
**VEGETACIÓN ASOCIADA, MANEJO Y
ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL RAMÓN
(*Brosimum alicastrum* Sw.) EN SELVA Y HUERTOS
FAMILIARES DE PISTEAKAL, TZUCACAB,
YUCATÁN**

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS EN MANEJO DE
RECURSOS NATURALES TROPICALES**

POR
**Licenciada en Biología
Rosalba Esther Mex Mex**

Directores:

Dr. Juan Jiménez Osornio

Dra. Patricia Montañez Escalante

Mérida, Yuc., México, septiembre de 2017



POSGRADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE
RECURSOS NATURALES TROPICALES

ALUMNA: LICENCIADA EN BIOLOGÍA
ROSALBA ESTHER MEX MEX

SÍNODO DEL EXAMEN DE TESIS DE GRADO

DRA. MIRIAM FERRER ORTEGA
CCBA-UADY

DR. JOSÉ SALVADOR FLORES GUIDO
CCBA-UADY

DR. HÉCTOR ESTRADA MEDINA
CCBA-UADY

DR. JUAN PABLO PINZÓN ESQUIVEL
CCBA-UADY

DR. JORGE LEIRANA ALCOCER
CCBA-UADY

MÉRIDA, YUCATÁN, SEPTIEMBRE DEL 2017

KM 13.5 carretera Mérida - Xmatkuil Apdo. Postal 4-116 Itzimná Mérida, Yucatán. Tel.
(999) 9 42-32-00 Fax 9 42 -32-03

DECLARACIÓN

El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente.

DEDICATORIAS

Con mucho cariño a mi familia y amigos.

Mi mamá Silvia Mex Moo + que está conmigo donde sea que voy, el impulso para continuar esforzándome.

Mis hermanos Laura Patricia Mex Mex y Ricardo Rodolfo Mex Mex por su apoyo a pesar de la distancia.

La familia Sauri-Ramírez por su apoyo incondicional en todo momento, por estar siempre al pendiente de mí, apoyarme y animarme a echarle ganas a todo lo que me propongo.

Las familias Tenorio-Murillo y Vela-Campos por su amor y cariño, así como su apoyo en momentos claves.

Mi amiga y hermana Erika Sauri Ramírez por sus regaños, consejos de vida y sobre todo apoyo.

Mi amiga y mamá adoptiva Karina Campos Ojeda por su apoyo en momentos claves e inspiración a no rendirme.

Mi padrino Rubén López Mejía por su apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UADY por aceptarme en el posgrado institucional.

Al Dr. Juan Jiménez Osornio por aceptarme y haberme asesorado en la realización de la tesis. Al igual que a la Dra. Patricia Montañez Escalante por su asesoría y observaciones críticas.

A mi comité tutorial conformado por los Doctores Héctor Estrada Medina, Salvador Flores y Miriam Ferrer Ortega, que me ayudaron en la realización de este trabajo a través de sus observaciones y recomendaciones.

Al Dr. Héctor Estrada Medina por su apoyo y facilidades para el uso del equipo de laboratorio y salidas al campo

A la Dra. Miriam Ferrer Ortega por sus observaciones críticas y apoyo en la parte metodológica y estadística

Al Agroecólogo Aurelio Molina Cortes por su ayuda en la toma de datos y entrevistas, así como a los biólogos José Luis Cámara y Laura Serralta por su ayuda en campo y la toma de fotografías.

Al CONACyT por otorgarme la beca para realizar el estudio de posgrado, pues sin ella no me hubiera sido posible.

Asimismo, al proyecto CONACyT CB 2014: “Efecto de la domesticación en la diversidad Biológica e interacción planta-suelo de los árboles nativos de la Península de Yucatán” con clave: 236428.

RESUMEN

Brosimum alicastrum es un componente característico de las selvas medianas y huertos familiares en la Península de Yucatán, ampliamente estudiado en cuanto a su uso y manejo, pero poco sobre su estructura poblacional. El objetivo de este trabajo fue describir el efecto del manejo sobre la estructura poblacional de *Brosimum alicastrum* en selva y en huertos familiares de Pistekal, Tzucacab Yucatán. Un área de 3000 m² se muestreó en cinco huertos familiares y en 30 cuadrantes de 10 x10 m (100 m²) en selva en los que *B. alicastrum* estuviera presente. Para caracterizar la vegetación asociada, se identificaron las especies presentes con un diámetro a la altura del pecho (DAP) >10 cm, y se obtuvieron el valor de importancia relativa, el índice de diversidad de Shannon-Wiener y similitud de Jaccard. Para caracterizar el manejo de la especie se realizaron 21 entrevistas semiestructuradas a los habitantes de Pistekal, Yucatán. La estructura poblacional, se caracterizó con base a: las frecuencias de individuos en seis estadios que combinan fenofases y clases diamétricas; y las frecuencias de individuos en cuatro intervalos de alturas en cada tipo de vegetación. Entre los tipos de vegetación, se analizó la variación en: las frecuencias de individuos por estadio con una prueba de independencia χ^2 , la altura, DAP y cobertura con un análisis discriminante; y las pendientes de la regresión lineal entre DAP-altura. Se encontraron 67 especies arbóreas >/ a 10 cm de DAP. *B. alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba* fueron las especies más importantes en selva, mientras que *Cedrela odorata*, *Brosimumn alicastrum* y *Citrus aurantium*, en huertos familiares. La diversidad α fue mayor en selva (3.04) y de acuerdo al índice de similitud, se registraron 9 especies compartidas en ambos tipos de vegetación. Las entrevistas indican que prácticas como el deshierbe y la poda son factores importantes la presencia de individuos juveniles, y alturas en adultos. El uso primordial del ramón fue forrajero, mientras que su principal importancia, económica. En cuanto a DAP, el estadio que fue significativo fue el adulto 1 en huertos, mientras que, en cuanto a alturas, el intervalo que resultó ser significativo fue el > a 15 m en ambos tipos de vegetación. El análisis de Hotelling indicó que la variable altura es la más discriminante. En selva se observaron individuos con alturas mayores y mayor relación diámetro-altura.

SUMMARY

Brosimum alicastrum is a characteristic component of the median rainforests and homegardens in the Peninsula of Yucatán, widely studied in its use and management, but little on its population structure. The objective of this work was to describe the effect of management on the population structure of *Brosimum alicastrum* in forest and homegardens of Pistekal, Tzucacab Yucatán. An area of 3000 m² was sampled in five homegardens and in 30 quadrants of 10 x 10 m (100 m²) in forest where *B. alicastrum* was present. To characterize the associated vegetation, the present species with a diameter at breast height (DBH) > 10 cm were identified, and the value of relative importance, Shannon-Wiener diversity index and Jaccard similarity were obtained. To characterize the management of the species, 21 semi-structured interviews were conducted to the inhabitants of Pistekal, Yucatan. The population structure was characterized on the basis of: the frequencies of individuals in six stages that combine phenophases and diametric classes; And the frequencies of individuals in four intervals of heights in each type of vegetation. Among the vegetation types, the variation in: the frequencies of individuals per stage with an independence test χ^2 , height, DAP and coverage with a discriminant analysis were analyzed; And slopes of linear regression between DAP-height. Sixty tree species were found at 10 cm of DBH. *B. alicastrum*, *Manilkara zapota* and *Bursera simaruba* were the most important species in forest, while *Cedrela odorata*, *Brosimum alicastrum* and *Citrus aurantium*, in homegardens. The diversity α was higher in forest (3.04) and according to the similarity index, 9 shared species were recorded in both vegetation types. Interviews indicate that practices such as weeding and pruning are important factors in the presence of juvenile individuals, and heights in adults. The primary use of “ramón” was to forage, while its main importance, economic. As for DAP, the stage that was significant was adult 1 in homegardens, while, in terms of heights, the interval that proved to be significant was > 15 m in both types of vegetation. Hotelling's analysis indicated that the variable height is the most discriminating. In the forest individuals with higher heights and greater diameter-height relationship were observed.

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
INDICE.....	viii
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	2
2.2. Poblaciones.....	2
2.3. Estructura de las poblaciones.....	3
2.4. Caracterización estructural de la vegetación.....	5
2.5. Selva mediana subperennifolia.....	5
2.6. Huertos familiares en Yucatán.....	6
2.7. Manejo de las selvas y huertos familiares en Yucatán.....	7
2.8. Descripción general del ramón.....	8
2.9. Usos del ramón.....	11
2.10. Estudios poblacionales de <i>Brosimum alicastrum</i>	12
III. OBJETIVOS.....	14
3.1. Objetivo general.....	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
3.3. Hipótesis.....	14
IV. REFERENCIAS.....	15

V. ARTÍCULO CIENTÍFICO 1.....	22
“Cambios en la estructura poblacional del ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>) en selva y huertos familiares debido al manejo”	
RESUMEN.....	22
INTRODUCCIÓN.....	23
OBJETIVO.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Área de estudio.....	24
Método.....	25
Caracterización de la vegetación asociada a <i>B. alicastrum</i>	25
Manejo de <i>B. alicastrum</i>	26
Estructura poblacional	26
RESULTADOS.....	27
Caracterización de la vegetación asociada a <i>B. alicastrum</i>	27
Manejo de <i>B. alicastrum</i>	29
Estructura poblacional.....	28
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	38
AGRADECIMIENTOS.....	38
LITERATURA CITADA.....	38
VI.CONCLUSIONES GENERALES.....	45

VII. ANEXOS.....	46
-------------------------	-----------

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Piste Akal, Tzucacab, Yucatán	24
Figura 2. Principales prácticas de manejo en los huertos familiares de Pisteakal, Yucatán	30
Figura 3. Importancia de uso del ramón en Pisteakal, Yucatán	31
Figura 4. Relación altura-diámetro en poblaciones de <i>B. alicastrum</i> en selva y huertos familiares	32
Figura 5. Distribución de los individuos de <i>B. alicastrum</i> de acuerdo a estadio y clases diamétricas en selva y huertos familiares	33
Figura 6. Distribución de los individuos por intervalos de alturas en selva y huertos familiares	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Índice de Valor de Importancia Relativo de <i>B. alicastrum</i> y principales especies arbóreas asociadas en selva (DAP >/10 cm)	28
Cuadro 2. Índice de Valor de Importancia Relativo de <i>B. alicastrum</i> y principales especies arbóreas asociadas en huertos familiares (DAP >/10 cm)	28
Cuadro 3. Características de las especies arbóreas y especies comunes en selva y huertos familiares (3000 m ²) de Pisteakal, Tzucacab	29

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La Península de Yucatán es una de las regiones más interesantes y enigmáticas de Mesoamérica, donde existen diferentes tipos de vegetación y comunidades vegetales (Toledo *et al.*, 2007; Basáñez *et al.*, 2008). En el sur del Estado de Yucatán, destacan las selvas medianas (subcaducifolias y subperennifolias), ecosistemas ricos y diversos, cuya diversidad se ha visto modificada y sustituida debido al cambio de uso de suelo y manejo que se le da.

Lo anterior, provocando la pérdida de la biodiversidad, cambios en la composición florística, estructura y abundancia de ciertas especies, pues especies que solían ser abundantes en ellas, actualmente ya no lo son. Sin embargo, algunas de estas especies podemos encontrarlas en agroecosistemas (García de Miguel, 2000; Zamora-Crescencio, 2008), tales como los huertos familiares, los cuáles son considerados como estrategias de manejo múltiple de la biodiversidad y reservorios fitogenéticos de ecosistemas naturales, así como de especies cultivadas nativas e introducidas, para su conservación y aprovechamiento (Barrera-Bassols, 2005; Vilamajó-Alberdi *et al.*, 2011).

En los huertos familiares se hace notable la dominancia de algunas especies, principalmente árboles de uso múltiple que proporcionan recursos como forraje, medicina, alimento, combustible y materiales de construcción fundamentales para la subsistencia de los humanos (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008). Una de estas especies es *Brosimum alicastrum* Sw., componente importante y característico de las selvas medianas y de la mayoría de los huertos familiares de la región donde es considerada una especie estructural importante en la fisonomía y cadena trófica, debido a los múltiples beneficios y usos que posee, aprovechándose todas sus estructuras (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; 2003; Pérez de la Cruz *et al.*, 2012; Montañez-Escalante *et al.*, 2014).

Debido a lo anterior, *B. alicastrum* está sujeta a distintos tipos de manejo *in situ*, como la tolerancia, fomento y protección, y prácticas para su aprovechamiento, entre las cuales destacan las podas, produciendo efectos en la estructura de sus poblaciones tales como la reducción de las alturas, diámetros de las copas y diámetro a la altura del pecho, con el fin del controlar el tamaño de los árboles para un manejo adecuado, producción abundante,

competencia intra específica, y control de plagas y enfermedades (Pinkard y Beadle, 1998; Vázquez-Valdivia, 2009; Bacab *et al.*, 2010). Por lo cual la determinación de parámetros estructurales, como su densidad y estructura horizontal y vertical, y manejo, contribuiría a garantizar el aprovechamiento sus recursos y analizar su viabilidad en ambientes silvestres en un futuro (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008).

Actualmente existen pocos trabajos a cerca de atributos poblacionales de *B. alicastrum* y conocimiento sobre el grado de conservación en el que se encuentran sus poblaciones silvestres (Peters, 1989) y en huertos familiares (Poot-Pool *et al.*, 2012; Guerrero-Salazar y Vera-Márquez, 2014), pues la mayoría de los trabajos se han enfocado principalmente a su uso y manejo (Orantes-García, 2012; Pérez de la Cruz, 2012).

Este trabajo pretende describir el efecto del manejo en la estructura de las poblaciones de *B. alicastrum* a través del análisis de algunos atributos demográficos en selva y huertos familiares, ya que esto, permite conocer la presencia de ciertas etapas del ciclo de vida, indagar qué aspectos influyen en su presencia y si el uso de esta especie es factible a largo plazo, además de proporcionar información para la elaboración de planes de manejo y conservación de esta especie.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.Poblaciones

Una población es un grupo de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un tiempo determinado (Krebs, 1986, Berryman, 2002, Jiménez-Tejada, 2009). Según Berryman (2002), población se define como “un grupo de individuos de la misma especie que viven juntos en un área de suficiente tamaño para permitir la dispersión normal y/o los comportamientos de migración, y en cuyos cambios numéricos intervengan fuertemente procesos de nacimiento y muerte”. Sin embargo, delimitar una población es difícil, ya que es común que sea desconocido el límite físico de las poblaciones por el movimiento de los animales o la dispersión anemófila de las plantas (Jiménez-Tejada, 2009).

Las poblaciones tienen características que otros niveles de organización no, tales como el tamaño, la densidad, la natalidad, mortalidad, inmigración y emigración, así como la distribución de edades, composición de sexos y su patrón de distribución en el espacio (Palacios, 2005). Otros atributos como la natalidad, la mortalidad y migración son responsables de los cambios en la abundancia y el tamaño de la población. Asimismo, los movimientos de los organismos afectan a los patrones de distribución espacial, dando origen a tres tipos: al azar, uniforme o agregada (Krebs, 1986; Palacios, 2005).

Según Salinas-Melgoza (2002), la distribución al azar ocurre cuando existe una probabilidad igual de que un organismo ocupe cualquier punto en el espacio, los individuos están de una forma no regular. La distribución uniforme, ocurre cuando los individuos de la población tienen tendencia a evitarse entre sí, siguiendo un patrón; mientras que la distribución agregada, ocurre cuando los individuos tienden a ser atraídos hacia lugares particulares del ambiente.

2.2. Estructura de las poblaciones

La estructura de las poblaciones se refiere a la caracterización de los principales atributos de una población, acotando que la diversidad, la distribución espacial y la diferenciación dimensional, permiten definir atributos estructurales de una población, como la densidad,

distribución de los individuos de acuerdo a su edad, tamaño, sexo, estado fenotípico y patrones de distribución espacial (Baca-Venegas, 2000; Muller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La estructura de las poblaciones proporciona información sobre la estabilidad y permanencia de las especies, así como para la toma de decisiones en cuanto aprovechamiento y manejo forestal, considerando para su estudio la edad, el tamaño o el estado reproductor de cada ejemplar (Moret *et al.*, 2008), ya que implica la distribución y estimación del número de individuos en cada categoría de edad y sexo, pues cada población posee una estructura particular, que cambia a través del tiempo y es diferente entre poblaciones (Mandujano, 2011; Pérez-Paredes *et al.*, 2014).

Asimismo, esta estructura, se puede evaluar a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies o su importancia ecológica dentro del ecosistema, como el caso del índice de valor de importancia relativo obtenido a partir de la suma de la abundancia, frecuencia y dominancia relativas de cada especie (Alvis-Gordo, 2009).

De acuerdo con Muller-Dombois y Ellenberg (1974) y Quizhpe-Tapia y Orellana-Fierro (2011), la estructura de las poblaciones se mide a través de parámetros, como:

- Densidad: número de individuos de una especie en un área determinada.
- Dominancia relativa: porcentaje de biomasa que aporta una especie, expresada por la relación entre el área basal de los individuos y el área muestreada.
- Diversidad relativa: dada por la heterogeneidad de especies en un área, es el número de especies diferentes que se pueden encontrar.
- Frecuencia relativa: permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo.
- Índice de valor de importancia: indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. La especie que tiene más alto IVI, significa que es dominante ecológicamente.
- Índices de diversidad: permiten medir la biodiversidad que se manifiesta en la heterogeneidad a nivel de un ecosistema o a nivel geográfico.

2.3. Caracterización estructural de la vegetación

La caracterización de ecosistemas es un paso al entendimiento de la estructura de la vegetación, diversidad de especies, abundancia y dinámica de las comunidades vegetales, ya que la distribución de especies no es homogénea y el estatus de una especie puede tener restricciones ecológicas debido a algún factor (Zamora-Crescencio *et al.*, 2008). Mediante la caracterización es posible definir especies características exclusivas o indicadoras de condiciones ecológicas que involucran información puntual, cuya interpretación es posible después de ordenarla y simplificarla, además posibilita un reconocimiento rápido de la complejidad estructural presente, mientras que su representación matemática resume en forma gráfica la información relevante (Suárez y Vischi, 1997).

Al caracterizar la vegetación, se distinguen tres estratos: el arbóreo, con alturas mayores a 5m; arbustivo, con alturas menores a 5m; y el herbáceo, con alturas máximas de 1m (Carreón-Santos, 2013). Para esto, se realizan estudios de estructura vertical, es decir, cómo se organizan y distribuyen las especies y poblaciones entre el dosel y la superficie del bosque (Melo y Vargas, 2003). En las selvas tropicales, esta estructura es heterogénea, pues gran número de especies es representado por pocos individuos (Quizhpe-Tapia y Orellana-Fierro, 2011).

Por otro lado, al caracterizar un ecosistema, es importante medir la estructura horizontal, es decir, cómo se organizan y distribuyen las especies y poblaciones sobre la superficie estudiada y con ello, evaluar el comportamiento de las especies en un área determinada, así como obtener sus patrones de distribución espacial (Melo y Vargas, 2003).

2.4. Selva mediana subperennifolia

Las selvas tropicales son ecosistemas mega diversos, ya que albergan gran número y diversidad de especies, y están compuestas de diferentes formas y tamaños heterogéneos en distintas fases de regeneración natural (Cruz-Vidal, 2013); las cuales brindan bienes y servicios, entre los que se encuentran la captación y filtración del agua, la generación de oxígeno y asimilación de diversos contaminantes, protección de la biodiversidad, y

regulación de factores ambientales, además proporcionan diversos recursos como alimento, maderas, vestido, medicina, etc. (Echeverría *et al.*, 2014).

La selva mediana subperennifolia se localiza en zonas húmedas del trópico con precipitaciones que van de 1100 a 1300mm anuales; posee suelos profundos y con altos contenidos de materia orgánica, un drenaje muy rápido debido a la pendiente de los terrenos; alturas muchas veces limitadas a la naturaleza rocosa y a la inclinación de los terrenos. Sin embargo, se pueden diferenciar tres estratos arbóreos: uno inferior, de 4 a 12m; uno intermedio, de 11 a 22m; y uno superior, de 21 a 35m (Pennington y Sarukhan, 2005, Basáñez *et al.*, 2008).

En el estado de Yucatán, se encuentra en el municipio de Tizimín y el cono sur, en los municipios de Tekax, Peto y Tzucacab, donde se le conoce también como selva chiclera, cuyas especies dominantes son *Ceiba pentandra* L., *Enterolobium cyclocarpum* Jacq, *Manilkara zapota* L., *Piscidia piscipula* L., *Lysiloma latisiliquum* L., Benth., *Gliricidia maculata* Kunth, *Alvaradoa amorphoides* Liebm, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba* L., *Swartzia cubensis* Standl., *Alseis yucatanensis* Standl., *Lonchocarpus castilloi* Standl., *Platymiscium yucatanun* Standl., *Spondias mombim* L., y *Cordia dodecandra* A.D.C., entre otras (Flores-Guido *et al.*, 2010).

2.5. Huertos familiares en Yucatán

En Yucatán se ha desarrollado una estrategia de manejo múltiple de la biodiversidad, dentro de la cual se encuentran los huertos familiares (Barrera-Bassols y Toledo, 2005). Estos sistemas tradicionales, también nombrados solares, poseen gran complejidad al ser una combinación de agro diversidad con biodiversidad y poseer un enfoque biocultural (Vázquez-Dávila y Lope-Alzina, 2012), y son destinados a la producción agrícola, y han sido practicados por comunidades rurales de todo el mundo desde hace miles de años (Montañez-Escalante *et al.*, 2014).

Los huertos familiares son sistemas agroforestales donde existe un ensamble de especies vegetales de uso múltiple (arbóreas, arbustivas, herbáceas) con especies animales que se

encuentran bajo el manejo familiar (Mariaca *et al.*, 2010; Chablé-Pascual, 2013). Asimismo, Gispert (1993, 2010) menciona que el huerto familiar es un reservorio genético vegetal de los ecosistemas naturales, cuyo establecimiento refleja identidad cultural a través de actividades culturales, sociales, biológicas y agronómicas, es decir, es sitio de conservación “*in situ*” basado en prácticas tradicionales que la gente utiliza para obtener beneficios e ingresos, además de contribuir a la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad (Vilamajó-Alberdi *et al.*, 2011).

Los huertos familiares varían en cuanto a composición, complejidad, estructura y tamaño, pues los árboles poseen diversos doseles (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999). De igual manera, son dinámicos y se modifican de acuerdo a los intereses de los propietarios, pues mientras unas especies se mantienen, otras son eliminadas o sustituidas (Sánchez, 1999; Montañez-Escalante *et al.*, 2014). El manejo en estos sistemas se realiza en función de la economía familiar, para el autoconsumo y la venta de productos, que dependiendo de esto se encuentra una combinación de especies cultivadas, toleradas y fomentadas con diferentes formas de crecimiento y de uso, comúnmente manejados por la mujer, niños y ancianos (Pérez-Ramírez, 2012).

2.6. Manejo de las selvas y huertos familiares en Yucatán

Los mayas han usado y manejado las selvas durante miles de años, a través de diversos sistemas productivos como la milpa y los huertos familiares para obtener múltiples beneficios como alimentos, medicinas, materiales de construcción, combustibles, entre otros (Barrera *et al.*, 1977), a través de especies de uso múltiple, elementos importantes de la biodiversidad para la subsistencia humana (Orantes-García *et al.*, 2012).

A través del manejo de las selvas, se hace notable la dominancia de algunas especies arbóreas útiles para el hombre, un ejemplo de esto, es la dominancia del ramón (*B. alicastrum*) sobre sitios arqueológicos y áreas de selvas altas y medianas (Barrera-Bassols *et al.*, 1977), dominancia también favorecida por condiciones ambientales como el eficiente drenaje, el clima, las condiciones del suelo, entre otras (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; Herrera-Pérez, 2002). También se sabe que es una especie muy adaptable a los suelos someros y a la época

de secas de la Península de Yucatán, pues se ha reportado que tiene la capacidad de obtener agua a 4 o 5 metros de profundidad (Quejereta *et al.*, 2006).

Por otro lado, el manejo de las especies de selva llevadas a los hogares de la gente ha dado como resultado el huerto familiar, pues de las 92 especies de árboles y arbustos más frecuentes en los huertos de Yucatán, el 61% corresponden a elementos derivados de la flora nativa de la región, 13% a elementos Neo tropicales ajenos a esta flora y 26% a plantas introducidas del Viejo Mundo (Toledo *et al.*, 2007, Barrera-Vázquez, 1980; García de Miguel, 2000).

La influencia del manejo sobre las especies vegetales se observa de dos maneras: la estructura horizontal y vertical (Quizhpe-Tapia y Orellana-Fierro, 2011). La estructura horizontal, indica el arreglo de los individuos en el plano horizontal, es decir cómo se distribuyen y su disposición en un área determinada (Chablé-Pascual, 2013); mientras que la estructura vertical, diferencia estratos dentro de la vegetación: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Ambas estructuras determinadas por los propietarios del huerto (García de Miguel, 2000).

En los huertos familiares el estrato arbóreo se encuentra representado por especies con alturas que llegan hasta los 19m, sin embargo, debido al manejo, las alturas están entre 8 y 15m, donde se pueden encontrar especies como el tauch (*Diospyros dygina* Jacq.), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el bonete (*Jacaratia mexicana* A.DC.), la huaya (*Melicoccus oliviformis* Kunth), la ciruela (*Spondias purpurea*), el kanisté (*Pouteria campechiana* Kunth), el pepino kat (*Parmentiera edulis* DC.), el ramón (*Brosimum alicastrum*), entre otras (Poot-Pool *et al.* 2012). El estrato arbustivo, considera individuos con alturas de hasta 5 metros, como la naranja dulce (*Citrus sinensis* L.) y la naranja agria (*Citrus aurantium* L.) y en el estrato herbáceo se encuentran especies de epífitas, parásitas, rastreras y trepadoras de hasta un metro de altura, como la pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw) y el camote (*Ipomoea batatas* L.) (Chablé-Pascual, 2013).

2.7. Descripción general del ramón

B. alicastrum es un árbol originario de Mesoamérica y el Caribe con amplia distribución en México. Es nativo del sureste de México y gran parte de América central y Sur, aunque se le puede encontrar en el oeste de Jamaica y Cuba (Molina-Escalante y Castillo-Herrera, 2014). En México se localiza desde Sinaloa hasta Chiapas, en la vertiente del Pacífico, hasta unos 400 u 800msnm y de Tamaulipas hasta Quintana Roo, en el litoral del Golfo de México y del mar Caribe, hasta una altitud de 600msnm, así como en gran parte de la planicie costera del Golfo hasta la Península de Yucatán (Ayala y Sandoval, 1995).

De acuerdo con la APG IV y Sociedad Botánica Linneana (2016), la clasificación botánica del ramón es la siguiente:

Dominio: Eukaryota

Sin rango: Archaeplastida

Reino: Plantae

Clado: Angiospermas

Clado: Eudicotas

Clado: Eudicotas nucleares

Clado: Superrosidas

Clado: Rosides

Clado: Eurosidas I

Orden: Rosales

Familia: Moraceae

Género: *Brosimum*

Especie: *Brosimum alicastrum*

El ramón pertenece a bosques perennifolios húmedos o lluviosos y bosques semi caducifolios pre-montanos o fríos y húmedos, en ocasiones forma rodales densos en bosques con climas estacionales, sin embargo, habita en áreas de clima cálido, semi-cálido, tropical y templado, en un intervalo altitudinal de 10 a 1600m, y crece de manera silvestre en distintos tipos de vegetación (Molina-Escalante y Castillo-Guerra, 2014). El ramón se adapta a suelos muy arcillosos y profundos, así como a suelos someros y altamente pedregosos, con un pH de 6.8 hasta más de 8.2 y en regiones con 600 a 4000mm de precipitación anual, y está adaptado a crecer y regenerarse en situaciones de bosque cerrado, presentando las plántulas una fuerte tolerancia al sombreado (Hernández-González *et al.*, 2015).

B. alicastrum es un árbol lozano, frondoso y simétrico, que alcanza 45m de altura y 1,5m de diámetro, en algunas selvas de Chiapas, Tabasco y Guatemala, mientras que en la península de Yucatán su altura máxima varía entre 15 y 22m (Molina-Escalante y Castillo-Guerra, 2014). La corteza es acanalada, cilíndrica, escamosa y suave que va de gris claro al gris pardo, en ocasiones café, además posee contrafuertes aparentes y savia lechosa dulce y pegajosa; los árboles jóvenes muchas veces poseen cicatrices de estípulas caídas, verde grisáceas, y numerosas lenticelas pequeñas, redondas y protuberantes (Hernández-González *et al.*, 2015).

Las ramas son ascendentes, forman una copa ancha, densa y piramidal, con hojas alternas simples de color verde oscuro y brillante en el haz y verde grisáceas en el envés, ovalado-lanceoladas a ovaladas o elípticas de 2-7.5cm de ancho por 4-18cm de longitud; con mucha frecuencia presentan en el haz, agallas amarillentas en forma de dedos de guante de 3 a 4mm de largo (Herrera-Pérez, 2002; Molina-Escalante y Castillo-Guerra, 2014). Además, están en 2 hileras a lo largo de la ramita y tienen peciolos de 0.3 a 1cm de largo. La lámina es elíptica u ovada, con borde liso y ondulado (Morales-Ortiz y Herrera-Tuz, 2009).

Esta especie es poligomonodioca; posee flores unisexuales, solitarias y axilares, las flores masculinas, de color amarillo, están reunidas en cabezuelas oblongas, ovales, con escamas pequeñas, en las cuales solo existe una flor femenina (Molina-Escalante y Castillo-Herrera, 2014). El fruto es una drupa de 2 a 2.5cm de diámetro, globosa con pericarpio carnoso comestible de color verde amarillento a anaranjado o rojizo en completa madurez, de

marcado olor y sabor dulce, contiene una semilla recalcitrante, casi esférica, desde 1 hasta 2cm de diámetro, con testa papirácea amarillenta, con los cotiledones montados uno sobre el otro (Orantes-García *et al.*, 2012). El tamaño promedio de las semillas es de 0.9 a 1.3cm de largo por 1.6 a 2cm de ancho, son esféricas y aplanadas en ambos extremos, cubiertas de una testa café (Mendoza-García y Santillana-Ceballos, 2012).

La época de floración ocurre en varios meses del año, que van de noviembre a mayo e incluso en algunas zonas todo el año. En el estado Yucatán, en algunas regiones, empieza a florecer en noviembre, mientras que otras, empieza en enero y febrero (Molina-Escalante y Castillo-Guerra, 2014).

2.9. Usos

El ramón posee múltiples usos dependiendo el lugar donde se encuentra, por ejemplo, Molina-Escalante y Castillo-Guerra (2014) mencionan que en el sur de Guatemala es apetecida por las comunidades nativas en su dieta diaria mediante el consumo de los frutos; en el sur de Veracruz como cerca viva y como árbol de sombra en las plantaciones de café; en la cultura maya se hacía uso del ramón como sustituto del maíz, papa y café, aunque sus usos más frecuente son el forrajero, como ornato y para sombra.

En la actualidad, el principal uso del ramón en la Península de Yucatán es como forraje, aprovechándose las hojas y ramas tiernas en la alimentación de los animales (ganado vacuno, porcino y caprino), ya que contiene de 8% a 30% de proteína cruda y es altamente digestible (Ayala y Sandoval, 1995). También se le considera medicinal, ya que el látex se usa como remedio para el asma y bronquitis; como ornato y maderable; y también como alimento humano como sustituto de café, masa para tortillas y harinas (Molina-Escalante y Castillo-Guerra, 2014).

Brosimum alicastrum es una especie arbórea multipropósito de la cual se aprovechan todas sus partes, el follaje, corteza y ramas como forraje para ganado, los frutos y semillas para el consumo humano y animal, la madera como combustible, construcción de muebles y leña, y el látex como sustituto de leche y como medicina (Pérez de la Cruz *et al.*, 2012). Además, es

considerada una especie importante en la dinámica y estructura de las selvas medianas, pues favorece la regeneración del ecosistema y de otras especies, aunque posee una abundancia muy reducida dentro de ésta (Morales-Ortiz y Herrera-Tuz, 2009), mientras en los huertos familiares es considerado pilar y estructural, importante en la fisonomía y cadena trófica, una de las especies más frecuentes y dominantes que se pueden encontrar (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; 2003).

En el estado de Yucatán, el ramón se encuentra en casi todos los traspatios de las casas, donde tienen la costumbre de utilizar sus hojas como forraje para ganado por su calidad nutricia y disponibilidad en cualquier época del año, sin embargo, se conoce que requiere un manejo durante las primeras etapas de establecimiento sobre todo en la época de secas para su buen desarrollo; una vez establecido, se realizan las podas (Hernández-González *et al.*, 2015).

2.10. Estudios de *Brosimum alicastrum* en Yucatán

Esta especie ha sido ampliamente estudiada en zonas tropicales, sin embargo la mayor parte de estos estudios se han enfocado en el uso y aprovechamiento, por ejemplo, Ayala y Sandoval (1995) enfoca su estudio a la producción de ramón para forraje y su implementación en la dieta del ganado; Orantes-García *et al.*, (2012), se basa en el uso y aprovechamiento que la gente le da al árbol de ramón; Molina-Escalante y Castillo-Guerra (2014), hablan sobre la caracterización del ramón y su potencial en la alimentación. Asimismo, hay estudios enfocados en las etapas de establecimiento de esta especie y su crecimiento, como el de Pérez de la Cruz *et al.*, (2012), quienes evaluaron la sobrevivencia de las plántulas de ramón, la competencia entre ellos y el sustrato apropiado para su establecimiento; y el de Hernández-González *et al.*, (2015), que proporciona información sobre el crecimiento del ramón durante sus primeros años de establecimiento en una plantación comercial en condiciones controladas. Por otro lado, sólo algunos estudios se han centrado en aspectos ecológicos, como la dinámica y estructura de sus poblaciones en los ecosistemas, tales como: Peters (1989), quien hizo un estudio de la biología y dinámica de las poblaciones de ramón en Veracruz; y Vega-López *et al.*, (2003), quien clasificó en

diferentes zonas ecológicas a las poblaciones de ramón según las condiciones ambientales y especies asociadas. Así también, existen estudios que lo incluyen como especie importante a nivel ecológico, tales como los de Cabrera-Pacheco (2014), Gutiérrez-Báez *et al.*, (2012), Jiménez-Osornio *et al.*, (1999; 2003), Poot-Pool *et al.*, (2012) y Zamora-Crescencio (2008, 2011).

III. Objetivos

3.1. Objetivo general.

Describir el efecto la vegetación asociada y del manejo sobre la estructura poblacional en selva y huertos familiares de *Brosimum alicastrum* de Pistekal, Tzucacab, Yucatán.

3.2. Objetivos específicos

Caracterizar la vegetación asociada a *B. alicastrum* en selva y huertos familiares del municipio de Pistekal, Tzucacab, Yucatán

Identificar el manejo de *B. alicastrum* en selva y huertos familiares del municipio de Pistekal, Tzucacab, Yucatán.

Determinar la abundancia por estadios de vida y categoría diamétrica de las poblaciones de *B. alicastrum* en selva y huertos familiares de Pistekal, Tzucacab, Yucatán.

Hipótesis

La estructura poblacional de *Brosimum alicastrum* en selva presentará mayor cantidad de individuos en diferentes etapas de crecimiento y adultos de edades similares con mayores alturas comparados con aquellos que se encuentran en huertos familiares, debido a la vegetación asociada de cada sitio y a las prácticas de manejo, como las podas.

IV.REFERENCIAS

- Alvis-Gordo, J. F. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 7(1):8
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385
- Ayala, A., y S. Sandoval. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. Agroforestería en las Américas. 2:10-17.
- Bacab, H., F. Solorio, y S. Solorio. 2010. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. Avances en Investigación Agropecuaria. 16(19):65-77.
- Baca-Venegas, J. 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino. Tesis de maestría, Facultad de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 117pp.
- Barrera, A.; A. Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. Biótica 2 (2): 47-61.
- Barrera-Bassols, N. y V. Toledo. 2005. Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, Knowledge and Management of Natural Resources. Journal of Latin American Geography. 4(1): 9-41.
- Barrera-Vázquez, A. 1980. Sobre la unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos bióticos en el área maya yucatanense. Biótica 5(3): 115-129.
- Basáñez, J., J. Alanís, y E. Badillo. 2008. Composición y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido “El Remolino”, Papantla, Veracruz. Avances en investigación agropecuaria. 12 (2):3-22.

- Berryman, A. 2002. Population: a central concept for ecology. *Oikos* 97: 97:439-442.
- Cabrera-Pacheco, A. J. 2014. Estrategias de sustentabilidad en el solar maya yucateco en Mérida, México.. *Geographos*. 5: 1-32. DOI: 10.14198/GEOGRA2014.5.56.
- Carreón-Santos, J. 2013. Estructura y crecimiento de tres especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Tesis de Maestría. Campus Montecillo. Textoco, México. 80pp.
- Chable-Pascual, R. 2013. Los huertos familiares como proveedores de servicios ambientales en la región de Chontalpa, Tabasco, México. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. 128pp.
- Cruz-Vidal, P. 2013. Estado de conservación de un relicto de selva mediana subperennifolia de la comunidad “El ojite” en el municipio de Venustiano Carranza, Puebla. Tesis de maestría. Universidad de Veracruz. 52pp.
- Echeverría, F., J. Arreola, L. Esparza, V. Morales y J. López. 2014. Análisis de la composición y estructura de la selva mediana subperennifolia del ejido Pachuitz, Hopelchén, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*. 16(2):1-10.
- Flores-Guido, S.; R. Durán-García y J.J. Ortiz-Díaz. 2010. Comunidades vegetales terrestres. En Durán-Gacía, R. y M. E. Méndez-González (Eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (1 ed.). Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán. 125-129pp.
- García de Miguel, J. 2000. Etnobotánica maya: Origen y evolución de los huertos familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis doctoral en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Universidad de Córdoba. 285pp.
- Gispert, M. 1993. Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares en dos bosques tropicales mexicanos. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gispert, M., M. Vales y D. Vilamajó. 2010. Huertos familiares en México y Cuba. Interrelación con el medio ambiente, la sociedad y las identidades culturales en América Tropical. *Revista de Etnografía de Catalunya*. 33:104-115.

Godínez-Álvarez, H., M. Mendoza-Orozco, L. Ríos-Casanova, M. Jiménez, R. Lira, F. Pérez. 2008. Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79(02):393-403.

Guerrero-Salazar, B. y Vera-Márquez, F. (2014). Manejo de *Brosimum alicastrum* Sw. En los solares de las localidades Hocabá y Halachó, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 110pp.

Gutiérrez-Báez, C.; J. Ortiz-Díaz, S. Flores-Guido y P. Zamora-Crescencio. 2012. Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de unión territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*. 33: 151-174.

Hernández-González, O.; A. Larqué-Saavedra y S. Vergara-Yoisura. 2015. Primeras etapas de crecimiento de *Brosimum alicastrum* Sw. en Yucatán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6 (27):38-48.

Herrera-Pérez, L. 2002. Biología y uso del capomo (*Brosimum alicastrum* Sw.) en México. Monografía. Universidad De Guadalajara. 118pp.

Jiménez-Osornio, J.J.; M. Ruenes-Morales, y P. Montañez-Escalante. 1999. Agrodiversidad de los solares de la península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales*. 14:30-40.

Jiménez-Osornio, J.J; M. Ruenes-Morales y A. Aké-Gómez. 2003. Mayan home gardens: sites for in situ conservation of agricultural diversity. En: *Seed systems and crop genetics diversity on farm preceedings of a worshop*, Pucallpa, Perú. Jarvis, D., J. Sevilla, L. Chavez y T. Hodgkin editors. Perú. International Plant Genetic Resources Institute. Cap.1. pp.9-16.

Jiménez-Tejeda, M. 2009. Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas. Tesis doctoral, Universidad de Granada. Pp: 51-57.

Krebs, C. J. 1986. Ecología. Análisis experimental de la distribución y abundancia. 3ª Ed. Ediciones Pirámide, Madrid. 806pp.

Mandujano-Rodríguez, S. 2011. Ecología de poblaciones aplicada al manejo de fauna silvestre. Instituto Literario de Veracruz. México. 104pp.

Mariaca, M.; A. Álvarez, R. Arias y C. Cahuich. 2010. Avances en el estudio de los huertos familiares del sur de México. 1ª Ed. Asociación Etnobiológica Mexicana. Colegio de la Frontera Sur. Hidalgo. pp. 108-116.

Melo, O., y R. Vargas. 2003. Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos. Ibagué. Impresiones CONDE. Universidad del Tolima. 235pp.

Mendoza-García, M. y M. Santillana-Ceballos. 2012. Reintroducción de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) en el ejido de Zenzontla en la Reserva de la Biósfera de la Sierra de Manantlán, México. Reporte técnico. Madrid. Universidad de Alcalá. 21pp.

Molina-Escalante, M. y L. Castillo-Guerra. 2014. Caracterización morfológica in situ de Ojushte (*Brosimum alicastrum* Swartz) y su incidencia en la selección de germoplasma de alto potencial nutricional en el Salvador. Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador.

Montañez-Escalante, P. I.; M.R. Ruenes-Morales, M. Ferrer-Ortega y H. Estrada-Medina. 2014. Los huertos familiares maya-yucatecos: Situación actual y perspectivas en México. *Ambienta*. 107:100-109.

Morales-Ortiz, E. y G. Herrera-Tuz. 2009. RAMON (*Brosimum alicastrum* Swartz.) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. CONAFOR. Yucatán. 18pp.

Moret, A. Y.; L. Valera, A. Mora, V. Garay, M. Plonczac, N. Ramírez y D. Hernández. 2008. Estructura horizontal y vertical de *Pachira Quinata* (JACQ) W.S . Alverson in the university forest "El caimital", Barinas, Venezuela. *Ecotrópicos*. 21: 62-74.

Mueller-Dombois D, y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley y Sons. Nueva York, USA. Pp. 45-50.

Orantes García, C., A. Caballero Roque y M. Velázquez Méndez. Aprovechamiento del árbol nativo *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae) en la Selva Zoque Chiapas, México. *Lacandonia*. 6(1): 71-82.

Palacios, P. 2005. Patrones estructurales y distribución espacial de poblaciones de *Brosimum rubescens* Taub. en relación con la variabilidad fisiográfica en la ribera colombiana del Río Amazonas. Tesis de Maestría en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. 119pp.

Penington, T. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 523pp.

Pérez de la Cruz, S.; C. García, E. Ramírez y J. López. 2012. Diferencias en crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz) en condiciones de vivero. *Lacandonia*. 6(2): 51:57.

Pérez-Paredes, M; A. Sanchez-González y J. Tejero-Díez. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo, México. *Botanical Sciences*. 92(2): 259-271. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.48>.

Pérez-Ramírez, I. 2012. Riqueza, uso y origen de plantas incipientes en huertos familiares rurales de Tabasco, México. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco. 74pp.

Peters, C. 1989. Reproduction, growth and the population dynamics of *Brosimum alicastrum* Sw. in a moist tropical forest of central Veracruz, Mexico. Tesis de Doctorado. Universidad de Yale. New Haven, USA. 275pp.

- Pinkard, E. y C. Beadle. 1998. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. *New forest*. 15 (2): 107-126.
- Poot Pool, W.; H. Van der Wal, J. Flores Guido, J. Pat Fernández y L. Esparza Holguín. 2012. Composición y estructura de huertos familiares y medios de vida de productores en Pomuch, Campeche. *Los huertos familiares en Mesoamérica*. Pp.39-68.
- Querejeta, J., H. Estrada-Medina, M. Allen, J. Jiménez-Osornio y M. Ruenes-Morales. 2006. Utilization of bedrock water by *Brosimum alicastrum* trees growing on shallow soil atop limestone in a dry tropical climate. *Plant Soil* 287:187–197.
- Quizhpe-Tapia, A., y M. Orellana-Fierro. 2011. Caracterización florística y estructura de la vegetación natural de la quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 151pp.
- Salinas-Melgoza, M. 2002. Aspectos ecológicos de patrones espaciales de árboles tropicales, caracteres de historia natural y tipo de hábitat en una selva húmeda neotropical (Chajul Chiapas, México). Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 103pp.
- Sánchez, M. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica Tropical. FAO, México. 523pp.
- Suárez, S. y N. Vischi. 1997. Caracterización fisonómico-Estructural de vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina). *Multequina*. 6: 21-32.
- Toledo, V., N. Barrera-Bassols, E. García Frapolli y P. Alaecón-Chaires. 2007. Manejo y uso de la biodiversidad entre los mayas yucatecos. *CONABIO. Biodiversitas* 70:10-15.
- Vázquez-Dávila, M. y D. Lope-Alzina, D. 2012. Redefiniendo los huertos familiares. Aves y huertos de México. 1a Ed. Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural. Oaxaca, México. 133pp.

Vázquez-Valdivia, V., M. Pérez-Barraza, J. Osuna-García, M. Urías-López. 2009. Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto del mango “ataulfo”. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 15 (2):127-132.

Vega-López, A., J. Valdez-Hernández, V. Cetina-Alcalá. Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques*. 9(1):27-53.

Vilamajó-Alberdi, D., M. Gispert-Cruells, M. Vales-García, A. González-Esquinca y H. Rodríguez-González. 2011. Loa huertos familiares como reservorios de recursos fitogenéticos arbóreos y de patrimonio cultural en Rayón, México y el Volcán, Cuba. *Etnobiología*. 9:21-36.

Zamora Crescencio, P., G. García Gil y J. Flores Guido. 2008. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*. 26:39-66.

Zamora-Crescencio, P., M. Domínguez-Carrasco, P. Villegas, C. Gutiérrez-Báez, L. Manzanero-Acevedo, J. Ortega-Haas, S. Hernández-Mundo, C. Puc-Garrido y R. Puc-Chávez. 2011. Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del Estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 89:27-35

V. ARTÍCULO CIENTÍFICO

Cambios en la estructura poblacional del ramón (*Brosimum alicastrum*) en selva y huertos familiares debido al manejo

Rosalba E. Mex-Mex¹, Juan J. Jiménez-Osornio^{1*}Patricia I. Montañez-Escalante¹, Héctor Estrada-Medina¹, Salvador Flores-Guido² y Miriam M. Ferrer-Ortega¹.

¹Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán

²Departamento de Recursos Florísticos Tropicales

Resumen

Brosimum alicastrum es un componente característico de las selvas medianas y huertos familiares en la Península de Yucatán, ampliamente estudiado en cuanto a su uso y manejo, pero poco sobre su estructura poblacional. El objetivo de este trabajo fue describir el efecto del manejo sobre la estructura poblacional de *Brosimum alicastrum* en selva y en huertos familiares de Pistekal, Tzucacab Yucatán. La vegetación asociada y estructura poblacional de la especie se muestreó en un área de 3000 m² en cinco huertos familiares y en 30 cuadrantes de 10 x10 m (100 m²) en selva donde *B. alicastrum* estuviera presente. Se registraron 67 especies con individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm; *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba* tuvieron los mayores valores de importancia relativa en selva, y *Cedrela odorata*, *Brosimum alicastrum* y *Citrus aurantium*, en huertos. La diversidad α fue mayor en selva que en huertos con valor de 3.04 y 2.89 respectivamente; la diversidad β para 9 especies compartidas un valor de 0.12 para el índice de Jaccard. El manejo de la especie con base a 21 entrevistas semiestructuradas a los habitantes de Pistekal, Yucatán, se caracteriza por prácticas como el deshierbe y la poda; y su uso primordial fue forrajero, mientras que su principal importancia la económica. La estructura poblacional difiere entre selva y huertos en las frecuencias de individuos para seis estadios que combinan fenofases y a) clases diamétricas con más individuos adultos de diámetros pequeños de los esperados en huertos ($\chi^2=29.18$, g.l.=5, P=0.00002) y; b) intervalos de alturas con más individuos adultos de 15 m de altura en huertos ($\chi^2=49.30$, g.l.=3, P=0.0000006). El análisis discriminante para altura, DAP y cobertura sugiere que la

altura explica la mayor variación entre selva y huerto ($T^2=39.09$, $g.l.=3$, $P=0.0000002$); y una comparación de la relación lineal entre DAP-altura sugiere que las pendientes son mayores en el huerto ($F=8884$, $gl=1$, $P=0.0008$).

Palabras clave: Estructura poblacional, *Brosimum alicastrum*, selva, huertos familiares

*Autor para correspondencia. Juan José Jiménez Osornio. Dirección presente: Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Xmatkuil km 15.5.

Dirección de correo electrónico: josornio@correo.uady.mx

Nota: El texto fue elaborado acorde con las normas editoriales de la revista Forest Ecology and Management donde será enviado.

1. Introducción

En el sur del Estado de Yucatán, destacan las selvas medianas, ecosistemas ricos y diversos, cuya diversidad se ha visto modificada y sustituida debido al manejo que se le da (Basáñez *et al.*, 2008), provocando cambios en la estructura y abundancia de ciertas especies (Zamora-Crescencio, 2008), las cuales, se les puede observar de manera frecuente en agroecosistemas, tales como los huertos familiares (García de Miguel, 2000).

Estos huertos, poseen una estructura parecida la de las selvas tropicales, con alta diversidad y dominancia de ciertas especies vegetales, pero que debido a la influencia de aspectos ecológicos, agronómicos, culturales y sociales producen cambios en la vegetación asociada y en la estructura, observándose a partir de ciertos indicadores como las especies más importantes a nivel ecológico, la estructura de edades y estructuras a nivel horizontal y vertical (Guerrero-Salazar y Vera-Márquez, 2014).

Un ejemplo de lo anterior se observa, en *Brosimum alicastrum* Sw., especie característica de las selvas medianas que representa un componente importante en la dinámica y estructura (Morales-Ortiz y Herrera-Tuz, 2009), pero cuya abundancia se ha visto reducida debido a un mal manejo, por lo cual su situación es limitada en algunos sitios de la península (García de Miguel, 2000, Guerrero-Aguirre, 2005; Guerrero-Salazar, 2014). Asimismo, también se le encuentra en la mayoría de los huertos familiares donde es considerada una especie estructural importante en la fisonomía y cadena trófica, debido a los múltiples beneficios y

usos que posee, (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; 2003; Pérez de la Cruz *et al.*, 2012; Montañez-Escalante *et al.*, 2014).

Brosimum alicastrum es una especie con amplio espectro ecológico adaptable a diferentes ambientes (Mendoza-García y Santillana-Ceballos, 2014), en selva se encuentra formando asociaciones naturales con especies características de las regiones tropicales mientras que, en huertos, la vegetación asociada es resultado de la tolerancia, cultivo y selección artificial (Rico-Gray, 1992; García de Miguel, 2000).

El manejo también produce cambios en la estructura de *B. alicastrum*, mediante prácticas como las podas, afectando a las alturas, coberturas y diámetros, con el fin de controlar el tamaño de los árboles y mejorar la producción de forraje (Pinkard y Beadle, 1998; Vázquez-Valdivia, 2009; Bacab *et al.*, 2010).

Debido a lo anterior, es necesario realizar estudios sobre la estructura poblacional de *B. alicastrum*, pues no se existen estudios sobre el tema en la región. Por lo cual, el objetivo de este trabajo fue describir el efecto del manejo sobre la estructura poblacional en selva y en huertos familiares de *Brosimum alicastrum* en Pisteakal, Tzucacab, Yucatán

2. Área de estudio y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Pisteakal, Tzucacab (Figura 1), una zona cálida subhúmeda ubicada al sur del Estado de Yucatán entre los paralelos 19° 38' y 20° 09' de latitud norte y los meridianos 88° 59' y 89° 14' de longitud oeste (Godínez-Alvárez *et al.* 2008; INEGI, 2010). Se eligió esta comunidad ya que de acuerdo con el conocimiento empírico y bibliográfico se sabe de la presencia de individuos de *Brosimum alicastrum* en los huertos familiares y selva mediana subcaducifolia cercanos a la comunidad.

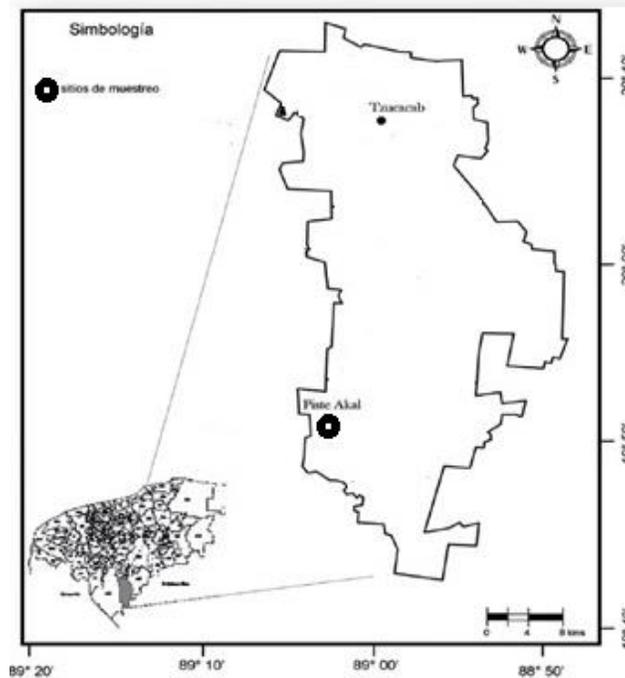


Figura 1. Localización de Pisteakal, Tzucacab, Yucatán

2.2 Muestreo

El muestreo empleado fue no probabilístico a conveniencia, teniendo como principal criterio de selección la presencia de *B. alicastrum* y vegetación con diámetro a la altura del pecho igual o mayor a 10 cm. Se seleccionaron cinco huertos de la localidad de Pisteakal, Tzucacab, que tienen un área cercana a 600 m² cada uno, que en conjunto sumaron una superficie total de 3000 m². En la selva se trazaron 30 cuadrantes de 10 x10 m (100 m²) de manera consecutiva para que el área de muestreo fuera constante en ambos tipos de sistemas.

2.3 Caracterización de la vegetación asociada a *B. alicastrum*

Para caracterizar la vegetación asociada se marcaron a todos los individuos que tuvieran un diámetro a la altura del pecho (DAP, a 1.30 m) mayor o igual a 10 cm, estos se identificaron *in situ* durante el trabajo de campo. Para algunos individuos se colectaron muestras botánicas para su posterior identificación y depósito en el Herbario Alfredo Barrera Marín del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UADY. Se registraron las alturas, coberturas y DAP de cada individuo dentro de los cuadros y de los huertos. Se estimaron densidad,

frecuencia, área basal y valor de importancia relativa (VIR) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) de cada especie por tipo de vegetación. Se evaluaron las diferencias de la vegetación asociada a selva y huerto, con base a 1) los VIR; 2) a la diversidad α a nivel de familia, riqueza y abundancia específica, y el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988); y 3) la diversidad β , mediante el índice de Jaccard (Kent y Coker, 1992).

2.4 Manejo de *B. alicastrum*

Para caracterizar el manejo, se seleccionaron aleatoriamente 21 casa-habitación de un total de 76 registradas en la comunidad de Piste Akal, se reemplazaron dos en las que la selección aleatoria incluía huertos en las que la especie no estaba presente. El tamaño de muestreo se determinó con base a la fórmula para estudios cualitativos y poblaciones finitas (Aguilar-Barojas, 2005): $n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$. Donde n es el tamaño de muestra, N el tamaño de la población, p es la proporción aproximada del fenómeno en estudio, q es la proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno de estudio, z es el valor de Z crítico, calculado de tablas y d es el nivel de precisión absoluta. En cada casa se contactaron a los habitantes, dando prioridad a las personas mayores, para que contestaran una entrevista semiestructurada por casa, y cuando fue posible se realizaron observaciones directas para documentar el manejo y prácticas realizadas con *B. alicastrum*. La caracterización del manejo se hizo de manera descriptiva calculando los valores porcentuales para los usos de la especie y las prácticas de manejo en el huerto, con una hoja de cálculo de Excel (Microsoft Excel V.14).

2.5 Estructura poblacional de *B. alicastrum*

Para caracterizar la distribución espacial se calculó el índice de Morisita (Morisita, 1959) utilizando los valores de densidad de todos los individuos de *B. alicastrum*.

Para comprobar si existían diferencias significativas entre las variables altura, cobertura y diámetro en selva y huertos y conocer cuál fue la que más influyó, se recurrió a evaluar las tres de manera conjunta a través de un análisis multivariado discriminante Hotelling (Johnson, 2000) en el programa estadístico Past versión 2.17 C (2013).

Se realizó un análisis de regresión lineal entre DAP y altura para selva y huerto por separado, declarando al DAP como variable independiente y la altura como dependiente.

Posteriormente se realizó un análisis de varianza para comparar si las pendientes de las dos regresiones son iguales o diferentes (Sokal y Rohlf, 1979). Todos los análisis fueron realizados en Excel (Microsoft Excel V.14).

La categorización de los estadios fue mixta incluyendo criterios de fenofases y categorías diamétricas y de altura para adultos, de acuerdo a Law (1983). Los individuos se agruparon en seis categorías combinando fenofases y categorías diamétricas: 1) plántulas (individuos con hojas lanceoladas no mayores a 1m), 2) juveniles (individuos de más de 1m de altura, con DAP menor a 5 cm y tallo desarrollado, sin indicios de estado reproductivo) y 3) adultos (individuos con DAP mayor o igual a 5 cm o que alcanzan el estado reproductivo), subdivididos en criterios preestablecidos, en intervalos de 10 cm: Adulto 1: 5-15 cm, adulto 2: 15.1-25 cm, adulto 3: 25.1-35 cm, y adulto 4: >/35.1 cm. Mientras que para las alturas se agruparon en cuatro clases, en intervalos de 5 m: 1:0.1-5 m, 5.1- 10 m, 10.1-15 m y >15.1 m. Para detectar cambios en las frecuencias de individuos para cada estadio entre selvas y huertos tanto para DAP como para alturas, se analizó la tabla de contingencia mediante una prueba de independencia con el estadístico de χ^2 (Gómez-Biedma *et al.*, 2001; Milton, 2007) y la contribución de cada estadio a la varianza total con el análisis de los residuos tipificados ajustados de Haberman (Haberman, 1973).

3. Resultados

3.1 Caracterización de la vegetación asociada a *Brosimum alicastrum*. Se encontraron 67 especies arbóreas mayores a 10 cm de DAP, 48 para selva y 37 para huertos familiares. En selva, las especies más importantes de acuerdo con el VIR fueron *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba*. Las más abundantes fueron *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Gymnanthes lucida*. A pesar de lo anterior, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba* tuvieron mayor dominancia (cuadro 1). En huertos, las especies más importantes fueron *Cedrela odorata*, *Brosimum alicastrum* y *Citrus aurantium*. Se observa que, aunque *Brosimum alicastrum* posee la misma frecuencia y mayor densidad que *Cedrela odorata*, ésta presenta mayor VIR debido a que su área basal es más grande. De igual manera se observan altas densidades de especies como *Citrus aurantium*, *Annona squamosa*, *Citrus sinensis* y *Spondias purpurea* (cuadro 2). El cuadro 3 indica que se encontró mayor diversidad (3.04) para la selva según el índice de Shannon-Wiener, mayor abundancia de

individuos para los huertos, y una alta diversidad de especies pertenecientes a la familia Fabaceae. Por otro lado, se observa una similitud del 12% entre sitios (9 especies comunes) de acuerdo con el índice de Jaccard.

Cuadro 1.

Índice de Valor de Importancia Relativo de *B. alicastrum* y principales especies arbóreas asociadas en selva (DAP >/10cm)

Especie	Nombre común	Frec. Rel.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	VIR
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	17.3410	24.0664	8.2681	49.6755
<i>Manilkara zapota</i> L.	Chicozapote	8.6705	9.9585	17.1146	35.7436
<i>Bursera simaruba</i> L.	Chaka	8.6705	7.8838	10.5274	27.0817
<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	Bakayin	5.7803	8.7137	5.4430	19.9370
<i>Piscidia piscipula</i> L.	Jabín	4.0462	4.5643	6.0522	14.6628
<i>Metopium brownei</i> Jacq	Chechem	4.6243	3.3195	3.2433	11.1870
<i>Talisia olivaeformis</i> H.B.K. Radlk	Huayum	2.8902	3.3195	4.7077	10.9173
<i>Lysiloma latisiliquum</i> L.	Tzalam	3.4682	2.4896	4.4053	10.3632
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Yaxnik	2.8902	2.0747	4.9911	9.9560
<i>Nea coriophylla</i> Standl.	Tahzip	2.8902	2.9046	3.5784	9.3731

Cuadro 2.

Índice de Valor de Importancia Relativo de *B. alicastrum* y principales especies arbóreas asociadas en solares (DAP >/10cm)

Especie	Nombre común	Frec. rel.	Densidad	Dom. Rel.	VIR
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	6.5789	10.9375	17.8172	35.3337
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	6.5789	13.2813	11.0145	30.8747
<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja agria	5.2632	10.9375	5.1486	21.3493
<i>Annona squamosa</i> L.	Saramuyo	3.9474	12.8906	3.7509	20.5889
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	5.2632	6.2500	6.6405	18.1536
<i>Talisia oliviformis</i> H.B.K. Radlk	Huayum	6.5789	3.5156	7.2957	17.3902
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja dulce	5.2632	8.5938	3.3218	17.1787
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	3.9474	5.0781	7.3405	16.3660
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	2.6316	2.7344	6.6721	12.0381
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Roble	3.9474	4.2969	3.2259	11.4701

Cuadro 3.

Características de las especies arbóreas y especies comunes en selva y huertos familiares de Piste Akal,
Tzucacab

Variable	Selva	Huertos
Área muestreada	3000m ²	3000m ²
Número de individuos	241	256
Familias	20	17
Géneros	39	32
Especies	48	37
Familias más diversas	Fabaceae Euphorbiaceae Malvaceae	Fabaceae Sapotaceae Rutaceae
Indice de Shannon	3.0486	2.8994
Indice de Jaccard	0.12	
Especies comunes	<i>Brosimum alicastrum</i> <i>Bursera. Simaruba</i> <i>Exostema mexicanum</i> <i>Manilkara zapota</i> <i>Talisia oliviformis</i> <i>Croton graveolens</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Eugenia mayana</i> <i>Vitex gaumeri</i>	

3.2. Manejo de *B. alicastrum*. De las 21 entrevistas semiestructuradas aplicadas, se obtuvo que entre las principales prácticas para el mantenimiento de los huertos se encuentran el chapeo y deshierbe, la quema de basura y hojarasca, el riego y las podas (figura 2), con mayor frecuencia de chapeo, podas y quemas. Asimismo, se encuentran elementos productivos como árboles frutales y maderables, plantas ornamentales y hortalizas, y animales de traspatio, principalmente gallinas, cerdos y borregos, estos últimos dos alimentados en un 75% con ramón de los mismos huertos.

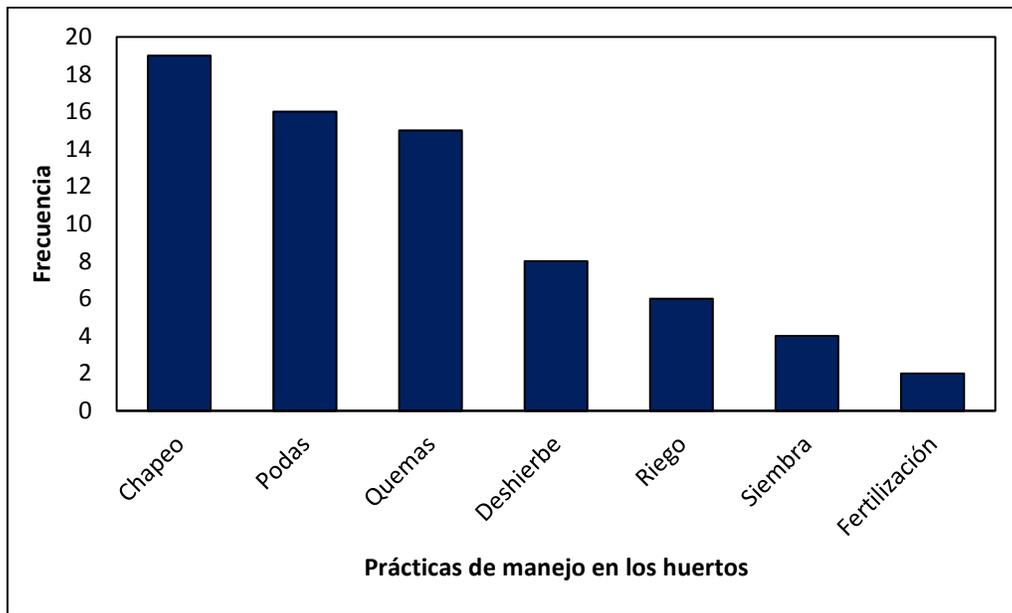


Figura 2. Principales prácticas de manejo en huertos familiares de Pistekal, Yucatán

Las hojas y los frutos de *B. alicastrum* son los más utilizados (88%) como forraje. Cuando se requieren semillas estas son extraídas del “monte” para germinar y después implantarlas en el huerto. Un 20% indicó que se utiliza la resina de manera medicinal para tratar enfermedades respiratorias como el asma, “asesido” y bronquitis, preparado como té o infusión. Su uso actual se limita al forrajero, como sombra y alimentario. La principal importancia del ramón es económica (71%) y cultural (17%), solo un 3% mencionó que posee importancia ecológica y para la restauración del medio ambiente y conservación del suelo (figura 3).

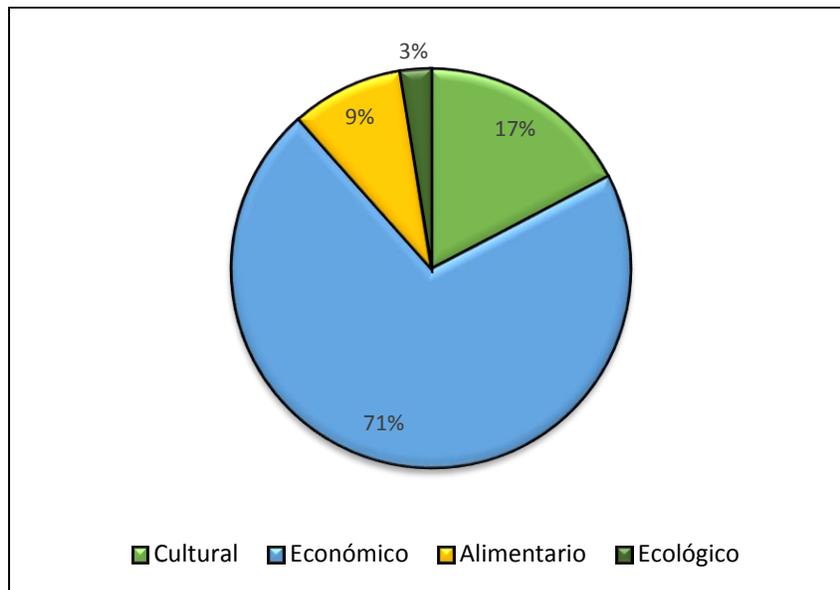


Figura 3. Importancia de uso del ramón en Pistekal, Yucatán

Para el manejo del ramón se efectúan principalmente prácticas como la siembra, el riego, el chapeo y las podas, realizadas en el periodo de sequía, de manera anual (53%) ó semestral (28%), el porcentaje restante (19%) no las realiza porque los individuos aún no alcanzan el tamaño adecuado. La intensidad de poda va de 80 a 100%, y el forraje obtenido puede venderse o utilizarse para alimentar animales propios. También realizan podas de mantenimiento.

3.3. Estructura de *B. alicastrum*. Se registraron en total 194 individuos, de los cuales, 112 fueron para selva y 82 para huertos familiares. La distribución espacial, de acuerdo con los valores arrojados por el índice de Morisita (Id), indican que las poblaciones en selva de *B. alicastrum* poseen una distribución aleatoria (1.07), mientras que las poblaciones en huertos familiares, agregada (1.36). De igual manera las observaciones directas en huertos y la información obtenida de las entrevistas indican que en el 56% de los huertos, los ramones se encuentran agregados, es decir amontonados, sobre todo debajo de los árboles parentales.

El análisis discriminante para altura, DAP y cobertura mostró diferencias significativas y sugiere que la altura explica la mayor variación entre selva y huerto ($T^2=39.09$, g.l.=3,

P=0.0000002) y una comparación de la relación lineal entre DAP-altura sugiere que las pendientes son mayores en el huerto (F=8884, g.l.=1, P=0.0008) (Figura 4).

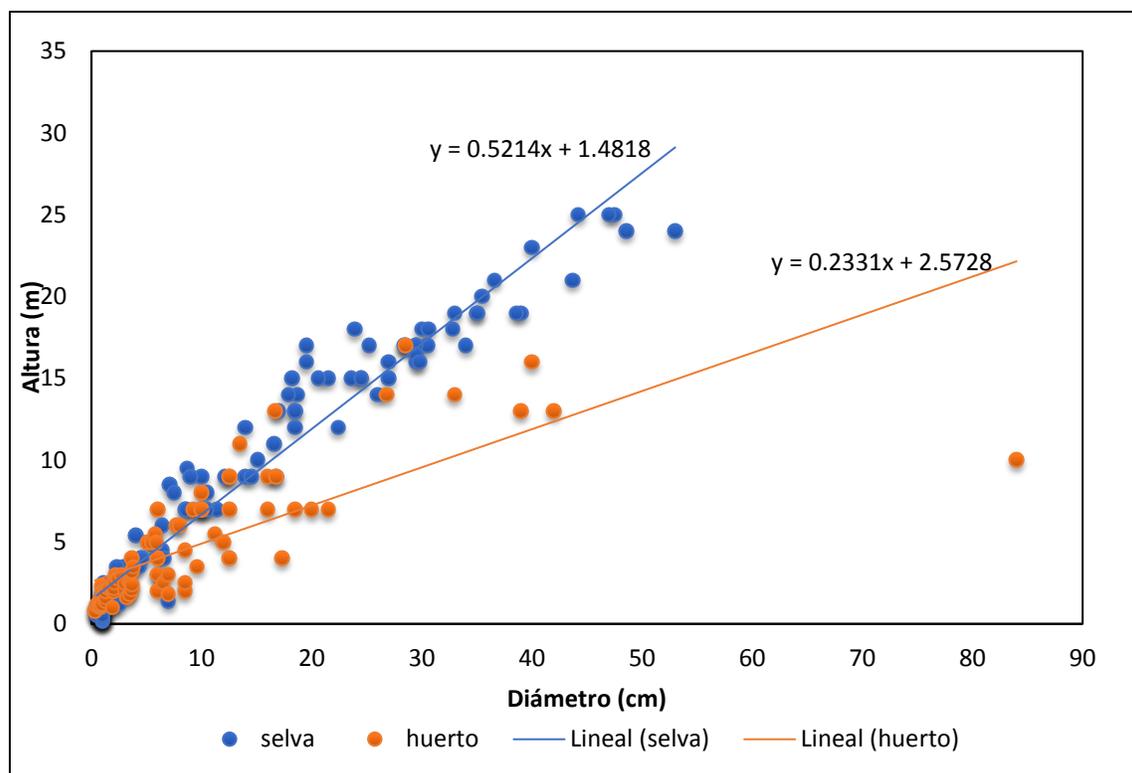


Figura 4. Relación altura-diámetro en poblaciones de *B. alicastrum* en selva y huertos familiares

La estructura poblacional difiere entre selva y huertos en las frecuencias de individuos para seis estadios que combinan fenofases y a) clases diamétricas, con más individuos adultos de diámetros pequeños de los esperados en huertos ($\chi^2=29.18$, g.l.=5, P=0.00002) y; b) intervalos de alturas, con más individuos adultos de 15 m de altura en huertos ($\chi^2=49.30$, g.l.=3, P=0.0000006).

En cuanto a estructura horizontal, a nivel de estadios y categorías diamétricas, en selva se observó mayor proporción de plántulas y juveniles, sin embargo, la proporción de los demás estadios no fue tan variable de estos, mientras que, en huertos, se observó mayor proporción de juveniles y de adultos de la categoría 1, así como una tendencia de J invertida a partir del estadio juvenil, es decir a mayor DAP, menor número de individuos (figura 5). El diámetro

promedio fue de 15 y 10 cm en selvas y huertos respectivamente. En cuanto a estructura vertical, la menor altura registrada fue de 0.15 m en selva y 0.8 m en huertos, la mayor fue de 24 m y 17 m respectivamente. Para ambos sitios, se observa mayor frecuencia de individuos en el intervalo de altura más pequeño, aunque en selva se observa un aumento en individuos con alturas que van de 15 m en adelante, mientras que en huertos decrecen conforme incrementan las alturas, un patrón de J invertida (figura 6).

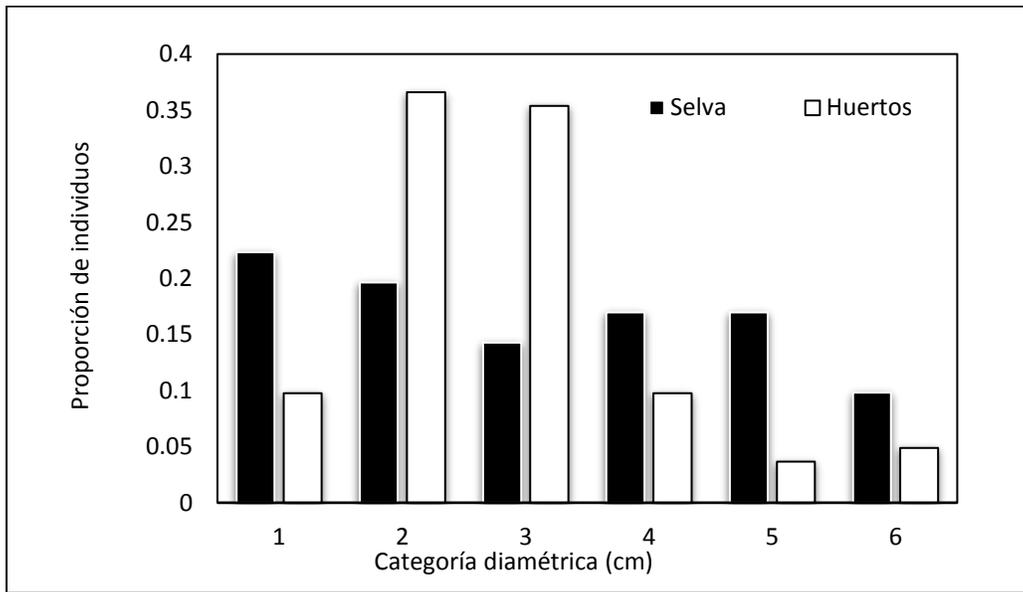


Figura 5. Distribución de los individuos de *B. alicastrum* de acuerdo a sus clases diamétricas en selva y solares
 (1: Plántula (< a 1 cm); 2: Juvenil (1-5 cm, no reproductivo) 1; 3: Adultos 1 (5.1-15 cm); 4: adulto 2 (15.1-25cm); 5: adulto 3 (25.1-35), 6: adulto 4 (>35.1)

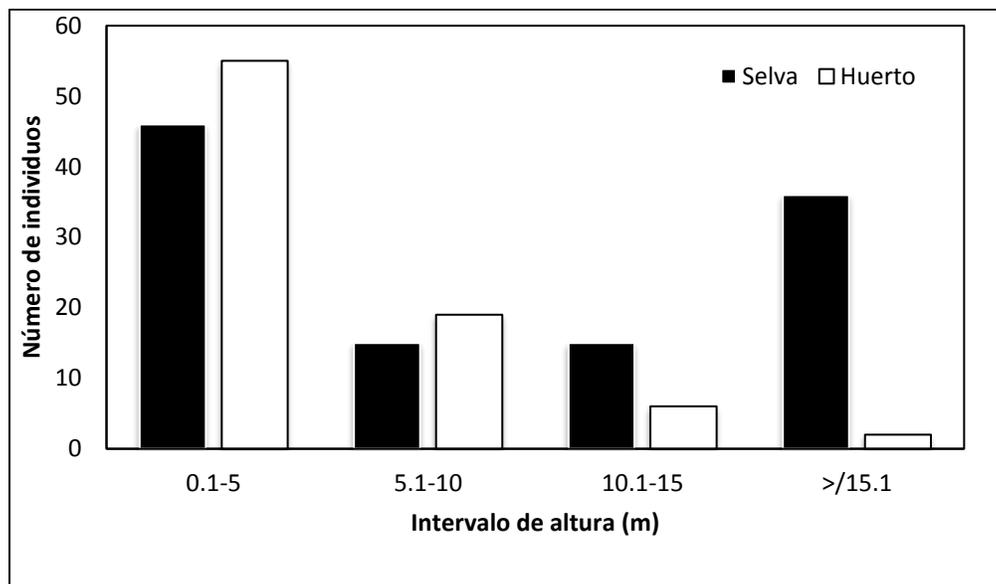


Figura 6. Distribución de los individuos por intervalos de alturas en selva y huertos familiares

4. Discusión

4.1. Caracterización de la vegetación asociada a *Brosimum alicastrum*. Se sabe que existe una relación entre la diversidad de especies y complejidad de la comunidad, pues dependiendo del grado de perturbación se modifica la diversidad y riqueza de especies, siendo en selvas tropicales mayor la diversidad que en los huertos, aunque estos han demostrado poseer un papel importante en la conservación biológica debido al manejo y uso de especies pertenecientes a las selvas (Cruz-Lara *et al.*, 2004).

Con respecto al valor de importancia, altos valores en especies como *Brosimum alicastrum* y *Manilkara zapota*, indican ecosistemas poco intervenidos por actividad humana (Martínez y Galindo, 2002) aunado a que según Pennington y Sarukhán (2005) *B. alicastrum* es la especie que caracteriza y la más dominante en las selvas tropicales acompañada generalmente de especies como *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba*; mientras que en los huertos, especies importantes como *Cedrela odorata* y *Citrus aurantium*, se deben a los beneficios económicos que proporcionan la madera y frutos, y se sabe que crecen en abundancia en sitios perturbados (Pennington y Sarukhán, 2005, Chi-Quej, 2009).

B. alicastrum es muy abundante en ambos sistemas estudiados, aunque el muestreo estaba condicionado a la presencia de esta especie, resultó que también presenta varios individuos en cada sitio. Es una especie dominante de selvas medianas que se adapta muy bien a ciertas condiciones ambientales y de manejo en etapa adulta (Hernández-González *et al.*, 2015), y al ser una especie multiusos, principalmente forrajera, su presencia en los huertos familiares es tolerada y cultivada (Jiménez-Osornio *et al.* 1999; Morales-Ortiz y Herrera-Tuz, 2009; Orantes-García *et al.*, 2012). Asimismo, Rico-Gray (1992), menciona que la abundancia de árboles útiles como *B. alicastrum* es resultado del cultivo y manejo humano, así como de las características auto ecológicas producto de la selección artificial de los mayas, y la defaunación.

Debido a lo anterior, *B. alicastrum* es considerada una especie estructural, que puede formar asociaciones con diversas especies en ambos sistemas, en huertos se asocia con especies de acuerdo con la región y de interés alimentario/económico debido a que permite el cultivo y aprovechamiento de especies alimenticias herbáceas y arbóreas al proveer de sombra, (Aragón-Barrios, 1990; Caballero, 1992; Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; García de Miguel, 2000; Poot-Pool *et al.*, 2012). Además algunas de estas especies de interés usadas por los mayas estaban presentes en la región desde antes y los cambios en la estructura de la vegetación se vieron influenciados por sus actividades, aunque a pesar de este manejo ancestral, se observa que muchas de las especies útiles no se presentan en las selvas actuales, porque no pertenecen ahí y si existe cierta similitud entre huertos y selvas es por la presencia de especies secundarias en las porciones no atendidas de los huertos (Rico-Gray y García-Franco, 1992).

La familia más diversa en ambos tipos de vegetación fue la Fabaceae concordando con otros trabajos en la región que la señalan como la familia más rica en especies en las selvas tropicales ampliamente distribuida y con gran capacidad de adaptarse y regenerarse (Zamora-Crescencio *et al.*, 2011), así como que estos ambientes poseen una integridad filogenética reconocida y expresada en la dominancia de especies pertenecientes a esta familia que ha persistido y evolucionado (Hernández-Ramírez y García-Méndez, (2015). La dominancia de individuos pertenecientes a las familias Malvaceae y Euphorbiaceae en selva, puede deberse

a que éstas son representativas de las zonas con vegetación madura y secundaria. Mientras que en huertos las familias Rutaceae y Sapotaceae, resultaron con mayor valor de importancia porque en ellas se encuentran diversas especies para consumo humano y con valor económico, (Rico-Gray, 1992; García de Miguel, 2000; Poot-Pool *et al.*, 2012).

La similitud en ambos tipos de vegetación demostró ser baja debido a que las especies arbóreas útiles o frutales no pertenecen a las selvas y muchas de estas son introducidas en los huertos de acuerdo a las preferencias de las familias (Rico-Gray, 1992).

4.2 Manejo de *B. alicastrum*. Las principales prácticas de manejo que influyen en los individuos son las podas, por motivos económicos (venta/forraje) y agronómicos (crecimiento) con la finalidad de mantener al alcance la parte foliar de los árboles (García de Miguel, 2000; Bacab *et al.*, 2010; Montañez-Escalante *et al.* 2012; Hernández-González *et al.*, 2015); el riego, ya que se requieren cuidados durante su etapa de plántula hasta los tres a cinco años y el agua es fundamental para su supervivencia y crecimiento cuando la raíz aún no penetra en el suelo (Ayala y Sandoval, 1995; Quejereta *et al.*, 2006; Hernández-González *et al.*, 2015); y el deshierbe, importante en el mantenimiento de las plántulas.

4.3 Estructura poblacional de *B. alicastrum*. En cuanto a la distribución espacial, el patrón aleatorio en selva podría explicarse por mecanismos de dispersión de semilla, inducido por murciélagos y aves, así como a factores ambientales que permiten la presencia o no de ciertos individuos (Rivera-Fernández *et al.*, 2015), asimismo, estudios con esta especie y otras del mismo género reportan distribución aleatoria en árboles adultos y agregada en plántulas y juveniles en selva (Peters, 1989; Palacios, 2005; Palacios-Tello *et al.*, 2015). Por otro lado, la agregación en huertos pudiera explicarse a una baja dispersión de semillas, creciendo individuos debajo de los árboles parentales y a que algunos individuos fueron cultivados en algún área disponible según informó la gente, aunque estudios en huertos de la región reportan distribuciones aleatorias (Guerrero-Salazar y Vera-Márquez, 2014).

Por otro lado, los resultados de la prueba de Hotelling indican que la altura fue la variable discriminante para ambos tipos de vegetación, lo cual también se ve reflejado en el análisis de regresión lineal, al observarse mayor relación diámetro-altura en selva. Las podas pueden explicar este comportamiento ya que se realizan con frecuencia semestral o anual y esto

afecta directamente el tamaño de los individuos que suelen mantenerse a alturas que faciliten la cosecha del forraje (Bacab *et al.*, 2010, Rivera-Luther y Vázquez-Mora, 2010 y Palacios-Tello *et al.*, 2014).

La diferencia en cuanto a plántulas y juveniles entre poblaciones podría deberse a varios factores, en el caso de la selva, las condiciones ambientales como la falta de agua, exceso de sombra y competencia intra-específica debajo de los árboles parentales no permiten un elevado número de juveniles pero sí de plántulas (Peters, 1989; Sánchez-Velázquez, 2004; Hernández-González *et al.*, 2015; Navarro-Martínez, 2015); mientras que en huertos, la herbivoría puede causar la baja frecuencia de las plántulas, ya que existen animales de traspatio como borregos y cerdos que pudieran estar consumiéndolas. Además, suelen realizarse prácticas de manejo como el chapeo y deshierbe, que eliminan muchas de las plántulas para mantener “limpio” el patio. Por otro lado, en selva, las defensas químicas y estrategias que pueden generar las plántulas para disminuir la palatabilidad de las hojas y la ingesta de mamíferos, así como una disminución de éstos debido a la perturbación antrópica, en conjunto reducen el proceso de herbivoría (Ballina-Gómez *et al.*, 2008) y se favorece la supervivencia de muchas plántulas. También se ha sugerido que *B. alicastrum* tolera la sombra en sus primeras etapas y esto favorece que tenga mayor supervivencia bajo árboles nodrizas (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2004).

La estructura poblacional indica, que en selva se existen patrones con presencia de un elevado número de individuos en las clases diamétricas más pequeñas, con disminución en la siguiente, incrementándose en las intermedias y mayores (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002), mientras que en zonas con manejo existen bajos porcentajes en las clases diamétricas pequeñas, incrementándose en las intermedias y disminuyendo en las mayores, en algunos casos encontrándose una distribución diamétrica en forma de J invertida y en otras anormal, ya que surgen eventos de tala y aprovechamientos selectivos (manejo), explicando claros en la distribución diamétrica (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Juárez-García y Saragos-Méndez, 2015).

En cuanto a alturas, en ambos sitios están mejor representadas por individuos entre 0.1 y 5 m, en selva por la competencia intra e interespecífica, el cierre del dosel, altas densidades de individuos provocan bajas alturas y un alto porcentaje de individuos jóvenes (Montero-Solís, 2009). En huertos, las alturas se ven influenciadas por el manejo, en primera instancia por el cultivo y siembra de esta especie, y en segunda instancia que los individuos mayores, son podados para mantenerlos a una altura accesible de manera que los dueños puedan cosechar el forraje (Bacab *et al.*, 2010). A pesar de tener mayor abundancia el intervalo mencionado, el único intervalo significativo de acuerdo a la prueba de Haberman fue el que contiene a los individuos mayores a 15 m en ambos tipos de vegetación, siendo interesante debido a que en selvas la altura va en aumento y en huertos disminuye como reportan estudios con el género *Brosimum*, los cuales indican que la abundancia disminuye conforme aumentan las alturas debido a factores ambientales o eventos de manejo (Peters, 1989; Rivera-Luther y Vázquez-Mora, 2010 y Palacios-Tello *et al.*, 2014), que en el caso del presente estudio es el proceso de la poda.

5. Conclusiones

La vegetación asociada a *B. alicastrum* presente en ambos sitios es diferente, se observan muy pocas especies compartidas entre ellos, debido a las preferencias y manejo de los propietarios en los huertos.

El manejo se hace presente mediante actividades como el chapeo, desyerbe, riego y podas, siendo ésta última la más importante, ya que influye en las alturas de los árboles.

La estructura poblacional de *B. alicastrum* es diferente, en selva, se observan individuos con tallas mayores en cuanto a alturas y coberturas.

Agradecimientos

Este estudio fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)- Proyecto CONACyT CB 2014 “Efecto de la domesticación en la diversidad biológica e interacción planta-suelo de árboles nativos de la Península de Yucatán [clave: 236428]. La primera autora contó con una beca de CONACyT para realizar sus estudios de Maestría.

Consideraciones

- La vegetación asociada a *Brosimum alicastrum* es muy diferente en selva y huertos familiares
- Existe una variación en alturas y coberturas en selva y solares debido al manejo que se le da a esta especie
- La estructura poblacional de *B. alicastrum* es diferente en selva y en huertos familiares

Referencias

- Aguilar-Barojas, S. 2005. Fórmulas para el tamaño de muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*. 11(1):333-338.
- Aragón-Barrios, U. 1990. Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), in situ en el bosque muy húmedo sub-tropical cálido de Petén, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. 140pp.
- Ayala A, y S. Sandoval. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. *Agroforestería en las Américas*. 2:10-17.
- Bacab, H., F. Solorio, y S. Solorio. 2010. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 16(19):65-77.
- Ballina-Gómez, H., S. Iriarte-Vivar, R. Orellana y L. Santiago. 2008. Crecimiento, supervivencia y herbivoría de plántulas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae), una especie del sotobosque neotropical. *Revista Biológica Tropical*. 56(4):2055-2067.
- Basáñez, J., J. Alanís, y E. Badillo. 2008. Composición y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido “El Remolino”, Papantla, Veracruz. *Avances en investigación agropecuaria*. 12 (2):3-22.
- Caballero, J. 1992. Maya homeogardens: Past, present and future. *Etnoecológica* 1 (1):35-54.
- Castillo-Escobedo, A. 2014. Proceso para la obtención de harina de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) para consumo humano. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Mérida. 45pp.

- Chi-Quej, A. (2009). Caracterización de los huertos caseros familiares en tres grupos étnicos (Mayas peninsulares, Choles y mestizos) del Estado de Campeche. Tesis de Maestría. Universidad del CATIE. Turrialba, Colombia. 114pp.
- Cruz-Lara, L., L. C, Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo, N. Ramírez. 2004. Diversidad de mamíferos cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20(1):63-81.
- García de Miguel, J. 2000. Etnobotánica maya: Origen y evolución de los huertos familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis doctoral en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Universidad de Córdoba. 285pp
- Godínez-Álvarez, H., M. Mendoza-Orozco, L. Ríos-Casanova, M. Jiménez, R. Lira, F. Pérez. 2008. Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79(02):393-403.
- Godínez-Ibarra, O. y L. López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Serie Botánica*. 73 (2): 283-314.
- Gómez-Biedma, S., M. Vivó y M. Soria. 2001. Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista Diagnostico Biológico*. 50(4): 207-218.
- Guerrero-Aguirre, G. 2005. Caracterización poblacional de cinco especies arbóreas ecológicamente importantes en el Corredor Biológico Turrialba Jiménez, Costa Rica. Tesis de maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 70pp.
- Guerrero-Salazar, B. y Vera-Márquez, F. 2014. Manejo de *Brosimum alicastrum* Sw. En los solares de las localidades Hocabá y Halachó, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 110pp.
- Haberman, S. 1973. The analysis of residuals in Cross-Classified Tables. *Biometrics*. 29(1): 205-220. Doi: 148.209.245.100.
- Hernández-González, O.; A. Larqué-Saavedra y S. Vergara-Yoisura. 2015. Primeras etapas de crecimiento de *Brosimum alicastrum* Sw. en Yucatán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6 (27):38-48.

- Hernández-Ramírez, A., S. García-Méndez. 2015. Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*. 63 (3): 603-616.
- INEGI. 2015. Condensados estatales. Serie IV, Yucatán, México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>.
- Jiménez-Osornio, J.J.; M. Ruenes-Morales, y P. Montañez-Escalante. 1999. Agrodiversidad de los solares de la península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales*. 14:30-40.
- Jiménez-Osornio, J.J; M. Ruenes-Morales y A. Aké-Gómez. 2003. Mayan home gardens: sites for in situ conservation of agricultural diversity. En: *Seed systems and crop genetics diversity on farm proceedings of a workshop, Pucallpa, Perú*. Jarvis, D., J. Sevilla, L. Chavez y T. Hodgkin editors. Perú. International Plant Genetic Resources Institute. Cap.1. pp.9-16.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Editorial Internacional Thomson Editores. 566pp.
- Juárez-García, A. y J. Saragos-Méndez. 2015. Estructura diamétrica de árboles en potreros de la región Bajo Mixe, Oaxaca. *Teoría y praxis* 18:131-151.
- Kent, M. y P. Coker. 1992. *Vegetation, description and analysis: A practical approach*. 2da edición. Nueva York: John Wiley y Sons. Florida, U.S.A. 363pp.
- Law, R. 1983. A model for the dynamics of a plant population containing individuals classified by age and size. *Ecology*. 64(2): 224-230.
- Magurran, A. 1988. Diversity indices and abundance models *Ecological Diversity and Its Measurement*. Springer. University College of North Wales. 1 edición. pp. 7-45. DOI: 10.1007/978-94-015-7358-0.
- Martínez, E., y C. Galindo. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:7-32.
- Mendoza-García, M. y M. Santillana-Ceballos. 2012. Reintroducción de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) en el ejido de Zenzontla en la Reserva de la Biósfera de la Sierra de Manantlán, México. Reporte técnico. Madrid. Universidad de Alcalá. 21pp.
- Milton, S. 2007. *Estadística para Biología y Ciencias de la Salud*. 3ª. Edición. Mc Graw Hill. Universidad de Radford. ISBN: 978-84-481-5996-2.

- Montañez-Escalante P, M. Ruenes-Morales, J. Jiménez-Osornio, P. Chimal-Chan y L. López-Burgos. 2012. Los huertos familiares o solares en Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. En: Mariaca Ramón. 2012. El huerto familiar del sureste de México. Pp:131-148.
- Montañez-Escalante, P; M. Ruenes-Morales, M. Ferrer-Ortega y H. Estrada-Medina. 2014. Los huertos familiares maya-yucatecos: Situación actual y perspectivas en México. *Ambienta*. 107:100-109.
- Montero-Solís, F. 2009. Crecimiento inicial de especies arbóreas multipropósito en un terreno ganadero del norte de Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 91pp.
- Montgomery, R. y R. Chazdon. 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. *Oecología*. 131 (2): 165-174.
- Morales-Ortiz, E. y G. Herrera-Tuz. 2009. RAMON (*Brosimum alicastrum* Swartz.) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. CONAFOR. Yucatán. 18pp.
- Morisita, M. 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. Faculty of Science. Kyushu University. Serie E. *Biology* 2:215-235.
- Mueller-Dombois D, y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley y Sons. Nueva York, USA. Pp. 45-50.
- Navarro-Martínez, M. (2015). Diagnóstico del estado actual de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en los bosques manejados de Quintana Roo, México: Perspectivas para su manejo. Tesis de doctorado en Ecología Tropical. Veracruz, México.
- Olvera-Vargas, M. y B. Figueroa-Rangel. 2012. Caracterización estructural de bosques montanos dominados por encino en el centro-occidente de México. *Ecosistemas*. 21(1-2): 74-84.
- Orantes García, C., A. Caballero Roque y M. Velázquez Méndez. Aprovechamiento del árbol nativo *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae) en la Selva Zoque Chiapas, México. *Lacandonia*. 6(1): 71-82.
- Palacios, P. 2005. Patrones estructurales y distribución espacial de poblaciones de *Brosimum rubescens* Taub. en relación con la variabilidad fisiográfica en la ribera colombiana del Río

- Amazonas. Tesis de Maestría en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. 119pp.
- Palacios-Tello, L., J. Palacios-Lloreda y D. Abadia. 2014. Densidad poblacional de *Brosimum utile* en un bosque con actividades de minería y tala en el Chocó, Colombia. Cuadernos de Investigación UNED 7(2):319-323.
- Penington, T. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 523pp.
- Pérez de la Cruz, S.; C. García, E. Ramírez y J. López. 2012. Diferencias en crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz) en condiciones de vivero. Lacandonia. 6(2): 51:57.
- Peters, C. 1989. Reproduction, growth and the population dynamics of *Brosimum alicastrum* Sw. in a moist tropical forest of central Veracruz, Mexico. Tesis de Doctorado. Universidad de Yale. New Haven, USA. 275pp.
- Pinkard, E. y C. Beadle. 1998. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. New forest. 15 (2): 107-126.
- Poot Pool, W.; H. Van der Wal, J. Flores Guido, J. Pat Fernández y L. Esparza Holguín. 2012. Composición y estructura de huertos familiares y medios de vida de productores en Pomuch, Campeche. Los huertos familiares en Mesoamérica. Pp.39-68.
- Querejeta, J., H. Estrada-Medina, M. Allen, J. Jiménez-Osornio y M. Ruenes-Morales. 2006. Utilization of bedrock water by *Brosimum alicastrum* trees growing on shallow soil atop limestone in a dry tropical climate. Plant Soil 287:187–197.
- Rico-Gray, V. Los mayas y el manejo de las selvas. Ciencias. 28:23-26.
- Rico-Gray, V. y G. García-Franco. 1992. Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest, Journal of Vegetation Science 3 (5):617-624.
- Rivera-Fernández, A., P. Octavio-Aguilar, N. Sánchez-Coello, L. Sánchez-Velázquez, S. Vázquez-Tores, I. Iglesias-Andreu. 2012. Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratomiza mexicana* Brongn. (Zamiaceae) en un ambiente conservado y en uno perturbado. Tropical and subtropical Agroecosystems. 15(2):110-117.

Rivera-Luther, I. y H. Viquez-Mora. 2010. Estado poblacional y comercio de *Cedrela odorata* L. y de *Dalbergia retusa* Hemsl. en Costa Rica. VIGAE asesorías ambientales. 318pp.

Sánchez-Velázquez, L., S. Quintero-Gradilla, F. Aragón -Cruz y M. Pineda-López. 2004. Nurses for *Brosimum alicastrum* reintroduction in secondary tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*. 198:401-404. doi:10.1016/j.foreco.2004.02.064.

Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. *Biometrics: the principles and practice of statistics in biological research*. Madrid.832pp.

Triana-Gómez, M., J. López, L. Rivera. 2005. Algunos efectos de la extracción de palosangre (*Brosimum rubescens* Taubert) en un bosque ubicado entre el km 6 y km 22 costado oriental de la vía Leticia-Tarapaca. *Revista Colombia Forestal*. 9(18): 22-33.

Vázquez-Valdivia, V., M. Pérez-Barraza, J. Osuna-García, M. Urías-López. 2009. Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto del mango “ataulfo”. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 15 (2):127-132.

Zamora Crescencio, P., G. García Gil y J. Flores Guido. 2008. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*. 26:39-66.

Zamora-Crescencio, P., M. Domínguez-Carrasco, P. Villegas, C. Gutiérrez-Báez, L. Manzanero-Acevedo, J. Ortega-Haas, S. Hernández-Mundo, C. Puc-Garrido y R. Puc-Chávez, R. 2011. Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del Estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 89:27-35.

VI. CONCLUSIONES GENERALES

La vegetación asociada en ambos sitios es diferente, sin embargo, *Brosimum alicastrum* es una especie importante a nivel estructural, y en huertos es tolerada y cultivada, por lo que se encuentra entre las especies con mayor VIR, aunque no es la más dominante en términos de DAP.

El manejo se hace presente mediante el deshierbe, al reducir el número de plántulas; y las podas, disminuyendo las alturas de los individuos.

La estructura de *B. alicastrum* presenta mayor abundancia de individuos adultos jóvenes en huertos familiares. Los individuos de *B. alicastrum* con mayor diámetro se encontraron en huertos, sin embargo, los de mayor altura en selva. En los huertos se encuentran de manera aleatoria y en selva, agregados

VII. ANEXOS

Anexo 1. Listado de especies arbóreas (dap >/10cm) y sus valores en selva de Pisteakal, Tzucacab

Familia	Especie	Nombre común	Frec. Rel.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	VIR
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	17.34	24.06	8.26	49.67
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> L.	chicozapote	8.67	9.95	17.11	35.74
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> L.	Chaka	8.67	7.88	10.52	27.08
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	Bakayin	5.78	8.71	5.44	19.93
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> L.	Jabin	4.04	4.56	6.05	14.66
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> L.	chechem	4.62	3.31	3.24	11.18
Sapindaceae	<i>Talisia oliviformis</i> Kunth ssp.	huayum	2.89	3.31	4.70	10.91
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> L.	tzalam	3.46	2.48	4.40	10.36
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	yaxnik	2.89	2.07	4.99	9.95
Euphorbiaceae	<i>Nea coriophylla</i> L.	tahzip	2.89	2.90	3.57	9.37
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	kitinché	2.31	2.07	4.44	8.83
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C.	huano	2.89	2.07	1.49	6.46
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	tsisilché	2.31	1.65	2.28	6.25
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.	taa k'in che'	1.15	1.24	3.14	5.54
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanenses</i> Standl.	haazché	1.73	2.07	1.58	5.39
Malvaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	pochote	1.15	0.82	3.34	5.33
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i> Standl.	huayankox	1.73	1.24	2.17	5.15
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	xuul	2.31	2.07	0.51	4.90
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tohyuc	1.15	0.82	1.58	3.57
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & Hoffm.	kanchunup	1.73	1.24	0.57	3.55
Fabaceae	<i>Lonchocarpus hondurensis</i> L.	granadillo	1.73	1.24	0.54	3.522
Fabaceae	<i>Caesalpinia mollis</i> Kunth	chacté Viga	0.57	0.82	1.93	3.34

Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	jobo	1.15	0.82	1.32	3.31
Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i> S.	manzanita che	1.15	0.82	0.88	2.86
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	kaskat	1.15	0.82	0.62	2.61
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq	caracolillo	1.15	0.82	0.48	2.46
Malvaceae	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	mahahua	1.15	0.82	0.19	2.18
Meliaceae	<i>Cedrela mexicana</i>	crusché	0.57	0.41	0.65	1.64
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm	pomol che'	0.57	0.82	0.22	1.62
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i> L.	boox catzin	0.57	0.41	0.45	1.45
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i> Kunth	amapola	0.57	0.41	0.41	1.40
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	taztap	0.57	0.41	0.31	1.31
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pav.	bojón	0.57	0.41	0.30	1.29
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	boob	0.57	0.41	0.25	1.24
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	chokché	0.57	0.41	0.21	1.20
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	perezcuch	0.57	0.41	0.21	1.20
Fabaceae	<i>Acacia cornúgera</i>	tzubintol	0.57	0.41	0.21	1.20
Malvaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd.	chuun	0.57	0.41	0.18	1.18
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	madera dura	0.57	0.41	0.16	1.15
Ebenaceae	<i>Diospyros albens</i> Presl	boxilil	0.57	0.41	0.13	1.12
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i> Baillon	elemuy	0.57	0.41	0.12	1.11
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth	kanasín	0.57	0.41	0.10	1.09
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i> Sw.	tamay	0.57	0.41	0.10	1.09
Rubiaceae	<i>Exostema mexicanum</i> A. Gray.	sabacche	0.57	0.41	0.10	1.09
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	ixilmche	0.57	0.41	0.08	1.08
Myrtaceae	<i>Eugenia mayana</i> Stand.	saclob	0.57	0.41	0.08	1.07
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	chun chintok/Guayacán	0.57	0.41	0.08	1.07
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i> Standl.	saksilil	0.57	0.41	0.08	1.07

Anexo 2. Listado de especies arbóreas (dap>/10) y sus valores en huertos familiares de Pisteakal, Tzucacab

Familia	Especie	Nombre común	Frec. Rel.	Dens. rel.	Dom. Rel.	VIR
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro	6.57	10.93	17.81	35.33
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	ramón	6.57	13.28	11.01	30.87
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	naranja agria	5.26	10.93	5.148	21.34
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	saramuyo	3.94	12.89	3.75	20.58
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	ciruela	5.26	6.25	6.64	18.15
Sapindaceae	<i>Talisia oliviformis</i> Kunth	huayum	6.57	3.51	7.29	17.39
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> L.	naranja dulce	5.26	8.59	3.32	17.17
Sapindaceae	<i>Meliococcus bijugatus</i> Jacq.	mamoncillo	3.94	5.07	7.34	16.36
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	tamarindo	2.63	2.73	6.67	12.03
Boraginaceae	<i>Eretia tinifolia</i> L.	roble	3.94	4.29	3.22	11.47
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Jacq.	pich	1.31	0.78	8.44	10.54
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> Raf.	flamboyan	2.63	1.56	3.89	8.09
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.	anona roja	2.63	2.34	2.35	7.33
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	guanábana	3.94	2.34	0.96	7.25
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	2.63	1.17	1.90	5.71
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> B.	mandarina	3.94	1.17	0.52	5.64
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coco	1.31	1.17	2.97	5.46
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	jícaro	2.63	0.78	0.36	3.78
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	caimito	2.63	0.78	0.35	3.76
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i> L.	chicozapote	2.63	0.78	0.30	3.71
Rutaceae	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	limón criollo	2.63	0.78	0.23	3.65
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> A.D.C	ciricote	1.31	1.17	0.35	2.84
Sapindaceae	<i>Talisia floresii</i> Standl.	koloc	1.31	0.78	0.57	2.67
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> L.	mora	1.31	0.39	0.93	2.64
Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i> Radlk.	choch	1.31	0.78	0.36	2.45
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> L.	chaka	1.31	0.39	0.63	2.34
Rubiaceae	<i>Exostema mexicanum</i> A. Gray.	sabacche	1.31	0.39	0.61	2.31
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	yaxnic	1.31	0.39	0.40	2.11
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> Jaqc.	mamey	1.31	0.39	0.38	2.09
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i> LAM	ciruela babosa	1.31	0.39	0.33	2.04
Euphorbiaceae	<i>Croton graveolens</i> Kuntze	cokche	1.31	0.39	0.30	2.00
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> L.	chacsinkin	1.31	0.39	0.17	1.87

Myrtaceae	<i>Eugenia mayana</i> Stand.	saclob	1.31	0.39	0.10	1.81
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	guayaba	1.31	0.39	0.09	1.79
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	neem	1.31	0.39	0.08	1.78
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i> Kunth	pepino kat	1.31	0.39	0.04	1.75
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> L.	Jabin	1.31	0.39	0.03	1.73
			100	100	100	300

Anexo 3. Residual de Haberman (residual estandarizado).

Fenofase y Categoría	Selva	Huertos familiares
Plántula	1.2176	-1.3426
Juvenil	-1.3623	1.4951
Adulto 1	-1.7942	1.9727
Adulto 2	0.7628	-0.8423
Adulto 3	1.5446	-1.7072
Adulto 4	0.6856	-0.7588
Intervalos de altura	Selva	Huertos familiares
0-5-5 m	-1.69724915	1.83269324
5.1-10 m	-0.93544915	1.03120616
10-1-15 m	0.720519021	-0.79651727
>15.1 m	2.710535364	-2.98523307

Anexo 4: Ajuste de regresión lineal (Análisis de varianza)

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Valor p
Entre pendientes	1	825598.013	825598.013	8884.18043	0.00845391
Desviaciones promedio de regresiones	192	17842.3682	92.9290012		

Anexo 5. Instrumento para entrevista

Instrumento para evaluar el manejo de *Brosimum alicastrum* Sw. (ramón) en comunidades

I. Aspectos generales

1. Fecha
2. Estado: Localidad:
3. Dirección:
4. Nombre del entrevistado:
5. Edad:
6. Lugar de nacimiento:
7. Ocupación:
8. Posición en la familia:
 - a) Padre
 - b) Madre
 - c) Hijo/a
 - d) Abuelo/a

II. Características del solar:

9. **¿Cuánto mide su solar (m²)?**
10. **¿Qué elementos productivos posee su solar?**
 - a) Árboles frutales
 - b) Arboles maderables
 - c) Hortalizas
 - d) Plantas ornamentales
 - e) Aves
 - f) Cerdos
 - g) Bovinos
11. **¿Los árboles tienen una distribución específica dentro del solar?**
12. **¿Qué actividades realiza en su solar?:**
 - a) Chapeo
 - b) Deshierbe

- c) Riego
- d) Quemadas
- e) Siembra
- f) Fertilización
- g) Podas
- h) otra

13. ¿Quién realiza el manejo del solar?

- a) Padre
- b) Madre
- c) Abuelo/a
- d) hijos

14. Épocas/meses en las que realiza estas actividades:

III. Uso y manejo del ramón

15. Nombres por los que lo conoce:

16. ¿Se encuentra este árbol en el monte?

- a) Si
- b) No
- c) No sabe

17. ¿Cuántos árboles de ramón tiene en su solar?

18. ¿Cómo los obtuvo?

- a) Salió solo
- b) Sembrado
- c) Ahí estaba cuando llego al terreno

19. Si son sembrados, ¿cómo los sembró?

20. ¿De dónde los obtuvo?

- a) Ya estaba
- b) Regalo
- c) Otro

21. ¿Qué edades tienen los ramones?

- a) 1 a 5 años
- b) 5 a 10 años
- c) 15 a 20 años
- d) Mayores a 20 años

22. ¿Lo usa para algún animal?

- a) Si
- b) No

23. ¿Qué animales?

24. ¿Qué partes de la planta usa?

- a) Raíz
- b) Corteza
- c) Hojas
- d) Flor
- e) Fruto
- f) Resina
- g) semilla

25. ¿Para qué lo usa?

- a) Alimento
- b) Refugio
- c) Forraje
- d) Sombra
- e) Otro

26. ¿Tradicionalmente tiene algún uso?

- a) Si
- b) No

27. ¿Cuál?

- a) Forrajero
- b) Medicinal
- c) Ornamental
- d) Alimentario

- e) Combustible
- f) Económico
- g) Maderable
- h) Recreativo
- i) Ceremonial
- j) Abono
- k) Otro

28. ¿Puede explicar el proceso de uso?

29. ¿Cuál es la importancia del ramón?

- a) Cultural
- b) Económico
- c) Alimentario
- d) Ecológico
- e) Otro

30. ¿Qué cuidados requiere el ramón?

31. ¿Qué actividades realiza con el ramón?

- a) Podas
- b) Riego
- c) Cosecha

32. Si realiza podas, ¿en qué época del año?

33. ¿Cada cuánto tiempo?

34. ¿Qué porcentaje del árbol poda?

35. ¿Quién realiza las podas?

- a) Miembro de la familia
- b) Trabajador
- c) Otro

36. ¿En qué meses florece el ramón?

37. ¿En qué meses da fruto?

38. Este árbol, ¿representa una fuente de ingresos económicos?

- a) Si

b) No

39. ¿De qué manera?

a) Venta

b) Otro

40. ¿Cómo lo vende?

41. ¿En cuánto lo vende?

42. ¿El ramón está asociado a otros árboles?

a) Si

b) No

43. ¿Cuáles?

44. ¿Tiene plagas el ramón?

a) Si

b) No

45. ¿Cuáles?

IV. Información recabada por el encuestador:

Número de árboles de ramón:

Distribución de los árboles de ramón en el solar (Al azar, uniforme, conglomerados)

En asociación a otro árbol:

¿Qué árboles se encuentran cerca del ramón

