



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN SUELOS

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERIA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**POTENCIALIDAD DEL SISTEMA AGROENTOMOFORRESTAL
EN CHIAPAS**

TESIS

Que como requisito parcial
Para obtener el grado de:



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERIA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Presenta:

Pascual Cruz Sánchez

Bajo la supervisión de: **Dr. Ranferi Maldonado Torres**



Chapingo, Texcoco, Edo de México, Mayo 2017

POTENCIALIDAD DEL SISTEMA AGROENTOMOFORRESTAL EN CHIAPAS

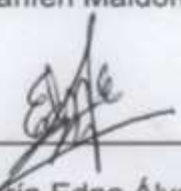
Tesis realizada por **Pascual Cruz Sánchez** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFERESTERIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

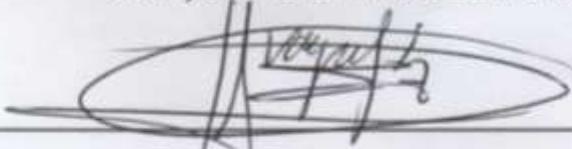
Director: _____


Dr. Ranferi Maldonado Torres

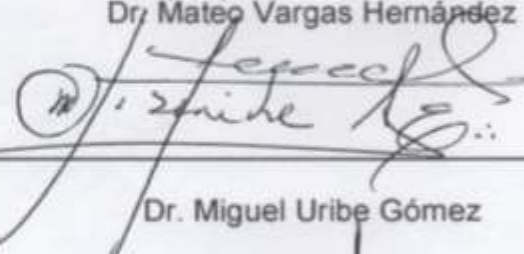
Asesora: _____


Dra. María Edna Álvarez Sánchez

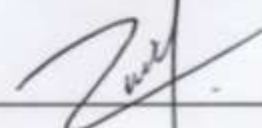
Asesor: _____


Dr. Mateo Vargas Hernández

Asesor: _____


Dr. Miguel Uribe Gómez

Asesora: _____


Dra. Rosa María García Núñez

I CONTENIDO

Índice general de contenido	Página
I CONTENIDO	3
II INDICE DE CUADROS	5
III INDICE DE FIGURAS	6
IV DEDICATORIA	8
V AGRADECIMIENTOS	9
VI DATOS BIOGRÁFICOS	10
VII RESUMEN GENERAL.....	11
1 INTRODUCCIÓN GENERAL	13
2 Revisión de literatura.....	16
2.1 Sucesión de la vegetación tropical	16
2.2 Ecología de la vegetación tropical.....	17
2.3 Micro hábitat de las especies tropicales.....	19
2.4 Aprovechamiento de la vegetación tropical por sistemas de producción .	20
2.5 Aprovechamiento de las especies tropicales	20
3 Literatura consultada.....	24
4 ECOLOGÍA DE LA <i>Lippia myriocephala</i> EN SUCESIONES DE VEGETACIÓN.....	30
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
4.3 RESULTADO Y DISCUSIÓN	5
4.4 CONCLUSIÓN	21
4.5 LITERATURA CITADA.....	22

5	EL ÁRBOL <i>L. myriocephala</i> COMO FUENTE DE COMBUSTIBLE Y MEDIO DE REPRODUCCIÓN DE LA LARVA <i>Phassus triangularis</i>	23
5.1	INTRODUCCIÓN	25
5.2	MATERIALES Y MÉTODOS	27
5.3	RESULTADO Y DISCUSIÓN	34
5.4	CONCLUSIÓN	38
5.5	LITERATURA CITADA	38
6	GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE <i>Lippia myriocephala</i>, ÁRBOL DE USO MÚLTIPLE	42
6.1	INTRODUCCIÓN	44
6.2	MATERIALES Y METODOS	46
6.3	RESULTADOS Y DISCUSION	48
6.4	CONCLUSIÓN	53
6.5	LITERATURA CITADA	54
7	ECOLOGÍA DE LA LARVA <i>Phassus triangularis</i> EN SUCESIONES DE VEGETACIÓN	56
7.1	INTRODUCCIÓN	58
7.2	MATERIALES Y MÉTODOS	62
7.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
7.4	CONCLUSIÓN	74
7.5	LITERATURA CITADA	75

II INDICE DE CUADROS

Cuadro1. Localización de las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica en Patelná, Tumbalá, Chiapas.....	3
Cuadro 2.Diferencias en concentración nutrimental del suelo en diferentes sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5 y 7) años.....	13
Cuadro 2. Concentración nutrimental del suelo en diferentes sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5. y 7) años.....	13
Cuadro 3. Ecología de la <i>Lippia myriocephala</i> en diferentes sucesiones de vegetación.....	17
Cuadro 4. Ecología de la <i>Lippia myriocephala</i> en diferentes sucesiones de vegetación infestadas por larva de <i>Phassus triangularis</i>	18
Cuadro 5. Población de árboles de <i>Lippia myriocephala</i> en diferentes sucesiones de vegetación.....	19
Cuadro 6. Características del árbol <i>Lippia myriocephala</i> en las sucesiones de vegetación.....	20
Cuadro 7. Diámetro, longitud y peso del tallo de la <i>L. myriocephala</i> en diferentes sucesiones de vegetación ocupados para leña.....	21
Cuadro 8. Calidad de leña del árbol <i>Lippia myriocephala</i> en las diferentes sucesiones de vegetación del sistema de milpa roza-tumba-pica.....	34
Continuación. Cuadro 8. Calidad de leña del árbol <i>Lippia myriocephala</i> en las diferentes sucesiones de vegetación del sistema de milpa roza-tumba-pica.....	35
Cuadro 9. Número de semillas germinadas de 50 frutos y 100 semillas.....	51
Cuadro 10. Ecología de la larva <i>Phassus triangularis</i> en el árbol <i>Lippia myriocephala</i> en dos sucesiones de vegetación del sistema roza-tumba-pica.....	64
Cuadro 11. Valor nutricional de la larva <i>Phassus triangularis</i> base seca.....	72
Cuadro 12. Contenido de Tiamina, Riboflavina y Niacina en la larva de <i>Phassus triangularis</i>	74

III INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de zona de estudio y medio natural en Patelná, Tumbalá, Chiapas.....	2
Figura 2. Deforestación de la sucesión de la vegetación para establecer el sistema agrícola roza-tumba-pica.....	6
Figura 3. Fomento de árboles en el sistema agrícola roza-tumba-pica.....	8
Figura 4. Producción agroentomoforestal en Patelná, Tumbalá, Chiapas.....	9
Figura 5. Pica de los residuos de la vegetación.....	10
Figura 6. Crecimiento de <i>Lippia myriocephala</i> en vegetación de un año.....	12
Figura 7. Árbol de <i>L. myriocephala</i> con dos Larvas de <i>Phassus triangularis</i>	15
Figura 8. Galería cicatrizada de <i>P. triangularis</i> en el árbol <i>L. myriocephala</i>	15
Figura 9. Sucesiones de vegetación.....	16
Figura 10-11.Árbol de <i>L.myriocephala</i> sobre una roca.....	17
Figura 12a-12b. Colecta de la <i>L. myriocephala</i> en sucesiones de vegetación.....	28
Figura 13a-13b. Pesado y medición de troncos de la <i>L. myriocephala</i>	29
Figura 14a-14b. Corte de cubos y rodajas de la leña de <i>Lippia myriocephala</i>	29
Figura 15a-15b. Pesado y molienda de la <i>L. myriocephala</i>	30
Figura 16. Muestra de <i>Lippia myriocephala</i> en matraz Kjeldahl de 800 cm ³ en la parrilla de digestor.....	30
Figura 17a-17b. Máquina de calor de combustión y preparación de muestra.....	31
Figura 18a-18b. Extracción de Lípidos de la <i>L. myriocephala</i> por el la técnica de Folch.....	31
Figura 19. Muestras de <i>Lippia myriocephala</i> en cajas de aluminio para la determinación de materia seca y humedad.....	32

Figura 20a-20b-20c. Determinación de fibra detergente neutro y ácido de la <i>L. myriocephala</i>	32
Figura 21. Pre incineración de la muestra de <i>L. myriocephala</i> para la determinación de la ceniza.....	32
Figura 22. Determinación de la densidad de los cubos de la madera de <i>L. myriocephala</i>	33
Figura 23-24. Establecimiento del experimento para la germinación de la semilla de la <i>Lippia myriocephala</i>	47
Figura 25-26. Flores y semillas de la <i>Lippia myriocephala</i> en sucesión de vegetación.....	48
Figura 27 (a) y semilla 27(b) de <i>L. myriocephala</i>	49
Figura 28. Plántula de la <i>Lippia myriocephala</i>	50
Figura 29. Grafica de porcentaje de germinación acumulada de semillas de la <i>L. myriocephala</i>	51
Figura 30. Germinación diaria de semillas de <i>L. myriocephala</i> evaluadas en diferentes tratamientos.....	52
Figura 31. Secado de la larva para su molienda.....	63
Figura 32a y 32b. Oxidación de jugos de la madera del árbol <i>L. myriocephala</i> y en 32b muestra el inicio de infestación del árbol por la larva <i>P. triangularis</i>	66
Figura 33. Garras y aparato bucal de la larva.....	67
Figura 34a-34b. Galeria de la larva.....	67
Figura 35a-35b. Capa protectora de la larva.....	68
Figura 36-37. Savia que emite la larva y desechos.....	68
Figura 38a -38b. Galera interna de la larva.....	69
Figura 39-41. Cosecha y consumo de larva.....	71
Figura 42. Grasa de la larva <i>P. triangularis</i>	73

IV DEDICATORIA

A Dios creador de los cielos y la tierra por bendecir mis proyectos

A mis padres Lucas Cruz Montejo y María Sánchez Álvaro, por todos sus apoyos y consejos brindados.

A mis hermanos y hermanas.

A todos los profesores de la Maestría en Ciencias en Agroforestería, que brindaron su granito de arena para mi formación profesional y empresarial.

A mis compañeros de la Maestría en Agroforestería. Saudisaref Moreno, Mario Campos Ugalde, Eder Audate, Hilario Caamal Canche y Ociel Contreras Domínguez y, por compartir su amistad, experiencia y consejos en la vida profesional.

V AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por la oportunidad y el apoyo brindado para la terminación de mis estudios de maestría y lograr uno de los objetivos tan apreciado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo de la beca completa de maestría.

A mis asesores el Dr. Ranferi Maldonado Torres, Dra. María Edna Álvarez Sánchez, Dr. Mateo Vargas Hernández, Dr. Miguel Uribe Gómez y Dra. Rosa María García Núñez, por su contribución en el desarrollo y revisión del presente trabajo.

A mis asesores externos: el Dr. Eliseo Sosa Montes, M.C. Esther Sosa Montes, por su contribución y apoyo en los análisis proximales de la *Lippia myriocephala* y de su larva *Phassus triangularis* en el Laboratorio de Nutrición Animal Departamento de Zootecnia. Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo, por su contribución y apoyo en la germinación de la semilla de la *Lippia myriocephala* en el Laboratorio de Semillas Forestales en la División de Ciencias Forestales y al Dr. Leonardo Sánchez Rojas por el uso del Laboratorio de Plantas Piloto en la División de Ciencias Forestales para el corte de cubos y rodajas de la *Lippia myriocephala*.

A la Dra. María Edna Álvarez Sánchez, por los análisis de suelos de las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica en el Laboratorio de Fertilidad de Suelo en el Departamento de Suelos.

A los laboratoristas Erika, Ing. Benito, Don Gera, Aldo, Don Emilio, Doña Eva, por su apoyo incondicional en los diferentes análisis de laboratorio hechos para el presente trabajo.

VI DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: Pascual Cruz Sánchez

Lugar de nacimiento: Ejido Patelná, Tumbalá, Chiapas, México.

E-mail: cholel_50@hotmail.com

Profesión: Ingeniero en Agroecología

Desarrollo académico

Licenciatura: Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo.

Maestría: Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo.

VII RESUMEN GENERAL

POTENCIALIDAD DEL SISTEMA AGROENTOMOFORESTAL EN CHIAPAS

Se realizó una contribución al estudio del árbol *Lippia myriocephala*, y su larva *Phassus triangularis* en diferentes sucesiones vegetación en el Ejido, Patelná, Tumbalá, Chiapas, con la finalidad de contribuir a resolver la deforestación y los problemas secundarios como la baja fertilidad, falta de combustible y poca producción de granos básicos. Se encontró que el árbol puede desarrollarse en sitios perturbados y son colonizadores, lo cual es apropiado para su aprovechamiento en zonas donde no se práctica la agricultura. En la vegetación conservada se pueden encontrar 135 árboles/ha y cada árbol puede poseer una larva de *Phassus triangularis*. La larva es muy apreciada como alimento, posee 51.25 g/100g en base seca de proteína y 52 g/100g de grasa, lo cual contribuye en la nutrición de los campesinos en los meses de marzo-abril. El árbol posee una energía al realizar combustión de 4510.48 kcal/kg y es poco contaminante por la cantidad de proteína (2.91%) que tiene. A los 2. 5 años alcanza 22.00 cm de diámetro basal y una altura de 6.93 m. Se puede propagar por semillas remojándolas en agua destilada durante dos días y después acondicionar el lugar de germinación, la máxima germinación es a los 15 días, obteniendo 78%. El árbol de *L. myriocephala* representa una excelente fuente de combustible para los campesinos de la región, además es el medio de reproducción de la larva *Phassus triangularis* que proporciona proteína y grasa para la familia campesina. Las dos especies pueden ser utilizadas para el diseño de un sistema agroentomoforestal donde se pueda obtener granos básicos, combustible y proteína, todo esto en un pequeño espacio y así contribuir a la disminución de la deforestación de las sucesiones de vegetación y reactivar los sitios desaprovechados con un manejo sustentable bajo el enfoque de la agroforestería.

Palabra claves: Sucesión de vegetación, combustible, larva, nutrición, proteína y semillas.

VIII GENERAL ABSTRACT

POTENTIALITY OF THE AGROENTOMOFORESTRY SYSTEM IN CHIAPAS

Abstract

A contribution to the study of the *Lippia myriocephala* and its larva *Phassus triangularis* in different successions of vegetation at the Ejido, Patelná, Tumbalá, Chiapas was made to contribute to resolve the deforestation and the secondary problems as the low fertility, lack of fuel and a little production of basic grains. It was found that the tree can thrive in disturbed sites and they are colonizers which is appropriate for its use in zones where there is no agriculture. In the preserved vegetation, up to 135 trees/ha can be found. Each tree can have a *Phassus triangularis* larva. The larva is very much appreciated as food, it has 51.25g/100 in fat which contributes to the farmers' nutrition during March and April. The tree has an energy of 4510.48 kcal/kg when burning and it is little polluting due to the protein quantity that it has (2.91%). The tree reaches 22.00 basal diameter and a 6.93m height at 2.5 years old. It can be propagated by seeds after they are soaked in distilled water for two days and after conditioning the germination place, the maximum germination is at 15 days, obtaining 78%. The *L. myriocephala* represents an excellent fuel source for the region farmers, besides is the reproduction means of the *Phassus triangularis* larva that gives protein and fat for the household. Both species can be used to design an agroentoforestry system where basic grains, fuel and protein can be obtained. All of this into a small space thus to contribute the diminish of deforestation at the vegetation successions and to reactivate the wasted sites with a sustainable management under the agroforestry approach.

Key words: Vegetation succession, fuel, larva, nutrition, protein and seed

1 INTRODUCCIÓN GENERAL

En Patelná, Tumbalá, Chiapas, los agricultores tienen diferentes sistemas de producción que se encuentran dispersos en el ejido. Los sistemas más comunes son el de potrero, cafetal, tonamil, frijolar, roza-tumba-quema, roza-tumba-pica, donde cada una de ellos tiene diferentes superficies, prácticas, formas de aprovechamientos y objetivos. Los sistemas anteriores crean una presión sobre la vegetación primaria y secundaria, ocasionando una disminución en superficie y edad de la sucesión de la vegetación.

El corto tiempo de descanso de la sucesión vegetativa genera diferentes problemas que se relacionan con poca productividad de los sistemas agrícolas, escasez de leña, pérdida de especies vegetales en el ecosistema natural, erosión de suelo y escasa entrada de recursos económicos a las familias. De acuerdo con Duch (1995) la reducción del periodo de descanso de la cubierta vegetal y la edad de los montes en barbecho se asocia con un mayor empleo de agroquímicos (herbicidas y fertilizantes).

La forma de manejo en tiempo y espacio de los sistemas como la roza-tumba-quema (r-t-q), roza-tumba-pica (r-t-p) y el cultivo del frijol, generan diferentes sucesiones de vegetación en el ejido Patelná; mientras que en la milpa tonamil solo es posible encontrar arvenses y arbustos.

En las sucesiones de la vegetación se encuentra una gran diversidad de especies de las cuales algunas son aprovechables, pero cumplen diferentes funciones en tiempo y espacio; de las especies que aprovechan los campesinos a manera de recolección es el árbol *L. myriocephala* y la larva *P. triangularis*.

La *L. myriocephala* una especie de usos múltiples que ofrece varias alternativas de aprovechamiento por ser de rápido crecimiento proveedora de combustible, madera para construcción, melífera, y además aporta materia orgánica al suelo, sombra, medio de producción de la larva *P. triangularis* y hongos que se aprovechan como alimento humano (Cruz, 2014).

Por sus características la *L. myriocephala* y *P. triangularis* ofrecen un gran potencial para diseñar un sistema agroentomoforestal, es decir, fomentar la cría de insectos con especies leñosas y no leñosas en interacción con cultivos (Nair, 1997).

Se han hecho pocos estudios sobre *L. myriocephala* y *P. triangularis*, lo cual genera la oportunidad de investigar de manera científica y ofrecer alternativas a los campesinos para disminuir la presión sobre las sucesiones de la vegetación; optimizar el uso de los espacios subutilizados, aumentar la productividad de granos básicos y la disponibilidad de leña.

Para plantear una alternativa viable en Patelná y otras zonas donde existe la *L. myriocephala* y *P. triangularis*, es necesario investigar su ecología, población, producción, propagación, calidad nutricional, calidad de leña y fertilidad de suelo donde se desarrollan. Actualmente no se cuenta con información cuantitativa, por lo cual, esta investigación contribuirá a generar información documentada sobre el aprovechamiento y manejo sustentable de esas especies en el sistema agroentomoforestal.

Objetivo general

Contribuir al conocimiento del árbol *Lippia myriocephala* Schiech & Cham y de su larva hospedera *Phassus triangularis*, H. Edward., 1985, como base para el desarrollo de una estrategia de aprovechamiento espacio-temporal, que permita, a los campesinos reducir la presión sobre la vegetación existente en Patelná, Tumbalá, Chiapas.

Objetivo particular

- Caracterizar el hábitat de desarrollo de *Lippia myriocephala*, en diferentes sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica.
- Determinar la calidad de la leña del árbol *Lippia myriocephala* como fuente de combustible para los campesinos en el sistema agroentomoforestal.
- Evaluar la semilla de la *Lippia myriocephala* para la producción de plántulas, de utilidad en la regeneración del sistema agroentomoforestal.
- Caracterizar la ecología de la larva *Phassus triangularis* en las diferentes sucesiones de la vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica con la finalidad de generar información que permita explicar su reproducción artificial.
- Determinar las propiedades nutrimentales de la larva *Phassus triangularis*, como fuente de alimento humano.

2 Revisión de literatura

2.1 Sucesión de la vegetación tropical

Un tipo de vegetación es una comunidad florística con determinadas características fisonómicas y ecológicas, su distribución está determinada por el clima, suelos y la geomorfología (Penninngton & Sarukhán, 2012). En México actualmente se tiene alrededor de un 10% de selva alta perennifolia con vegetación original. La disminución de la vegetación original se debe a factores como establecimiento de sistemas de producción agrícolas, ganaderas; extracción de maderas, productos forestales no maderables, incendios forestales y asentamientos humanos. Principalmente actividades antropogénicas no planeadas ocasionan la pérdida de la diversidad biológica, de suelos, la capacidad retentiva de agua y disminución de los sistemas responsables de mantener las condiciones de estabilidad ecológica que permiten la vida sobre la tierra (Pennington & Sarukhán, 2012). Por las características de cada actividad que realiza las unidades de producción mediante la perturbación de la vegetación original se va creando la vegetación secundaria, con nuevas estructuras, composición y nuevas especies.

La sucesión de vegetación son diferentes eventos y estados fenológicos de árboles, arbustos, hierbas, bejucos y otros elementos que han sufrido una perturbación de su estado natural. Granados & López (2000) mencionan que son secuencias progresivas que presentan el desarrollo y reemplazamiento de una comunidad por otra comunidad de especies vegetales que buscan llegar a un estado estable y dinámico.

Desde el punto de vista forestal la sucesión de vegetación es un proceso por el cual la masa forestal es sustituida por diferentes comunidades o especies que tendrán diferentes fases como continuidad, permanencia y composición, se presenta también eventos importantes como floración, desarrollo de frutos y semillas, la diseminación, germinación y el establecimiento de plántulas (Zavala, 2001).

El evento más importante cuando en una sucesión de vegetación ha sido eliminada en forma total o parcial, son la germinación de las semillas conservada en el suelo o dispersadas y producen una secuencia dinámica de crecimiento y desarrollo

(Granados & López, 2000). Las plántulas establecidas de manera natural en las sucesiones de vegetación son especies capaces de sobrevivir en condiciones de luminosidad y de sombra para crear la masa forestal (Martínez & Howe, 2010).

Normalmente el disturbio de la vegetación es ocasionado por el establecimiento del sistema agrícola roza-tumba-quema y roza-tumba-pica, para favorecer la regeneración de plantas, los campesinos durante el corte de los árboles dejan tocones que miden entre 0.40 y 1.0 m de altura, buscando con ello la recuperación más pronta en el tiempo, evitando en lo posible la escasez de los montes (Duch, 1995).

Por su parte Cruz (2014) menciona que después de la perturbación forestal para el establecimiento de un sistema agrícola, la regeneración de la vegetación dependerá de la técnica empleada en la eliminación de ésta, es decir por la forma de cortar los árboles, si dejan árboles que actúen como dispersores de semillas o si se tienen manchones de vegetación natural cerca.

2.2 Ecología de la vegetación tropical

Cada tipo de vegetación tiene sus particularidades de acuerdo al ambiente en donde se desarrolla; algunos de los atributos son forma de crecimiento, número de especies, abundancia, interacciones y estructura física (Smith & Smith, 2012).

Las comunidades vegetales son conjunto de especies que tienen atributos como forma de crecimiento, número de especies, abundancia, interacciones y estructura física. Es posible encontrar en las comunidades vegetales sitios de estructura de tamaños, densidades de juveniles y plantas muertas en pie (Zacarías & Del Castillo, 2010). Las estructuras de las comunidades en los sitios o espacios pueden formar grupos homogéneos o conglomerados Sosa, Lebgue y Puga (2006). Una especie en particular que forma parte de una comunidad tiene su ecología y es considerado como los factores particulares del medio ambiente y su comportamiento específico en el tiempo y espacio Miranda, Gómez y Hernández (1967).

La dominancia de las especies y características de altura, copas amplias, gran número de individuos, mayor biomasa por unidad de área y distribución, son las que permiten que sobresalgan en el tiempo y espacio (Granados & Tapia, 2002). Según

Zarco, Valdez, Ángeles y Castillo (2010) las alturas de los árboles son las que determinan los diferentes estratos. Por su parte Pompa & Camarero, (2015) menciona que los diámetros, alturas y copas son transformados en crecimiento absoluto de los árboles, en este proceso pueden intervenir factores externos como la lluvia invernal, importante para el incremento radial. Según Williams (1996) las especies de árboles que presentan mayor crecimiento diamétrico son los dominantes del dosel superior del bosque.

Una comunidad vegetal puede estar integrada por diferentes familias como Astereaceae, Fabaceae, Burseraceae, Lamiaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, etc, en diferentes proporciones, estructura y densidades, las dominantes puede ser especies arbustivas en los acahuals Ávila, Sánchez y Catalán (2010) y Sosa, Sansores y Zapata (2000). Las especies dominantes en una comunidad son las que definen la estructura de cada tipo de vegetación (Ávila *et al.*, 2010). Según Peralta & Moreno (2009) la composición botánica define la riqueza y diversidad de especies en un sitio determinado.

En las comunidades vegetales no solamente existen cambios en la parte aérea sino también a nivel de suelo; ya que el desarrollo de la vegetación secundaria en áreas donde originalmente estaba un bosque clímax está asociado con cambios en la composición mineralógica, la génesis y la taxonomía del suelo; los cambios afectan la disponibilidad de nutrientes para las plantas y es probable su influencia en la composición y estructura de la vegetación Cruz, Castillo y Gutiérrez (2003). Por su parte Levy & Hernández X (1989) mencionan que cuando en las sucesiones de vegetación es alta la variabilidad estructural implica heterogeneidad en los suelo, diversidad de especies, diferentes tasas de crecimiento y capacidad de rebrote.

En la parte superficial del suelo es posible encontrar zonas pedregosas, rocosas, peñas, barrancas, y estas influyen en las poblaciones de las sucesiones de la vegetación, pero es posible que las rocas actúen como protectores de las especies. Según (Rivera, 2014) las causas que permiten que árboles se encuentren asociados con piedras son: 1) mayor depósitos de semillas bajo otra especie vegetal, o en hendiduras de rocas, 2) sitios con mayor humedad, 3) sitios seguros contra

depredadores, 4) sitios con alta disponibilidad de nutrientes y 5) soporte físico. Pero es posible que dentro de las sucesiones de la vegetación puedan presentarse más fenómenos ecológicos y estas forman parte de la ecología de una especie o de la población misma de la comunidad vegetal.

2.3 Micro hábitat de las especies tropicales

Todo ser vivo en la naturaleza tiene desarrollo, reproducción, interacción y función dentro del ecosistema Valdez, Hernández, Nieto, Castillo y Llanderal (2005). Los insectos a través del tiempo han desarrollado mecanismos de adaptación y propagación de sus especies ante las condiciones adversas, por ejemplo los efectos de la temperatura; ellos buscan sincronizar su ciclo de vida activo en condiciones ambientales favorable (Ramírez, Guzmán, Vera, *et al.*, 2005). Las estrategias de adaptación y sobrevivencia de los insectos es posible observar en campo los diferentes medios con que interactúa como son las rocas, maderas, árboles, techos de casa, hojas de árboles, estas son para complementar su ciclo reproductivo. Los insectos buscan ciertas especies de árboles o medios para su reproducción, porque en ellas encuentran alimento como pectinas en las paredes celulares, constituidos por una mezcla de azúcares ácidos y neutros. Su presencia en paredes celulares determina su porosidad y proporciona superficies cargadas que modulan el pH y el balance iónico y actúan como moléculas de reconocimiento de señales como las de los organismos simbióticos, los patógenos y los insectos (Azcón & Talón, 2008).

En una comunidad, las especies se encuentran conectadas mediante relaciones tróficas que componen complejas redes de interacción (Cagnolo & Valladares, 2011), la red de interacciones complejas, muchas no lineales, de la cual emerge una noción más profunda del “balance de la naturaleza”.

En los sistemas de producción agrícola pueden presentarse interacciones temporales y espaciales entre los diversos componentes árboles, animales, suelos, insectos, entre otras (Altieri & Nicholls, 2006). El comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes. Las interacciones potenciadores de sistemas son aquellas en las cuales los productos de un componente son utilizados en la producción de otro

componente (Altieri & Nicholls, 2006) y las interacciones mutualistas muestran conexiones entre especies (Lara, Díaz, Martínez, *et al.*, 2012). Según Pérez, Aragón, Pérez, Hernández y López (2011) los insectos asociados a un cultivo tiene una función en el agroecosistema que pueden ser perjudiciales o benéficas; tienen múltiples usos ya sea como alimento humano, animal, medicinal, fuente de recursos económicos, recicladores de desechos orgánicos de basura o desechos de otros animales, filtradores de minerales, medios de conservación de la biodiversidad, etc. (González & Contreras, 2009).

2.4 Aprovechamiento de la vegetación tropical por sistemas de producción

El aprovechamiento de la vegetación tropical va a depender de las unidades de producción, por ejemplo mano de obra disponible, objetivo de producción, recursos económicos, superficie de tierras, ambiente, recurso fitogenéticos y cultura. Tal es el caso de los campesinos del ejido Patelná, que desarrollan una serie de actividades y sistemas, cuya principal explicación sería un ambiente bondadoso que permite la adaptación y reproducción de las especies. Los sistemas que son frecuentes en las vegetaciones tropicales son las praderas extensivas para la producción de bovino, ovinos, los sistemas agrícolas como: la roza-tumba-quema, roza-tumba-pica, tonamil, frijolar y los diferentes sistemas agroforestales representadas por el cultivo de café, plantaciones forestales y de frutales; cada una de ellas tiene diferentes superficies, prácticas, tecnologías y formas de aprovechamiento de sus recursos, generadores de alimentos e ingresos (Armijo, 2014).

2.5 Aprovechamiento de las especies tropicales

La comunidad vegetal o bosque presenta diferentes estratos vegetales que incluye a árboles, arbustos y hierbas. Los campesinos se adaptan y se relacionan al dinamismo del medio natural a través del aprovechamiento de las especies de las cuales obtienen productos como leña, postes, ornato, medicinal, fauna, insectos, etc. (Mariaca, Pérez, López, *et al.*, 2007). La vegetación secundaria compuesta por arbustos, gramas nativas y herbáceas puede ofrecer forraje para el ganado bovino con diferentes valores nutricionales Sosa, Sansores y Zapata (2000). Los elementos

de una comunidad vegetal conforman una alta diversidad genética de las cuales se pueden generar diferentes usos y categorías como son: comestibles, industrial, medicinal, trampa vegetal, ornamental, forrajero, juguete, ceremonial y es posible que solamente se aproveche alguna de sus partes como la raíz, tallo, hojas, fruto y el cáliz (Hernández & Yañez, 2009), pero el uso múltiple de una especie forestal, depende del conocimiento que se tenga de ésta (Sánchez & Farfán, 1989). Entre los principales aprovechamientos de las especies tropicales destacan la leña y los insectos como fuente de proteína para alimento humano.

En la zona de estudio en Patelná, Tumbalá, Chiapas se aprovechan dos especies que se describen a continuación:

El árbol *Lippia myriocephala*: El tallo del árbol de la *L. myriocephala* es aprovechado principalmente como leña, postes, construcciones. Las mujeres campesinas de Patelná les agradan usar esta especie por ser un árbol de rápido crecimiento, la leña es ligera, produce pocas cenizas y humo cuando se quema durante la cocción de alimentos. En ocasiones, en las sucesiones de vegetación es posible encontrar individuos de *L. myriocephala* en pie pero ya muertos; y cuando estos son aprovechados; se establecen los sistemas agrícolas, principalmente en los meses de febrero a marzo, también es aprovechada la especie ya que se reduce su peso por secado natural por el sol. Según Monserrat (2013) el palo gusano o la *L. myriocephala* en algunos municipios del estado de Veracruz, su uso principal es para leña, debido a que su tallo se bifurca y crece en forma inclinada, lo que impide que sea utilizado para formar viga. Por su parte Espinoza, Vera y Carrillo (1989) mencionan que la *L. myriocephala* puede ser establecida en plantaciones energéticas por ser una especie de rápido crecimiento y su uso como leña.

Autores como Nash & Nee (1984); Rzedowski & Calderón (2002) reportan que la *Lippia* es un árbol de 12 m de altura el cual se adapta hasta los 2300 msnm, alcanza una edad promedio de 20 años, pero es posible encontrar árboles de más de 30 años (Escamilla, Escamilla, Gómez, Ramo y Pino, 2012). Según Monserrat, (2013), crece en zonas perturbadas, siendo los acahuals los lugares preferidos, terrenos

accidentados, laderas, lomeríos suaves, suelos pedregosos y cualquier tipo de suelo.

El árbol de *Lippia* tiene una función importante dentro de la cadena trófica por ser un medio para la reproducción de la larva *Phassus triangularis*, la cual se consume y contribuye a la dieta de los campesinos (Monserrat, 2013).

La larva *Phassus triangularis*

La larva de *Phassus triangularis* según Monserrat (2013) es consumida asada, frita y en salsa. En Patelná, Chiapas el consumo asado de la larva normalmente se acompañan con un plato de frijoles y tortillas calientes o en su caso se consume como botana.

Según Monserrat (2013) la larva de *P. triangularis*, es de tipo parásita ya que el árbol de *Lippia* le sirve de hospedero y como fuente de alimento sin embargo, estas no aportan nada de ayuda al árbol; cuando el árbol alcanza aproximadamente 2 a 3 metros de altura, la infestación por larvas del gusanillo es abundante y son atacados desde la base de los troncos. Las larvas por sus hábitos barrenadores se alimentan exclusivamente del tronco de los árboles, es difícil precisar la hora en que se alimentan ya que se encuentran dentro del árbol. Según Escamilla (2011) menciona que se “alimenta en la parte central del tallo y generalmente se encuentra una larva en cada galería. Su presencia se detecta por la formación de una pequeña bolsa de aserrín que se encuentra adherida y tapando cada uno de los orificios de la larva. Cada orificio es indicador de la presencia de un solo gusano. Un árbol puede tener desde uno hasta seis larvas

En otras partes de la república mexicana también tienen el conocimiento y aprovechamiento de varios insectos como alimento humano lo que resulta algo extraño para los países sin tradición entomofágica, como los europeos, pero es de gran interés en numerosas regiones del mundo, en particular en México y China (Ramos & Viejo, 2007).

Algunas de las más conocidas y aprovechadas son como las hormigas chicanas (*Atta mexicana* Smith y *Atta cephalotes* Latreille), gusano de jonote (*Arsenura armida armida* Gramer), gusanillo (*Phassus triangularis* H.E) pueden estar en

diferentes agroecosistemas (Escamilla *et al.*, 2012). En Jonotla, Puebla, cada año, durante los meses de abril a julio, el árbol de jonote (*Heliocarpus appediculatus* Turcz.) se llena de gusanos conocidos comúnmente como cuetlas (*Arsenuda armida* Cramer) estos gusanos son de colores brillantes: rojo, azul, naranja, ocre y de color café, los cuales se depositan en el tronco y ramas del árbol, estos lepidópteros son consumidos de diferentes maneras (Cunill, 2015).

Otras de las especies conocidas y consumidas en México son las larvas de la hormiga “escamolera” (*Liometopum apiculatum*), (Labana, 2013). En México muchas especies comestibles son solicitadas en los diversos restaurantes y comercializados en los mercados: padrecitos, ahuahutle, axayacatl, zacamiches, chapulines, jumiles, grana cochinilla, periquitos del aguacate, botija, gusano del nopal, gusano rojo y blanco del maguey, escamoles, chicatanas y la miel de la abeja (Ramos & Pino, 1998). Algunas de las especies como el gusano rojo de maguey son producidas de manera intensiva bajo condiciones de invernadero y muchas son de recolección (Llanderal, Santos, Almanza, Nieto y Castillejos (2010).

La diversidad de insectos son aprovechadas de diferentes formas y muchas de ellas son fuente de proteínas, energías y vitaminas, lo cual pueden ser aprovechadas para las zonas urbanas y rurales a favor de la nutrición de la sociedad mexicana.

3 Literatura consultada

- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2006). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México.* 17-26
- Armijo F., C. (2014). Caracterización del sistema milpa con árboles como alternativa al sistema de agricultura migratoria. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco. Edo de México. 109.
- Ávila Sánchez, P., Sánchez-González, A., & Catalán Everástico, C. (2010). Estructura y composición de la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(2), 119-138.
- Azcón, J., & Talón, M. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. *España: Universitat de Barcelona.* 651p.
- Cagnolo, L., & Valladares, G. (2011). Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Revista Ecosistemas*, 20(2-3).
- Cruz S., P. (2014). Alternativas para el sistema agroforestal con *Lippia myriocephala* Sciech & Cham. Un árbol de usos múltiples, en el 1^{er} congreso Nacional de Agroforestería, estrategias frente al cambio climático y la lucha contra el hambre. Tetela de Ocampo Puebla, México.
- Cruz S., P. (2014). El tlacolol, sistema de producción tradicional de milpa, en Xochipala, Tlaquiltenango, Morelos. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 100.
- Cruz, A.B., del Castillo, R.F., & Gutiérrez, C. (2003). Patrones de desarrollo del suelo asociados con sucesión secundaria en un área originalmente ocupada por bosque mesófilo de montaña. *Revista Ecosistemas*, 12(3).

- Cunill F., J. M. (2015). Contribución al estudio etnofarmacológico del Jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) en Jonotla, Puebla, México. Tesis profesional. Ingeniería en Restauración Forestal. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 82.
- Duch, G. J. (1995). Disturbio forestal y agricultura milpera tradicional en la porción central del estado de Yucatán. *Maestría en Ciencias* Tesis, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Escamilla P., E. (2011). Material acopiado sobre *Phassus triangularis*. CRUO-CENIDERCAFE. Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. Material inédito.
- Escamilla-Prado, E., Escamilla-Femat, S., Miguel, J., Gómez-Utrilla, M. T. A., Ramos-Elorduy, J., & Pino-Moreno, J. M. (2012). AGROECOSYSTEMS IN THE STATE OF VERACRUZ. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 15(SUP 2), S101-S109.
- Espinoza, J., VERA, G., & Carrillo, F. *Evaluación de plantaciones de Acacia retinoides Schlecht con fines de producción de leña combustible. Resúmenes de ponencias. 1. Reunión Nacional sobre Dendroenergía, México, DF, 8-9 Nov 1989* (No. 21858). Universidad Autónoma Chapingo, México, DF.
- Gonzáles, F.C.V., & Contreras, A.T.R. (2009). La entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable: revista de turismo, desarrollo y competitividad*, (16), 57-83.
- Granados S., D & Tapia V. R. (2002). Comunidades vegetales. Universidad Autónoma Chapingo. 93-94.
- Granados, S., & López, R. (2000). Sucesión ecológica: dinámica del ecosistema. *Universidad Autónoma de Chapingo, México*.
- Hernández, J. F. S., & Yáñez, S. B. (2009). Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México.

- Hernández, J. V., de la Rosa, A. B., Sánchez, E. I., & Upton, J. L. (2005). Parámetros genéticos del crecimiento y densidad de madera en edades juveniles de *Eucalyptus urophylla* ST Blake. *Agrociencia*, 39(4), 469-479.
- Labana, C., & Domingo, J. (2013). Variables del hábitat de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) en el municipio de Charcas, san Luis Potosí, México.
- Lara Ponce, E., Caso Barrera, L., & Aliphath Fernández, M. (2012). El sistema milpa roza, tumba y quema de los maya itzá de San Andrés y San José, Peten Guatemala. *Ra Ximhai*, 8(2).
- Lara-Rodríguez, N. Z., Díaz-Valenzuela, R., Martínez-García, V., Mauricio-López, E., Anaid-Díaz, S., Valle, O. I., ... & Ortiz-Pulido, R. (2012). Redes de interacción colibrí-planta del centro-este de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 569-577.
- Levy T., S & Hernández X., E. (1989). Producción de leña con especies nativas y su relación con la sucesión secundaria en Yaxcaba, Yucatán. En: Primera reunión nacional sobre dendroenergía. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 327-337.
- Llanderal-Cázares, C., Santos Posadas, H. M., Almanza-Valenzuela, I., Nieto-Hernández, R., & Castillejos Cruz, C. (2010). Establecimiento del gusano rojo en plantas de maguey en invernadero. *Acta zoológica mexicana*, 26(1), 25-31.
- Mariaca Méndez, R., Pérez Pérez, J., López Meza, A., León Martínez, N. S., Moreno, R., de Oliveira, A. A., ... & Youdeowei, A. (2007). *La milpa tsotsil de los altos de Chiapas y sus recursos genéticos* (No. 635.67 M661). Universidad Intercultural de Chiapas, Chiapas (México). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas (México)..

- Martínez-Garza, C., & Howe, H. F. (2010). Características foliares y tasas vitales de árboles sucesionales tardíos de un bosque tropical perennifolio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (86), 1-10.
- Miranda, F., & Gómez Pompa, A. H. X. (1967). *Un método para la investigación ecológica de las regiones tropicales* (No. AR/630 H4/Pt. 2).
- Monserat T., A. M. (2013). Estudio entoentomologico del “Gusanillo” (*Phassus triangularis* H. Edward, 1885) en cinco Municipios productores de café en Veracruz. Tesis de licenciatura. Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Chapingo. 77.
- Nair R., P.K. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 543p.
- Nash, D. L., & Nee, M. (1984). Flora de Veracruz, fasc. 41, Verbenaceae. *Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México*.
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peralta-Peláez, L. A., & Moreno-Casasola, P. (2009). Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (85), 89-99.1+
- Pérez Torres, B. C., Aragón García, A., Pérez Avilés, R., Hernández, L. R., & López Olguín, J. F. (2011). Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(3), 359-371.
- Pompa-García, M., & Camarero-Martínez, J. J. (2015). Potencial dendroclimático de la madera temprana y tardía de *Pinus cooperi* Blanco. *Agrociencia*, 49(2), 177-187.
- Ramírez-Legarreta, M. R., Guzmán, M. E. R., Vera-Graziano, J., Pinto, V. M., Aceves-Navarro, L. A., Mora-Aguilera, G., ... & Jacobo-Cuellar, J. L. (2005).

Caracterización cuantitativa de la diapausa de palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Agrociencia*, 39(2), 221-229.

Ramos Elorduy, J., & Pino Moreno, J. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología serie Zoología*, 69(001).

Ramos-Elorduy, J., & Viejo-Montesino, J. (2007). Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biología*, 1-4.

Rivera R., A. (2014). Nodrizaje en poblaciones de *Bursera bipinnata* (Moc. & Sessé ex DC.) Eng. En tres predios de la Sierra Huautla Morelos. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 100p.

Rzedowski, J., & Calderón de Rzedowski, G. (2002). *Familia verbenaceae* (No. QK 211. F56 2002 no. 100).

Sánchez, A. M. S., & M Farfán, E. Estudio de cuatro especies de valor dendroenergético del Alto Balsas Poblano Resúmenes de ponencias. In 1. *Reunión Nacional sobre Dendroenergía, México, DF, 8-9 Nov 1989* (No. 21891). Universidad Autónoma Chapingo, México, DF.

Smith, T. M. S., & Leo, R. (2012). *Ecología*. Madrid, ES: Pearson Educación. 348-350.

Sosa, M., Galarza, J. L., Lebgue, T., Soto, R., & Puga, S. (2006). Clasificación de las comunidades vegetales en la Región Árida del Estado de Chihuahua, México. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 53-59.

Sosa, R. E. E., Sansores, L. L. I., & Zapata, B. D. J. Ortega, RL, 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc Pecu Méx*, 38(2), 105-117.

- Valdez-Carrasco, J., Hernández-Livera, R. A., Nieto-Hernández, R., Castillo-Márquez, L. E., & Llanderal-Cázares, C. (2005). Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* (Hamm)(Lepidoptera: Cossidae). *Agrociencia*, 39(5), 539-544.
- Williams-Linera, G. (1996). Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. *Madera y Bosques*, 2(2), 53-65.
- Zacarías-Eslava, Y., & Castillo, R. F. D. (2010). Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 13-28.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.
- Zavala Chávez, F., & Chávez, F. Z. (2001). *Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos* (No. 582.16 Z3I5). 13-14.

4 ECOLOGÍA DE LA *Lippia myriocephala* EN SUCESIONES DE VEGETACIÓN

Resumen

Este estudio presenta un aporte a la ecología del árbol *Lippia myriocephala* en diferentes sucesiones de la vegetación (1.0, 2.5, 5.0 y 7.0 años) del sistema agrícola roza-tumba-pica en Patelná, Chiapas. Se realizaron recorridos de campo, análisis de fertilidad de suelo; toma de datos de las características particulares del árbol como son diámetro, altura a la primera rama, altura total, largo y ancho de copa; desarrollo del árbol en el suelo, árbol infectado por la larva de *Phassus triangularis* y mediciones de largo, diámetro y peso de la leña de *L. myriocephala*. Se realizó un análisis de varianza, usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. El manejo de la sucesión, es por la técnica de rozar-tumbar y picar los residuos de la vegetación, evitando el uso del fuego y en ello se fomenta la conservación de la *Lippia* como árbol de usos múltiples y medio de propagación de la larva *P. triangularis*, consumido por los campesinos. La visita de los campesinos en las diferentes sucesiones para aprovechar la leña y la larva, perturban la población de la *Lippia*, en la de cinco años hay 35 árboles/ha y en la de siete años, menos perturbada, se tienen 135 árboles/ha. En cuanto a la fertilidad en las sucesiones, para el Cu, Mn, Zn, P y K hay diferencias significativas. En relación a la ecología del árbol *L. myriocephala* se desarrolla en, solo suelo, a lado de una piedra y sobre piedras. Respecto a las características del árbol se presentaron diferencias significativas en los años de sucesión. En la leña presentaron diferencias significativas en diámetro y peso g/cm, mas no hubo diferencias en longitud. La *L. myriocephala* posee cualidades para ser utilizado en un sistema agroforestal por las características que expresa en las sucesiones de vegetación.

Palabras claves: ecología, sucesión, sistema agrícola, fertilidad, larva.

ECOLOGY OF THE *Lippia myriocephala* IN VEGETATION SUCCESSIONS

Abstract

This study presents a contribution to the tree ecology *Lippia myriocephala* in different successions of vegetation (1.0, 2.5, 5.0 and 7.0 years) of the traditional agricultural system in Patelná, Chiapas. Field trips, soil fertility analysis; data collection of the particular characteristics of the tree as: diameter, height at the first branch, total height, length and width of the canopy; development of the tree in ground, infected tree by the *Phassus triangularis* larva and measures of length, diameter and wood weight of the *L. myriocephala* were done. An analysis of variance was done using the General Linear Model correspondent to a Randomized Complete Block Design. The succession management is given by the traditional agricultural system for the vegetation wastes avoiding the use of fire and with that the conservation of the *Lippia* as multipurpose tree and means of propagation of the larva *P. triangularis* consumed by the farmers is promoted. The visiting of the farmers, in the different successions to take advantage of the wood and the larva, disturb the *Lippia* population, in the 5 years succession there are 35 trees/ha and in the 7 years succession, less disturbed, there are 135 trees/ha. In respect of the fertility in the successions for the Cu, Mn, Zn, P and K there are meaningful differences. In relation to the tree ecology the *L. myriocephala* only develops in soil alone, on a side of a rock and on rocks. Regarding the characteristics meaningful differences were present in the years of succession. In the wood, meaningful characteristics in diameter and weight g/cm were present, but there were no differences in length. The *L. myriocephala* has qualities to be used in an agroforestry system by the characteristics that it expresses in the vegetation successions.

Key words: ecology, succession, agricultural system, fertility, larva.

4.1 INTRODUCCIÓN

El bosque es un sistema que integra autótrofos, heterótrofos y el ambiente abiótico, en donde cada uno de los componentes procesa e intercambia energía y materia para transformar los compuestos inorgánicos en orgánicos simples (Smith & Smith, 2012). Los heterótrofos se alimentan de compuestos inorgánicos simples y orgánicos complejos, los cuales son transformados y procesados nuevamente por los autótrofos. Mediante la descomposición de compuestos por el sistema se recircula de manera interna los nutrientes (Smith & Smith, 2012). Los nutrientes en el ecosistema o en sucesiones de vegetación crean islas de fertilidad las cuales tienen un impacto en el desarrollo de una especie y de la biodiversidad, que pueden funcionar como nodrizas al crear un hábitat protector contra la radiación directa y herbáceas agresivas (Granados, Sánchez, Victorino y Borja, 2011). Por ello, en cada ambiente se tienen formas particulares de vida de las especies, como asociaciones, relaciones con los componentes del hábitat y las condiciones del lugar, con algunas de estas características se crea la ecología exclusiva de cada individuo. En la ecología de las especies se tienen interacciones, redes tróficas, patrones de diversidad y de producción (Smith & Smith, 2012).

El crecimiento y desarrollo de la *L. myriocephala* es afectada por factores como la precipitación, temperatura, nutrientes y condiciones de manejo del sistema. En Patelná, Tumbalá, Chiapas, el sistema roza- tumba-pica, explica el alto grado de variación en la producción neta; otros efectos en el tiempo son la edad, el diámetro y la altura de la especie. La variación de la especie o su homogeneidad conduce a diferentes aprovechamientos como combustibles y para construcción, así como hospedero de la larva *P. triangularis*. La larva infesta al árbol durante los primeros cinco años de edad ubicados en diferentes ambientes; los cuales son aprovechados como fuente de proteína en la dieta de la sociedad campesina en los meses de febrero- marzo-abril de cada año.

La escasa información sobre las condiciones de crecimiento y desarrollo en su hábitat natural así como los mecanismos de reproducción de la ecología del ciclo reproductivo de la *L. myriocephala*, impiden hacer una mejor planeación de su

aprovechamiento. En México se tienen pocos registros de esta especie utilizada localmente. Por lo anterior, en la presente investigación se realizó un aporte a la caracterización ecológica de *Lippia myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica para su implementación en un sistema agroentomoforestal.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El presente estudio se realizó en los terrenos ejidales de Patelná, Tumbalá, Chiapas. En el ejido es posible encontrar barranca, joyas, valles, planadas, cerros (Figura 1). El clima de la zona de estudio es de tipo A (m) cálido húmedo con lluvias todo el año.

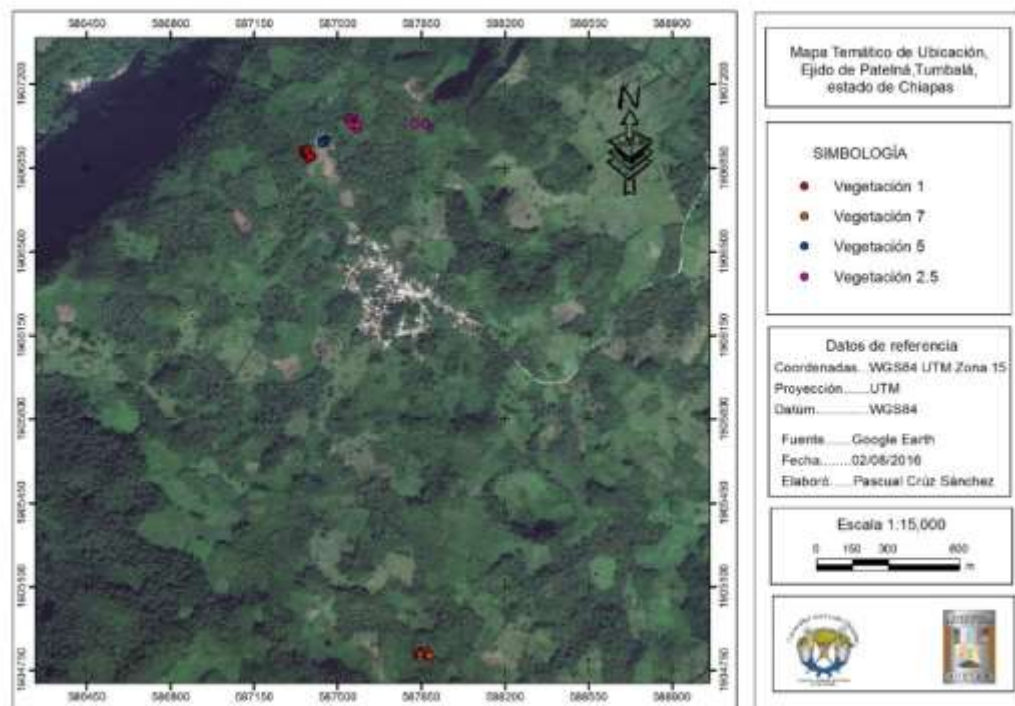


Figura 1. Localización de zona de estudio y medio natural en Patelná, Tumbalá, Chiapas.

Los sitios de toma de datos se encuentran en las diferentes sucesiones de la vegetación donde se realiza el sistema agrícola roza- tumba-pica.

Delimitación del área de estudio

En Patelná, Tumbalá, Chiapas se ubicaron las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica, donde se seleccionaron cuatro sucesiones: 1.0, 2.5, 5.0 y 7.0 años; en cada sucesión se localizaron sitios con mayor población de la *L. myriocephala* para realizar las evaluaciones dirigidas.

En cada sucesión se delimitaron áreas de 2000 m² (50 x 40 m), con orientación Norte-Sur, dentro de las cuales se delimitaron tres parcelas de 200 m² (10 x 20 m), que se denominaron parcelas (P₁, P₂ y P₃) donde se realizaron las observaciones y obtuvieron datos de la ecología del árbol siguiendo la metodología de Miranda, Gómez y Hernández (1967). Los sitios de estudio fueron georreferenciados y presentan condiciones particulares de altitud y relieve (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localización de las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica, en Patelná, Tumbalá, Chiapas.

Sucesión	Altitud msnm	Coordenadas	
		N	W
7	1059	17° 13'	092° 10'
5	753	17° 14'	092° 10'
2.5	817	17° 14'	092° 10'
1	803	17° 14'	092° 10'

Caracterización de la ecología de la *L. myriocephala*

La caracterización ecológica de la *L. myriocephala* en las diferentes sucesiones de la vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica, se realizó de la manera siguiente:

Entrevista:

Por medio de entrevistas a agricultores y recorridos de campo con informantes que aprovechan el árbol *L. myriocephala* y la larva *P. triangularis* se preguntó sobre las prácticas agrícolas del sistema roza-tumba-pica.

Muestreo de suelo:

Para determinar la fertilidad del hábitat de la *Lippia myriocephala* se realizó un muestreo de suelo en cada parcela (P_1 , P_2 , P_3) y en cada sucesión de vegetación con una Barrena Tubular RM-100. Se colectaron 25 submuestras en forma aleatoria y en zig-zag a una profundidad de 0 a 30 cm, para formar una muestra compuesta de 500 g. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Fertilidad en el Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo. El análisis incluye: pH, materia orgánica (Walkley y Black), nitrógeno inorgánico (extraído con KCl 2 N), fósforo disponible (Olsen), potasio, calcio, magnesio y capacidad de intercambio catiónico (en acetato de amonio pH neutro), hierro, manganeso, zinc, cobre (extracción con DTPA) boro (extraído con CaCl_2), S disponible (extraído con 0.05M NH_4OAc + 0.25M ácido acético) según las metodologías descritas en Álvarez & Marín (2015).

Toma de datos de campo

Registro de la *L. myriocephala* en cada sucesión

Para la característica particular de cada árbol de *L. myriocephala* en cada sucesión de la vegetación primeramente se georreferenció con el GPS Garmin® para obtener su mapa de distribución; se contabilizó el número de árboles por área delimitada, así como el registro de *L. myriocephala* solo o asociado, a lado de piedras o encima de ellas.

En las sucesiones de 1.0 y 2.5 años se encontraron 14 árboles, la vegetación de 5.0 años por 7.0 árboles y la de 7.0 años por 27 árboles.

Variables dasométricas. Las variables evaluadas en la ecología de la *L. myriocephala* según la metodología de Miranda, Gómez y Hernández (1967) fueron: diámetro de base (DB) en cm, diámetro a la altura de pecho (DAP) en cm, altura primera rama (APR) en m, altura total (AT) en m; longitud y ancho de copa

(LC y AC) en m y con estos datos se calculó el área basal en m², volumen aparente en m³ y volumen real en m³ del árbol.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. Donde los tratamientos correspondieron a las sucesiones de vegetación y los bloques a las parcelas.

Los análisis se realizaron usando el Software SAS V 9.4, (SAS, 2016).

4.3 RESULTADO Y DISCUSIÓN

Manejo de la sucesión de la vegetación

La sucesión de la vegetación en el ejido Patelná, Tumbalá, está relacionado con el proceso de deforestación que implica procesos ecológicos y fisiológicos de muchas especies que habitan en ella (Figura 2). Según Peña *et al.* (2005) la deforestación origina profundos cambios en los procesos ecológicos; uno de ellos es el efecto borde, el cual consiste en la generación de microclimas variables y de condiciones edáficas dinámicas, ambos determinados por la transición entre el bosque nativo y la comunidad vegetal inducida adyacente.

El sistema roza-tumba-pica como único medio de los campesinos para producir alimentos en las zonas inaccesibles, conduce a la deforestación y fragmentación de los bosques nativos.



Figura 2. Deforestación de la sucesión de la vegetación para establecer el sistema agrícola roza-tumba-pica.

Según Cayuela (2006) la fragmentación tiene efecto positivo sobre la diversidad local y la perturbación tiene un efecto negativo.

El manejo de la sucesión de la vegetación, está dada por la técnica de rozar- tumbar y picar los residuos de la vegetación, pero también lleva una serie de prácticas que los campesinos han desarrollado a lo largo de su historia en la producción de los alimentos.

Condiciones de manejo y percepción de los campesinos

Cada familia campesina de Patelná, posee entre 5. a 30 ha de tierras distribuidas en el territorio ejidal, mentalmente llevan su control de los años de vegetación (sin registro en papel) y a partir de ahí se organizan para seleccionar las áreas de vegetación para establecer la milpa. Los agricultores que poseen poco terreno, realizan el descanso de la vegetación por dos años mientras que los que tiene 30 ha tienen vegetaciones de 30 años o más. Para seleccionar el área definitiva en donde establecerán su milpa, realizan recorridos en los predios, y revisan

principalmente la estructura de la vegetación y también influye la cercanía a la comunidad y la obtención de combustibles.

Los campesinos que practican la roza-tumba-pica, inician la roza normalmente en los meses de marzo y terminan a finales de abril de cada año. La actividad de rozar consiste en cortar con un machete a nivel suelo las hierbas, bejucos y arbustos; debido a que son áreas pedregosas se avanza lentamente en esta actividad, los residuos cortados se acomodan bien en el suelo en forma de acolchados para fomentar la rápida descomposición, facilitar la siembra y evitar en lo posible que crezcan hierbas que compitan al maíz cuando éste posee los primeros 30 cm de altura.

La tumba de árboles es una de las actividades más importantes la cual define la estructura de la vegetación para los próximos años y la rápida regeneración de las especies. La tumba es una actividad difícil porque la mayoría de los árboles están llenos de bejucos y esto impide que tarden en desmenuzarse cada árbol. Para tirar un árbol al suelo se lleva diferente tiempo y depende de su diámetro y la dureza de ellos, el más tardado hasta picar los residuos y liberar las partes útiles del árbol para leña o para construcciones, es de una hora. Al tirar un árbol dependiendo en donde creció, solo o a lado de una piedra y su diámetro, se dejan tocones desde 20 cm a 2 metros de altura. Los tocones de los árboles permitirán rebrotes nuevos para la regeneración de la misma especie.

En la tumba de los árboles al mismo tiempo se fomentan especies útiles para el campesino algunas de ellas son (Figura 3):

No.	Nombre común	Nombre científico
1	guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol
2	aguacate	<i>Persea americana</i> Mill
3	jinicuil	<i>Inga jinicuil</i> G.Don
4	jolmashté	<i>Talauma mexicana</i> (DC.) Do
5	onté	<i>Nectandra ambigens</i> (Blake) C.K. Allen
6	Chalahuite	<i>Inga vera</i> Willd
7	Guapaque	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw
8	cedro	<i>Cedrela odorata</i> L
9	caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King

10	jonote rojo	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.
11	jonote	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i> Rose
12	canshán	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Excell
13	pimienta	<i>Pimenta dioica</i> (L.)Merrill
14	guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.
15	mamey	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq) H.E.Moore & Stearn

Estas son las especies que en poco tiempo emitirán nuevas semillas para el repoblamiento del espacio perturbado y así se inicien nuevamente las sucesiones de vegetación; este modelo de sucesión de vegetación solo se logra con los que ya no practican la quema.



Figura 3. Fomento de árboles en el sistema agrícola roza-tumba-pica.

Las especies más fomentadas dentro del sistema roza-tumba-pica es la *Lippia myriocephala* una especie de uso múltiple: combustible, madera para construcción, materia orgánica, melífera, hospedero de larva de *P. triangularis* y de un hongo comestible.

El fomento de la *L. myriocephala* desarrolla un nuevo modelo de producción llamado en términos académicos la **Agroentomoforestería** (Figura 4), este sistema es una nueva actividad que están realizando los campesinos de Patelná, de cosechar las

larvas de *Phassus triangularis* en los meses de marzo-abril de cada año y ser integrada en la dieta del campesino. Es definido como agroentomoforestería ya que la base fundamental de ello es la agricultura, el fomento del árbol de *L. myriocephala* y la cosecha de la larva. También se le puede definir como el fomento de árbol y larva dentro de las sucesiones de vegetación para su aprovechamiento en tiempos de descanso de las especies dentro de las sucesiones ecológicas; lo cual es un gran aporte de los campesinos para la conservación de sus recursos naturales.



Figura 4. Producción agroentomoforestal en Patelná, Tumbalá, Chiapas.

La pica de los árboles que fueron tumbados (Figura 5), consiste en desmenuzar la parte del árbol así como bejucos, ramas y hojas para evitar dificultades en la siembra de los recursos fitogenéticos que emplea el campesino; en ocasiones se cortan en tamaños de 80 cm para ser destinado para combustibles.



Figura 5. Pica de los residuos de la vegetación

Siembra de recursos fitogenéticos

La siembra se realiza a finales de mayo, principalmente maíz en sus tres variedades rojo, amarillo y blanco, frijol de guía y de mata y calabaza. La distancia de siembra de cada especie es de 80 cm.

A principios de junio y todo el mes de julio se realiza el deshierre con machete con la finalidad de evitar competencias, solamente los rebrotes de arbustos se quitan para facilitar la penetración de la luz solar en los cultivos. El deshierre es fundamental porque nuevamente el campesino contribuye al enriquecimiento de la fertilidad de su suelo al contribuir buena parte del material en el proceso de descomposición de la materia orgánica.

Antes de la temporada de lluvia y cuando la planta de maíz ha alcanzado su madurez fisiológica (septiembre-octubre), realizan la dobla de la planta de maíz para evitar pudrición de mazorcas; es importante destacar que cuando se realiza esta actividad nuevamente se realiza la perturbación de las hierbas crecidas. El campesino va limpiando su camino para realizar la actividad de la dobla, los

residuos son nuevamente incorporados al suelo para contribuir el reciclaje de nutrientes.

La mayor parte de la cosecha de maíz y calabaza se realiza en diciembre, para el frijol en el mes de agosto.

Descanso de la sucesión de vegetación y aprovechamiento del sistema agroentomoforestal

Después de la cosecha de los recursos fitogenéticos, los campesinos llegan donde fue la milpa a seguir aprovechando de los residuos de leña que quedaron y por lo tanto, hay un mínimo de perturbación de las especies en crecimiento; la vegetación se recupera prontamente con la ayuda de los árboles fomentados y de la vegetación periferia. Los campesinos que fomentaron la población de *L. myriocephala* llegan a su sistema agroentomoforestal cada año a cosechar las larvas de *P. triangularis*, a la recolección de hongos, o en su caso maderas de la *L. myriocephala* que han concluido su ciclo de vida para ser aprovechados como leña. Sin embargo, en las sucesiones de la vegetación sigue presentándose los efectos de perturbación. Según Rodríguez (2014) los efectos de perturbación es el tiempo que transcurre desde que acontece la perturbación hasta que las comunidades vegetales y animales recuperan condiciones similares a las que prevalecían justo antes de la perturbación. Es decir, la sucesión de la vegetación nunca estará libre de perturbación por el hombre y estas pueden presentar diferentes intensidades conforme al número de familia y sus necesidades. Las frecuentes perturbaciones contribuyen a la regulación de composición, estructura y procesos, como el reciclaje de nutrimentos, el régimen hidrológico, la regeneración, la productividad y la sucesión ecológica (Rodríguez, 2014). Por lo tanto, la perturbación en la sucesión de las vegetaciones explica en parte el número de árboles *L. myriocephala* y de la larva *P. triangularis* que existen en las diferentes sucesiones de vegetación (Figura 6).



Figura 6. Crecimiento de *Lippia myriocephala* en vegetación de un año.

Fertilidad de suelo en sucesiones de vegetación hábitat de la *Lippia myriocephala*

En las sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5 y 7 años) del sistema agrícola roza-tumba-pica respecto a la fertilidad de suelo, en Cu, Mn, Zn, P y K hay diferencias significativas ($p < 0.05$) (Cuadro 2), lo que significa que influye el manejo que se le da a la vegetación al no quemar los residuos vegetales y de forma natural sean descompuestos.

En las cuatros sucesiones de vegetación el Fe, N, S, B, Mg, Ca, no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$), es decir, las condiciones de fertilidad de cada sucesión son similares. En cuanto a CIC, pH, CE (Cuadro 2), no presentan diferencias significativas. La fertilidad de suelo en todas las sucesiones de vegetación presenta valores altos por el manejo que se le brinda a la vegetación y a no practicar la quema son suelos que no son lavados fácilmente por la precipitación debido a los residuos de la cobertura vegetal en descomposición.

Cuadro 2. Diferencias en concentración nutrimental del suelo en diferentes sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5 y 7) años.

Sucesión	Cu	Fe	Mn	Zn	N	S	B	P
----- mg kg ⁻¹ -----								
1	8.0ab	76.2 ^a	145.1a	5.4ab	46.7 ^a	4.0a	0.65a	3.5b
2.5	4.5b	75.7 ^a	81.5b	2.7b	58.3 ^a	3.5a	0.68a	10.7a
5	7.4ab	84.9 ^a	171.6a	6.5 ^a	70.0a	5.5a	0.85a	7.8ab
7	9.7a	67.5 ^a	173.9a	4.1ab	58.8 ^a	6.1a	0.58a	5.6ab
DMS**	2.96	23.18	52.27	3.17	32.95	3.06	0.49	6.59
Prob F	0.0233	0.4415	0.0116	0.1106	0.4872	0.2462	0.6607	0.1497
CV %	21.27	16.18	19.41	36.33	30.00	34.12	37.74	50.91

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa.

La concentración nutrimental del suelo en las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica debido al pH neutro (Cuadro 2), la mayor proporción del fosfato se encuentra asociado al calcio de manera aprovechable. La disponibilidad del Fe disminuye a medida que se eleva el pH del suelo (Núñez, 2013), en las cuatro sucesiones de vegetación se encuentra disponible para los árboles de *L. myriocephala*, importante en la fotosíntesis y aprovechamiento de las savias por la larva *P. triangularis* para su desarrollo.

Cuadro 2. Concentración nutrimental del suelo en diferentes sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5. y 7) años.

Sucesión	Mg	K	Ca	CIC	pH	CE
----- me/100g -----						
1	3.25a*	1.08ab	14.84 ^a	29.25 ^a	6.30a	18.37a
2.5	3.35a	0.75ab	15.31 ^a	26.92 ^a	6.47a	17.02a
5	3.29a	1.25a	15.30 ^a	25.58 ^a	6.27a	18.33a
7	3.29a	0.60b	15.80 ^a	24.01 ^a	6.38a	19.83a
DMS**	1.71	0.60	5.30	10.16	0.49	5.27
Prob F	0.9994	0.1265	0.9803	0.6878	0.7763	0.6847
CV %	27.67	35.00	18.39	20.43	4.11	14.23

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa.

En todas las sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5 y 7 años) se tiene un pH neutro (Cuadro 2) adecuado para la asimilación de nutrientes, lo cual es favorable para el desarrollo del árbol *Lippia myriocephala* y esto a su vez permite alimentar a la larva de *Phassus triangularis*. La disponibilidad de nutrientes en las sucesiones de vegetación contribuye a que el árbol *L. myriocephala* pueda alimentar de una a tres larvas de *P. triangularis* por año en cada árbol (Figura 7) y durante cinco años es posible encontrar hasta ocho galerías abandonas.



Figura 7. Árbol de *L. myriocephala* con dos Larvas de *Phassus triangularis*.
El árbol de *L. myriocephala* puede resistir los daños ocasionados por las larvas y esto se atribuye a que en un menor tiempo se realizan las funciones de cicatrización de las galerías (Figura 8) y permanece el árbol vivo hasta cumplir su ciclo de vida cerca de los 30 años.



Figura 8. Galería cicatrizada de *P. triangularis* en el árbol *L. myriocephala*.

Ecología de la *Lippia myriocephala* en sucesiones de vegetación

El árbol de *L. myriocephala* por su adaptación en diferentes ambientes es una especie colonizadora que puede desarrollarse y reproducirse en zonas perturbadas, pedregosas, suelos húmedos, bajo condiciones inaccesibles y en condiciones de sombra o sol. Su población en las diferentes sucesiones es explicada por la humedad, temperatura y la calidad de la fertilidad del suelo (Alba *et al.*, 2003).

En las diferentes sucesiones de la vegetación de la roza-tumba-pica (1, 2.5, 5 y 7 años) (Figura 9), la *Lippia myriocephala* se desarrolla en diferentes condiciones y con diferentes características de cada individuo (Figura 10-11). En la vegetación de un año se encontraron cinco árboles desarrollando en suelos (sin asociaciones), cinco sobre piedras y cuatro a lado de piedra. En la sucesión de 2.5 años uno en suelo y 13 árboles sobre piedras. En la de cinco años se encontró tres asociados con otros árboles y cuatro en suelo. En la vegetación de siete años se tienen 11 en suelo, tres sobre piedras y 13 árboles de *L. myriocephala* a lado de piedras (Cuadro 3). Este tipo de ecología de la especie está dada más por las condiciones de relieve de cada ambiente.



Figura 9. Sucesiones de vegetación

En las sucesiones de vegetación la *L. myriocephala* puede encontrarse en poblaciones, dispersas y solos; esto se debe a su forma de propagación, principalmente por viento.



Figura 10-11.Árbol de *L.myriocephala* sobre una roca.

De la población de árboles de *L. myriocephala* otra de sus características encontradas, en la sucesión de un año, de 14 árboles valorados, 10 tenían larvas de *P. triangularis*, en la vegetación de 2.5 años de 14 árboles solo tenía una larva, en la de cinco años seis de siete árboles tenían larva y en la sucesión de siete años de 27 árboles solo se encontró una larva (Cuadro 4).

Cuadro 3. Ecología de la *L. myriocephala* en diferentes sucesiones de vegetación

Sucesión	<i>Lippia</i> asociado con árbol	Suelo	Sobre piedras	A lado de piedras
7		11	3	13
5	3	4		
2.5		1	13	
1		5	5	4

Para la población de *L. myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación, se encontraron 135 árboles/ha en la de siete años, debido a mayor tiempo de

descanso, menor perturbación y mayor reproducción de semillas por árbol (Cuadro 5). En vegetación de cinco años solo fue posible encontrar 35 árboles por hectárea, esto también se le atribuye a la perturbación del medio como por ejemplo visitas frecuentes de los campesinos para el aprovechamiento de otros recursos. En las sucesiones de 1 y 2.5 se tienen 70 árboles/ha, son las que sobrevivieron de las primeras perturbaciones por el aprovechamiento de los recursos por parte de los campesinos.

Cuadro 4. Ecología de la *L. myriocephala* en diferentes sucesiones de vegetación infestadas por larva de *P. triangularis*.

Sucesión	Árboles infectados por larva	Total de estudiadas sucesión	árboles por
7	1	27	
5	6	7	
2.5	1	14	
1	10	14	

En cuanto a las características del árbol *L. myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación (1, 2.5, 5, 7 años) hay diferencias significativas ($p < 0.0001$) en todas las variables evaluadas (Cuadro 6).

Las características del árbol *L. myriocephala* (Cuadro 6) se observa que la especie es de rápido crecimiento y con poco follaje lo cual puede ser considerado en los programas de reforestación y en sistemas agroforestales.

La innovación de un sistema agroentomoforestal pecuario es que el campesino produzca combustible, carne, proteína de larva y podrá adquirir nuevas fuentes de

recursos económicos al vender sus productos; además conservará mejor su sistema en el tiempo. En un sistema agroentomoforestal pecuario se recomienda introducir los bovinos teniendo dos años de edad la *L. myriocephala*, teniendo seis metros de altura total y poco follaje (Cuadro 6), la cual favorecerá el mayor desarrollo de los pastos y arbustivas forrajeras, esto solo es aplicable para un rediseño de las praderas.

Cuadro 5. Población de árboles de *Lippia myriocephala* en diferentes sucesiones de vegetación.

Años	No. Árboles/ha	Vol. Real (m3)/ha
Sucesión 1	70	1.0
Sucesión 2.5	70	11.6
Sucesión 5	35	34.3
Sucesión 7	135	162.8

El aprovechamiento de la *L. myriocephala* se recomienda a los cinco años de edad debido a que en este periodo escasea la infestación de larva *P. triangularis* y por poseer un diámetro adecuado, altura de ocho metros (Cuadro 6) y fácil de manejarlos como leña y postes para el cercado de las praderas.

En las sucesiones de vegetación a mayor edad de descanso el árbol logra expresar todas sus características de altura, diámetro y volumen de madera que se puede obtener de ellos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Características del árbol *L. myriocephala* en las sucesiones de vegetación.

Sucesión	DB cm	DAP cm	APR M	AT M	LC m	AC M	AB m ²	V-A m ³	V_R m ³
1	13.21b	7.07d	1.07b	3.16c	1.22b	0.86c	0.004b	0.016b	0.014b*
2.5	22.00b	17.86c	4.14a	6.93b	1.94ab	1.26bc	0.029b	0.185b	0.166b
5	35.86a	29.14b	1.43b	7.76b	2.50a	2.01a	0.097a	1.090a	0.981a
7	44.70a	37.56a	5.53a	11.07 ^a	2.31a	1.60ab	0.120a	1.340a	1.206a
DMS**	9.36	7.77	1.69	1.25	0.75	0.60	0.05	0.60	0.54
Prob F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.0014	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV %	36.98	38.20	55.99	19.54	46.68	52.83	84.92	99.62	99.62

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa

DB: diámetro basal, DAP cm: diámetro altura de pecho en cm, DAP m: diámetro altura de pecho en metro, APR: altura a la primera rama, AT: altura total, LC: longitud de la copa, AC: ancho de copa, AB: área basal, V-A: volumen aparente, V-R: volumen real.

En el Cuadro 7, se puede observar que hay diferencias significativas ($p < 0.0001$) en el diámetro de los tallos de la *L. myriocephala*, ocupados para leña. En longitud de la leña no hay diferencias significativas, lo que indica que fueron cortados a la misma altura, en cuanto al peso en g/cm se tiene diferencias, esto es favorable para los campesinos, ya que conforme aumenta los años de sucesión también incrementa el crecimiento y peso del árbol debido a su lignificación.

Cuadro 7. Diámetro, longitud y peso del tallo de la *L. myriocephala* en diferentes sucesiones de vegetación ocupados para leña.

Sucesión	Diámetro (mm)	Longitud cm	Peso g/cm
1	14.79d	48.40 ^a	0.79b
2.5	32.02c	46.47 ^a	2.98b
5	57.59b	48.27 ^a	13.39 ^a
7	72.19 ^a	46.53 ^a	22.36 ^a
DMS	12.56	4.22	10.16
Prob F	<0.0001	0.7319	0.0007
CV (%)	38.85	12.16	140.45

4.4 CONCLUSIÓN

La *Lippia myriocephala* contribuye al restablecimiento de las zonas perturbadas por medio de la colonización y forma parte de la sucesión de vegetación.

El crecimiento rápido de la *Lippia myriocephala* en las sucesiones de la vegetación es aprovechado como combustible en menos de tres años.

4.5 LITERATURA CITADA

- Alba, M. P., González, M., Castillo, M. Á., & Ramírez, N. (2003). Determinantes de la distribución de *Pinus* spp. en la altiplanicie central de Chiapas, México.
- Álvarez-Sánchez M. E., Marín-Campos A. (2012). Manual de Procedimientos Analíticos de Suelo y Planta. *Laboratorio de suelos, Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. México.*
- Cayuela, L. (2006). Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. *Revista Ecosistemas*, 15(3).
- Granados-Sánchez, D., Sánchez-González, A., Victorino, G., Linnx, R., & Borja de la Rosa, A. (2011). Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE.), 111-130.
- Núñez E., R. 2013. El suelo como medio natural en la nutrición de los cultivos En: Nutrición de cultivos. Coord: Gabriel Alcantar González, Libia I. Trejo Téllez. Biblioteca de Básica de Agricultura. pp 274-320.
- Peña-Becerril, J. C., Monroy-Ata, A., Álvarez-Sánchez, F. J., & Orozco-Almanza, M. S. (2005). Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8(2), 91-98.
- Rodríguez T., D.A. (2014). Incendios de vegetación: Su ecología, manejo e historia. Biblioteca básica de agricultura. Editorial del Colegio de Postgraduados. 891p.
- Smith, T. M. S., & Leo, R. (2012). *Ecología*. Madrid, ES: Pearson Educación. 348-350.

5 EL ÁRBOL *L. myriocephala* COMO FUENTE DE COMBUSTIBLE Y MEDIO DE REPRODUCCIÓN DE LA LARVA *Phassus* *triangularis*

Resumen

Este estudio presenta la calidad de leña del árbol *Lippia myriocephala* en diferentes sucesiones de la vegetación (1, 2.5, 5 y 7 años) del sistema agrícola roza-tumba-pica en Patelná, Chiapas. Para determinar el efecto de la sucesión en las propiedades químicas de la leña, se realizó un análisis de varianza usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se encontraron diferencias ($p < 0.01$) en los porcentajes en proteína, porcentaje de lípidos, materia seca, humedad, fibra detergente neutro (FDN), contenido celular, fibra detergente acida (FDA), hemicelulosa y cenizas; en las variables calor de combustión, lignina, celulosa y densidad, las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$). El árbol presentó las siguientes características químicas: proteína (1.69-2.91%), lípidos (0.59-1.85%), FDN (87.32-90.12%), FDA (76.59-82.58%), Lignina (21.00-23.68 %), Celulosa (56.18-59.98%), Hemicelulosa (4.95-11.30%), Contenido celular (8.36-12.68 %) y Cenizas (0.86-1.68). Estos resultados indican que son los componentes que procesa y consume la larva junto con la savia. La leña del árbol *L. myriocephala* posee las siguientes características que definen la calidad de su madera para ser empleada como leña: energía 4510.48 kcal/kg, cenizas 1.68%, materia seca 93.08%, humedad 8.74% y densidad 0.50 kg/dm³ y proteína 2.91%. Esta calidad de leña es congruente con el conocimiento empírico que poseen las campesinas sobre la *L. myriocephala*, que es un árbol no pesado, emite buen calor, poco humo al realizarse la combustión y poca cenizas. El árbol *L. myriocephala* es una especie que produce leña de calidad y se debe fomentar su plantación y manejo sustentable.

Palabras claves: Combustión, calidad, leña, energía, densidad, cenizas.

THE *L. myriocephala* TREE AS A FUEL SOURCE AND MEANS OF REPRODUCTION OF THE LARVA *Phassus triangularis*

Abstract

This study presents the quality of the *Lippia myriocephala* wood in different successions of vegetation (1, 2.5, 5 and 7 years) of the traditional agricultural system in Patelná, Chiapas. In order to determine the effect of the succession in the chemical properties of the wood an analysis of variance using the General Linear Model correspondent to a Randomized Complete Block Design was done. Differences ($p < 0.01$) in the protein percentages, lipids percentages, dry matter, moisture, neutral detergent fiber (NDF), cell content, acid detergent fiber (ADF), hemicellulose and ashes were found, in the heat, combustion, lignin, cellulose and density the differences were not meaningful ($p > 0.05$). The tree presented the following chemical characteristics: protein (1.69-2.1%), lipids (0.59-1.85%), NDF (87.32-90.12%), ADF (76.59-82.58%), Lignin (21.00-23.68%). Cellulose (56.18-59.98%), Hemicellulose (4.95-11.30%), Cell Content (8.36-12.68%) and Ashes (0.86-1.68). These results indicate that those are the components that larva processes and consumes together with the sap. The wood *L. myriocephala* has the following characteristics which define its wood quality to be used as fuel: energy 4510.48 kcal/kg, ashes 1.68%, dry matter 93.08%, moisture 8.74% and density 0.50 kg/dm³ and protein 2.91%. This wood quality agrees with the empiric knowledge that the female farmers have upon the *L. myriocephala* which is not a very heavy tree, emits good heat, little smoke when combustion takes place and little ashes. The *L. myriocephala* tree is a species that produces quality wood and its growing and management must be promoted

Key words: combustion, quality, wood, energy, density, ashes.

5.1 INTRODUCCIÓN

En las zonas campesinas el principal recurso para crear energía son los árboles, estos recursos cada día son más escasos debido la presión de los habitantes sobre los sistemas de producción para la producción de alimentos y carnes. Las familias campesinas reconocen que la leña cada día se escasea e incluso para conseguir leña de buena calidad tienen que trasladarse a lugares más alejados (Vázquez, 2014).

Los árboles destinados a leña no presentan las mismas propiedades de calidad algunas emiten más sustancias tóxicas y otras son más amigables durante el proceso de combustión y son menos contaminantes en la salud de las campesinas.

El fenómeno de combustión es cuando la energía calorífica incide sobre materiales vegetales suficientemente deshidratados, se comienza a evaporar el agua que contienen. Con el calor, las moléculas (por ejemplo carbohidratos) del nuevo combustible entran en actividad, se hacen inestables y se combinan con el oxígeno (O_2) del aire, para dar lugar a moléculas de bióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O). Parte de los componentes minerales conforma cenizas y otra porción se volatiliza, como constituyente de los cientos de subproductos que el humo puede contener (Rodríguez, 2015).

La combustión de la leña es una oxidación, la velocidad e intensidad, dependerá de diversos factores, como las propiedades de las partículas combustibles y la del complejo de combustibles; así como el tiempo atmosférico prevaleciente. Los combustibles forestales no todos contienen igual energía, esta dependerá de su densidad, composición química y presencia de sustancias inflamables, como las resinas, entre otras características. (Rodríguez, 2015).

Los atributos causantes de la preferencia de algunas especies dendroenergéticas utilizadas para la cocción de alimentos son: que arda bien, sea abundante, que haga buena brasa para ser reutilizado posteriormente en otras actividades y que haga poco humo (Vázquez, 2014). Por su parte Pérez (1989) menciona que las preferencias que se tienen en el uso de especies forestales como energético no

presenta un patrón general, más bien depende del gusto, disponibilidad y facilidad de poder obtener el material combustible.

Según Alvarado (2012) en Las Casita, Sierra Gorda Guanajuato, las especies más demandadas como leña son: madroño (*Arbustus glandulosa*), encino (*Quercus rugosa*), tepozán (*Buddleia cordata*) y escoba (*Baccaris conferta*), el madroño y el encino son las leñas de mejor calidad en términos de calor de combustión, densidad, contenido de humedad y cenizas. Por su parte Yescas (2012) reporta algunas especies de leña más utilizadas en el Ejido los Sauces, Tepalcingo, Morelos y son tlauhuitos (*Lysiloma divaricata*), cubata blanca (*Acacia pennatula*), Tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*), palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y tecolhuixtle (*Mimosa benthamii*).

En las comunidades campesinas de Chiapas algunas especies ocupadas para leña son: *inga paterni* Harms, *Inga vera* Willd, *inga lactibracteata* Harms, *Blepharidium guatemalense* Standl, *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh, *Eugenia capuliodes* Lundell, *Cedrela salvadorensis* Standl., *Tapirira mexicana* Marchand, *Nyssa sylvatica* Marshall, *Cupressus lusitánica* Mill, *Cornus excelsa* Kunth, *Morella cerífera* L., *Pinus oocarpa* Schiede Ramírez, Ramírez, Cortina y Castillo (2012).

Según Vázquez (2014) la energía de los árboles (dendroenergía) forma parte de la vida cotidiana de las familias campesinas. En un estudio realizado en las comunidades de Santa Ana Tamazola y Santa María la Concepción, Jolalpan, Puebla, se encontraron diferentes proporciones de uso de las especies: cubata blanca (*Acacia pennatula*) con 97%, palo Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) 60%, el tlauhuitole (*Lysiloma divaricata*) con 45%, matarrata (*Gliricidia sepium*) con 40%, la pata de cabra (*Lysiloma tergemina* Benth) con 20% y otras especies de menor proporción (Vázquez, 2014). Por su parte Moreno y Garay (1989) mencionan que se usan las mismas especies de leñas en comunidades cuando es el mismo tipo de vegetación y las mismas actividades agrícolas.

Un estudio realizado por Ramírez *et al.* (2012) en zonas campesinas, 138 especies arbustivas y arbóreas que se utilizan eventual o constantemente en función de la disponibilidad y no tanto por la preferencia. Los árboles de calidad usados como

leña en las zonas campesinas tiene mayor consumo y por ende poca disponibilidad en su hábitat natural; pero también algunas de las especies que son protegidas por ellos mismos, ya que les proporciona diferentes productos; tal es el caso del jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz). La corteza de esta especie es utilizada para elaborar artesanías, para uso forrajero y medicinal. Adicionalmente en los meses de abril a julio y durante la temporada de lluvias, en el tallo del árbol se pueden cosechar larvas comestibles de *Arsenuda armida* Cramer; además, los troncos destruidos o muertos en pie del jonote, representan un excelente sustrato para el desarrollo de diferentes hongos comestibles (Cunill, 2015).

El árbol de *L. myriocephala* es una especie de importancia ecológica en el sistema de roza-tumba-pica, es una fuente de leña muy apreciada; además, constituye el sustrato esencial para el desarrollo de la larva *P. triangularis*, fuente de alimento para los campesinos de la zona de estudio. Dado que existe escasa información de esta especie vegetal multipropósito, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad de la leña del árbol *L. myriocephala* en diferentes sucesiones de la vegetación y contribuir con información base para la implementación de un sistema agroentomoforestal.

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

En 2015, mediante recorridos en el territorio ejidal de Patelná, Tumbalá, se ubicaron las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica. En las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica se seleccionaron cuatro sucesiones: 1, 2.5, 5 y 7 años. En cada sucesión se delimitaron áreas de 2000 m² (50 x 40 m), con orientación Norte-Sur, dentro de las cuales se delimitaron tres parcelas de 200 m² (10 x 20 m), que se denominaron parcelas (P₁, P₂ y P₃) donde fueron colectados los troncos de la *L. myriocephala* para sus mediciones y análisis químico en el laboratorio.

Colecta de troncos de *L. myriocephala*

La colecta de materiales (troncos) de la *L. myriocephala* se realizó del 27 al 30 de julio de 2015 en las parcelas (P_1 , P_2 y P_3) de cada sucesión de vegetación, para lo cual se recolectaron cinco troncos de diferentes diámetros seleccionada al azar, 15 en cada sucesión, para un total de 60 muestras. En campo las estacas fueron etiquetadas para identificar sus respectivas procedencias, se les midió diámetro (Figura 12a-12b), longitud y se determinó el peso.



Figura 12a-12b. Colecta de la *L. myriocephala* en sucesiones de vegetación

Preparación de muestras para determinar la calidad de la leña

Previo a su análisis en el Laboratorio de Planta Piloto de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, las estacas fueron preparadas, pesadas, medidas en su longitud, cortadas en rodajas y obtenidos en cubos (Figura 13 a y 13b, 14a y 14b).



Figura 13a-13b. Pesado y medición de troncos de la *L. myriocephala*



Figura 14a-14b. Corte de cubos y rodajas de la leña de *Lippia myriocephala*.

De cada estaca se cortaron 10 cm, para ser las respectivas rodajas, de la parte restante se obtuvieron dos cubos de 7.0 cm de largo y 2.0 cm de diámetro; en el caso de la sucesión de vegetación de 1.0 año, solo cumplieron el largo y el diámetro fue variado, obteniendo un total de 120 cubos para medir densidad. Las muestras que se obtuvieron en laboratorio se etiquetaron y fueron depositadas en bolsas de papel. De las rodajas de madera se pesaron 50 gramos y se molieron en un molino martillo para su análisis proximal (Figura15a -15b): proteína, calor de combustión, lípidos, materia seca, humedad, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina y ceniza. Las muestras molidas se colocaron en pequeñas bolsas de plástico para su conservación.



Figura 15a-15b. Pesado y molienda de la *L. myriocephala*

Determinación de calidad de leña de la *L. myriocephala*

La determinación de la calidad de leña de la *L. myriocephala* se realizó en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Las variables analizadas:

Proteína:

El método para la obtención de proteína cruda en % se utilizó lo propuesto por (AOAC, 1975; Sosa de Pro, 1979), pesando 0.5 g de la muestra de *L. myriocephala* molida (Figura, 16).



Figura 16. Muestra de *Lippia myriocephala* en matraz Kjeldahl de 800 cm³ en la parrilla de digestor.

Calor de combustión

El calor de combustión en kcal/kg, se determinó utilizando la metodología propuesta por (Parr Instrument Company, 1998), pesando 0.5 g de muestra molida de la *L. myriocephala* (Figura 17a-17b).



Figura 17a-17b. Máquina de calor de combustión y preparación de muestra

Lípidos

Para la extracción de grasas se implementó la técnica propuesta por Folch (1957), en esta prueba se utilizó 0.3 g de muestra molida de *L. myriocephala* Figura, (18a-18b).



Figura 18a-18b. Extracción de Lípidos de la *L. myriocephala* por el la técnica de Folch.

Materia seca y humedad:

En la determinación del % de materia seca de y humedad de la *L. myriocephala* se siguió la metodología propuesta por (AOAC, 1975; Sosa de Pro, 1979), (Figura, 19).



Figura 19. Muestras de *Lippia myriocephala* en cajas de aluminio para la determinación de materia seca y humedad.

Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Ácido y Lignina

La determinación en % de las fibras y lignina se utilizó la metodología propuesta por (AOAC, 1975; Sosa de Pro, 1979), (Figura 20a-20b-20c).



Figura 20a-20b-20c. Determinación de fibra detergente neutro y ácido de la *L. myriocephala*.

Ceniza: para La determinación de la ceniza en % se siguió la metodología por (AOAC, 1975; Sosa de Pro, 1979), (Figura 21).



Figura 21. Pre incineración de la muestra de *L. myriocephala* para la determinación de la ceniza.

Densidad

Para la obtención de densidad kg/dm^3 se siguió la metodología utilizada por Alvarado (2012), (Figura 22).



Figura 22. Determinación de la densidad de los cubos de la madera de *L. myriocephala*.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. Donde los tratamientos correspondieron a las sucesiones de vegetación y los bloques a las estacas; para cada variable de respuesta se hicieron dos repeticiones.

Los análisis se realizaron con el Software SAS V 9.4, (SAS, 2016).

5.3 RESULTADO Y DISCUSIÓN

Calidad de la leña de la *Lippia myriocephala*

En el Cuadro 8, se pueden observar las diferencias ($p < 0.0001$) en los porcentajes en proteína, materia seca, humedad, fibra detergente neutro (FDN), contenido celular, fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa y cenizas de la madera del árbol de *L. myriocephala*, en diferentes sucesiones de vegetación. No hubo diferencias ($p > 0.05$) en los porcentajes de calor de combustión, lignina, celulosa y densidad de la madera en las diferentes sucesiones; sin embargo, el porcentaje de lípidos en la madera sí varió significativamente ($p \leq 0.01$) con la edad de la sucesión (Cuadro 8).

Cuadro 8. Calidad de leña del árbol *Lippia myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación del sistema de milpa roza-tumba-pica.

Sucesión	P BS ^z %	CC BS kcal/kg	L BS %	MS BH %	HBH %	FDN BS %	CCE BS %
7	1.69c	4412. 8b	1.85a	91.26c	8.74a	90.12a	9.89b
5	2.50b	4470.3ab	1.34ab	91.48c	8.52a	87.32b	12.68a
2.5	2.36b	4510.4 ^a	1.27ab	92.08b	7.91b	91.65a	8.36b
1	2.91a	4492.3 ^a	0.59b	93.08a	6.78c	87.88b	12.12a
DMS	0.2546	77.58	0.7757	0.3711	0.3711	1.9828	1.9828
Prob F	<.0001	0.0604	0.0095	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
CV%	13.05	2.05	74.53	0.48	5.63	2.70	22.37

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa.

^zPBS: Proteína base seca, CC BS: Calor de combustión base seca, LBS: Lípidos base seca, MS BH: Materia seca base húmeda, HBH: humedad base húmeda, FDN BS: Fibra detergente neutro base seca, CCE BS: Contenido celular base seca.

El porcentaje de proteína de los árboles de *L. myriocephala*, disminuyó a la edad de los siete años con (1.69 % de proteína), cabe destacar que la edad productiva del árbol para la producción de proteína, con cerca del 3 %, es durante los primeros cinco años. En este mismo periodo, el árbol es mayormente infestado por la larva *P. triangularis*; por tanto, este contenido de proteína es el que aprovechan las larvas para su alimentación.

El calor de combustión de la leña de *L. myriocephala* presenta diferencias significativas ($p < 0.05$) en los años de sucesión. El mayor calor de combustión se consigue en la vegetación de 2.5 años, que emite 4510.4 Kcal/ kg; esto debido a que contiene menor proporción de aceites. Por la cantidad de energía que produce la leña de la *L. myriocephala* y por la poca emisión de contaminantes se cataloga como un combustible de calidad en las cocinas campesinas.

El porcentaje de lípidos del árbol *L. myriocephala* fue estadísticamente diferente ($p \leq 0.0095$) y tendió a incrementarse con los años de sucesión, con diferencias significativas entre el primer (0.59%) y lo siete años de sucesión (1.85%). Otras especies como la *Lippia graveolens* tiene 0.33 y 1.26 unidades porcentuales de grasa contenido en las hojas y se incrementa con la edad del follaje (Rojas, 2016). El porcentaje de aceite esenciales del tallo de la *L. myriocephala* forma parte de la alimentación de la larva *P. triangularis* durante su estadio en el árbol.

Continuación del Cuadro 8. Calidad de leña del árbol *Lippia myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación del sistema de milpa roza-tumba-pica.

Sucesión	FDA BS %	Lignina BS %	Celulosa BS %	Hemicelulosa BS %	Cenizas BS %	Densidad kg/dm ³
7	82.30a*	22.24bc	59.98a	7.81b	0.86d	0.50 ^a
5	82.58a	23.68a	59.86a	4.95c	1.05c	0.48ab
2.5	82.32a	22.52ab	58.56ab	9.32ab	1.23b	0.46b
1	76.59b	21.00c	56.18b	11.30 ^a	1.68a	0.45b
DMS**	1.6595	1.3759	2.5093	2.2247	0.1277	0.0403
Prob F	<.0001	0.0175	0.0269	<.0001	<.0001	0.0425
CV%	2.49	7.47	5.19	32.35	20.63	16.64

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa.

En el cuadro 8, se puede observar las diferencias ($p < 0.0001$) en los porcentajes de materia seca, humedad y cenizas en la madera de *L. myriocephala* en las sucesiones de vegetación. La leña contiene mayor cantidad de materia seca y menor porcentaje de humedad o agua con la edad; esta propiedad indica que la madera al entrar en combustión deja pocas cenizas en el fogón, propiedad muy apreciada por las mujeres de la comunidad. La poca cantidad de cenizas (0.86% a

los siete años y 1.68% en el primero) indica que la leña del árbol posee pocos minerales.

También se pueden observar diferencias ($p < 0.01$) en fibra detergente neutro (FDN), contenido celular, fibra detergente ácida (FDA) y hemicelulosa. A medida que una planta madura, aumenta su contenido de fibra detergente neutro, y se reduce la tasa de digestión por parte de las larvas. De acuerdo con Pelicano et al., (2007), en un estudio realizado con gusano de seda, se encontró que a mayor concentración de fibra se incrementa el tiempo de tránsito por el tracto digestivo. En tanto que a mayor fibra insoluble en detergente neutro menor es el consumo voluntario del gusano de seda y sólo utiliza para su alimentación el parénquima foliar.

En fibra detergente ácida hay diferencia ($p < 0.0001$) en las sucesiones; sin embargo la fibra ácida permanece casi constante a partir de los 2.5 a 7 años.

La hemicelulosa, polisacáridos estructurales no celulósicos hay diferencias significativas ($p < 0.0001$) en las sucesiones de vegetación (Cuadro 8).

La madera se compone esencialmente de carbono, hidrógeno y oxígeno; tienen también sustancias minerales, que luego de la combustión quedan como cenizas, y trazas de nitrógeno. El carbono, hidrogeno y oxígeno se combinan produciendo los constituyentes principales de la madera: celulosa, hemicelulosa y lignina, en proporción variable según las especies (Bueno, 1987). Según Raya & Aguirre (2009) el conocer la composición elemental de las plantas puede ser útil desde varios puntos de vista, como el saber sus necesidades nutricionales y grado de contaminación en caso de ocuparse como combustible y sugerir sus usos más adecuados.

Otras variables observadas fueron los contenidos de lignina, celulosa y densidad, hay diferencias ($p > 0.05$) en las sucesiones de vegetación. La densidad de la leña en los primero 2.5 años fue de (0.46 kg/dm^3) y tiende a subir ligeramente en lo cinco años y en los 7 años llega a (0.50 kg/dm^3), lo que indica que es un combustible no pesado.

Las características predilectas de la leña de *L. myriocephala* y su oportuno aprovechamiento deben ser en la edad de siete años de la sucesión de la vegetación. Los resultados de laboratorio indicaron que conforme incrementa la edad de la *L. myriocephala* es menor la contaminación que se libera en los fogones de los hogares campesinos. Una parte de esta conclusión se sustenta por el menor contenido de proteína 1.69% en la vegetación de 7 años (Cuadro 8).

La leña de la *L. myriocephala*, mayormente es aprovechado en los meses de marzo a mayo de cada año, cuando es establecido el sistema agrícola roza-tumba-quema y roza-tumba-pica. El árbol de *L. myriocephala* es conocido empírica y prácticamente por las amas de casa como una buena leña por no pesar al cargarla, emite poco humo y deja poca ceniza en el fogón.

De manera comparativa la leña de *Lippia myriocephala* tiene una alta densidad de población y rápido crecimiento en su hábitat natural; como combustible, la energía que emite es de 4510.4 kcal/kg; mientras que especies del trópico seco como el Tecolhuixtle (*Mimosa bentharii* J.F. Macbr) y Tepehuaaje (*Lysiloma acapulcense* Kunt Benth), su leña genera menor calor de combustión de 4490 y 4429 cal g⁻¹(Yescas, 2012).

Los árboles de usos múltiples proporcionan materias primas para la satisfacción de las necesidades de la población campesina, una de ellas es el medio de reproducción de especies como insectos y la otra es la producción de energía, la madera puede usarse por combustión directa, la madera puede ser producida en cantidades indefinidas por el bosque, ya que es un recurso renovable a comparación con el petróleo (Bueno, 1987).

Como árbol de uso múltiple la *L. myriocephala* sustenta servicios agroecosistémicos multifuncionales como leña, madera, combustibles y recarga de acuíferos, entre otros Navarro, Santiago, Musalem, Vibrans y Pérez (2012); por lo que restaría realizar plantaciones y su manejo sostenible.

5.4 CONCLUSIÓN

El árbol de *L. myriocephala* es un árbol de calidad por las siguientes características evaluadas en laboratorio, poco contaminante, no es pesado por su densidad, poca ceniza, poca humedad, alta energía, por lo que es un material apto de ser utilizado frecuentemente en la cocina para la cocción de diferentes alimentos; de donde es recomendable realizar plantaciones de esta especie para su aprovechamiento sostenible como leña.

El árbol de *L. myriocephala* se puede considerar de uso múltiple, ya que proporciona materias primas para satisfacer las necesidades de la población campesina. Una de gran importancia es la reproducción de insecto *Phassus triangularis*, y la otra es la producción de energía mediante la combustión directa de la madera, siendo éste un recurso renovable en comparación con el petróleo (Bueno, 1987).

5.5 LITERATURA CITADA

- AOAC. 1975. Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Willian Horwitz (Editor). Alan Senzel and Helen Reynolds, Associate. 1094 p.
- Alvarado M., S.V. 2012. Calidad de Leña de especies nativas de la sierra gorda de Guanajuato y propagación de *Arbustus glandulosa*. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 66p.
- Borja de la Rosa, A., Machuca, R., Fuentes Salinas, M., Ayerde Lozada, D., Fuentes López, M., & Quintero Alcantar, A. (2010). Caracterización tecnológica de la madera de *Juniperus flaccida* Var. Poblana Martínez. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(2), 261-280.
- Zárate, J. B. (1987). LA MADERA COMO COMBUSTIBLE. *Revista Forestal del Perú*, 14(2).
- Carazo, A., & Gerente de Térmica, A. F. A. P. (2006). Cifras básicas de la relación Madera-Fijación de Carbono-CO₂ atmosférico. *Montes: Revista de Ámbito Forestal*, ISSN, 0027-0105.

- Cibrián Tovar, D., Arango Caballero, L., & Tovar, D. C. (1995). *Insectos forestales de México= Forest insects of Mexico* (No. SB764. M6, 15.). Universidad Autónoma Chapingo.
- Cunill, F. J. M. (2015). Contribución al estudio etnofarmacológico del Jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) en Jonotla, Puebla, México. Tesis profesional. Ingeniería en Restauración Forestal. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 82p.
- Dajoz, R. (2001). *Entomología Forestal: Los insectos y el bosque: papel y diversidad de los insectos en el medio forestal*. Mundi Prensa Libros SA.
- Ocampo, M. C. E., Cruz, J. Á. N., Marcial, N. R., & Pacheco, C. Y. (2009). Diagnóstico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad zoque del centro de Chiapas, México. *Ra Ximhai*, 5(2), 201-223.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane-Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J biol Chem*, 226(1), 497-509.
- García-Rojas, L. M., Marquez-Montesino, F., Aguiar-Trujillo, L., Arauso-Perez, J., Carballo-Abreu, L. R., Orea Igarza, U., & Zanzi, R. (2009). Rendimiento de los productos de la descomposición térmica de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith a diferentes alturas del fuste comercial. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 15(2), 147-154.
- Moreno C., A. A, M. Garay M., Ma. Del S. 1989. Uso de plantas para combustible en dos comunidades Nahuas: Santa María Cuahtapanaloyan y Santiago Yancuictlalpan, Mpio, de Cuetzalan, Puebla. En: Primera reunión nacional sobre dendroenergía. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. pp 8-15.
- Navarro Garza, H., Santiago Santiago, A., Santiago, M., Ángel, M., Vibrans Lindemann, H., Olvera, P., & Antonia, M. (2012). La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(1), 71-86.

- de Pro, E. S. (1979). *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Pelicano, A., Divo de Sesar, M., Zamuner, N., Danelón, J. L., & Yoshida, M. (2007). Efecto de la propagación asexual y prolongación del período vegetativo de *Morus alba* en la producción de capullos de seda. *Ciencia e investigación agraria*, 34(2), 81-89.
- Pérez C., G. 1989. Problema de abastecimiento y uso de la leña en Tabasco. En: Primera reunión nacional sobre dendroenergía. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. pp 16-26.
- Parr instrument Company. 1998. Operating Instruction Manual. 1266. Isoperibol Bomb Calorimeter. Miline Illinois 61265 USA. pp 5-1 to 5-8.
- Quiroz-Carranza, J., & Orellana, R. (2010). Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y bosques*, 16(2), 47-67.
- Ramírez-López, J. M., Ramírez-Marcial, N., Cortina-Villar, H. S., & Castillo-Santiago, M. Á. (2012). Deficit de leña en comunidades cafetaleras de Chenalho, Chiapas. *Ra Ximhai*, 8(3), 27-39.
- Raya Pérez, J. C., & Aguirre Mancilla, C. L. (2009). Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 15(2), 95-99.
- Rojas G., S.Y.2016. Disponibilidad y calidad forrajera de tres arbustos del sistema silvopastoril tradicional en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 105p.
- Vázquez C. M. A. 2014. Dendroenergía y Desarrollo sustentable: el caso de las estufas Lorena en dos comunidades del Municipio de Jolalpan, Puebla. Tesis profesional. Maestro en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 137p.

Albarrán, C. A. Y., León, A. C., Gómez, M. U., Bueno, A. L., & Torres, R. M. (2016). Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en Tepalcingo, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3301-3313.

6 GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE *Lippia myriocephala*, ÁRBOL DE USO MÚLTIPLE

Resumen

El estudio presenta la primera información documentada de la germinación de la semilla del árbol *L. myriocephala*. Se colectaron frutos de un solo árbol perteneciente a la sucesión de cinco años de edad. Los frutos fueron sometidos a tratamientos pregerminativos de remojo en agua destilada: (a) Testigo, sin remojo (T_0), (b) un día de remojo (T_1) y (c) dos días de remojo (T_2). Se emplearon cuatro repeticiones por tratamiento, las cuales contenían 50 frutos (cada fruto compuesto de 2 semillas). Una vez aplicados los tratamientos, se estableció el experimento de germinación en una cámara de germinación a 30°C, durante 35 días se realizaron observaciones diarias del proceso. También se realizaron mediciones de las semillas y plántulas germinadas. Los tratamientos estimularon significativamente ($P \leq 0.0064$) el proceso de germinación. El mejor tratamiento de germinación de frutos y semillas resultó con dos días de remojo, alcanzando el 78% de semillas germinadas. Los porcentajes de germinación en los otros tratamientos fueron inferiores al 50%. En promedio el largo de la semilla fue de 1.12mm y de ancho 0.72 mm.

Palabras claves: Germinación, fruto, semillas, plántulas.

SEEDING OF THE *Lippia myriocephala* SEED, MULTIPURPOSE USE TREE

Abstract

The study presents the first documented information of the *L. myriocephala* tree seed. Fruits of only one tree belonging to the five year old succession were collected. The fruits were subjected to pre-germanitive treatments of soaking in distilled water: (a) witness, without soaking (T_0), (b) a soaking day (T_1) and (c) two soaking days (T_2). Four repetitions per treatment were done, they contained 50 fruits (each with 2 seeds). Once the treatments were applied the germination experiment was settled into a germination chamber at 30°C. Observations for 35 days during the process were done. Measurements were also done on the germinated seeds and seedlings. The treatments stimulated meaningfully the germination process ($P \leq 0.0064$). The best germination treatment of fruits and seeds came out from 2 days of soaking, having the 78% of germinated seeds. The germination percentages in the other treatments were lower than 50%. In average the length of the seed was of 1.12mm and width 0.72mm.

Key words: germination, fruit, wood, seeds, seedlings.

6.1 INTRODUCCIÓN

En México se aprovechan recursos locales a manera de recolección, debido a que no se tienen en plantaciones y sólo los campesinos conocen las características y potencialidades de buena parte de ellos. El aprovechamiento de estas especies únicamente se da en su medio natural y, en ocasiones con poca presión de las poblaciones rurales. Proponer plantaciones de estas especies locales o su empleo en sistemas agroforestales, puede contribuir a prevenir la deforestación y a incrementar la reforestación. En los árboles locales que son de usos múltiples, es primordial conocer mejor sus semillas y su tecnología de propagación, como alternativas y componentes de los sistemas agroforestales. Un limitante con varias especies de árboles nativos, es que se desconoce su propagación, además del tiempo que tardan en germinar. Según Masson (1979), el tratamiento pregerminativo induce a un aumento en el porcentaje de germinación y reduce considerablemente el tiempo de germinación. Sin embargo, no todas las especies son lentas para germinar o presentan algún tipo de latencia que retrase dicho proceso. En estas últimas es donde caben mejor los tratamientos pregerminativos para superar la latencia. Según Quinto, Martínez, Pimentel y Rodríguez (2009) una especie con varias cualidades puede tener demanda para reforestación y establecimiento de plantaciones forestales, pero también en sistemas silvopastoriles y agroforestales. Por otro lado aumentar la germinación o reducir el tiempo para la germinación de las semillas son factores determinantes para poder obtener un mayor número de plantas. Por su parte, Hernández, Sánchez y Aragón (2001) mencionan que la experiencia de iniciar trabajos agroforestales y de conservación, conllevan a realizar una serie de actividades que deben desarrollarse paralelamente. Una de las actividades es la evaluación de los resultados de los tratamientos pregerminativos de otras experiencias bajo condiciones del sitio donde el proyecto se lleve a cabo.

Uno de los retos que se enfrenta en la germinación de las semillas es la latencia, que incluso puede limitar el uso de algunas especies en la producción de plántulas, ya que retrasa y reduce la germinación (Fang, Enhe, Qinli y Zhuhong, 2015). Como

ejemplo, Sobrevilla, López, López y Romero (2013) obtuvieron una germinación de 30% en *P. laevigata*, debido a que posiblemente las semillas tenían latencia física y fisiológica.

Son varios los factores que intervienen en la germinación, así como el tamaño de las semillas varía notablemente entre las diferentes especies, también puede variar dentro de la propia especie; en parte determinado por la posición que guarden dentro del fruto, como por la cantidad de nutrimentos que reciban durante su ontogenia (Niembro, 1986). Así como el tamaño y color de las semillas también influyen en la capacidad germinativa (Tenorio, Rodríguez y López, 2008).

Orantes, Pérez, Rioja y Garrido (2013) reportan que las semillas recién recolectadas presentan más del 90% de viabilidad y después de 12 meses de almacenamiento disminuyen en 15% en *Bursera. bipinnata* (Sessé & Mociño) Engl.), 34% en *Cordia alliodora* (R.& P.) Oken) 18% en *Terminalia amazonia* (Gmel.) Excell; la viabilidad de las semillas es parte del éxito de la germinación, en especial en semillas recalcitrantes. La siembra inmediata después de la recolección no modifica la viabilidad. Sin embargo, las diferencias morfológicas de las semillas y la aplicación de tratamiento pregerminativos pueden causar diferencias en la germinación (Zamora, Ochoa, Vargas, Castellanos y Bernardus, 2010). El tratamiento de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) con agua durante 24 horas germinan el 86% (Padilla & Suárez, 2012). La mayoría de las especies alcanzan el 50% de su germinación en un periodo corto de tiempo; otras necesitan más de un mes para llegar al umbral (Rossini, Valdés, Campón y Bueso, 2006). La Inmadurez del embrión disminuye el (70%) de la germinación (Pérez, Ceballos y Calvo, 2005).

Otras de las experiencias de los tratamientos pregerminativos lo presentan Hernández, Sánchez y Aragón (2001) para las especies *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce* y *Prosopis laevigata*. Los mejores resultados obtenidos fueron: inmersión en agua a 86 y 90°C por dos y cuatro minutos (ambos con el 72% de germinación), escarificación con lija (98%) en inmersión en ácido sulfúrico por 35 minutos (92%); punción con aguja (84.4%) y control sin escarificación (90.6%) y punción con aguja y corte en el extremo (76.3 y

63.12%, respectivamente). Conocer las propiedades de germinación de la semilla es fundamental para plantear alternativas sustentables de su aprovechamiento por lo que el objetivo de esta parte del trabajo fue evaluar el efecto de tratamiento de remojo en la germinación de semillas de la *Lippia myriocephala* para la producción de plántulas.

6.2 MATERIALES Y METODOS

La recolección de la semilla se realizó en abril de 2016, de un solo árbol, enclavado dentro de una sucesión de vegetación de cinco años. Las características del árbol son: diámetro basal (50 cm), diámetro altura del pecho (39 cm), altura a primera rama (4.3 m), altura total (12 m), largo de copa (5.0 m) y ancho de copa (4.0 m). Para la recolección y las pruebas de germinación de la semilla de la *Lippia myriocephala* se siguió la metodología propuesta por (Bonner 1995).

En el Laboratorio de Semillas Forestales de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo se prepararon 600 frutos (cada fruto contiene dos semillas) con diferente tiempo de remojo con agua destilada (del 1 al 2 noviembre de 2016). Se consideró un fruto de la *L. myriocephala*, la unidad de diseminación conformada por dos semillas.

Los tratamientos fueron: T_0 (sin remojo), T_1 (remojo un día), T_2 (remojo de dos días). Para el experimento se utilizaron telas de filtro, como sustrato para la colocación de los frutos y cuatro cajas de plástico que previamente se desinfectaron con alcohol. Para evitar la propagación de hongos se preparó Captán al 2% en un litro de agua. Preparado el fungicida se sumergieron las telas y posteriormente se colocaron las cajas de plástico. En cada caja fueron adicionándose 150 mL de la solución Captán. Las cajas se consideraron los bloques y los tratamientos se colocaron al azar dentro de las cajas. Las muestras fueron colocadas en una cámara de ambiente controlado, a 30°C y con fotoperiodo de 12 h.

El 3 de noviembre de 2016 se estableció el experimento de germinación de la semilla de *Lippia myriocephala* (Figura 23-24). Se sembraron 50 frutos por cada tratamiento. La primera observación se realizó el día nueve de noviembre de 2016

y a partir de ahí fueron diarias las observaciones hasta el siete de diciembre del mismo año. Una semilla fue considerada como germinada cuando la radícula emitida igualaba la longitud de la semilla. Fue registrado tanto la germinación por semilla como por fruto y se realizaron observaciones generales sobre la germinación de la especie estudiada.



Figura 23-24. Establecimiento del experimento para la germinación de la semilla de la *Lippia myriocephala*.

En el Laboratorio de Histología del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, se midió la longitud y anchura del fruto de la *Lippia myriocephala*. Para ello se empleó un Microscopio Óptico Leica EZHD y el Programa Leica Application Suit-Las EZ.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los tratamientos se arreglaron como un diseño en bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro bloque. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias, usando la prueba de Fisher de la diferencia mínima significativa, con el programa SAS v.9.4 (SAS, 2016). Las variables analizadas fueron capacidad germinativa de semillas, frutos (pares de semillas).

6.3 RESULTADOS Y DISCUSION

Semilla de la *Lippia myriocephala* en sucesión de vegetación

En las condiciones de clima de Patelná, los árboles de *Lippia myriocephala* inician su floración en los meses de noviembre-marzo y las semillas maduran en el mes de abril y mayo para ser dispersadas por el viento (Figura 25-26).



Figura 25-26. Flores y semillas de la *Lippia myriocephala* en sucesión de vegetación.

Las primeras lluvias del mes de mayo son las que facilitan su germinación donde fueron depositadas por el viento. Los frutos de la *L. myriocephala* por su ligereza son dispersados por el viento y no es posible ver plántulas debajo de la planta madre. Dependiendo de la dirección del viento son depositadas en un sitio y esto explica la población heterogénea y las localizaciones particulares de cada *L. myriocephala* en las sucesiones de vegetación. Según Smith & Smith (2012) cuando hay variabilidad de una especie en un sitio se presenta la interacción difusa, lo que significa que la *L. myriocephala* es dependiente de las rocas para que su reproducción y producción de semillas sea eficaz.

Fruto, semilla y plántula de la *Lippia myriocephala*

En las figuras 27 (a) y 27(b), se observa el fruto completo de la *L. myriocephala*, un fruto integra dos semillas. El largo de cada semilla es de 1.12 mm y de ancho 0.732 mm.



Figura 27 (a) y semilla 27(b) de *L. myriocephala*

En las figuras 27(a) y 27(b), se observa que las semillas germinan en diferente tiempo y esto es benéfico en las condiciones de las sucesiones, ya que se asegura por lo menos una planta en cada fruto. También, durante el experimento se observaron frutos viables con las dos semillas y frutos con una semilla viable y vana. La viabilidad de las semillas es fundamental para la obtención de árboles de buena producción. Según Doria (2010), las semillas son el punto de partida para la obtención de plantas vigorosas para un máximo rendimiento en la producción de madera.

En la figura 28, se observan las medidas de la plántula de la *L. myriocephala* en los primeros 15 días de haber germinado, tiene 5.81 mm de tallo y 2.00 mm de las primeras hojas. La *L. myriocephala* es una especie de rápido crecimiento y se encuentra en la fase intermedia en la germinación de las semillas.



Figura 28. Plántula de la *Lippia myriocephala*.

En el Cuadro 9, se puede observar la diferencia de germinación ($P \leq 0.0064$) en los tratamientos. La mejor respuesta germinativa resultó cuando los frutos de *L. myriocephala* se remojaron por dos días, obteniéndose la germinación de 39% de frutos, en comparación con los otros tratamientos.

También se puede observar la diferencia de germinación de las semillas, aun cuando no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en cada tratamiento. Al remojar dos días los frutos de *L. myriocephala* en agua destilada de 50 frutos, germinan el 49.50% y es el mejor tratamiento en comparación con los otros tratamientos.

Cuadro 9. Número de semillas germinadas de 50 frutos y 100 semillas

Tratamiento pregerminativo	Germinación 50 frutos	Germinación 100 semillas	% de Germinación transformada de frutos
Testigo	12.50b	14.75b	25.00b
1 día de remojo*	24.25b	30.25ab	48.50b
2 días de remojo	39.00a	49.50a	78.00b
DMS**	12.65	18.64	25.00
Prob F	0.0064	0.0111	0.0064
CV (%)	28.96	34.21	28.96

*El número de cada tratamiento representa la cantidad de días que la semilla fue remojada en agua destilada.

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fischer (P=5%)

** Diferencia Mínima Significativa.

En el cuadro 9, se puede observar las diferencias del porcentaje de germinación transformada de los diferentes tratamientos ($P \leq 0.0064$), donde el mejor tratamiento fue el dos teniendo el 78.00% de semillas germinadas (Figura 29).

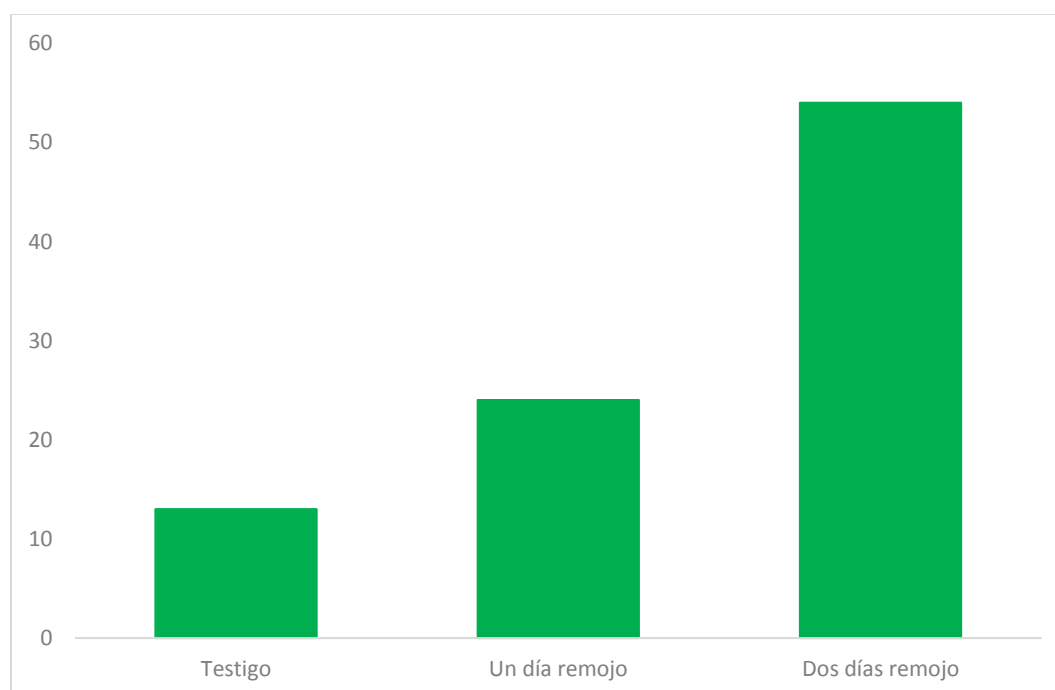


Figura 29. Grafica de porcentaje de germinación acumulada de semillas de la *L. myriocephala*.

En la Figura 30, se puede observar, el comportamiento germinativo de las semillas a lo largo de 35 días. De acuerdo con la figura, independientemente del tratamiento, en los primeros 15 días se activan los procesos que conducen a la germinación de las semillas de *L. myriocephala*, sin embargo, cuando se aplica el tratamiento de dos días de remojo de los frutos, en promedio el mayor porcentaje de germinación (38%) se presenta durante los primeros 15 días.

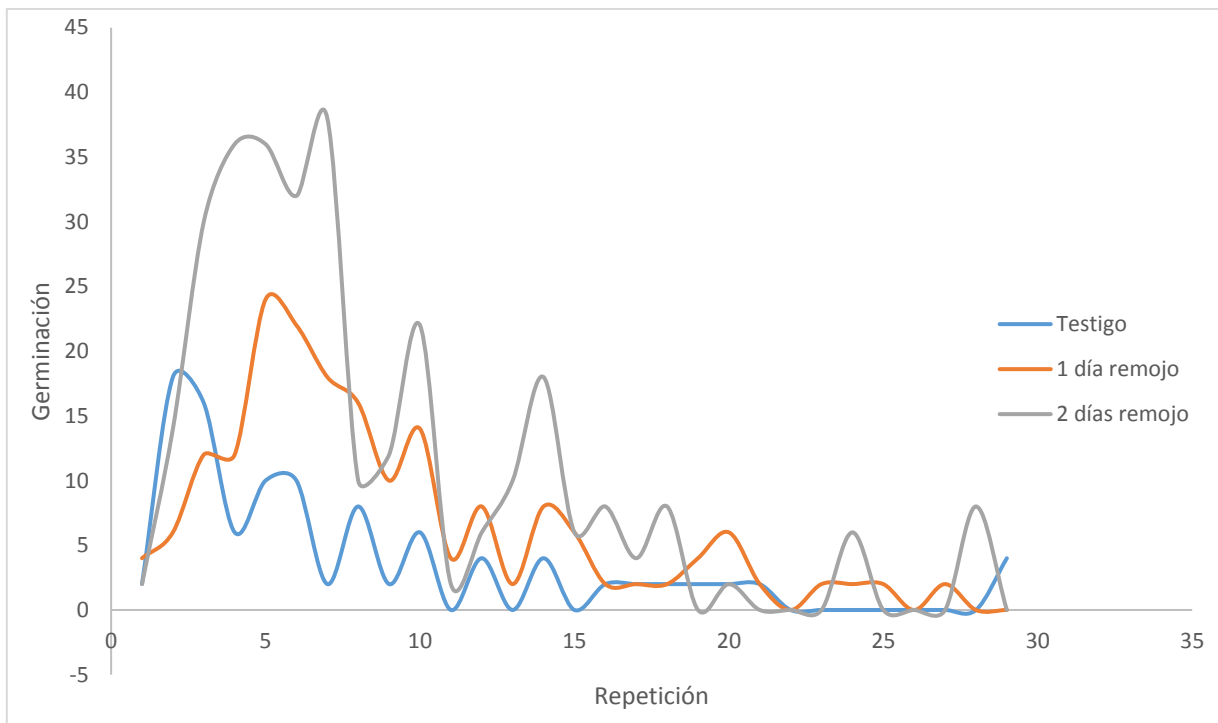


Figura 30. Germinación diaria de semillas de *L. myriocephala* evaluadas en diferentes tratamientos.

Este comportamiento, indica que la energía germinativa de la *L. myriocephala* se concentra en los primeros 15 días y es cuando se puede obtener mayor cantidad de plántulas para ser utilizadas en el sistema agroentomoforestal.

La germinación de la *L. myriocephala* es económica y relativamente fácil de lograr. Hasta donde se tiene conocimiento y se pudo revisar, el presente trabajo es el primer aporte donde se estudia la germinación de la especie. Se recomienda

cosechar las semillas a finales de abril de cada año, remojarlas dos días y colocarlas en un recipiente con sustrato y humedad, acondicionarlas a una temperatura de 30°C y esperar su germinación para la obtención de plántulas.

6.4 CONCLUSIÓN

La germinación de la *Lippia myriocephala* es relativamente fácil, al ser remojado dos días con agua destilada y en condiciones de temperatura de 30°C, fotoperiodo de 12 horas, sustrato y humedad se logra la germinación de 39% de 50 frutos y de los 50 frutos germina el 49.50% de semillas.

La germinación de la *Lippia myriocephala* se concentra en los primeros 15 días después de haber realizado el remojo de un día, dos días y testigo (0 día).

Se recomienda remojar dos días en agua destilada los frutos de la *Lippia myriocephala* para lograr la mayor producción de plántulas.

6.5 LITERATURA CITADA

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1), 00-00.
- Fang, Y., Enhe, Z., Qinli, W., & Zhuhong, M. (2016). Germination and dormancy-breaking of *Daphne giraldii* Nitsche (Thymelaeaceae) seeds from northwestern China. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(1), 99-113.
- González, E. (1991). Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical... Eugenio González J. *Rev. Biol. Trop.*, 39(1), 47-51.
- Vargas, G. H., Velásquez, L. R. S., & Aragón, F. (2001). Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia de la sierra de Manantlán. *Foresta Veracruzana*, 3(1), 9-15.
- Niembro Rocas, A., & Rocas, A. N. (1988). *Semillas de árboles y arbustos: ontogenia y estructura* (No. 634.956 N54). México. Limusa.
- Masson, J. L., Ricse, T., & Tuchia, O. E. (1979). Pruebas de tratamiento pregerminativo de algunas semillas nativas. *Revista Forest Perú*9, 81-90.
- Orantes-García, C., Pérez-Farrera, M. Á., Rioja-Paradela, T. M., & Garrido-Ramírez, E. R. (2013). Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México. *Polibotánica*, (36), 117-127.
- Padilla, C., Fraga, N., & Suárez, M. (2012). Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 419-421.
- Perez, E., Ceballos Gonzalez, G., & Calvo Irabien, L. M. *Germinacion y supervivencia de semillas de Thrinax radiata (Areaceae), una especie amenazada en la Peninsula de Yucatan*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Facultad de Ciencias, Mexico (Mexico)..

- Pimentel B., L. 2009. Producción de árboles y arbustos de uso múltiple. Grupo Mundi-prensa.237p.
- Quinto, L., Martínez-Hernández, P. A., Pimentel-Bribiesca, L., & Rodríguez-Trejo, D. A. (2009). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 15(1), 23-28.
- Ramírez-Marcial, N., Rueda-Pérez, M. L., Ferguson, B., & Jiménez-Ferrer, G. (2012). Caracterización del sistema agrosilvopastoril en la depresión central de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(2), 7-22.
- Rossini Oliva, S., Valdés Castrillón, B., Camacho, A., Cristina, M., Márquez Campón, F., & Bueso López, M. (2006). Germinación de las semillas en algunas especies americanas de Fabaceae y Bignoniaceae cultivadas en Sevilla (SO España). *Lagascalia*, 26, 119-129.
- Sobrevilla-Solís, J. A., López-Herrera, M., López-Escamilla, A. L., & Romero-Bautista, L. (2013). Evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos y osmóticos en la germinación de semillas *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) MC Johnston. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*, 6, 83.
- Smith, T. M. S., & Leo, R. (2012). *Ecología*. Madrid, ES: Pearson Educación. 348-350.
- Tenorio-Galindo, G., Rodríguez-Trejo, D. A., & López-Ríos, G. (2008). Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia*, 42(5), 585-593.
- Zamora-Cornelio, L. F., Ochoa-Gaona, S., Vargas Simón, G., Castellanos Albores, J., & HJ de Jong, B. (2010). Germinación de semillas y clave para la identificación de plántulas de seis especies arbóreas nativas de humedales del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 58(2), 717-732.

7 ECOLOGÍA DE LA LARVA *Phassus triangularis* EN SUCESIONES DE VEGETACIÓN

Resumen

En este estudio se presenta la información de la ecología de larva *Phassus triangularis* en diferentes sucesiones de la vegetación (1, 2.5, 5 y 7 años) del sistema agrícola roza-tumba-pica. Se realizó un análisis de varianza, usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se encontró en este estudio que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) en las sucesiones de vegetación de las variables número de larvas por árbol (NLA), altura de infestación a nivel del suelo (AINS), diámetro de capa protectora de la galería (DCG), peso fresco de la capa protectora (PFCA), diámetro de la entrada de la galería (DEG), longitud de la galería (LG), longitud de la larva (LV), diámetro de la larva (DL), peso de la larva (PL), tiempo de cosecha de la larva (TC), volumen de agua gastada (VACG). La larva *P. triangularis* puede barrenar 25 cm de longitud, un diámetro de entrada de la galería de 11.76 mm, lo que indica que es ligeramente mayor grande que el propio diámetro de la larva de 8.68 mm; el peso de larva fresca se encuentra en 5.40 g, con una longitud aproximada 8.00 cm. Con estas características a lo largo de la estancia de la larva en el árbol puede fabricar un diámetro de la capa protectora de 64.24 mm y un peso aproximado de 4.54 g. Para cosechar una larva se invierte un tiempo de 4.82 segundos y un gasto de agua de 158 mL. El adulto *P. triangularis* para depositar sus huevos a una altura de 1.50 m en el tallo de la *L. myriocephala* es ayudado por el mismo árbol de tres formas: a) pequeñas aberturas de la lenticela, b) caída de ramas y c) musgos y así evitar que sean depredados por sus enemigos naturales. La larva *P. triangularis* posee pequeñas patas con garras cerca de la cabeza lo cual permite sujetarse en el tallo de la *L. myriocephala* y su aparato bucal está diseñado para barrenar. Las características particulares de la ecología de la larva *P. triangularis* ocupan un solo espacio de manera vertical en el árbol. La larva de *P. triangularis* tienen un alto valor nutritivo; contiene 51.25 g/100 g en base seca de proteína, 52 g/100 g en grasas, en base seca, lo que significa que la larva está compuesta en su mayor parte por proteína y grasa.

Palabras claves: ecología, larva, capa protectora, galería, lenticela y espacio vertical.

ECOLOGY OF THE LARVA *Phasssus triangularis* IN VEGETATION SUCCESSIONS

Abstract

In this study the ecology information about the larva *Phasssus triangularis* is presented in its different successions of vegetation (1, 2.5, 5 and 7 years) of the traditional agricultural system. An analysis of variance using the General Linear Model correspondent to a Randomized Complete Block Design was done. There are no meaningful differences ($p < 0.05$) in the study in the successions of vegetation of the number of larvae per tree variables (NLT), height of infestation at ground level (HIGL), diameter of protective coat of the gallery (DPC), fresh weight of the protective coat (FWPC), diameter of the gallery entrance (DGE), gallery length (GL), larva length (LL), larva diameter (LD), larva weight (LW), larva harvesting time (HT), volume of used water (VUW). The larva *P. triangularis* can drill 25cm length, an entrance diameter of a gallery of 11.76mm indicates that it is slightly bigger than the larval diameter itself of 8.68mm; the fresh larva weight is of 5.40g, with an approximate length of 8.00cm. With these characteristics throughout its staying in the tree, a larva can make a protective coat of 64.24mm and an approximate weight of 4.54g. The investment done to harvest a larva is of 4.82 seconds and a water usage of 158mL. The *P. triangularis* adult, to deposit its eggs at a 1.50m height on the *L. myriocephala*, is helped by the tree itself in three ways: a) lenticel small openings, b) branch fallings and c) moss in order to avoid being predated by its natural enemies. The *P. triangularis* larvae have a high nutritional value; they contain 51.25g in dry protein basis, 52g/100g in fat in dry matter which means that the larva is composed mainly of protein and fat.

Key words: ecology, larva, protective coat, gallery, lenticel and vertical space.

7.1 INTRODUCCIÓN

El hábitat de los insectos en diferentes ambientes tienen sus particularidades, muchas de ellas forman colonias o viven solos, ya sea por adaptación o disponibilidad de recursos y cumplen funciones importantes dentro de un ecosistema, principalmente en la degradación, reciclaje de nutrientes y contribuyen a mantener el equilibrio ecológico del ambiente en la que se desarrollan (Tarango, 2012). La ecología de una especie es compleja; para conocer todos sus interacciones llevarían muchos años, son una estructura de “pequeño mundo”, caracterizada por fuertes agrupaciones y conexiones cortas, aunque mucha de la conectividad en la agrupación principal son de efecto no lineales de alto nivel que reflejan importancia como piedra angular (Perfecto, Vandermeer y Philpott, 2010). Como lo señala Cruz, Tarango, Alcántara, López, Ugalde, Ramírez y Méndez (2014) que cada especie tiene su propio comportamiento e interacciones, la hormiga nativa “escamolera” (*Liometopun apiculatum* Mayr), no usan los componentes de hábitat con base a su disponibilidad, evitan el suelo desnudo y los terrenos con baja elevación, y eligen las pendientes con exposición hacia el suroeste. La explicación de la presencia de nidos de la hormiga escamolera está ligada al ancho de los tallos del agave, número de agaves con insectos escama, la densidad de plantas leñosas-cactus-agave, la cobertura del suelo (suelo desnudo) y la pendiente. Los nidos de hormigas se encuentran en la base del agave a una profundidad entre 15 y 120 cm, probablemente porque los agaves funcionan como cubiertas térmicas y áreas de recolección (Cruz *et al.*, 2014).

La larva de muchas especies tienen comportamiento exclusivas para su reproducción como lo es el gusano telarañero (*Amorbia cuneana* (Walsingham)), las larvas recién emergidas se alimenta de la epidermis de las hojas y después consumen la hoja completa. Estas producen seda con la cual enrollan dos o más hojas dentro de las cuales se protegen para alimentarse. También pueden tejer la seda entre dos frutos del aguacate para protegerse y alimentarse de la epidermis de éstos, la duración de la larva es de 14-17 días (Urías & Salazar, 2008).

Especies como el barrenador de ramas del aguacate *Copturus aguacatae* Kissinger, la emergencia de las larvas perforan las ramas, el tallo principal y tallos secundarios. La salida de la perforación es característica por la acumulación de aserrín y secreción que varía de crema hasta café claro u oscura; el daño de esta larva afecta el desarrollo del fruto al romperse las ramas por el peso del fruto del aguacate (Urías & Salazar, 2008).

Normalmente las larvas viven en las zonas que perforan como lo es *Heilipus elegans* Guérin-Méneville, a medida que se alimenta taponan la galería con las excretas. El taponamiento de las galerías es un método de protección contra la acción de los enemigos naturales (Rubio, Posada, Osorio, Vallejo y López, 2009).

El barrenador del tallo y de la raíz del café, *Plagiohammus colombiensis*, ataca árboles de café de todas las edades y causa marchitamiento. Los árboles afectados se reconocen por los montículos de aserrín en la base del tallo, producto de la evacuación de material que realiza la larva del insecto, por el orificio de la entrada, cuando ésta se encuentra barrenando el tallo central y el cuello de la raíz principal. La larva barrena y destruye la médula del tallo y los haces vasculares, ocasionando la interrupción del flujo de savia. Cuando la larva penetra el tronco, se dirige hacia la base de la raíz principal y la barrena; luego, sube siguiendo el tallo central, hasta una altura de 10 a 30 cm del suelo (Constantino & Benavides, 2015).

La larva de *Phassus triangularis* H.E. (Lepidoptera-Hepialidae) y es una larva de la mariposa frecuente en los cafetales de Veracruz. Las larvas tienen como principal hospedero al “palo gusano” (*Lippia myriocephala* Schlech & Cham), y se recolectan en el árbol de Ixpepe (*Trema micrantha* (L.) Blume), (Escamilla, Escamilla, Gómez, Monserrat, Ramos y Pino, 2012). Las larvas son de forma cilíndricas de color café con franjas en la parte dorsal de color cremoso y miden de 3 a 12 cm de longitud. Presentan hábitos barrenadores, perforando el tronco y tienden a buscar la raíz. Se alimentan de la parte central del tronco y generalmente se encuentra una larva en cada galería. Su presencia se observa por la formación de una pequeña bolsa de aserrín presente en el tronco del árbol y tapando cada uno de los orificios de la larva (Escamilla et al., 2012).

En México se aprovechan muchos insectos, sea en estados adultos o larvarios, la mayoría de los que aprovechan el recursos desconocen su contenido nutrimental su hábitat de producción y reproducción en el medio natural y estas pueden disminuir su población y poner el peligro a la especie.

Se tiene conocimiento que las zonas campesina no pueden acceder fácilmente a fuentes de proteínas como la carne y la leche principalmente por las condiciones socioeconómicas por ello consumen dietas poco nutritivas y la nutrición es fundamental para el bienestar de una sociedad (Núñez & Tace, 2014). Según Nazar, Zapata y Vázquez (2004) los factores socioeconómicos son determinantes principales en su estado nutricional de las mujeres. Por su parte Vázquez, Montes y Montes (2005) menciona que la alimentación en las zonas campesinas son distintas en algunos casos presentan mayor consumo de energía, hidratos de carbono, proteínas, grasa, colesterol, fibra, vitaminas B₁, B₂, B₁₂, hierro y calcio. Los campesinos siempre han buscado la estrategia para satisfacer las necesidades nutricionales y asegurar la supervivencia y reproducción social (Lanza & Rojas, 2010). En los diferentes ambientes y sistemas agrícolas los campesinos obtienen muchas especies comestibles como la fauna silvestre, insectos, larvas, hierbas, frutas que forman parte de la dieta y en los traspatios obtiene carne y huevo de las aves de corral, no se suficiente porque muchas de ellas no son cultivadas o reproducidas en una superficie bajo manejo, en su mayoría solo son recolectadas.

En México en sus zonas rurales sin lugar a dudas administran una mina de recursos utilizados en la alimentación humana principalmente el maíz, frijol, calabaza, frutas, etc. Los que aún no se han valorado y tienen gran potencial son los insectos y las larvas. A lo largo de generaciones han sido parte de la dieta campesina y esto es posible por el conocimiento tradicional, según Lara, Romero y Burrola, (2013) está integrada por la cultura, ambiente, tiempo, espacio, especie, usos, color, olor, forma, tamaño, relación con árboles y de la vegetación; además de la fenología de la especies y formas de recolección.

Los insectos comestibles son uno de los recursos renovables que están disponibles para una explotación sostenible que alivie la desnutrición y el hambre en el mundo.

El potencial nutricional que ofrecen los insectos son la gran cantidad de proteínas, grasas, vitaminas y sales minerales (Costa & Ramos, 2006). El consumo de insectos en México según Ramos & Pino (2004) en Coleoptera comestible comprende 126 especies e incluye escarabajos acuáticos (26.19%) y terrestres (73.81%); el 47.63% se consume en estado larval, 13.49% como larvas y pupas, 28.57% como larvas y adultos y 10.31% en estado adulto, es decir la mayor parte se consumen en estado larval.

Entre algunos valores proteínicos de larvas se tiene el de *Bombyx mori* (62.60), *Melanooplus mexicanus* (77.13%), *Boopedo* aff. *Flaviventris* (75.95%), *Sphenarium histrio* (74.78%), *Rhantus atricolos* (71.1%), *Belostoma* sp. (70.87%), *Metamasius spinoale* (69.05%), *Cybister flavocinctus* (69.01%), *Abedus* sp. (67.69%), *Sphenarium* sp. (67.02%), *Pachilis gigas* (63.39%), *Trimerotropis* sp. (65.13%), *Polister major* (64.45%), *Melanoplus* sp. (62.93%), *Trimerotropis pallidipennis* (62.93%) axayacatl (62.8%) *Polybia occidentalis bohemani* (61.57%), *Polistes canadensis* (61.52%) *Shistocerca* sp. (61.4%), *Polybia occidentalis nigratella* (61.21%)(Rodríguez, Pino, Ángeles, García, Barrón y Callejas,2016; Ramos, Pino y Cuevas,1998)

Los insectos y las larvas son un potencial en la nutrición humana por su alto contenido en proteína, grasas y aminoácidos; además tienen importancia cultural, nutricional, económica y científica. Las larvas pueden ser consideradas como un ingrediente rico en proteínas, grasas y minerales para las elaboraciones de raciones para humano y de ganado (Rodríguez *et al.*, 2016).

El estado larvario de insectos en México han sido pocos estudiados desde el enfoque de su ambiente particular en donde se desarrollan, su composición química y de diferentes alternativas en la alimentación humana. Muchas de ellas no se tienen registrados aunque en la mayoría de las zonas campesinas han desarrollado diferentes innovaciones en el consumo de los insectos y de las larvas. Se tiene conocimiento en el Ejido Patelná, Chiapas que muchos de sus recursos alimenticios son consumidos en mezclas para diversificar la dieta del campesino, ejemplo de ello la larva de *Phassus triangularis* los cuales consumen acompañados de frijol y

tortillas, y la harina de la larva son mezclados en las tortillas de plátanos y de maíz; muchos de ellos son consumidos solo en la temporada de la larva y al momento de su preparación. Las propiedades de las larvas y otros recursos fitogenéticos de los campesinos permiten innovar en la alimentación mexicana. Por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar las propiedades nutrimentales de la larva *P. triangularis*, como fuente de alimento humano. Así como también caracterizar la ecología de la larva *P. triangularis* en las diferentes sucesiones de la vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica con la finalidad de generar información que permita explicar su reproducción artificial.

7.2 MATERIALES Y MÉTODOS

En las sucesiones de vegetación del sistema agrícola roza-tumba-pica se seleccionaron cuatro sucesiones: 1.0, 2.5, 5.0 y 7.0 años; en cada sucesión se localizaron sitios con mayor población de la *L. myriocephala* para realizar las evaluaciones dirigidas.

En cada sucesión se delimitaron áreas de 2000 m² (50 x 40 m), con orientación Norte-Sur, dentro de las cuales se delimitaron tres parcelas de 200 m² (10 x 20 m), que se denominaron parcelas (P₁, P₂ y P₃) donde se realizaron las observaciones y obtención de datos de la ecología de la larva *Phassus triangularis*.

Medición de características del medio de reproducción de larva

La colecta y caracterización de la ecología de la larva *P. triangularis* se realizaron en las parcelas (P₁, P₂ y P₃) de las sucesiones de la vegetación en abril de 2016. En los árboles de *L. myriocephala* infectados por la larva de *P. triangularis* se midieron las siguientes variables: número de larvas por árbol (NLA), número de galerías abandonadas (NGA), altura infectado a nivel de suelo (AINS) cm, diámetro de la capa de aserrín (DCA) en mm, peso fresco de la capa de aserrín (PFCA) en g, diámetro de la entrada de la galería (DEG), longitud de la galería (LG) cm, longitud de la larva (LV) cm, diámetro de la larva (DL) mm, peso de la larva (PL) en g, tiempo de cosecha de larva (TCL) en seg, volumen de agua gastada por la cosecha (VAGC)

en ml. Las larvas cosechadas fueron depositadas en bolsas de polietileno y posteriormente se resguardo en un congelador.

Colecta y análisis químico de la larva de *P. triangularis*

Se colectaron larvas de *P. triangularis* en los árboles de *L. myriocephala* del sistema agrícola roza-tumba-pica en abril del 2016 en Patelná, Tumbalá, Chiapas.

La determinación de las propiedades nutrimentales de la larva *P. triangularis*, se realizó en octubre de 2016 en la Sección de Laboratorio de Nutrición del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

El secado de la larva *P. triangularis* para facilitar la molienda (Figura 31) se realizó en una estufa, a 50°C durante seis días, para obtener humedad parcial y % de materia seca parcial. Para los análisis de humedad y materia seca de la muestra molida, ceniza, proteína, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extracto etéreo se siguieron la metodología de (AOAC, 1975; Sosa de Pro, 1979) con tres repeticiones. Los resultados obtenidos en laboratorio se reportan en promedio.



Figura 31. Secado de la larva para su molienda.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza usando el Modelo Lineal General correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar. Donde los tratamientos correspondieron a las sucesiones de vegetación y bloques a las larvas de *P. triangularis*.

Los análisis se realizaron usando el Software SAS V 9.4, (SAS, 2016).

7.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ecología de la larva *Phassus triangularis* en el árbol *Lippia myriocephala*

En el cuadro 10, se puede observar que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en las sucesiones de vegetación, para las variables número de larvas por árbol (NLA), altura de infestación a nivel del suelo (AINS), diámetro de capa protectora de la galería (DCG), pesos fresco de la capa protectora (PFCA), diámetro de la entrada de la galería (DEG), longitud de la galería (LG), longitud de la larva (LV), diámetro de la larva (DL), peso de la larva (PL), tiempo de cosecha de la larva (TC), volumen de agua gastada (VACG).

Cuadro 10. Ecología de la larva *P. triangularis* en el árbol *L. myriocephala* en dos sucesiones de vegetación del sistema roza-tumba-pica.

Sucesión	NLA	AINS	DCG	PFCA	DEG	LG	LV	DL	PL	TCL	VACG
		cm	mm	G	mm	cm	cm	mm	g	seg	ml
1	1.50a*	23.20a	54.24a	2.75a	10.71a	16.70a	6.05a	7.17a	3.30a	2.28a	50.20a
2.5	1.00a	18.00a	64.24a	4.40a	11.76a	25.00a	8.00a	8.68a	5.46a	3.16a	40.00a
5	1.00a	40.00a	54.84a	4.45a	10.98a	23.17a	6.75a	7.09a	2.68a	4.82a	158.00a
7	1.00a	15.00a	59.21a	4.10a	9.30a	20.00a	8.00a	7.37a	3.30a	2.42a	42.00a
DMS	2.45	64.28	24.31	3.05	6.28	10.30	2.50	3.97	3.08	7.30	166.31
Prob F	0.8462	0.4812	0.9484	0.0704	0.6655	0.1439	0.2484	0.4604	0.1922	0.3822	0.0936
CV (%)	82.78	98.77	18.96	37.75	25.10	22.78	16.61	23.63	41.34	98.94	84.24

*Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes. Prueba de Fisher al 5%.

** Diferencia Mínima Significativa.

^z NLA: número de larvas por árbol, NGA: número de galerías abandonadas, AGNS: altura de la galera a nivel del suelo, DCG: diámetro capa protectora de la galería, DEG: diámetro de la entrada de la galería, LG: longitud de la galería, LV: longitud de la larva, DL: diámetro de la larva, PL: peso de larva, TC: tiempo de cosecha, VAGC: volumen de agua gastada.

En los estudios de larva en las sucesiones de vegetación se encontraron una larva por árbol de *L. myriocephala*. Según Escamilla *et al.* (2012) un árbol puede contener desde una hasta seis larvas, en árboles jóvenes y adultos, a lo largo del tronco, desde la base hasta una altura de 8 m.

La *L. myriocephala* y la larva *P. triangularis* forma un conjunto de organización de interacciones como redes complejas de interdependencia en las que sustentan su vida. Las interacciones entre la *L. myriocephala* y la larva *P. triangularis* adquieren una arquitectura bien definida, un estilo particular inconfundible, que influye en la persistencia de una comunidad biológica sujeta a perturbaciones (Bascompte & Jordano, 2008). Los factores que determinan la existencia de la *L. myriocephala* y la larva *P. triangularis* son la fertilidad del suelo, humedad, climas la sucesión de la vegetación y las propiedades químicas del árbol.

La ecología de la larva *P. triangularis* se relaciona con las sucesiones de la vegetación donde crece el árbol *L. myriocephala* y actúa como un medio de reproducción de la larva. La larva de *P. triangularis* vive en el árbol para aprovechar la savia que produce el árbol junto con sus propiedades químicas, por ello la larva tiene la capacidad de sintetizar lípidos a partir de los carbohidratos.

Estrategias del adulto de *Phassus triangularis* para su reproducción en el árbol de *Lippia myriocephala*

Depósito de huevo en el tallo de la *L. myriocephala*

El adulto *P. triangularis* para depositar sus huevos a una altura de 1.50 m en el tallo de la *L. myriocephala* es ayudado por el mismo árbol de tres formas: a) pequeñas aberturas de la lenticela, b) caída de ramas y c) musgos y así evitar que sean depredados por sus enemigos naturales. Al parecer prefieren árboles de *L. myriocephala* de una edad que va desde el primer año hasta los siete. Según Chavarria (1989) citado por Monserrat (2013) los huevos son ovoides de color amarillento y se cambian de color negro aproximadamente de 12 a 14 horas después de la ovoposición, además no son depositados en un sustrato definido, sino que son dejados caer en forma errática por la hembra. La eclosión de las larvas

es aproximadamente de 25 a 28 días después de la ovoposición, esto quiere decir que si los huevos permanecen casi cerca de un mes a la intemperie lluvia, sol, no sobreviviría; por lo tanto siempre se apoyan del árbol para crear un microclima de temperatura y protección utilizando los recursos externos de la *Lippia myriocephala* para poder sobrevivir y eclosionar.

Formación de galería y capa protectora en el tallo de la *Lippia myriocephala*

Según Chavarría (1989) citado por Monserrat (2013) el periodo larval es de 19 meses y la larva se puede observar elaborando túneles dentro de la madera cuando alcanza una amplitud de 0.5 cm y llega a alcanzar de 10-12 cm de longitud en los últimos estadios. La larva *P. triangularis* tiene la capacidad a los 0.5 cm de poder crear un túnel para su desarrollo y alimentación, lo cual puede poseer ciertas enzimas capaces de desintegrar las propiedades químicas de la corteza; se puede decir que las primeras horas de haberse eclosionado la larva se alimenta de la corteza y de algunas propiedades que tiene el árbol entre la corteza y la madera, ya que cuando este es cortado el tallo emite ciertos jugos que son oxidados casi al momento del corte (Figura 32 a); al parecer no todos logran sobrevivir, evidencia de ello abandonan su inicio de barrenación y proceso de construcción de la capa protectora (Figura 32b).



Figura 32a y 32b. Oxidación de jugos de la madera del árbol *L. myriocephala* y en 32b muestra el inicio de infestación del árbol por la larva *P. triangularis*.

La larva *P. triangularis* posee pequeñas patas con garras cerca de la cabeza lo cual permite sujetarse en el tallo de la *L. myriocephala* y su aparato bucal está diseñado para barrenar (Figura 33). Las larvas tienen glándulas productoras de seda, las cuales son capaces de producir la seda suficiente para la construcción de capullos o refugios (Cibrián, 1995).



Figura 33. Garras y aparato bucal de la larva

La larva de *P. triangularis* conforme va creciendo así va formando el tamaño su capa protectora, la longitud de la galería, diámetro interno y el diámetro externo y la seda que produce es fundamental para la construcción del materia como se observa en la figura (34a-34b), son hilos de seda que utiliza la larva para pegar la capa protectora con el tallo del árbol.



Figura 34a-34b. Galería de la larva

La capa protectora es un material que permanece siempre húmeda, hecha de residuos de la madera de la *Lippia myriocephala* como pequeños aserrín, musgos, seda y resina del árbol, para formar un material elástico y resistente (Figura 35a-35b).



Figura 35a-35b. Capa protectora de la larva

Vivencia de la larva *P. triangularis* en la galería del tallo de la *L. myriocephala*

Hecha la galería y la capa protectora por la larva, ahí cumplen el estado de pupa y la emergencia del adulto. La galería es un sistema que permite estén disponibles los nutrientes para la larva; por medio de la capa protectora se tiene un orificio central que sirve como la entrada de oxígeno y también para desechar los residuos de la larva que la mayor parte son residuos de madera como se observa en la figura (36-37).



Figura 36-37. Savia que emite la larva y desechos.

La larva *P. triangularis* no tiene preferencia en los diámetros de los árboles de la *L. myriocephala*; pero si prefieren infestar en la edad de los primeros cinco años, debido a la mayor cantidad de nutrientes que aporta el árbol hacia la larva.

En las sucesiones de vegetación la larva *P. triangularis* es un ser que ha creado una interacción perfecta con el árbol de *L. myriocephala*, por los siguientes componentes altura de establecimiento de la galera para aprovechar la savia barrena en la parte central del tallo del árbol (Figura 38a-38b), creación de la capa protectora, es un diseño de la propia larva de forma circular y en la parte del medio un orificio central para expulsar los desechos de la larva.



Figura 38a -38b. Galera interna de la larva

Según Bascompte & Jordano (2008) las plantas e insectos se ha proporcionado oportunidades mutuas y estas tienen una serie de conexiones que conforman una arquitectura de redes mutualistas. Las interacciones mutualistas desarrolladas en la naturaleza tejen redes complejas caracterizadas por una topología bien definida y universal. Se trata de redes muy heterogéneas, cohesionadas y basadas en dependencias débiles y asimétricas entre las especies.

Las características particulares de la ecología de la larva *P. triangularis* en su medio natural (Cuadro 9) es estático, lo que significa que solo ocupan un solo espacio y es decir que ellas mismas se depositan en un solo sitio para aprovechar el árbol de manera vertical hacia abajo, algo benéfico para el agricultor ya que la misma larva optimiza espacio dentro del mismo árbol (optimización del espacio interior), mientras que en la parte externa crea una barrera para protegerse, creando su mismo mecanismo y utilizando los mismos recursos de los árboles, posee su propio sistema de organización.

La larva *P. triangularis* aprovecha el árbol desde el nivel del suelo a una altura de 1.50 m, en este espacio vertical es posible encontrar de una larva hasta 7 larvas, en este estudio se encontraron una larva por árbol en cada sucesión de la vegetación sin notar mucha diferencia o preferencia de infestación conforme avanza de diámetro el árbol de *L. myriocephala*.

Aprovechamiento de la larva *P. triangularis*

Para el aprovechamiento de la larva se realiza en los meses de marzo-abril principalmente. Según Escamilla et al. (2012) la larva de *P. triangularis* se puede recolectar durante todo el año, sin embargo, en marzo-abril y octubre-noviembre se tiene mayor abundancia y las larvas son de mayor tamaño. Las mujeres y los niños son las que recolectan las larvas mediante: a) recorrido en las sucesiones de vegetación en busca de árboles infectados por la larva, b) se busca un medio para echar agua en la galera y una espina para la cosecha, c) se destapa la capa protectora, d) se vierte agua utilizando el medio(hojas), e) se espera la salida de larva una vez que salga con la espina se le inserta debajo de la cabeza y posteriormente se saca y se va guardando en un recipiente, f) llegando a la casa se lava y se coloca en un comal caliente para asarla, acompañando su consumo con frijoles y salsa picante. (Figura 39-41).

Para la recolección de la larva de *P. triangularis* se utilizan varias técnicas, el método más común, es utilizar un ganchito de alambre para jalar a la larva por la cabeza, y también se puede emplear una astilla de madera, una espina de naranjo o una aguja capotera. La otra técnica es utilizar agua para inundar la galería y obligar a que la larva abandone el árbol. Las larvas recolectadas se depositan en un recipiente o en bolsas. La recolección se realiza por la mañana y en un día se puede recolectar 3 kg de larva de *P. triangularis*. El consumo de la larva *P. triangularis* se asan directamente en el comal o se fríen con aceite o manteca, se les agrega sal o ajo y se consumen con tortillas; en ocasiones se preparan tamales y se elaboran salsas. (Escamilla et al., 2012).



Figura 39-41. Cosecha y consumo de larva.

Valor nutricional de la larva de *P. triangularis*

La larva de *P. triangularis* tienen un alto valor nutritivo; contiene 51.25 g/100 g en base seca de proteína, en grasas el 52 g/100 g en base seca, lo que significa que la larva está compuesta en su mayor parte por proteína y grasa, tiene 33.40% de fibra detergente neutro y 20.68% de fibra detergente acida (Cuadro 11). Por su parte Ramos et al. (1998) determinaron que la larva de *P. triangularis* tiene los siguientes valores nutricionales en base seca g/100 g de muestra seca: proteína (13.17), extracto etéreo (77.17), sales minerales (1.35), fibra cruda 5.31, extracto libre de nitrógeno (3.00) y proporciona 776.85 Kcal/100g, en comparación a lo encontrado por estos autores, en este estudio se encontró más contenido de proteína y 25.17 g/100 g de muestra seca menos grasa. Por su parte Ramos, Pino y Morales, (2002) reportan los valores de *Phassus sp* (g/100 g base seca), en proteínas (31.45), extracto etéreo (62.20), cenizas (1.51), fibra cruda (3.54), extracto libre de nitrógeno (1.3).

El alto contenido de grasa de la larva *P. triangularis* es el que le da sabor al ser asado en comal. Por su parte Vargas, Espinoza, Ruiz y Rojas, (2013) menciona que el alto contenido de grasa (44.30% en base al peso húmedo) en larvas de *Rhynchophorus palmarum* L, contribuye al sabor agradable cuando se fríen o se asan en parrilla.

Cuadro 11. Valor nutricional de la larva *Phassus triangularis* base seca.

Valor nutritivo de larva de <i>Phassus triangularis</i> en g/100 g en base seca	
Materia seca	96.03
Humedad	3.97
Ceniza base seca	2.82
Materia seca BTO	36.71
Humedad BTO	63.29
% EET BS	51.99
Proteína	51.25
FDN	33.40
FDA	20.68

EE: extracto etéreo base seca, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido.

Los valores de proteína de la larva *P. triangularis* puede ser utilizada como una estrategia de alimentación principalmente en niños en estado de desnutrición. La larva posee poco humedad y en su mayor parte es materia seca lo que indica que durante su reproducción canaliza todo sus esfuerzos en producir proteína y grasa (Figura 42), tiene escaso ceniza 2%, lo que indica que tiene pocos minerales. Según Paniagua (2008) las sales minerales de la larva están en 1.21 g/ 100 gramos en base seca. Investigaciones de Ramos *et al.* (1998) reportan los valores nutrimentales de algunos insectos comestibles, los contenido de proteína de *Myrmecosistus melliger* y a *Melanoplus mexicanus* varia de 9.45 a 77.13%.

El consumo de la larva *P. triangularis* proporciona buena calidad de proteína y digestibilidad al ser consumido 100 gramos por persona, lo cual es trascendental para la dieta de los campesinos de Patelná, Chiapas.

La larva de *Phassus triangularis* contiene aminoácidos esenciales (mg/16 mg N) como los de isoleucina (4.67), leucina (8.09), licina (5.76), metionina (2.23), cisteína (1.39), fenilalanina (7.21), tirosina (9.5), treonina (3.81), triptófano (0.43), valina (5.71), histidina (2.59), total de sulfurados (3.62), total de aromáticos (16.7), total de esenciales (51.39),(Ramos, Pino y Morales, 2002).



Figura 42. Grasa de la larva *P. triangularis*.

En aminoácidos no esenciales la larva de *P. triangularis* contiene (mg/16 mg N) de aspártico(10.7), serina (3.88), ácido glutáminico (13.1), prolina (5.65), glicina (4.18), alanina (6.28), arginina (5.78) y total no esenciales(52.2),(Ramos *et al.*, 2002).

En minerales la larva *Phassus triangularis* contiene (gr/100 gr) de totales minerales (1.51), sodio (0.093), potasio (0.049), calcio (0.063), zinc (0.041), fierro (0.031) y magnesio (0.839), (Ramos *et al.*, 2002).

La larva de *P. triangularis* tiene un contenido energético de 2890.30 Kilojoules/100g que solamente es inferior a la carne de puerco con (3250. 34 Kilojoules/100g), pero es superior en contenido energético a la de carne de res (1735.94), pescado (1662.30), frijol (1637.61), maíz (1548.8) y carne de pollo (688.68).),(Ramos *et al.*, 2002).

La larva *P. triangularis* contiene vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina (Cuadro 12). Según Ramos & Pino (2001) la riboflavina de la larva *P. triangularis* es superior a los valores de pan integral, hígado de res, leche de vaca, huevo de gallina, yogurt, levadura, cerdo, queso feta, hamburguesa, espinaca, trucha y pollo. Las vitaminas en las larvas como A, C, D y B (Tiamina, riboflavina y niacina) tienen diferentes funciones para el desarrollo y crecimiento del organismo humano, así como para la salud (Ramos & Pino, 2001).

Cuadro 12. Contenido de Tiamina, Riboflavina y Niacina en la larva de *P. triangularis*

Tiamina (mg/100 g)	0.24
Riboflavina (mg/100 g)	0.47
Niacina(mg/100g)	2.92

Fuente: Ramos y Pino., 2001.

7.4 CONCLUSIÓN

La infestación de los tallos de *Lippia myriocephala* en las diferentes sucesiones de vegetación por la larva *Phasus triangularis* no supera los 50 cm de altura.

La larva de *Phasus triangularis* infesta el tallo de la *Lippia myriocephala* desde el primer año hasta los cinco años, desarrollándose por lo menos una larva cada año.

Las características de peso, longitud y diámetro de larva *Phasus triangularis* en cada sucesiones de vegetación presentan ciertas similitudes.

La larva de *Phasus triangularis* posee un alto contenido de proteínas y grasas, excelente para el suplemento alimenticio en la nutrición humana.

7.5 LITERATURA CITADA

- Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies. *Investigación y ciencia*, 384, 50-59.
- CIBRIÁN, T. (1994). Factores que influyen en la cría de insectos en condiciones controladas. *Técnicas para la Cría de Insectos. Colegio de posgraduados. Instituto de Fitosanidad*, 11-23.
- CONSTANTINO, L., & BENAVIDES, P. (2015). El barrenador del tallo y la raíz del café *Plagiohammus colombiensis*.
- Neto, E. C., & Ramos-Elorduy, J. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 423-442.
- Cruz-Labana, J. D., Tarango-Arámbula, L. A., Alcántara-Carbajal, J. L., Pimentel-López, J., Ugalde-Lezama, S., Ramírez-Valverde, G., & Méndez-Gallegos, S. J. (2014). Uso de hábitat por la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en el centro de México. *Agrociencia*, 48(6), 569-582.
- Escamilla-Prado, E., Escamilla-Femat, S., Miguel, J., Gómez-Utrilla, M. T. A., Ramos-Elorduy, J., & Pino-Moreno, J. M. (2012). AGROECOSYSTEMS IN THE STATE OF VERACRUZ. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 15(SUP 2), S101-S109.
- García de la Cruz, Y., Ramos Prado, J. M., & Becerra Zavaleta, J. (2011). Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. CONABIO. *Biodiversitas*, 94, 12-15.
- Lara-Vázquez, F., Romero-Contreras, A. T., & Burrola-Aguilar, C. (2013). Conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres en la comunidad otomí de San Pedro Arriba; Temoya, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(3), 305-326.

- Lanza-Valdivia, C. J., & Rojas-Meza, J. E. (2010). Estrategias de reproducción de las unidades domésticas campesinas de Jucuapa Centro, Nicaragua. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 7(2), 169-187.
- Nazar-Beutelspacher, A., Zapata-Martelo, E., & Vázquez-García, V. (2004). Políticas de población y nutrición de las mujeres: un estudio en seis comunidades rurales de Chiapas, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 1(2), 147-162.
- Ñunez E., J. F. Tace N., E. 2014. Políticas de nutrición y desarrollo rural en Latinoamérica. La red de iniciativa de nutrición humana. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. Vol. 11(2): Nuñez-Espinoza, J. F., & Tace-Nelson, E. (2014). Políticas de nutrición y desarrollo rural en Latinoamérica: La red de iniciativa de nutrición humana. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(2), 125-151. 125-151.
- Tarango A., L.A.2012. Los escamoles y su reproducción en el Altiplano Potosino_Zacatecano. RESPYN "Revista Salud Pública y Nutrición" Edición Especial N° 04. Pp 139-144 (ISSN 1870-0160).
- Paniagua Cano, J. A. *Insectos comestibles en la Sierra de Zongolica, Veracruz, México/por Josue Ali Paniagua Cano* (No. PA TESIS 1254.). UACH. Departamento de Parasitología Agrícola.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., & Philpott, S. M. (2010). Complejidad ecológica y el control de plagas en un cafetal orgánico: develando un servicio ecosistémico autónomo. *Agroecología*, 5, 41-51.
- Ramos Elorduy, J., & PINO MORENO, J. O. S. É. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología serie Zoología*, 69(001).
- Ramos-Elorduy, J., Pino, M., & José, M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 66-76.

- Ramos-Elorduy, J. U. L. I. E. T. A., Pino, M. J. M., & Morales de León, J. (2002). Análisis químico proximal, vitaminas y nutrimentos inorgánicos de insectos consumidos en el estado de Hidalgo, México. *Folia entomologica mexicana*, 41(1), 15-29.
- Ramos Elorduy, J., & PINO MORENO, J. O. S. É. (2004). Los coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología serie Zoología*, 75(001).
- Rodríguez-Ortega, A., Pino-Moreno, J. M., Ángeles-Campos, S. C., García-Pérez, Á., Barrón-Yáñez, R. M., & Callejas-Hernández, J. (2016). Valor nutritivo de larvas y pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*)(Lepidoptera: Bombycidae)/Nutritional value of larvae and pupae of silkworm (*Bombyx mori*)(Lepidoptera: Bombycidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 69.
- Rubio, G., David, J., Posada, F., Francisco, J., Osorio, L., Iván, Ó., ... & Carlos, J. (2009). Primer registro de *Heilipus elegans* Guérin-Méneville (Coleoptera: Curculionidae) atacando el tallo de árboles de aguacate en Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 12(1), 59-68.
- Sosa de Pro, E. (1979). *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal* (No. 636.085 S6).
- Urías-López, M. A., & Salazar-García, S. (2008). Poblaciones de gusano telarañero y barrenador de ramas en huertos de aguacate" Hass" de Nayarit, México. *Agricultura técnica en México*, 34(4), 431-441.

- Vázquez-García, V., Montes-Estrada, M., & Montes-Estrada, M. (2005). Consumo de alimentos y situación nutricional en dos comunidades indígenas del sureste veracruzano en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 2(1), 1-13.
- Vargas, G. E., Espinoza, G., Ruiz, C., & Rojas, R. (2013). Valor nutricional de la larva de *Rhynchophorus palmarum* L.: comida tradicional en la amazonía peruana. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 64-70.