</i> Mill.	1.74	1.99	5.62
<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0.12	0.06	0.56

<i>Persea schiedeana</i> Ness	0.62	0.54	2.25
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	1.86	0.00	1.69
<i>Pithecolobium arboreum</i> (Linn.) Urb.	0.12	0.32	0.56
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn.Smith	1.24	2.02	4.49
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) HEMoore & Stearn	0.99	0.99	2.81
<i>Psidium guajava</i> L.	0.12	0.03	0.56
<i>Rhus striata</i> Ruiz & Pav.	0.12	0.01	0.56
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	3.72	2.09	6.74
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vellozo) Blake	0.25	0.02	1.12
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	0.12	0.47	0.56
<i>Swietenia Macrophylla</i> King	1.86	1.07	2.25
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	0.37	0.93	1.12
<i>Theobroma bicolor</i> Humb. & Bonpl.	0.50	0.08	1.12
<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	1.99	7.64	3.37
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	0.37	0.43	0.56
Total	100.00	100.00	100.00

Abreviaciones:(A%) abundancia relativa (D%)a dominancia relativa (F%)a frecuencia relativa

Notas: Elaboración propia

Figura 5. Índice de valor de importancia de las especies identificadas en los SAF de cacao en Jolom-ijix II, Municipio de Panzós, Alta Verapaz.



Notas: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bol, H., & Villanueva, C. (2019). *Estudio socioeconómico de la Transformación Primaria de cacao (Theobroma cacao), subregión Valle del Polochic, Alta Verapaz. CRIA*, 74 p.
- CATIE. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Turrialba, Costa Rica: Ed. J Cordero y DH Boshier.
- Corrella, M. (2016). *Agroforestería y biodiversidad: La importancia de los sistemas agroforestales en la conservación de especies. Repertorio Científico*19(1), 1-4 p. Obtenido de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2526>
- Coy, M. (2008). *Situación actual de los recursos hídrico y edáfico y los aspectos socioeconómicos, en las subcuencas pueblo viejo y zarco del municipio de Panzós, Alta Verapaz*. Guatemala.
- FAO. (2022). *Versión resumida de El estado de los bosques del mundo 2022*. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles. Obtenido de <https://doi.org/10.4060/cb9363es>
- Fisher, B., Turner, R., & Morling., P. (2009). *Defining and classifying ecosystem services for decision making*. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653.
- Freitas, L. (1996). *Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera. Amazonía Përuana. Documento tecnico* , 73 p.
- Gonzalez, O. (1999). *Estudio cualitativo de la composición forestal remanente, entre 400 y 1,200 msnm, de la subcuenca del río Raxon Tzunun, reserva de la biosfera Sierra de la Minas, Panzós, Alta Verapaz, Guatemala*.
- Hernández, O. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral*, 1-3.
- Hutchinson, J. (1964). *The General of Flowering Plants (Vol. I)*. Oxford: Claredon Press: Dicotyledones.
- Jadán, O., Torres, B., Selesi, D., Peña, D., Rosales, C., & Günter, S. (2016). *Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador)*. *Colombia forestal* 19(2), 129-142 p.
- Marín, M., Andrade, H., & Sandoval, A. (2016). *Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 351-360. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n2/v19n2a12.pdf>
- Mora Donjuán, C. A., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M. A., Yerena Yamallel, J. I., & Cuellar Rodríguez, L. G. (2012). *Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso Tamaulipeco, México*. *Ecología aplicada*, 29-34 p.
- Ordoñez, C., Suárez, J., Rangel, J., & Saavedra, D. (2020). *Los sistemas agroforestales y la incidencia sobre el estatus hídrico en árboles de cacao*. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 256-27 p.
- Preciado, O., Ocampo, C., & Ballesteros, W. (2011). *Caracterización del sistema productivo tradicional con árbol de cacao (Theobroma cacao L.) en Tumaco, Nariño*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28 (2), 58-69 p. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/15>
- Ramírez, A., García, E., Obrador, J., Ruiz, O., & Camacho, W. (2013). *Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México*. Universidad y Ciencia, Tabasco, Mexico.

- Roa, H., Salgado, M., & Alvarez, J. (2009). *Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (Theobroma cacao L.) en el Soconusco, Chiapas-México*. 14(3), 97-110: Acta Biológica Colombiana.
- Rodríguez, L., Curetti, G., Garegnani, G., Grilli, G., Pastorella, F., & Paleto, A. (2016). *La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos*. BOSQUE. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v37n1/art05.pdf>
- Sánchez, F. (2012). *Recursos maderables en el sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco*. Tesis Msc., Colegio de Postgraduados, México.
- Sánchez, F., Pérez, J., Obrador, J., Sol, Á., & Ruiz, O. (2016). *Árboles Maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (14), 2711-2723 p.
- Serrano, J., Delgado, D., & Pierre, J. (2021). *Silvicultura de bosques secundarios y de bosques degradados: las intervenciones silvícolas para su manejo en Centroamérica*. (Serie técnica/Manual técnico CATIE no. 144), 57 p.
- Silva, C., Orozco, L., Rayment, M., & Somarriba, E. (2013). *Conocimiento local sobre los atributos deseables de los árboles y el manejo del dosel de sombra en los cacaotales de Waslala, Nicaragua*. Agroforestería en las Américas, 51-60 p.
- Sol, Á., López, S., Córdova, V., & Gallardo, F. (2018). *Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales*. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, 4(7), 862-877 p. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6327>
- Somarriba, E. (2004). *¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?* Agroforestería en las Américas , 120-128 p.
- Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1946). *Flora of Guatemala* (Vol. 24). Fieldiana (Botany).
- Suárez, G. M., Avendaño, C., Ruiz, P., & Estrada, P. (2019). *Estructura e impacto de la diversidad taxonómica en cacao del Soconusco, Chiapas, México*. Universidad de Costa Rica. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento Cultivos y Animales. Chiapas, México: Agronomía Mesoamericana. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43759027003/43759027003.pdf>