

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA



“RESPUESTA A LA PODA DEL ÁRBOL DE CAMPECHE
(*Prosopis sp.*) EN LA REGIÓN ORIENTAL DE
GUATEMALA”

MARCO ANTONIO GUANCÍN PÉREZ

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“RESPUESTA A LA PODA DEL ÁRBOL DE CAMPECHE
(*Prosopis sp.*) EN LA REGIÓN ORIENTAL DE GUATEMALA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

MARCO ANTONIO GUANCÍN PÉREZ

Al conferírsele el grado académico de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Juan Rene Cifuentes López

ASESORES

M.Sc. KAREN JUDITH HERNÁNDEZ CABRERA.

LIC. ZOOT. GABRIEL GERARDO MENDIZÁBAL FORTÚN.

M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**“RESPUESTA A LA PODA DEL ÁRBOL DE CAMPECHE
(*Prosopis sp.*) EN LA REGIÓN ORIENTAL DE GUATEMALA”**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar el título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

DEDICATORIAS

A DIOS:

Te doy gracias Padre Celestial por tu infinita gracia y misericordia, por tomarme como hijo, corregirme, enseñarme y guiarme para culminar este capítulo de mi vida. A ti sea la gloria, el honor y la honra.

A MI PADRE:

Marco Antonio Guancin González (+) por ser el mejor padre del mundo, hombre virtuoso que Dios me regalo, que sembró las bases de mi futuro, que marco mi vida, y dejo un legado eterno en nuestra familia, este logro también es tuyo. Que Dios te tenga en su santa gloria.

A MI MADRE:

Gloria Aida Pérez Orellana, por ser la mejor madre del mundo, una mujer virtuosa, especial, leal, amiga incondicional, confidente, consejera, sabia, sin Dios y sin ti, no podría haber llegado a la meta. Seguramente estas palabras te describen completamente: "Mujeres virtuosas hay muchas, pero tú eres la mejor de todas" (*Proverbios 31,29*). Dios te bendiga siempre madre linda.

A MI HERMANO:

El Ing. Agrónomo Hugo Leonel, gracias te doy por brindarme tu apoyo incondicional, por ser un ejemplo de hermano mayor, por estar pendiente de mi y buscar siempre protegerme, este logro también es tuyo; quiero decirte que me siento orgulloso y agradecido con Dios por darme el privilegio de que seas mi hermano, desde mi corazón, que Dios te bendiga hoy, mañana y siempre.

A MI HERMANA:

La Licda. QB Mildred Judith, gracias por tu apoyo incondicional en los momentos precisos, por ser una hermana ejemplar, una excelente hija, una mujer inteligente, exitosa, pero sobre todo una mujer virtuosa; gracias por enseñarme con tu ejemplo de vida el valor de un profesional, que Dios te bendiga hoy, mañana y siempre en todos tus caminos.

A MI PRIMO:

Lic. Zoot. Carlos Vinicio, por su apoyo directo e indirecto en el trayecto de mi carrera, por ser más que un primo, un amigo y un hermano más, gracias por compartir esta alegría de finalizar tan anhelada meta, y que Dios te siga bendiciendo hoy, mañana y siempre.

A MIS TIOS Y PADRINOS:

Elda Judith y Jorge Mario, por su apoyo directo e indirecto para tan anhelada meta, gracias por ser tíos, amigos, y los mejores padrinos que pude haber tenido, que Dios los bendiga siempre.

AGRADECIMIENTOS

A LA FMVZ:

Por ser mi casa de estudios en los últimos seis años, y darme el privilegio de muy pocos, de tener una educación superior, Dios bendiga a esta facultad y a sus catedráticos.

A MIS ASESORES:

Por compartir sus conocimientos, su tiempo, su colaboración y la paciencia para realizar esta tesis lo mejor posible.

A LOS PROFESIONALES:

Especialmente al Biólogo. Ricardo Marroquín, por su valiosa y vital colaboración en el presente trabajo, a la M.A. Margarita Pérez por enseñarme la responsabilidad de un profesional con su trabajo y al Dr. Arturo Linares por compartir lecturas de enseñanza para la vida, bendiciones.

A LOS SEÑORES:

Roberto por contribuir al trabajo de campo de la presente tesis y de forma muy especial al señor Arnulfo Archila por prestar su propiedad en el departamento de El Progreso, para realizar la investigación, que Dios los bendiga siempre.

A LA FAMILIA:

Jiménez Zavala, al señor Oscar, doña Yoli y a su hijo Oscar Amado, quienes me brindaron su confianza y me abrieron las puertas de su casa en un determinado momento de mi carrera, mil gracias y que Dios los bendiga hoy, mañana y siempre.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Demis Cobon, Gerardo Reyes, Rogelio Hernández, Amador Pontaza, Ángel Alvarado, Jorge López, José Ramírez, Jhony Macz, Luis Villeda, Fernando Velásquez, Rafael Quintana, Pablo Cameros, Nelson Pérez, Andrea Pérez, Andrea Gómez, Andrea Batz, Margarita Díaz, María Díaz, Lucy Matricardi, Atalía Argueta, Karla Donis, por compartir momentos inolvidables durante mi vida estudiantil, que Dios los bendiga siempre.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
	2.1 General.....	3
	2.2 Específico.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Descripción.....	4
	<u> </u> 3.1.1 Descripción botánica.....	4
	<u> </u> 3.1.2 Clasificación taxonómica del <i>Prosopis sp.</i> (Campeche).....	4
	<u> </u> 3.1.3 Comportamiento Radical.....	4
	<u> </u> 3.1.4 Reproducción o multiplicación.....	5
	3.2 Distribución	5
	<u> </u> 3.2.1 Clima y suelo.....	5
	<u> </u> 3.2.2 Valor alimenticio y Agroforestal.....	6
	<u> </u> 3.2.3 Ventajas y usos.....	7
	<u> </u> 3.2.4 Importancia del <i>Prosopis sp.</i>	7
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
	4.1 Localización y descripción del área	9
	4.2 Materiales y equipo.....	9
	4.3 Manejo y metodología del estudio	10
	4.4 Presentación de resultados	12
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
	5.1 Número de brotes.....	13
	5.2 Número de hojas por brote	16
	5.3 Longitud de brotes (Cm).....	20
	5.4 Número de brotes lignificados	23
	5.5 Hojas en brotes lignificados.....	26

5.6	Longitud de brotes lignificados (Cm)	29
5.7	Porcentaje de mortalidad.....	32
5.8	Relación hoja-tallo	33
VI.	CONCLUSIONES.....	36
VII.	RECOMENDACIONES.....	37
VIII.	RESUMEN.....	38
	SUMMARY.....	40
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Número de brotes por árbol en las primeras tres semanas posterior a la poda.....	14
Cuadro 2: Número de hojas por brotes de cada árbol.....	17
Cuadro 3: Longitud de brotes (cm), en relación al tiempo (semanas).....	20
Cuadro 4: Número de brotes lignificados, en función del tiempo.....	24
Cuadro 5: Número de hojas en brotes lignificados, en relación al tiempo..	26
Cuadro 6: Longitud de brotes (cm) lignificados en relación al tiempo.....	29
Cuadro 7: Peso de hojas y tallos en ambas podas (g).....	33
Cuadro 8: Relación hoja - tallo de <i>Prosopis sp.</i>.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No.1:	Efecto de la poda sobre el número de brotes en <i>Prosopis sp.</i>	15
Gráfica No.2:	Efecto de la poda con relación a la producción de hojas en <i>Prosopis sp.</i>	19
Gráfica No.3:	Efecto de la poda sobre la elongación de brotes en <i>Prosopis sp.</i>	22
Gráfica No.4:	Efecto de la poda sobre la producción de brotes lignificados en <i>Prosopis sp.</i>	25
Gráfica No.5:	Efecto de la poda sobre la producción de hojas en brotes lignificados, en <i>Prosopis sp.</i>	27
Gráfica No.6:	Efecto de la poda sobre el crecimiento longitudinal de brotes lignificados, en <i>Prosopis sp.</i>	31
Gráfica No.7:	Relación hoja - tallo de <i>Prosopis sp.</i>	35

I. INTRODUCCIÓN

La desertificación ha sido un fenómeno que durante años ha afectado a distintas regiones del mundo, y Centroamérica no es la excepción. En Guatemala este proceso es evidente, y según estudios se manifiesta fuertemente en departamentos que poseen regiones semiáridas como El Progreso, Zacapa, Chiquimula (región semiárida nororiental con alta susceptibilidad a sequías) Baja Verapaz, Petén, Quiché, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa y Huehuetenango. A consecuencia de este proceso se provoca la pérdida de flora y fauna nativa **(28)** **(44)**.

Los cambios climáticos en la última década, agravan el fenómeno y los pronósticos empeoran, por eso en otros países se ha difundido el cultivo de especies vegetales que se adapten, toleren y se desarrollen en condiciones climáticas extremas, con el objetivo de contrarrestar la situación. Tal es el caso del género *Prosopis sp.* que ha sido catalogado como árbol leguminoso de usos múltiples y que ha demostrado potencial para remediar la degradación en regiones áridas y semiáridas, en lugares de Sur América, Asia, África, Australia, Haití y Hawai **(19)**.

La presencia de *Prosopis sp.* fue reportada a mediados del siglo XX en la flora de Guatemala en las planicies del valle bajo del Motagua, a lo largo de la costa del Pacífico y en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Retalhuleu y San Marcos **(56)**. Recientemente se encontró en el matorral espinoso del valle del Motagua en el nororiente de Guatemala y un año mas tarde se encontraron algunos rodales en el departamento de El Progreso **(32)**.

Por sus cualidades de multiuso, el *Prosopis sp.* ha sido apreciado en distintos países, tal es el caso de la República de la India, que posteriormente a su

introducción alrededor del año 1877, fue declarada “Planta Real” protegiéndola y promoviendo plantaciones en masa **(37)**.

A diferencia de otras plantas del matorral espinoso guatemalteco, el *Prosopis sp.* conserva su follaje verde durante todo el año **(33)**, por consiguiente podría considerarse como alternativa para alimento de animales y también humanos en periodos secos, tanto las vainas que poseen elevada palatabilidad y valor nutritivo, como las semillas. En la última década se ha convertido en una forrajera arbórea, como especie para reforestación y cobertura de tierras áridas y semiáridas. El potencial del *Prosopis sp.* para reforestación reside en sus características como precocidad, resistencia a sequía, buen desarrollo radicular, metabolismo C3 y producción de madera de buena calidad **(33)(41)**.

La versatilidad en el uso del *Prosopis sp.* en lugares semiáridos o totalmente áridos, justifica la presente investigación, donde se busca divulgar las bondades del árbol, y generar información sobre su comportamiento agronómico después de la poda, con fines de ser utilizado como alternativa de bajo costo para alimentación de animales.

II. OBJETIVOS

2.1 General:

- Generar información sobre el comportamiento del árbol de Campeche (*Prosopis sp.*) después de la poda.

2.2 Específico:

- Describir la respuesta a la poda del árbol de Campeche (*Prosopis sp.*) en cuanto a número de brotes, número de hojas por brote, longitud de los brotes (cm), porcentaje de mortalidad y relación hoja-tallo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Descripción.

3.1.1 Descripción botánica:

Es un árbol espinoso tropical con altura de 6 a 15 m, tronco ramificado, con diámetro a la altura del pecho (DAP) que varía de 40 a 80 cm. y copa con 8 a 12 mt de diámetro **(52)(59)**. Sus hojas son bipinadas, compuestas o alternas, con pocos pares de espinas opuestas y folíolos pequeños. Las flores son pequeñas, hermafroditas, de coloración blanco-verduscas y se tornan amarillo-verduscas con el avance de la edad. El fruto se da en vainas las cuales se tornan de color pajizo cuando maduran **(11)(12)**.

3.1.2 Clasificación Taxonómica del *Prosopis sp.* (Campeche):

El árbol de Campeche está clasificado dentro de la familia Mimosaceae (Leguminoseae - Mimosoideae) y pertenece al género *Prosopis sp.*, del que se conocen más de 40 especies, distribuidas en tres continentes: América, Asia y África. Algunos nombres comunes con que se ha denominado son: algarrobo, mesquite, nacascal, campeche en Guatemala, carbón en El Salvador, acacia de Catarina en Nicaragua y aromo en Panamá **(38)**.

3.1.3 Comportamiento Radical:

El género *Prosopis sp.* tiene la capacidad para arraigarse a grandes profundidades. Las plántulas producen unas raíces pivotantes fuertes y de rápido crecimiento. La especie puede crecer en los sitios borrascosos y secos, lo que confirma que sus raíces penetran profundamente para alcanzar la zona húmeda. Los árboles en dichos sitios son de un tamaño pequeño, y en planicies costeras donde el agua subterránea se encuentra disponible en abundancia a poca profundidad alcanzan buen tamaño, pero con raíces superficiales, susceptibles a ser volcados por el viento.

3.1.4 Reproducción o multiplicación:

El *Prosopis sp.* se reproduce por semilla o por estacas. Las semillas, por poseer un tegumento duro, deben recibir tratamiento pregerminativo antes de estar listas para germinar; tratamientos de escarificación mecánica o química, como el uso de ácido sulfúrico, dan buenos resultados **(49)**.

Otra forma de realizar la reproducción, práctica y económica, es sumergir las semillas en agua caliente por 3 a 5 minutos **(27)**.

Para la producción de plantas por estacas, deben ser tomadas ramas nuevas, y de árboles previamente seleccionados. Las estacas deben tener entre 10 y 15 cm de largo y 2,5 a 4,5mm de diámetro. Las ramas deben tener edad inferior a un año, pudiendo ser de rebrotes o de la copa. Esta leguminosa posee asociación simbiótica con *Rhizobium* y es recomendada para plantíos asociados, principalmente en sistemas silvopastoriles **(53)(22)(23)(4)(39)(13)(45)(36)**.

3.2 Distribución.

3.2.1 Clima y suelo:

La especie crece desde el nivel del mar hasta 1500 mt de altitud, normalmente a menos de 700 msnm, en climas secos muy cálidos, con precipitaciones de 150 a 1600 mm, estaciones secas de 6-8 meses y temperaturas de 20-32°C. También puede encontrarse en áreas con temperaturas hasta de 48°C, con precipitaciones de 70 mm por año y 10 meses de estación seca.

Crece en suelos rocosos, arenosos y salinos con pH neutro o fuertemente alcalino, de baja fertilidad, siempre que la pedregosidad no sea excesiva y obstaculice el desarrollo radicular; cabe mencionar que no manifiesta todo su potencial en suelos muy superficiales **(39)**.

El género *Prosopis sp.* existe naturalmente en México, América Central y norte de América del Sur (Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela). Además de su región de origen, fue introducida para cultivos de forraje y madera en Brasil, África del Sur e India. Su expansión ocurrió a través de regeneración natural, de plantaciones y migraciones humanas **(11)(18)(20)(30)(51)(27)**.

3.2.2 Valor alimenticio y Agroforestal:

Según estudios realizados en otros países y hechos recientes en Guatemala reportan que la planta tiene un alto valor nutritivo, especialmente el fruto, con alto nivel de proteína, carbohidratos y fibra; recomendable para el consumo humano como complemento nutricional **(31)(32)(43)**.

El fruto del *Prosopis sp.* contiene niveles en carbohidratos de 31.16% y proteína 18.94%, principalmente en las regiones más secas. Por otro lado la pulpa dulce de los frutos y las semillas contienen cerca del 34-39% de proteínas y 7-8% de grasa. En Guatemala, se ha comprobado que el valor de la proteína del *Prosopis sp.* es 2.10 veces superior al contenido de la incaparina, superior al maíz regional y al contenido de la maseca **(1)(35)(36)(27)(34)**.

Las vainas poseen cerca de 13% de proteína bruta y digestibilidad arriba del 74%. Las hojas poco palatables poseen 18% de proteína, una digestibilidad de 59% y 1,9% de taninos **(1)(35)(27)**. El valor agroforestal que ofrece es su madera muy útil para fabricar muebles, postes, tablas, entre otros artículos, y el rendimiento de madera en plantaciones con rotaciones de 10 años es de 50-60 tn/ha **(46)(38)**.

Al igual que otras plantas de la familia Mimosaceae, el *Prosopis sp.* desarrolla asociaciones simbióticas con *Rhizobium* y por lo tanto es recomendada como una especie regeneradora de suelos degradados **(23)**.

3.2.3 Ventajas y usos:

El *Prosopis sp.* es considerado un árbol de uso múltiple, en la alimentación humana es utilizado para la fabricación de harinas y mieles, en sustitución de algunos alimentos convencionales como la harina de trigo, café y panela. La madera es utilizada para postes, tablas y combustible ya sea en leña y/o carbón **(1)(26)(47)(2)(36)(39)(51)(36)(61)**.

Además de estos usos, plantaciones de *Prosopis sp.* han sido establecidas para protección de los suelos contra la erosión, arborización de caminos, sombra, conservación y mejoramiento de las praderas, así como apoyo a la apicultura **(5)(36)(27)**. También puede ser utilizado para la producción de taninos y resinas **(21)(36)**. Por su valor en la fibra de 38.58%, *Prosopis sp.* es bueno para panadería y pastelería. Asimismo, con un 31.16% de carbohidratos en el fruto, tiene aplicaciones para endulzar y saborizar alimentos **(33)**.

3.2.4 Importancia del *Prosopis sp.*:

Según reportes de SEGEPLAN, la zona del matorral espinoso es afectada por falta de alimento para las comunidades, siendo una problemática socioeconómica. Esta falta de alimento de calidad en la región, puede ser contrarrestada utilizando los frutos del *Prosopis sp.* que poseen un valor nutricional superior a la mayoría de los alimentos que se consumen en la zona como incaparina, atole de maíz, bebidas de maseca **(50)(33)**.

La especie tiene el atributo natural de florecer y fructificar aún en condiciones de sequía extrema (caso contrario de lo que ocurre con los cultivos tradicionales), y podría adaptarse y sobrevivir en caso que el clima de la región se haga más extremo a consecuencia de los cambios climáticos que se pronostican para los siguientes años **(15)**.

La falta de investigación científica del *Prosopis sp.* y la poca divulgación de

sus cualidades en las comunidades rurales, ha tenido como consecuencia que se desconozcan las bondades del árbol, siendo considerado como una especie de poco valor, incluso eliminada o sustituida por otras especies incluyendo las exóticas invasoras como el Nim (*Azadirachta indica*) **(6)**.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización y descripción del área:

El estudio se realizó en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso, en el lugar conocido comúnmente como Calandria, ubicado a 3 km del casco urbano y del parque central del municipio, sobre el camino de terracería que conduce a la aldea El Rancho; el área de estudio se encuentra ubicada en la Región Oriental del país.

Las condiciones generales en el municipio van desde una altura de 517 msnm, con 11 meses secos, precipitación media anual de 470 mm, una temperatura media anual de 24C° y una zona de vida clasificada como monte espinoso seco o subtropical (me-S), además la característica principal es la deficiencia de lluvia, clima cálido y vegetación tipo pastizal. En cuanto a los suelos están catalogados entre franco limoso y arcilloso, con un pH de 7.5 á 8.2 y con bajo contenido de materia orgánica **(16)(28)**.

El municipio de Guastatoya se encuentra a 74 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala, además se ubica a una latitud de 14° 51' 14" y longitud de 90° 04' 07", contando con una extensión territorial de 1,922 kilómetros cuadrados **(29)**.

4.2 Materiales y Equipo:

- Lápiz y lapicero.
- Libreta de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Machete.

- Tijeras de podar.
- Regla milimetrada.
- Metro.
- Guantes.
- Balanza electrónica.
- Vehículo.

4.3 Manejo y Metodología del Estudio:

El criterio para iniciar el trabajo de campo, fue escoger árboles menores de tres años de vida, y menores de tres metros de altura; dicho criterio evitó la selección de árboles en rodales naturales, ya que por falta de registros y conocimiento, no era posible determinarles la edad; además seleccionar árboles de rodales naturales dificulta el acceso y en la mayoría de casos se encuentran ubicados en terrenos con propietarios desconocidos, lo cual podría complicar el estudio.

Para la búsqueda de árboles se contó con la participación del Biólogo e Investigador Ricardo Marroquín, profesional con amplio conocimiento acerca de *Prosopis sp.* dentro del departamento de El Progreso, Guatemala. El área de trabajo presentó una topografía bastante irregular con pendientes en el 75% del terreno, los árboles provinieron de un vivero con fines de investigación, ubicados alrededor de la propiedad, siendo utilizados como cercas vivas.

Ubicado el terreno y sus límites, se procedió a buscar y seleccionar los árboles dentro del mismo, encontrándose treinta en total, posteriormente se procedió a medir cada uno desde el suelo, siguiendo el fuste y llegando hasta la punta (ápice) de la rama más alta derivada del fuste. Se constató que únicamente catorce de los treinta árboles encontrados, reunían las características de altura (menores de tres mts) y edad (menores de tres años).

Cabe mencionar que esta última característica fue confirmada por el propietario del terreno. Un estudio confirma que *Prosopis sp.* en tres años alcanza 2.40 mts de alto y 8 cm de diámetro, y en ocho años, ha alcanzado 4.80 mts de altura y 12.40 cm de diámetro en la base, sin ningún tipo de manejo **(24)**

Posterior a la selección, los árboles fueron marcados con pintura en aerosol, en la parte media del tronco para identificarlos dentro de la vegetación; como complemento para el estudio se utilizó la “*metodología por ramas*”, planteada en el estudio “*Observaciones Fenológicas en Algarrobo Negro y Algarrobo Blanco (Prosopis flexuosa y Prosopis Chilensis) en Argentina 2,000*”. Dicha metodología plantea identificar las ramas primarias, que han quedado podadas y continuar el estudio en las mismas **(9)**.

El estudio se planteó realizarlo por cuatro meses, comprendidos de febrero a mayo (2011), período que comprende la época de menor precipitación pluvial en Guatemala, y específicamente en el departamento de El Progreso. Finalizada la selección e identificación de los árboles, se procedió a realizar la poda total, utilizando machete y tijeras, posteriormente se realizaron monitoreos cada dos semanas **(16)(29)**.

Las variables en estudio durante los cuatro meses fueron las siguientes:

- Número de brotes.
- Número de hojas por brote.
- Longitud de brotes (cm).
- Porcentaje de mortalidad.

- Relación hoja-tallo.

4.4 Presentación de Resultados:

La información recabada respecto a las variables anteriormente citadas, se presenta en base a conteo, tabulando la información en Cuadros; luego se utilizaron rangos estadísticos, comprimiendo la información para una mejor interpretación, cuyos resultados fueron tabulados en gráficas **(60)**.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Número de Brotes.

Debido a la importancia de la información acerca de la biomasa foliar que *Prosopis sp.* pueda generar bajo determinadas condiciones, se procedió a investigar el número de brotes después de la poda.

Para su determinación se procedió a tomar nota sobre el número de brotes de los catorce árboles seleccionados, por un período de tres semanas consecutivas, tiempo en que los brotes comienzan a formarse como pequeñas yemas hinchadas entre dos espinas opuestas, los datos se presentan en el Cuadro 1 y Gráfica 1.

Cuadro 1: Datos obtenidos mediante el conteo, sobre el número de brotes por árbol en las primeras tres semanas posterior a la poda, efectuado en el municipio de Guastatoya, El Progreso.

Árbol	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total
1	30	69	4	103
2	50	112	6	168
3	38	121	10	169
4	40	103	36	179
5	84	120	---	204
6	31	48	3	82
7	11	42	27	80
8	132	---	---	132
9	65	7	---	72
10	15	21	9	45
11	37	39	13	89
12	2	7	4	13
13	16	15	---	31
14	17	15	---	32
Total	568	719	112	---

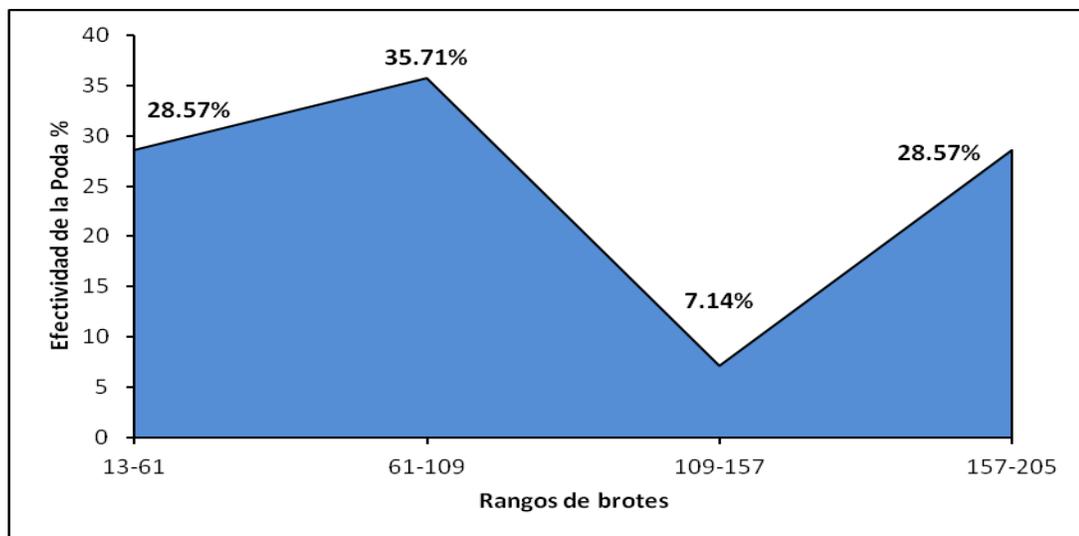
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Cuadro 1, se puede observar que en la semana dos se presentó en los árboles 1,2,3,4,5 y 8 un número abundante de brotes, confirmado por el conteo total referente a esa semana, considerando ésta como la semana de mayor producción; a partir de la semana tres se inició un descenso en número de brotes, tal y como se observa en dicho cuadro, por el hecho que los mismos inician el crecimiento para convertirse en ramificaciones. Esto indica que *Prosopis sp.* rebrota vigorosamente entre la primera y segunda semana posterior a la poda.

Prosopis sp. no presentó problemas para desarrollarse posteriormente a la poda, coincidiendo con algunos investigadores, quienes afirman que dicha especie, soporta temperaturas elevadas, característica derivada de su metabolismo C3. Otros investigadores afirman que especies de árboles leguminosas como *Prosopis sp.* son tolerantes a la poda y producen abundante biomasa comestible, así mismo el crecimiento y desarrollo de esta especie, corresponde a un clima que va desde la aridez total, hasta climas de época primaveral **(24)(41)(7)(8)(25)**.

Con la finalidad de mostrar el efecto de la poda sobre *Prosopis sp.*, a continuación en la Gráfica 1, se muestra la tendencia del crecimiento de brotes, en un tiempo límite de tres semanas (tiempo límite, establecido por el crecimiento natural de los brotes). La Gráfica indica, la cantidad de brotes agrupados en rangos y el efecto de la poda en porcentaje.

Gráfica 1: Efecto de la poda (%) sobre el número de brotes en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 1) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 1 se observa que la poda tuvo un efecto positivo en la producción de brotes, siendo el rango de 61-109 brotes (árboles 1,6,7,9,11) el que mayor cantidad y efectividad (35.71%) presentó, derivado de la poda. Luego se encuentran los rangos entre 13-61 brotes (árboles 10,12,13 y 14) y 157-205 brotes (árboles 2,3,4 y 5), cada uno con una efectividad de 28.57%.

Los tres rangos citados anteriormente, alcanzan un 92.85% de efectividad de la poda, sobre la producción de brotes tiernos, lo que indica que *Prosopis sp.* tolera la poda y puede generar brotes en tan solo tres semanas consecutivas, éste resultado confirma el potencial para ser utilizada como leguminosa forrajera en ambientes semiáridos y áridos.

Adicionalmente, con la información recabada, la especie demostró tener un rebrote vigoroso, al considerar los rebrotes como fuertes o dominantes y destacados por su tamaño en un tiempo relativamente corto, que para este caso fue de tres semanas. Básicamente “vigor” es una capacidad específica propia de la especie, que le permite superar presiones y agresiones del medio exterior **(48)**.

Por lo tanto, no es posible hablar de momentos de mayor o menor vigor en un ejemplar, sino sólo de especies más, o menos vigorosas, y *Prosopis sp.* efectivamente es una especie vigorosa, cualidad que mantiene constante en su crecimiento, otra razón más para considerarla una arbórea de alto potencial forrajero **(8)**.

5.2 Número de Hojas por Brote.

En la presente variable, los datos se tomaron a partir de la cuarta semana, para finalizar en la octava semana posterior a la poda, siendo durante este tiempo en el cual las hojas fueron notablemente visibles, presentándose en forma de pequeños racimos, para este momento los brotes también se encontraban como pequeñas ramificaciones; así mismo a partir de la octava semana, la presencia de

hojas por brote se redujo drásticamente, tal y como se aprecia en el Cuadro 2, al mismo tiempo que los brotes cambiaron su estructura y se convirtieron en ramas.

Cuadro 2: Datos obtenidos mediante el conteo sobre el número de hojas por brotes de cada árbol, de la cuarta a la octava semana posterior a la poda, municipio de Guastatoya, El Progreso

Árbol	Semanas 4	Semanas 6	Semanas 8	Total
1	14	54	---	68
2	83	48	---	131
3	91	30	---	121
4	18	15	---	11
5	7	---	---	7
6	---	3	---	3
7	---	---	---	---
8	44	38	---	82
9	9	37	---	46
10	---	---	15	15
11	---	14	19	33
12	---	2	12	14
13	---	18	17	35
14	---	22	16	38

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 2 se observa claramente que la producción de hojas en brotes, se presentó de la semana cuatro a la semana ocho, es decir cuatro semanas seguidas; a partir de la cuarta semana después de la poda, el desarrollo de las hojas se inició con un crecimiento vigoroso en la punta (ápice) de cada brote, y con dominancia apical en el mismo; los brotes observados se encontraban

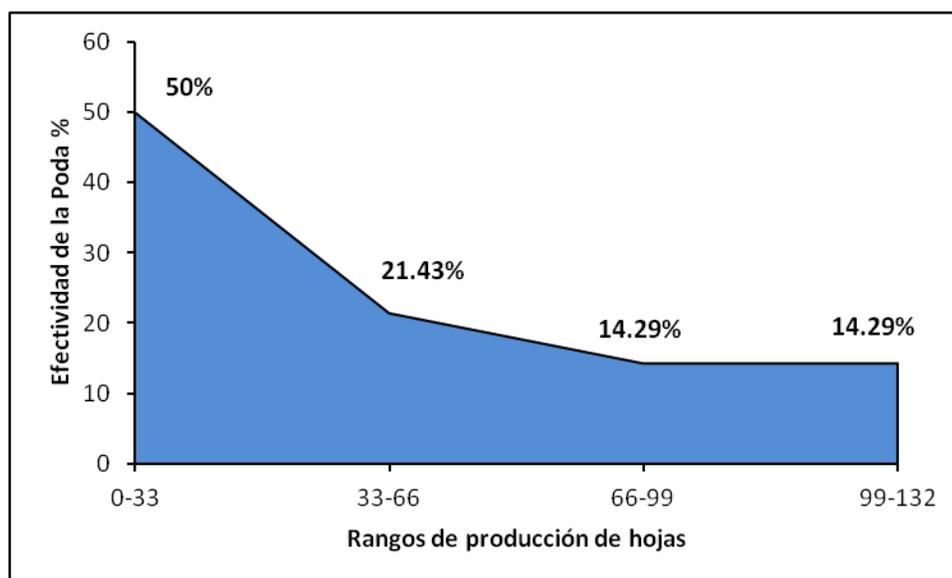
en ramas principales o en el fuste, así sucesivamente se cubrió de biomasa foliar en las semanas siguientes.

El Cuadro 2 también muestra que existió diferencia de producción de hojas entre cada árbol, fenómeno atribuido a la sombra provocada por las copas de plantas vecinas, ya que la especie es heliófita -intolerante a sombra- también se menciona que existe relación entre el crecimiento y la sombra que *Prosopis sp.* recibe durante el día. En lo anterior, también influye el metabolismo de la especie, que corresponde al metabolismo C3, pero que también puede cambiar al metabolismo CAM, que necesita mucha iluminación; esto ocurre bajo condiciones de alta salinidad o estrés hídrico, condiciones que se presentaron durante el estudio **(41)(55)(58)**.

La cantidad de hojas en un árbol, se debe en parte a la presencia de ramas primarias, por lo tanto a mayor número de ramas primarias, mayor número de hojas, como consecuencia mayor área foliar y por consiguiente mayor área fotosintética, siendo estos factores los responsables del crecimiento de cualquier parte de un árbol, planta u órgano vegetativo; característica que se observó en el presente estudio, debido al número de ramas primarias presentes en cada árbol estudiado **(42)**.

A continuación, en la Gráfica 2 se muestra el efecto de la poda sobre la producción y el crecimiento de hojas por brotes de la semana cuatro a la semana ocho. En dicha Gráfica, se muestra la cantidad de hojas por brotes agrupadas en rangos y la efectividad de la poda representada en porcentaje.

Gráfica 2: Efecto de la poda (%) con relación a la producción de hojas en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 2) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 2 muestra que la poda provocó un crecimiento lento en cuanto al número de hojas al inicio, ya que el 50% de la producción (árboles) presentó de 0-33 hojas (árboles 4,5,6,7,10,11 y 12); le sigue el rango de 33-66 hojas (árboles 9,13,14) correspondiente al 21.43%, y finalmente el crecimiento en número de hojas se uniformiza, como muestran los rangos de 66-99 y 99-132 (árboles 1,2,3,8) cada uno con 14.29% de la producción.

Por lo tanto, el comportamiento en cuanto al apareamiento de hojas a partir de la semana cuatro (Cuadro 2) es lento, con una cantidad de hojas por brote que va desde cero a treinta y tres hojas, para luego alcanzar un crecimiento uniforme hasta la octava semana (Cuadro 2). La información encontrada concuerda con investigaciones realizadas, que indican que el crecimiento de *Prosopis sp.* y el

aparecimiento de hojas, junto con la elongación de brotes de más de un centímetro, lo realiza a partir de la tercera y/o cuarta semana **(24)(19)**.

5.3 Longitud de Brotes (cm).

Para determinar la variable longitud de brotes, se recabó información a partir de la cuarta semana, momento en que los brotes eran aptos para ser medidos, ya que para esta edad los brotes medían mas de 1cm. de largo. Esto lo afirman otros estudios en donde se mencionan que la elongación de brotes de más de 1 cm en algunas especies de *Prosopis sp.* ocurre a partir de la tercera semana posterior al brote inicial **(24)(19)**. La información recabada se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Datos obtenidos mediante la medición de longitud (cm) de brotes, en relación al tiempo (semanas), municipio de Guastatoya, El Progreso.

Árbol	Semanas 4	Semanas 6	Semanas 8	Semanas 10	Semanas 12	Semanas 14	Total
1	2.62	2	---	5	---	---	9.6
2	3.75	2.25	---	1.5	---	---	7.5
3	2.25	2.37	---	3	---	---	7.62
4	3.5	1	0.85	4	3.5	---	12.85
5	2.87	1.75	---	---	---	---	4.62
6	1	1.75	1.5	4	2.5	---	10.75
7	---	0.5	1	5	2.25	1.25	10
8	3	3	---	---	---	---	6
9	2.5	2.25	---	---	---	---	4.74
10	---	0.51	---	1.1	2	2.5	6.08
11	---	1.85	---	1.75	3.5	3	10.08
12	---	1.35	---	1.5	4	4	10.84
13	---	2.25	---	5	---	3.5	10.74
14	---	1.55	---	3.5	3	---	8.04

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la razón de los espacios vacíos en el Cuadro 3, se debe a que la variable en estudio, comprendía en principio recabar información sobre la elongación de brotes tiernos, pero a medida que éstos se lignificaban, se procedió a recabar datos sobre la elongación de brotes lignificados, siendo esta la explicación de los espacios vacíos en el Cuadro 3; dicha información se presenta adelante en el Cuadro 6 y Gráfica 6.

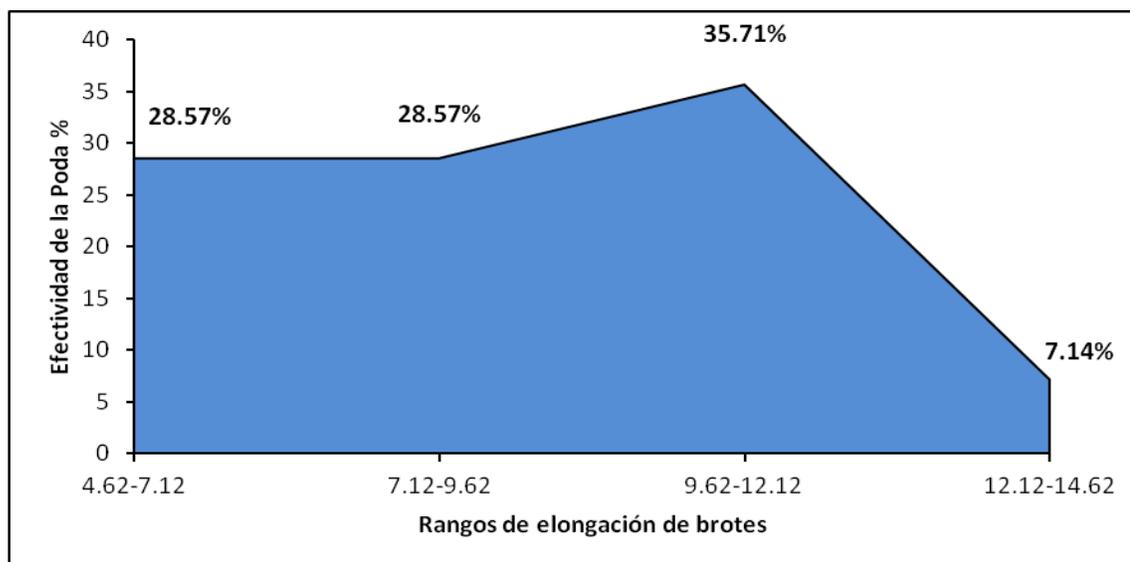
El Cuadro 3 muestra que las semanas seis y diez fueron las que presentaron mayores casos de brotes medibles; lo que indica que la elongación de brotes se inició a partir de la sexta semana, llegando al pico máximo de elongación en la décima semana; a partir de la semana doce en adelante los brotes inician el cambio para convertirse en ramificaciones.

Los resultados anteriormente citados, indican que la poda total no afecta la elongación de los brotes en *Prosopis sp*, incluso potencializa el crecimiento rápido de los mismos, algo que se ve reflejado en el Cuadro 3, en donde claramente se observa que la elongación de los brotes, para convertirse en pequeñas ramas, se dá entre la sexta y décima semana.

Según estudios recientes, el crecimiento en la longitud de brotes, está vinculado con una marcada producción de hojas, ya que de esta manera se aumenta el área fotosintetizadora, factor relacionado con el crecimiento de las partes de una planta; dicha característica se podría confirmar con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que tanto la aparición de brotes, como de hojas, fue rápido y vigoroso, en quince días posterior a la poda, por lo que una vez más se confirma la cualidad de *Prosopis sp*. de ser tolerante a la poda total **(57)(17)**.

A continuación se muestra la Gráfica 3, donde se observa el efecto de la poda sobre la elongación de brotes, mostrando los rangos de longitud que se observaron y la efectividad de la poda representada en porcentaje.

Gráfica 3: Efecto de la poda (%) sobre la elongación de brotes en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 3) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 3 muestra un crecimiento longitudinal rápido al inicio, manteniendo una constante de elongación en los rangos de 4.62-7.12 y 7.12-9.62, ambos representando el 57.14% del crecimiento (árboles 1,2,3,5,8,9,10,14); le sigue el rango de 9.62-12.12 con el 35.71% del crecimiento longitudinal (árboles 6,7,11,12, 13). La sumatoria de ambos porcentajes indica que la poda tiene una efectividad del 92.85% sobre la elongación de brotes tiernos.

Los resultados indican que la elongación de brotes se mantiene de forma regular, de la cuarta semana a la décimo cuarta semana (Gráfica 3); por lo tanto la

poda tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y desarrollo de *Prosopis sp.* potencializando la elongación de los brotes durante los meses posteriores a la misma.

Por ser un trabajo exploratorio y descriptivo, que busca conocer el comportamiento de la especie, los resultados anteriores, se dieron bajo condiciones variadas por el lugar en donde crecían los árboles; por ejemplo, todos ubicados en pendientes topográficas inadecuadas, con escases de agua, otros competían por nutrientes y luz, contra árboles de mayor edad y copa; además de no tener control sobre factores edafoclimáticos (suelo, temperatura). Por lo tanto, los resultados muestran tendencias de comportamiento de la especie.

A causa del crecimiento, lignificación y elongación de los brotes, así como el crecimiento de las hojas, se decidió recabar la información sobre dichos aspectos, como un complemento para el trabajo de investigación, información que se muestra en los Cuadros 4, 5 y 6; así como en las Gráficas 4, 5 y 6.

5.4 Número de Brotes Lignificados.

La información acerca de los brotes lignificados, se procedió a recabar a partir de la cuarta semana, momento en el que los brotes comenzaron el cambio para convertirse en ramificaciones; cabe mencionar que la información se tomó cada cuatro semanas, dando tiempo para el crecimiento de los mismos. La información se presenta en el Cuadro 4 y Gráfica 4.

Cuadro 4: Datos obtenidos mediante el conteo de número de brotes lignificados, en función del tiempo(semanas) después de la poda, municipio de Guastatoya, El Progreso.

Árbol	Semanas 4	Semanas 8	Semanas 12	Semanas 16	Total
1	51	37	46	28	162
2	42	31	60	40	173
3	16	34	72	30	152
4	12	24	43	18	97
5	---	73	101	40	214
6	---	44	53	24	121
7	---	31	40	15	86
8	42	37	73	55	207
9	30	18	41	24	113
10	5	7	15	23	50
11	8	6	22	26	62
12	16	9	30	26	81
13	21	3	34	34	92
14	19	13	40	14	86
Total	262	367	670	397	---

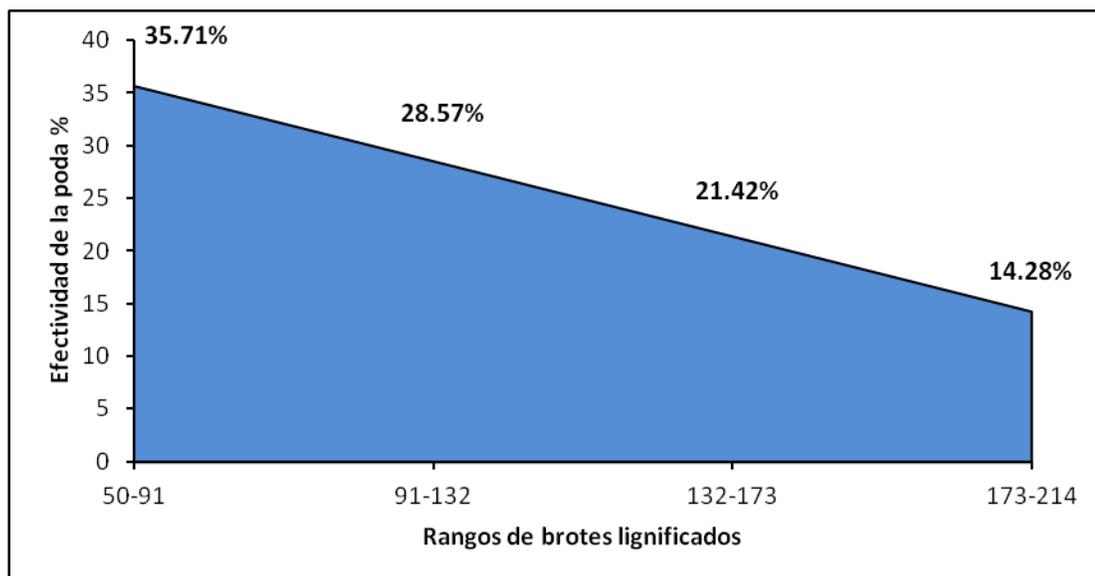
Fuente: Elaboración propia.

Según el Cuadro 4 fue entre la octava y doceava semana en donde se presentó la mayor producción de brotes lignificados, constatándolo en la suma total de cada semana; el incremento de brotes entre la octava y doceava semana fue de un 82.56%. Los espacios vacíos en los árboles 5,6,7 en la semana cuatro, se deben a que para esa fecha dichos árboles no habían lignificado sus brotes.

La información encontrada, también indica que el proceso de lignificación se acelera entre la semana ocho y doce, posterior a la poda; toda la información recabada, indica una vez más que la poda total no afecta el desarrollo de la especie. Además, el conteo se realizó en cada observación, por lo tanto los datos no son acumulados.

En la Gráfica 4 se muestra el efecto de la poda sobre la lignificación de brotes, y se presenta la cantidad de brotes agrupados en rangos y la efectividad de la poda representada en porcentaje.

Gráfica 4: Efecto de la poda (%) sobre la producción de brotes lignificados en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 4) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

La poda tuvo una efectividad del 35.71% sobre el número de brotes lignificados que se encuentran en el rango de 50-91 brotes; le sigue el rango de 91-132 brotes, correspondiente al 28.57% de las observaciones. Luego se

encuentra el rango de 132-173 brotes, con 21.42% de las observaciones y finalmente el rango de 173-214 brotes, con el 14.28% de las observaciones.

Los resultados de la Gráfica 4 muestran que la producción de brotes lignificados en *Prosopis sp.*, de la cuarta a la décimo sexta semana, es irregular y disminuye con el tiempo, sin afectar las otras partes del árbol en crecimiento.

5.5 Hojas en Brotes Lignificados.

Debido al desarrollo natural de los brotes, a partir de la semana diez también se incrementó la producción de las hojas, información que se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Datos obtenidos mediante el conteo de número de hojas en brotes lignificados, en relación al tiempo (semanas) después de la poda, municipio de Guastatoya, El Progreso.

Árbol	Semanas 10	Semanas 12	Semanas 14	Semanas 16	Total
1	93	127	168	172	560
2	78	150	205	250	683
3	38	146	154	214	552
4	50	77	98	79	304
5	59	156	180	204	599
6	46	195	153	168	562
7	36	105	106	70	317
8	94	170	249	235	748
9	26	75	160	224	485
10	7	12	19	58	96
11	---	17	24	83	124
12	---	14	63	88	165
13	---	33	108	129	270
14	8	35	38	97	178
Total	535	1,312	1,725	2,071	---

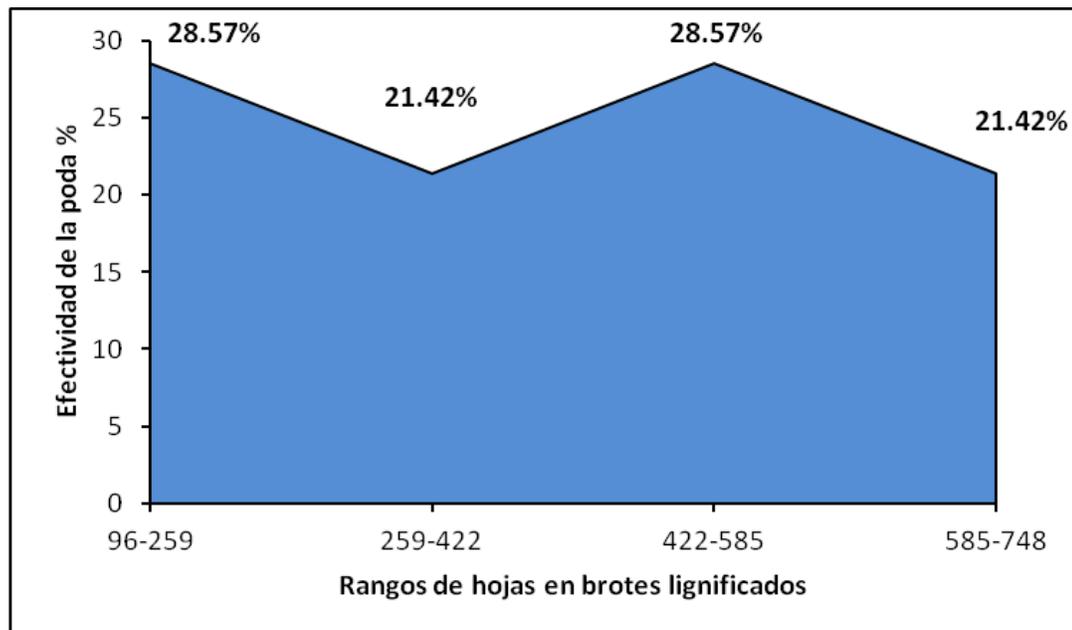
Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 5 presenta la producción de hojas sobre brotes lignificados, que va en aumento a partir de la décima semana, algo que se deja ver en la suma total por semana; lo que significa que la lignificación de brotes no interfiere con el crecimiento de hojas, esto prueba que la especie no es afectada por la poda total.

Cabe mencionar que en los árboles 11, 12 y 13 en la semana diez, no se recabó información, a consecuencia de haber sido quemados por el manejo agrícola que se practica dentro de los límites del terreno; factor que limitó el crecimiento de dichos árboles durante las siguientes semanas, en comparación con el resto, pero no ocasionó su muerte.

A continuación, en la Gráfica 5 se muestra la cantidad de hojas agrupadas en rangos y la efectividad de la poda representada en porcentaje.

Gráfica 5: Efecto de la poda sobre la producción de hojas en brotes lignificados, en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 5) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 5 se puede observar que la producción de hojas en brotes lignificados se mantuvieron constantes, los rangos 96-259 y 422-585, abarcan el 57.14% del total de observaciones; le siguen los rangos 259-422 y 585-748, que juntos alcanzan el 42.84% de las observaciones. Por lo tanto la poda tiene una efectividad sobre la producción de hojas en brotes lignificados del 100%.

La información citada anteriormente, indica que la poda total en *Prosopis sp.* tiene un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de las hojas, demostrado por un crecimiento constante de las mismas, tal y como se observa en la Gráfica 5. Los resultados se pueden comparar con algunos estudios hechos en especies de leguminosas-arbóreas como, *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*, estudios donde se concluyó que la poda total puede ser utilizada como estrategia de manejo, para promover incrementos en rendimiento y proporción de hojas **(14)**.

5.6 Longitud de Brotes Lignificados (cm).

Partiendo de la variable inicial, se consideró importante recabar información sobre la elongación de los brotes lignificados, a partir de la semana diez; tiempo en que iniciaban el cambio hacia ramas. Dicha información se presenta en el Cuadro 6, y no son datos acumulados.

Cuadro 6: Datos obtenidos mediante la medición de longitud (cm) de brotes lignificados en relación al tiempo (semanas) después de la poda, municipio de Guastatoya, El Progreso.

Árbol	Semanas 10	Semanas 12	Semanas 14	Semanas 16	Total
1	20.6	32.61	39.45	38.25	130.88
2	24.14	37.83	38.75	37.93	138.64
3	19.33	25.71	28.8	24.8	98.64
4	14.8	22.21	19.2	16.75	72.96
5	14.40	18.92	17.02	19.04	69.36
6	13.78	37.86	33.43	36.92	121.96
7	12.66	34.5	29.31	26.22	102.68
8	27.62	53.3	42.86	41.61	165.36
9	17	33.5	33.75	33.23	117.48
10	12.5	20.5	23	20.71	76.68
11	---	17.5	19.25	26.14	77.52
12	---	25.66	33.42	32.5	103.08
13	---	29.5	50.71	44	137.68
14	7.5	10.42	11.77	17.63	45.52

Fuente: Elaboración propia.

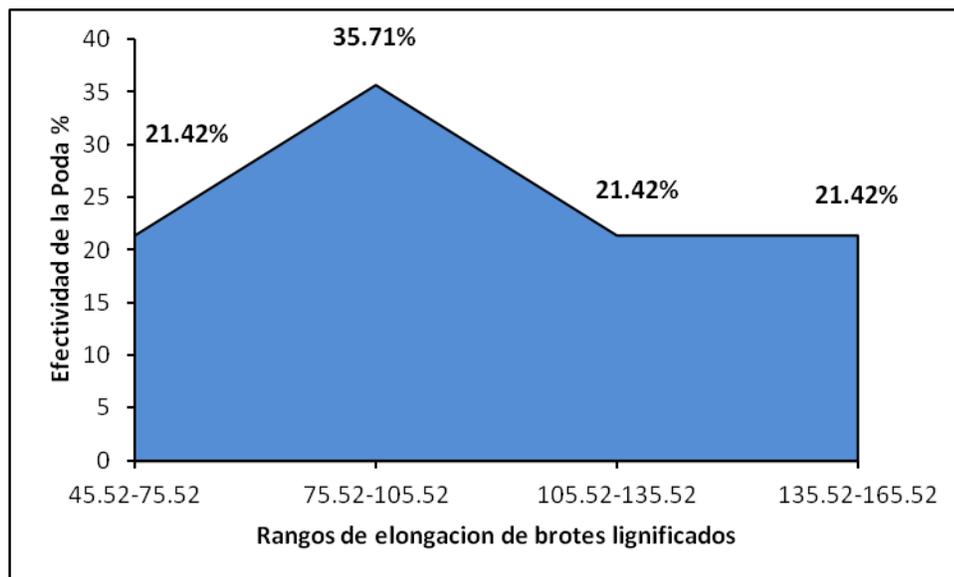
El Cuadro 6 muestra un crecimiento uniforme de la longitud de brotes lignificados, en todos los árboles, a partir de la décima semana, hasta el final del estudio en la semana dieciséis, esto demuestra una vez más, que la poda total en *Prosopis sp*, potencializa la producción y el desarrollo de brotes, que rápidamente se lignifican, para luego convertirse en ramificaciones. Cabe mencionar que los árboles 11,12,13 no presentaron datos en la semana diez, debido a que para esa fecha habían sido quemados.

Algunos investigadores mencionan que “el crecimiento uniforme de la longitud de brotes lignificados, se debe a la necesidad de las plantas de disponer de la mayor zona foto-sintetizadora posible, desde la etapa inicial, y mediante el proceso de fotosíntesis se obtienen las estructuras promotoras del desarrollo foliar” **(42)**.

Otros investigadores, también mencionan que la relación entre la zona foto-sintetizadora y el desarrollo foliar, influye en la capacidad de rebrote, número de brotes, así como en el crecimiento de diámetro y altura. Dicha característica se observó en el presente estudio, ya que en las primeras tres semanas (Cuadro 1) y al inicio de la cuarta semana (Cuadro 2), la especie ya presentaba desarrollo foliar, mediante brotes y hojas ya producidas; este desarrollo vigoroso de *Prosopis sp*. posterior a la poda, influyó en el desarrollo del resto de sus partes, como el caso de la elongación de brotes para convertirse en ramificaciones **(3)**.

En la Gráfica 6, se presenta la longitud de brotes lignificados agrupados en rangos, y la efectividad de la poda sobre la lignificación representada en porcentaje.

Gráfica 6: Efecto de la poda sobre el crecimiento longitudinal de brotes lignificados, en *Prosopis sp.* como resultado de la agrupación de datos (Cuadro 6) en rangos estadísticos, municipio de Guastatoya, El Progreso.



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 6 muestra que la poda tuvo un efecto positivo sobre el rango longitudinal más frecuente, que fue el de 75.52-105.52 cm, que corresponde al 35.71% de las observaciones. Luego el crecimiento longitudinal se mantiene constante, algo que se deja ver en los rangos restantes, cada uno con 21.42% de las observaciones. Esto confirma que *Prosopis sp.* no solo resiste a la poda, sino que la misma, provoca un crecimiento vigoroso y constante en cuanto a la elongación de brotes lignificados durante cuatro meses posterior a la poda.

5.7 Porcentaje de Mortalidad

En lo que refiere al porcentaje de mortalidad, se observó que todos los árboles podados, presentaron brotes, desarrollaron hojas, crecimiento de ramas, bajo un desarrollo constante y vigoroso durante los cuatro meses de estudio, por lo que se asume que la especie *Prosopis sp.* no presentó mortalidad.

Lo anterior, consolida lo expuesto por algunos investigadores, quienes señalan que una especie arbórea con potencial forrajero debe tolerar la poda, manifestar un rebrote vigoroso y como consecuencia no presentar mortalidad. Lo anterior también se ratifica con lo expuesto en el “*Manual de Árboles de Centroamérica*”, en donde se asevera que *Prosopis sp.* rebrota fácilmente y casi nunca presenta mortalidad en sus etapas de crecimiento **(8)(40)**.

5.8 Relación Hoja-Tallo

Para obtener la relación hoja-tallo se realizaron dos podas, la primera antes de iniciar el estudio y la segunda al finalizar el mismo; en ambas se pesaron hojas y tallos por separado, la información recabada se presenta en el Cuadro 7 y 8.

Cuadro 7: Peso de hojas y tallos (grs) en ambas podas.

Árbol	Poda inicial		Poda final	
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
1	776	1589	182	198.62
2	493	1135	293	283.75
3	532	908	168	113.5
4	597	1589	262	283.75
5	307	908	142	113.5
6	1140	2497	174	198.62
7	655	1816	113	56.75
8	411	2043	1520	993.12
9	515	1589	669	454
10	278	681	51	397.5
11	481	1589	187	141.87
12	281	1362	388	312.12
13	110	908	197	227
14	48.23	1362	50	794.5

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8: Relación Hoja-Tallo de *Prosopis sp.*

No. Árbol	Relación H-T Poda Inicial (gr)	Relación H-T Poda Final 4 meses (gr).
1	0.48-1	0.92-1
2	0.43-1	1.03-1
3	0.66-1	1.48-1
4	0.37-1	0.92-1
5	0.33-1	1.25-1
6	0.45-1	0.88-1
7	0.36-1	2-1
8	0.20-1	1.53-1
9	0.32-1	1.47-1
10	0.40-1	0.12-1
11	0.30-1	1.32-1
12	0.20-1	1.24-1
13	0.12-1	0.87-1
14	0.03-1	0.06-1

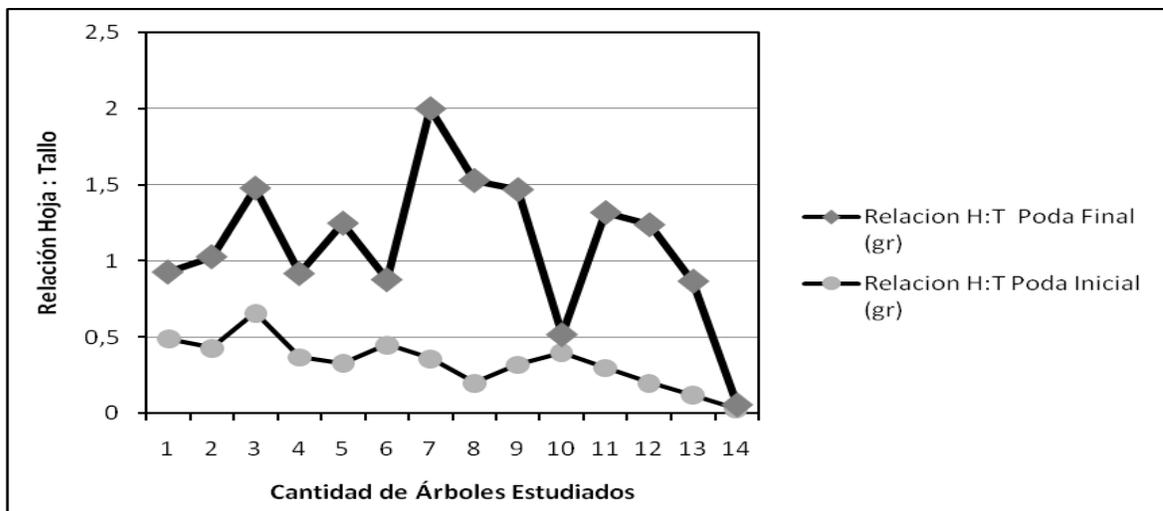
Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 8 se observa que en la poda inicial ningún árbol obtuvo una relación mayor o igual a uno, los rangos variaron de (0.03 - 1 a 0.66 - 1), atribuido a la lignificación de los tallos en ese momento, lo que significó mayor peso en comparación con las hojas; mientras tanto en la poda final los árboles 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11 y 12, presentaron relaciones superiores a uno, en un rango de (1.03 - 1 a 2 - 1), siendo el árbol siete el que obtuvo mayor relación.

Casos particulares fueron los árboles diez y catorce, presentando una relación baja en ambas podas (Cuadro 8), esto se atribuye a la competencia por luz y nutrientes, por estar situado entre dos árboles de mayor edad y mayor copa. Además se deduce que la pendiente del terreno redujo el desarrollo y la relación H-T, confirmando lo mencionado en estudios pasados, en donde se mencionó que el género *Prosopis sp.* manifiesta desarrollo vigoroso en suelos planos o de escasa pendiente (10).

En general, los árboles superaron la relación H-T en la poda a los cuatro meses, exceptuando el árbol diez y catorce, como se observa en la Gráfica 7.

Gráfica 7: Relación Hoja - Tallo de *Prosopis sp.*



Fuente: Elaboración propia.

La relación H-T en promedio (1.07:1) encontrada en la poda a los cuatro meses en este estudio, es significativamente mayor a la encontrada por otros investigadores en *Subín (Acacia farnesiana)* que fue de 0.38-1 en el departamento de Chiquimula, en la zona de vida monte seco subtropical a los cuatro meses de poda, lo que indica que *Prosopis sp.* posee buena respuesta en cuanto a relación H-T, manifestando mayor producción de hojas que tallos a los cuatro meses de poda (8).

VI. CONCLUSIONES

1. La especie *Prosopis sp.* evaluada en el presente estudio, tuvo un rebrote vigoroso, en tan solo tres semanas después de la poda, para luego regular y mantener un crecimiento constante durante los cuatro meses de estudio.
2. La poda causó un crecimiento lento de hojas en brotes, a partir de la cuarta semana posterior a la poda, para luego incrementar el crecimiento y mantener una producción constante en el tiempo.
3. La elongación de brotes, inició a partir de la sexta semana, llegando a su máximo crecimiento en la semana diez, luego se reduce drásticamente, dando paso al cambio que ocurre en los brotes, para convertirse en ramificaciones.
4. La especie *Prosopis sp.* evaluada en el presente estudio, fácilmente superó el estrés de una poda total, y no presentó árboles muertos a causa de ésta.
5. La poda total y las diversas condiciones externas, no afectan la relación hoja:tallo en *Prosopis sp.*, al contrario, la especie manifiesta mayor producción de hojas que tallos a los cuatro meses posteriores a ésta.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre caracterización y fenología de *Prosopis sp.* en otras regiones del país.
2. Estudiar el efecto de la poda en *Prosopis sp.* a diferentes edades, a distintos intervalos y alturas de corte.

VIII. RESUMEN

Guancin Pérez, MA. 2013. Respuesta a la poda del árbol de Campeche (*Prosopis sp.*) en la región oriental de Guatemala. Tesis Lic. Zoot. USAC/FMVZ. 52 p.

El propósito del presente estudio fue generar información sobre el comportamiento del árbol de Campeche (*Prosopis sp.*) después de la poda, y las variables estudiadas fueron, el número de brotes, número de hojas por brotes, la longitud (cm) de los brotes, porcentaje de mortalidad y relación hoja-tallo.

El estudio se llevó a cabo en el lugar conocido como Calandria, municipio de Guastatoya, departamento el Progreso, Guatemala, camino de terracería que conduce a la aldea El Rancho, ubicado en la Región Oriental del país. La fase experimental tuvo una duración de cuatro meses, comprendidos de febrero a mayo del año 2011, siendo los meses de verano y de menor precipitación pluvial en Guatemala (*Cruz, 1998*).

Se seleccionaron catorce árboles menores de tres metros de alto y menores de tres años de vida, se les identificó con pintura de color, y luego se procedió a realizarles la poda total, desde el fuste (tronco) hasta la rama más alta derivada del mismo. Posterior a la poda se realizaron monitoreos cada quince días, tomando la información correspondiente a las variables en estudio.

La información obtenida se tabuló en base a estadística descriptiva, haciendo uso de la herramienta de rangos estadísticos, y presentando los resultados en cuadros y gráficas.

La especie de *Prosopis sp.* evaluada en el presente estudio, demostró tener brote vigoroso después de la poda, la producción de hojas se mantuvo constante

durante los cuatro meses, la longitud de los brotes se potencializa luego de una poda, no presentó mortalidad de árboles y la relación hoja-tallo al final del estudio, superó la relación hoja-tallo al inicio del mismo.

SUMMARY

Guancin Pérez, MA. 2013. Response to pruning the tree of Campeche (*Prosopis sp.*) in the eastern region of Guatemala. Thesis degree in Animal Husbandry. USAC/FMVZ. 52 p.

The purpose of this study was to generate information about the behavior of the logwood tree (*Prosopis sp.*) after pruning and the variables studied were the number of outbreaks, number of leaves per shoot, length (cm) of shoots, percentage mortality and leaf steam ratio.

The study was carried out in the municipality of Guastatoya, department Progress, Guatemala. Experimental phase had a duration of four months, ranging from February to May of 2011, being the summer season and less rainfall rain on Guatemala (*Cruz, 1998*).

Fourteen trees were selected, under three feet high and under three years of life, identify them with paint then proceeded due to have full pruning, from the shaft to the highest branch derived therefrom. Pruning after monitoring was performed every two weeks, taking information corresponding to the variables under study.

Information obtained was tabulated based on descriptive statistics, tools using statistical ranges, and presenting results in tables and graphs.

The species of *Prosopis sp.* assessed in the present study, demonstrated to have a vigorous outbreak after pruning, leaf production is kept constant during the four months, the length of the shoots is potentiated after pruning, tree mortality did not present and leaf steam ratio at the end of study, the ratio exceeded the leaf steam begins.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, C. 1982. Algarobeira na alimentacao animal e humana. Simposio brasileiro sobre algarroba anais. EMPARN, Natal. p. 283-299.
2. Alcedo, G. 1988. Evaluation of flour from *Prosopis juliflora* and *Prosopis pallida* pods in bakery and extrusion-cooking products. In *The current state of knowledge on Prosopis juliflora. International Conference on Prosopis* FAO, Rome. p.425-442.
3. Álvarez, J.A. 2008. Bases ecológicas para el manejo sustentable del bosque de algarrobos (*Prosopis flexuosa* DC.) en el noreste de Mendoza. Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Argentina. (en línea). Consultado 24 mayo 2012. Disponible en [http://www.googleacademico.com/Álvarezja2008/basesecologicasparamanejodelbosquedealgarrobos\(prosopisflexuosaDC\)](http://www.googleacademico.com/Álvarezja2008/basesecologicasparamanejodelbosquedealgarrobos(prosopisflexuosaDC)).
4. Alves, AQ. 1982. Algaroba, uma experiênciã válida. In: *Simpósio brasileiro sobre algaroba*. EMPARN, Natal. p. 307-318.
5. Amaral, EA. 1987. Algarobeira como planta apícola. *Revista brasileira de algaroba*. 1(1): 97-110.
6. Barwick, M. 2004. Tropical and subtropical trees. Timber press. Portland, Oregon. 484 p.
7. Benavides, JE. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (C.R.) No. 25:6-35. (en línea). Consultado 24 mayo 2012. Disponible en <http://www.google.com/benavidesje1991/integraciondearbolesyarbustosenamericacentral/pdf>

8. _____. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central (en línea). Consultado 20 sept. 2011. Disponible en <http://books.google.com.gt/books>
9. Bernardo, P; de la Reta, M; Catalán, L; Balzarini, M; Karlin, Y. 2000. Observaciones fenológicas del algarrobo negro (*Prosopis flexuosa* d.c.) y del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) en el chaco árido, Argentina. (en línea). Consultado 23 enero 2011. Disponible en <http://www.googleacademico.com/observacionesfenologicasdelalgarrobonegroydelalgarroboblanco>.
10. Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. 2 ed. Acme, Buenos Aires. (en línea). Consultado 25 abr. 2012. Disponible en <http://www.googleacademico/prosopisflexuosaDC/Fabaceae,Mimosaideae>.
11. _____. 1976 A monograph of the genus *Prosopis* (Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 57(4): 450–525
12. _____. 1976 A monograph of the genus *Prosopis* (Mimosoideae). *Journal of Arnold Arboretum*, 57(3): 219–249.
13. Carneiro, C.M.R. 1987. Considerações sobre sistemas agrosilvipastoris com ênfase à região nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Algaroba*, 1(1): 165-185.
14. Casanova-Lugo, F; Ramírez-Avilés, L; Sánchez Solorio, FJ. 2010. Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en árboles forrajeros en monocultivo y asociados. *Cuerpo académico de producción animal en agroecosistemas tropicales*. Universidad Autónoma de Yucatán, México. (en línea). Consultado 5 feb. 2011. Disponible en <http://www.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/viewFile/190/389>.
15. Cline, W. 2004. Climate change. p. 13-43. En: Lomborg, B. *Global Crises, Global Solutions*. Cambridge University Press. Cambridge. 648 p.

16. Cruz S, JR. de la. 1998. Clasificación de zonas de vida de Guatemala nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
17. Díaz, M. 2006. Fotosíntesis. Compendio de conferencias del programa de la maestría en pastos y forrajes. Cuba. 13 p. (en línea). Consultado 28 feb 2012. Disponibles en www.googleacademico/longituddebrotosenleguminosasarboreas/caracterizaciónleguminosasarboreas/Caracterizaciónmorfoagronómicaeisoenzimaticade23accesionesdeLeucaenaspp.
18. Elizalde, JH. 1994. Capacidad de rebrote y tasa de crecimiento en individuos de *Prosopis sp.* en un monte nativo del departamento de la Paz, entre ríos. (en línea). Consultado 28 feb. 2012. Disponible en http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/WEBFV_2010/FVpdf/PROSOPIS99.pdf
19. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, IT). 2006. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. (en línea). Consultado 9 abr. 2012. Disponible en www.spateirrigation.org/librar/ProsopisMonographComplete.pdf
20. Ferreyra, R. 1987. *Estudio sistemático de los algarobos de la costa norte del Peru*. CONCYTEC/CIID, Lima, 31p.
21. Figueiredo, A. 1987. Industrialização das vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) visando a produção da goma da semente. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, 1(1): 7-34.
22. Franco, A. 1982. Fixação de N₂ atmosférico em *Prosopis juliflora* (SW) D.C. In *simpósio brasileiro sobre algaroba. Anais*. EMPARN, Natal. p. 319-329.
23. Franco, A.A.; Faria, S.M.; Moreira, V; Monteiro, E. 1988. Nodulation and nitrogen fixation in *Prosopis juliflora* (SW) DC. En *The current state of knowledge on Prosopis juliflora. International Conference on Prosopis* FAO, Rome, p. 299-306.

24. Galera, FM. 1992-2000. *Prosopis alba* var. *Panta grisebach*. (en línea). Consultado 7 mar. 2012. Disponible en <http://www.googleacademico.com/Francisca,M.Galera/Prosopisalbavar.PantaGrisebach>.
25. Lallana, M; Elizalde, J.H; Billard, C; Sabbattini, R.A; Lallana, V.H. 1999. Capacidad de rebrote y tasa de crecimiento en individuos de *Prosopis spp.* en un monte nativo del departamento La Paz, Entre Ríos. (en línea). Consultado 28 mayo 2012. Disponible en <http://www.googleacademico.com/capacidadderebroteytasadecrecimientoenindividuosdeProsopisspp/enunmontenativodeldepartamentoLaPaz,EntreRios>.
26. Lima, P. 1987. Produção de vagens de algaroba. *Revista da Ass. Brasileira de algaroba*, 1(2): 151-170.
27. _____. 1994. Comportamento silvicultural de especies de *Prosopis*, em Petrolina-PE, região semi-árida brasileira. Tese (Doutorado)-Escola de Florestas-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 110p.
28. MARN. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2006. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Guatemala. Separata. 5 p.
29. _____. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2006. Manual de agroforesteria para zona áridas y semiáridas en Guatemala. (en línea). Consultado 22 mayo. 2012. Disponible en www.marn.gob.gt/documentos/guias/documentos/agroforesteria.pdf
30. Maldonado, L. 1988. *Prosopis* in México. In *The Current State of Knowledge on Prosopis Juliflora. International Conference on Prosopis*. FAO, Rome: FAO. p,153-162.
31. Marangoni, A; Alli, Y. 1988. Composition and properties of seeds and pods of the tree legume *Prosopis juliflora* (DC.). *J. Sci. Food Agric.* 44:99-100.

32. Marroquín, R; Freire, V; Hernández, K; Hernández, F. 2006. Análisis preliminar del valor nutricional del fruto del “campeche” (*Prosopis juliflora*, Mimosaceae) en una zona representativa de la región semiárida de Guatemala. En: libro de resúmenes, X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Antigua Guatemala, Guatemala. p. 84
33. Marroquín, R. 2006. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería (en línea). Consultado 7 sept. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/bnvdes23.pdf>
34. _____. 2007. Árbol de campeche, alternativa contra el hambre y la pobreza en regiones semiáridas de Guatemala (en línea). Consultado 2 feb. 2010. Disponible en www.scribd.com/.../Árbol-de-Campeche-alternativa-contra-el-hambre-y-la-pobreza
35. Mendes, B. 1984. Potencial idade de utilização da algarobeira. *Silvicultura*, v.37, p. 26-27, 1984.
36. _____. 1988. Potential offered by *Prosopis juliflora* (SW) DC in the Brazilian semiárid region. In: *The current state of knowledge on Prosopis juliflora International Conference On Prosopis*. FAO, Rome. p,61-62.
37. Muthana, K; Arora, G. 1983. *Prosopis juliflora* (Swartz) D.C. A fast growing tree to bloom the desert. Central Arid Zone Research Institute. Jodhpur, India. 19 p. (en línea). Consultado 23 abr. 2012. Disponible en www.marn.gob.gt/documentos/guías/documentos/agroforesteria.pdf
38. National Academy of Sciences. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, CATIE/NAS. 344 p.
39. Nobre, F. 1982. A algarobeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte. In *Simpósio Brasileiro sobre Algaroba. Anais*. EMPARN, Natal. p. 257-282.

40. OFI CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2003. Manual de árboles de Centroamérica. (en línea). Consultado 17 abr. 2012. Disponible en www.arbolesdecentroamerica.info
41. Passera, C. 2000. Plantas C3, C4 y CAM nativas del monte árido argentino. adaptaciones y potencial biológico. (en línea). Consultado 10 abr. 2013. Disponible en www.google.com/plantasC3,C4,CAM,passera.
42. Pineda, M. 2004. Resúmenes de fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, España. 204 p. (en línea). Consultado 19 abr. 2012. Disponible en www.googleacademico/Caracterizacionquimiconutricionaldeforrajessleguminososydeotrasfamiliasbotanicasempleando analisisdescriptivoymultivariado.pdf
43. Ramírez, S; 2000. Caracterización proteica de la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*). En: Frías-Hernández, J.T; Olalde-Portugal, V; Vernon-Carter, E.J. (Eds.). El mezquite. Árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. p. 37-50.
44. REDFIA (Red de Información e Investigación Ambiental GT). 2004. Estado ambiental de Guatemala. 72 p.
45. Ribaski, J. 1987. Comportamento da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) e do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) em plantio consorciado na região de Petrolina, PE. *Revista da Ass. Brasileira de Algaroba*, 1(2): 171-225.
46. _____. 2005. Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC.) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) na região semi-árida brasileira. Tese (Doutorado)-Escola de Florestas-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 165 p.

47. Rocha, R. 1988. *Prosopis juliflora* as a source of food and medicine for rural inhabitants in Rio Grande do Norte. In *The current state of knowledge on Prosopis juliflora. International Conference on Prosopis* FAO, Rome. p.397-404.
48. Salgado, O; Zamora, C. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrote de dos especies arbóreas del bosque seco secundario de Nandarola, Nandaime, Granada. (en línea). Consultado 15 Nov. 2012. Disponible en <http://www.google.com/universidadnacionalagraria/managua/nicaragua>.
49. Santos, S. 1987. Quebra de dormência em sementes de Algaroba. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*,1(2): 101-149.
50. SEGEPLAN. 2003. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. (en línea). Consultado 17 oct. 2009. Disponible en www.google.com/SEGEPLAN/Guatemala/2003.
51. Silva, M. 1988a. Taxonomy and distribution of the genus *Prosopis* L. In *The current state of knowledge on Prosopis juliflora. International Conference on Prosopis*, Rome, FAO. p. 177-185.
52. Souza, R; Tenório, Z. 1982. Potencialidade da algaroba no Nordeste. In *Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba Anais*.EMPARN, Natal. p. 198-216.
53. Souza, S; Nascimento, C. 1984. *Propagação vegetativa de algaroba através de estaquia*. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina. 3 p.
54. Sosebee, R.E; Wan, C. 1987. Plant ecophysiology: a case study of honey mesquite. Symposium on Shrub Ecophysiology and Biotechnology, Logan, Utah. (en línea). Consultado 15 jul. 2012. Disponible en <http://www.google.com/plantecophysiology/acasestudyofhoneymesquite/symposiumonShrubEcophysiologyandBiotechnology>.
55. Skolmen, RG. 1990. *Prosopis pallid*. In *Silvics of Northamerica*. Edited by R.M. Agriculture Handbook. US Department of Agriculture Forest Service. (en línea).

Consultado 10 jul. 2012. Disponible en <http://www.google.com/ProsopispallidaInSilvicsofNorthamerica/1990>.

56. Standley; Steyermark. 1977. Recuperación y conservación del árbol de usos múltiples “Campeche” (*Prosopis juliflora*, SWARTZ, DC.) por medio de la participación comunitaria en 7 aldeas de la región semiárida de Guatemala. 10 p. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (en línea). Consultado 22 abr. 2012. Disponible en www.glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.14.pdf
57. Stür, W. 1994. Desfoliation and management of forage tree legumes. UK. p. 144. (en línea). Consultado 23 abr. 2012. Disponible en www.googleacademico/longituddebrotosenleguminosasarboreas/Caracterizaciónmorfoagronómicaeisoenzimática%20de23accesionesdeLeucaenaspp.
58. Ting, I.P. 1985. Crassulacean acid metabolism. American review of plant physiology. 36: 595-622. En: Adaptaciones de las plantas a la aridez. (en línea). Consultado 10 abr. 2013. Disponible en www.google.com/adaptacionesdeplantasalaaridez/ine.go.mx/publicaciones/libros/668/adaptaciones.pdf
59. Valdivia, S. 1982. Assentamento e desenvolvimento rural nas zonas marginais da costa norte do Peru; Piura. In: Simpósio Brasileiro sobre Algaroba. *Anais*. EMPARN, Natal. p.90-111.
60. Webster-Allen, L. 2000. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Editor, McGraw-Hill, Companies Inc. Cap.2. 20-24 p.
61. Wotowiec, P; Martínez, H. 1984. Estudios silviculturales con especies para la producción de leña en las zonas semiáridas de Guatemala. Proyecto leña y fuentes alternas de energía. Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP. Guatemala. 43 p.

