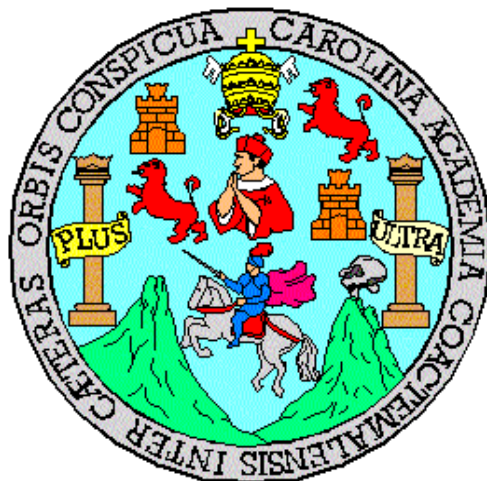


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**“CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA  
BIOMASA COMESTIBLE DEL ÁRBOL DE CAMPECHE  
(*Prosopis spp.*) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA”**

**JORGE RICARDO LÓPEZ EGUIZÁBAL**

**Licenciado en Zootecnia**

**GUATEMALA, MAYO DE 2012**



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



**“CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA BIOMASA  
COMESTIBLE DEL ÁRBOL DE CAMPECHE (*Prosopis spp.*) EN EL  
ORIENTE DE GUATEMALA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

**POR**

**JORGE RICARDO LÓPEZ EGUIZÁBAL**

Al conferírsele el título profesional de

**Zootecnista**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, MAYO DE 2012**

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

DECANO:	M. V. Leónidas Ávila Palma
SECRETARIO:	M. V. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I: Lic. Zoot.	Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M. V. MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M. V. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV:	MEP Javier Enrique Baeza Chajón
VOCAL V:	Br. Ana Lucia Molina Hernández

**ASESORES**

MSc. Karen Judith Hernández Cabrera  
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta  
Licda. Zoot. Zaira Madely Murillo Molina

## **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:

**“CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA BIOMASA COMESTIBLE DEL ÁRBOL DE CAMPECHE (*Prosopis spp.*) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA”**

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

**Licenciado en Zootecnia**

## DEDICATORIAS

- A Dios: Por guiar mi camino y porque sin Él no estaría donde estoy.
- A San Judas; Por su ayuda y fortaleza.
- A mis Padres: Jorge Mario López Koo e Irma Angélica Eguizábal de López por su amor, comprensión y apoyo a lo largo de mi vida.
- A mis Hermanos: Claudia López Eguizábal y Mario Stuardo López Eguizábal por su cariño y apoyo.
- A mis Abuelos: Ricardo Eguizábal y Lilian de Eguizábal por su cariño y consejos.
- A mis tías: Yvette y Estephany Eguizábal por su cariño, apoyo y ayuda.
- A mi primo: José Gilberto Guerra (Q.E.P.D)
- A mis amigos: Jorge Ramírez, Jr Meoño, Luis Villeda y Ángel Alvarado por su amistad sincera y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A: Universidad de San Carlos y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme abierto sus puertas y ser mi casa de estudios.
- A: Mis asesores Karen Hernández, Zaira Murillo y Miguel Rodenas por su apoyo, ayuda y paciencia a lo largo de este estudio.
- A: Mis catedráticos por haberme transmitido sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi carrera.
- A: Señor Arnulfo Archila, Don Roberto y Ricardo Marroquín por su ayuda en el desarrollo de esta investigación.
- A: María, Andrea, Maco, Rogelio, Karla, Sigrid, Linda, Javier, Danilo, José Fernando, Daniel, Fernando, Rafa, Axel, Miriam, Helber, Keny, Rudy, Oscar, Max por su valiosa amistad, apoyo y cariño.
- A: Todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a que pudiera llegar al final de mi carrera.

## ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específico.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Descripción.....	4
3.2 Distribución.....	5
3.3 Origen.....	5
3.2 Usos del Campeche.....	6
3.2.1 Madera.....	6
3.2.2 Carbón.....	6
3.2.3 Fruto.....	6
3.2.4 Follaje.....	7
3.2.5 Biomasa Comestible.....	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
4.1 Localización y descripción del área.....	9
4.2 Material y Equipo.....	9
4.3 Manejo del Experimento.....	10



4.3.1	Determinación de la Producción de Biomasa Comestible....	10
4.3.2	Determinación de la Composición Bromatológica.....	11
4.3.3	Método Estadístico .....	11
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5.1	Producción de Biomasa Comestible.....	12
5.2	Relación Hoja – Tallo .....	14
5.3	Capacidad de Rebrote.....	16
5.4	Características Nutricionales .....	19
5.4.1	Proporción de Materia Seca .....	19
5.4.2	Proteína Cruda.....	20
5.4.3	Fibra Ácido Detergente .....	20
5.4.4	Energía Digestible.....	21
5.4.5	Energía Metabolizable.....	22
VI.	CONCLUSIONES .....	23
VII.	RECOMENDACIONES .....	25
VIII.	RESUMEN .....	26
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Agrupación de las muestras del Arbol de Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ) .....	11
TABLA 2	Diferencia en producción de M.V. de Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ) a los 4 meses de poda.....	12
TABLA 3.	Relación Hoja – Tallo Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ).....	15
TABLA 4.	Diferencia de altura (m) del árbol de Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> )..	17
TABLA 5.	Proporción de Materia Seca de las muestras .....	19
TABLA 6.	Porcentaje de Proteína cruda de las muestras .....	20
TABLA 7.	Porcentaje de FAD de las muestras .....	21
TABLA 8.	Contenido de Energía Digestible de las muestras .....	21
TABLA 9.	Contenido de Energía Metabolizable de las muestras .....	22

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1.	Promedio Producción Biomasa Comestible de Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ) .....	14
GRÁFICA 2.	Relación Hoja – Tallo Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ) .....	16
GRÁFICA 3.	Diferencia de Altura (m) de las Podas de Campeche ( <i>Prosopis spp.</i> ).....	18

## I. INTRODUCCIÓN.

La desertificación es un proceso que afecta a más de 750 millones de hectáreas en todo el mundo, en Centro América alrededor del 50% de territorio se encuentra en este proceso debido a la pérdida de flora y fauna, en nuestro país los departamentos que han sido más afectados son los que conforman el denominado “Corredor Seco” los cuales están integrados por: El Progreso, Jalapa, Zacapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Santa Rosa y Jutiapa los cuales se caracterizan por tener un clima cálido en su mayoría (REDFIA, 2004; MARN, 2006).

Es por esto que el árbol de Campeche (*Prosopis spp*), por ser una especie nativa que crece en bosque seco, se adapta al clima cálido y contribuye a remediar la degradación tanto del ambiente como del suelo, el fruto es una excelente fuente de alimento humano y animal ya que posee un alto valor nutricional con un 18.94% de proteína que es más que lo que contiene el maíz o la Harina de maíz (Marroquín, 2007).

El fruto también contiene niveles altos de carbohidratos 31.16% y fibra 38.56% los cuales proveen energía por lo que resulta bueno en la alimentación humana ya que enriquece productos provenientes por ejemplo de panadería y pastelería, también se utiliza como saborizante y endulzante para la elaboración de postres, yogures y helados; la infusión de hojas hervidas se utiliza para combatir diversos síntomas como dolor de cabeza, inflamación y otros (Marroquín, 2007).

Del cocimiento de las semillas se obtiene un agua dulce; debido al alto contenido de azúcares, en países como Haití la vaina es de gran importancia ya que se utiliza como alimento para el ganado en la época seca, ésta contiene un

13% de proteína, también se emplean en harinas concentradas como complemento alimenticio en dietas para pollos. Las hojas se emplean como forraje, con un contenido de proteína aun mayor que el fruto llegando, hasta un 19% (OFI-CATIE, 2007).

En Guatemala se han realizado a partir del año 2,006 investigaciones únicamente en el fruto del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*), siendo importante también llevar a cabo estudios sobre el valor nutricional del follaje ya que esta podría ser una alternativa en la alimentación animal, sobre todo en la época de menor precipitación pluvial.

Esto justificó la importancia del presente estudio, el cual buscaba generar información acerca del valor nutritivo de la biomasa comestible del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*) de la cual, para este trabajo se utilizó únicamente las hojas debido a la cantidad de espinas que tienen las ramas y tallos, las cuales no son aprovechadas por el animal y se estableció si éste puede ser incluido en dietas como complemento nutricional para los animales en época de menor precipitación pluvial que se presenta en los meses de noviembre a abril en el oriente del país. Asimismo se determinó la producción de biomasa comestible en términos de kg a los cuatro meses de realizada la poda.

## II. OBJETIVOS.

### 2.1 OBJETIVO GENERAL.

- Generar información sobre el valor nutricional y producción de biomasa comestible del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*)

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso, la producción de biomasa comestible (Kg), la relación hoja – tallo (H – T) del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*) así como su capacidad de rebrote en la época de menor precipitación pluvial.
- Determinar las características nutricionales de la biomasa comestible del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*) en términos de: Materia Seca (%), Proteína Cruda (%), Fibra Cruda (%), Nutrientos Digeribles Totales (TND), Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM).

## III REVISIÓN DE LITERATURA.

### 3.1 Descripción.

El árbol de Campeche (*Prosopis spp.*) es tropical; de aproximadamente 15 metros de altura y 1 metro de DAP (diámetro a la altura del pecho), con fuste generalmente torcido, corto y muy ramificado, tiene una copa amplia y extendida, la corteza es áspera, acanalada con espinas de 0.6 – 2.5 centímetros, sus hojas son compuestas, alternas ó bipinnadas, su flor es de color amarillo verdoso y su fruto se da en vainas las cuales se tornan de color pajizo cuando maduran (OFI-CATIE, 2007).

Es un árbol que provee una madera dura, de color pardo o pardo rojizo la cual es considerada de gran valor, éste fue descubierto por los españoles en el siglo XVI y exportada a Europa como una madera preciosa, al igual que la madera del árbol de caoba americana y el cedro (Martín M., 1996).

Se puede usar en cercas vivas, en setos o plantaciones densas. Es útil para el control de la erosión mediante la conservación y recuperación de suelos, especialmente en zonas áridas para fijar suelos arenosos y en áreas degradadas por actividad minera (Franco C., 1,988).

La madera de este árbol produce una sustancia de color rojo oscuro (hematoxilina) la cual es usada para elaborar un tinte púrpura útil para la industria textil y en la elaboración de curtiembres. Los países que producen y comercializan el árbol de Campeche son Honduras y Jamaica (Martín M., 1996).

#### 3.1.1 Distribución.

La especie crece desde el nivel del mar hasta 1500 m 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 que alcancen los 48°C, con precipitaciones de 70 mm por año y 10 meses de estación seca. Sus raíces llegan a penetrar grandes profundidades en busca de humedad (OFI-CATIE, 2007).

Crece bien en una gran variedad de suelos arenosos: con pH de neutro a fuertemente alcalino, de baja fertilidad, salinos, e incluso rocosos, siempre que la pedregosidad no sea excesiva y obstaculice el crecimiento radicular. No crece bien en suelos muy superficiales (OFI-CATIE 2,007).

### **3.1.2 Origen**

Nativa del continente americano, desde el sur de Estados Unidos a través de México y América Central hasta el norte de América del Sur (Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú). También se encuentra en el Caribe, aunque probablemente fue introducida al continente con las primeras migraciones humanas.

Se ha plantado en muchas zonas áridas de todo el mundo, sobretodo en África, Asia y especialmente en India, donde incluso se ha convertido en una invasora agresiva que compite con especies nativas. En algunos países de América Latina como el caso de México se han utilizado densidades de siembra de 400 plantas/ha, a distancias de 5 x 5 m para la obtención de leña y forraje, cuando son destinadas solo para semilla se manejan densidades de 100 plantas/ha a una distancia de 10 x 10 m entre plantas (Arriaga V., 2000; OFI-CATIE, 2007).

## **3.2 Usos del árbol de Campeche.**

### **3.2.1 Madera**

Es una importante fuente de combustible para las cocinas de los hogares en los lugares que son áridos y semiáridos. El género *Prosopis* tiene un alto valor calorífico el cual alcanza aproximadamente 5,000 Kcal./Kg. (NAS, 1980; FAO, 1997), también se utiliza en la cocina para la elaboración de artesanías, estantes y diversos muebles.

### **3.2.2 Carbón**

Consumido generalmente en las áreas urbanas y en lugares donde el transportar la leña resulta demasiado costoso, además que la transformación de leña a carbón resulta una fuente de ingreso en todo el año, en la India el departamento forestal produjo y mercadeó a través de diferentes compañías en el estado de Gujarat en los años de 1986 – 1993 un estimado de 3 millones de toneladas de carbón por año creando un promedio de empleo a 55,500 hombres (Kanzaria M., 1,998).

Para la elaboración de 1 kg de carbón se necesita aproximadamente 3 – 6 kg de *Prosopis* dependiendo del proceso, una vez procesada la leña, el contenido de humedad de ésta (aproximadamente el 45%) se reduce casi a cero, este elemento es bastante apreciado en el norte de México y el sur de Estados Unidos para asar y ahumar carne ya que le confiere un sabor agradable (Maga J. A., 1986).

### **3.2.3 Fruto**

En un análisis realizado al fruto proveniente del departamento de El Progreso, se determinó que tiene un rango en proteína de 9.75% - 18.94%, fibra de 27.62% - 38.58% y en carbohidratos de 31.16% - 56.57%, el cual puede ser utilizado para la alimentación así como para saborizar alimentos; por su contenido de fibra se puede utilizar en panadería y pastelería (Hernández E., 2007).



En otros países el fruto es usado para alimentar ganado, ovejas, cabras, cerdos y aves. En estudios realizados en *Prosopis juliflora* se determinó un rango de digestibilidad del 50 – 60%, extracto etéreo del 70%, fibra cruda 80%, extracto libre de nitrógeno del 79% así como 7% de proteína cruda digestible, 75% nutrientes totales digestibles en términos de materia seca(Shukla et al, 1984).

Los frutos una vez secos contienen un rango de humedad del 17% - 19% estos deben ser guardados en un lugar seco y ventilado. Luego se pasan a través de una trilladora estándar, los trozos son sometidos a un proceso de secado de 4 – 6 horas, después de esto, un 17% del producto es utilizado directamente para alimento de ganado. El resto se mezcla con otros elementos para cerdos y aves (Hernández E., 2007).

#### **3.2.4 Follaje**

Las hojas tienen valores promedio de: 20 - 22% de proteína bruta, 12 - 15% de proteína digestible y 50 -55% de digestibilidad de la materia seca (Capdevilla A., 2008).

El consumo directo de las hojas y ramas tiernas, se produce sobre todo en la salida del invierno ó cuando la calidad del forraje herbáceo es baja y su cantidad escasa. Generalmente los prosopis rebrotan antes que las gramíneas. Su importancia disminuye si la condición del pastizal es buena o si existen otras plantas forrajeras. El consumo directo de los caprinos es mayor que el de los bovinos, aunque varía según las razas ganaderas y del manejo utilizado (Capdevilla A., 2008).

En ensayos con especies en sitios similares en Pakistán (380 mm de lluvia por año), *Prosopis juliflora* fue la especie más productora de biomasa foliar, con 3.85 ton/ha, lo cual fue considerado sobresaliente para estas condiciones climáticas adversas. En sitios más favorables, la producción puede ser de 5-15 toneladas/ha/año. En áreas con precipitaciones anuales de 1200 mm en Kenya, la

producción de biomasa fue de 219.45 ton/ha a los seis años de edad (36.57 ton/ha/año) (OFI-CATIE, 2007).

El jugo de las hojas también se considera curativo para algunas afecciones oculares y de la cocción de estas se obtiene el "bálsamo de mezquite", útil para las mismas afecciones, la cocción de la semilla se usa para la infección estomacal. Las flores atraen abejas que producen una miel de excelente calidad y la semilla es un alimento importante para la fauna local (Marroquín, 2007).

### **3.2.5 Biomasa Comestible**

Considerada como el material vegetativo de árboles forrajeros que el animal puede consumir como lo son las hojas, tallos tiernos y legumbres las cuales forman parte de la dieta de muchas especies de rumiantes y han sido usados tradicionalmente como fuente de forraje de los animales domésticos en Asia, África y el Pacífico. Aunque no todos los árboles forrajeros son leguminosos se reporta que existen más de 200 especies usadas como forraje, cuyo origen puede ser de las regiones tropicales o subtropicales (López J. C., 2004).

## **IV MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Localización y descripción del área.**

El estudio se llevo a cabo en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso, el cual se encuentra ubicado en la Región Nororiente del país en condiciones de Monte Espinoso (Cruz S, J.R., 1,988) a 517 msnm, cuenta con una precipitación media anual de 470 mm y 11 meses secos, tiene una temperatura media anual de 24° C. Los suelos van de franco limoso a arcilloso, poseen bajo contenido de materia orgánica y el contenido de pH de estos oscila en un rango de 7.5 á 8.2 (OFI – CATIE, 2,007).

### **4.2 Material y Equipo:**

- Balanza de reloj.
- Balanza digital.
- Machete.
- Bolsas de papel.
- Hielera.
- Cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.

### **4.3 Manejo del experimento.**

#### **4.3.1 Determinación de la Producción de Biomasa Comestible.**

Se procedió a seleccionar individuos que tuvieran una altura máxima de 3 metros del suelo hacia la punta de la rama principal. Para la ubicación e identificación de estos se contó con la ayuda del Biólogo Ricardo Marroquín quien realiza proyectos con el árbol de Campeche (*Prosopis spp.*) en el área de El Progreso. Después de haber realizado una exploración por ciertos puntos donde se tenía conocimiento que habían árboles de Campeche (*Prosopis spp.*) se logró ubicar en la cabecera departamental un terreno que se encuentra aproximadamente a 14 km del casco urbano.

Los árboles que allí se encuentran sembrados están ubicados alrededor del terreno en forma de cerco vivo, el terreno es de topografía irregular con pendientes mayores al 70%. En dicho terreno se encontraron un total de 30 árboles de Campeche (*Prosopis spp.*) de los cuales se seleccionaron 14 que si reunían las características establecidas; las cuales eran: tener una altura no mayor de 3 mts del suelo hacia la punta de la rama principal así como una edad igual o menor de 2 años, éstos se podaron dejando solamente la rama principal para garantizar un buen rebrote y se esperó un tiempo de 4 meses después de la poda en la época de menor precipitación pluvial la cual comprende de los meses de enero a julio, para medir la producción de biomasa comestible (kg) y la relación H:T de cada uno.

#### **4.3.2 Determinación de la composición bromatológica.**

Luego de 4 meses después del corte de uniformización se podaron nuevamente los árboles y se obtuvieron 6 muestras compuestas de materia verde, ya que se estudió la misma especie, y solo se necesitaba una pequeña porción de hojas para obtener los resultados del análisis bromatológico, debido a que el

terreno es de topografía irregular se procedió a agruparlas según la posición de los árboles dentro de este, como se observa en la tabla 1:

Tabla 1: Agrupación de las muestras del Árbol de Campeche (*Prosopis spp.*)

Muestra	No. Árbol
1	1, 2, 3.
2	4, 5, 6.
3	7, 8, 9.
4	10, 12.
5	11
6	13, 14.

Fuente: Elaboración propia.

Dichas muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia –FMVZ- de la USAC para determinar su valor nutritivo en términos de:

- Materia Seca (MS %).
- Proteína Cruda (PC %).
- Fibra Acido Detergente (FAD %).
- Nutrimientos Digeribles Totales (TND %).
- Energía Digestible (ED kcal/kg).
- Energía Metabolizable (EM Mcal/kg).

#### 4.3.3 Método estadístico

El uso de la estadística descriptiva, permitió el análisis e interpretación de datos obtenidos de la biomasa comestible, específicamente las medidas de tendencia central y de dispersión.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Producción de biomasa comestible

Para la determinación de biomasa comestible se procedió a podar los 14 árboles seleccionados dejando únicamente la rama principal de la que se derivan las demás ramificaciones esto con el fin de garantizar el rebrote de los mismos. Se realizaron dos podas durante la época de menor precipitación pluvial; la primera a finales del mes de febrero, que sirvió de uniformización, de la cual se tomó el peso de la biomasa comestible con lo que se obtuvieron 6 muestras compuestas las cuales fueron llevadas al laboratorio de Bromatología para tener como referencia su análisis bromatológico. La segunda poda se realizó en el mes de junio, con estos datos se determinó la diferencia en crecimiento con respecto a la poda de uniformización (Tabla 2). El monitoreo se efectuó por cuatro meses con visitas periódicas cada ocho días esto con el objetivo de poder observar la respuesta de los árboles y su comportamiento.

Tabla 2 Diferencia en producción de Materia Verde de Campeche (*Prosopis spp.*) a los 4 meses de Poda.

No. Árbol.	Peso Hojas (kg MV) Poda de Uniformización.	Peso Hojas (kg MV) Poda 4 meses.	Diferencia Producción (kg MV).
1	0.78	0.18	-0.59
2	0.49	0.29	-0.20
3	0.60	0.17	-0.43
4	0.53	0.26	-0.27
5	0.11	0.14	0.03
6	0.66	0.17	-0.48
7	0.41	0.11	-0.30
8	0.52	1.52	1.01
9	0.41	0.67	0.26
10	0.28	0.51	0.23
11	0.47	0.19	-0.28
12	0.28	0.39	0.11
13	0.11	0.20	0.09
14	0.66	0.05	-0.61

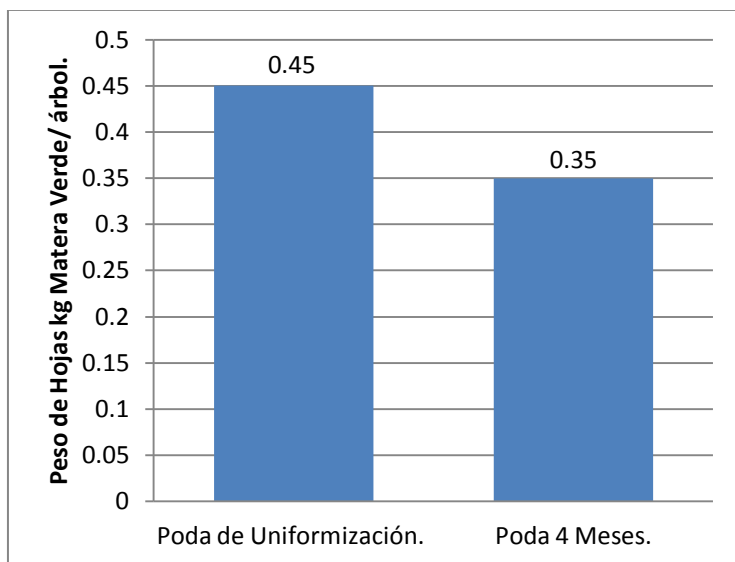
Fuente: Elaboración propia.

De los valores obtenidos en la producción de biomasa en ambos cortes se observó que los árboles que tuvieron una menor producción fueron el 1, 2, 3, 4, 6, 7, 11 y 14 por tener competencia de luz y nutrientes ya que tenían árboles de mayor tamaño a la par de ellos lo cual no permitió que su producción fuera igual o mayor que en la poda de uniformización, otro factor fue la posición en que estos están, ya que se encuentran en zonas donde la pendiente es mayor al 70%. En los árboles 5, 8, 9, 10, 12 y 13 la producción fue mayor que en la poda de uniformización ya que se encontraban en lugares donde la pendiente no sobrepasaba el 50%, ni se encontraban a la par de otros árboles que les significaran competencia por luz y nutrientes a diferencia de los otros individuos como se aprecia en la tabla 2.

A pesar que el 64% de los árboles no tuvieron una producción mayor en la segunda poda en comparación con la poda de uniformización, esta diferencia no fue mayor a 1 kg MV/árbol ya que estas oscilaron en un rango de -0.20 a -0.61 kg MV/árbol (Tabla 2).

En la poda de uniformización se obtuvo una producción promedio de 0.45 kg MV/árbol y para la segunda de 0.35 kg MV/árbol lo que significó una diferencia de -0.10 kg MV/árbol entre podas, tomando en cuenta que mas del 50% de los árboles tuvo una producción menor en la segunda poda que en la de uniformización y que esta es la primera vez que se realiza este tipo de práctica a estos árboles la diferencia fue ligeramente superior como se observa en la Gráfica 1.

Gráfica No. 1 Promedio Producción Materia Verde árbol de Campeche (*Prosopis spp.*)



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Relación Hoja : Tallo

Para la obtención de ésta se pesaron por separado, tanto en la poda de uniformización como en la poda a los 4 meses, las hojas y tallos, ésto con el fin de comparar el comportamiento del árbol y determinar si hubo una relación menor o mayor entre las mismas.

En la poda de uniformización ninguno de los árboles obtuvo una relación mayor o igual a uno, los rangos variaron de 0.2:1 a 0.66:1 esto se debió a que los tallos estaban maduros y significó mayor peso que las hojas (Tabla 3). En la segunda poda se encontraron diferentes relaciones para los árboles 1, 4, 6 y 13 cuyas relaciones H:T fueron ligeramente menores a uno (0.87:1 – 0.92:1). Para los árboles 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12 y 14 fueron mayores a uno (1.03:1 – 1.79:1); siendo el árbol 10 el que obtuvo una mayor relación (3.64:1) como se observa en la tabla 3.



Caso particular fue el del árbol No. 7 el cual obtuvo la misma relación en ambos cortes (0.20:1) esto se debió a que de todos los árboles, éste era el que mayor competencia tenía por luz y nutrientes ya que estaba situado entre dos árboles mas grandes los cuales no permitieron que el árbol se desarrollara mejor.

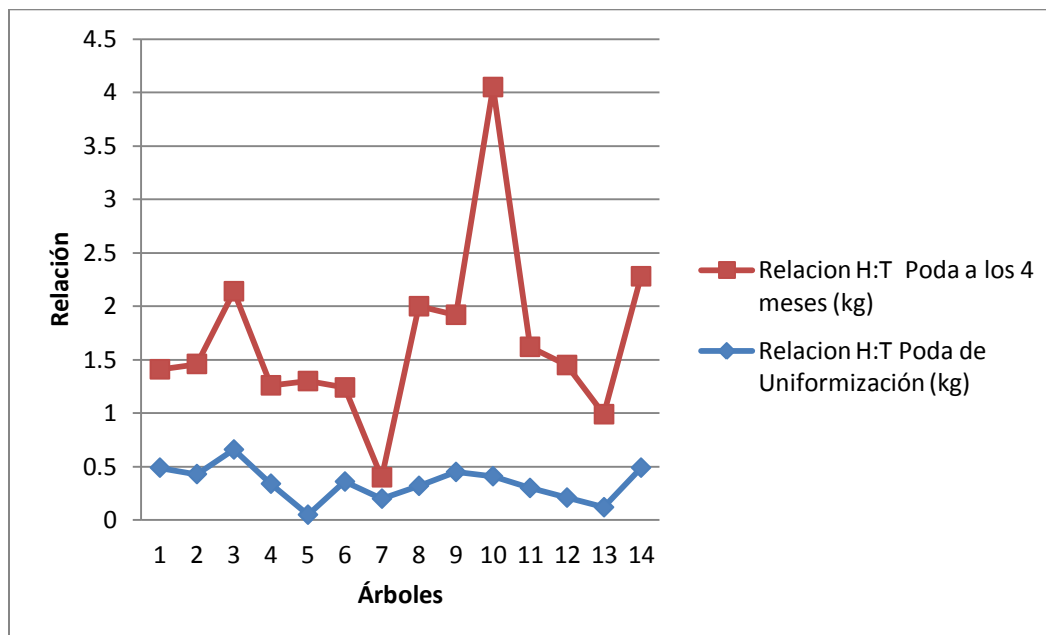
En general todos los árboles presentaron una mejor relación H:T para la poda a los 4 meses en comparación con la poda de uniformización exceptuando el árbol 7 como se observa en la gráfica 2.

Tabla 3 Relación Hoja : Tallo árbol de Campeche (*Prosopis spp*).

No. Árbol	Relación H:T Poda de Uniformización (kg)	Relación H: T Poda 4 meses (kg).
1	0.49:1	0.92:1
2	0.43:1	1.03:1
3	0.66:1	1.48:1
4	0.34:1	0.92:1
5	0.05:1	1.25:1
6	0.36:1	0.88:1
7	0.20:1	0.20:1
8	0.32:1	1.68:1
9	0.45:1	1.47:1
10	0.41:1	3.64:1
11	0.30:1	1.32:1
12	0.21:1	1.24:1
13	0.12:1	0.87:1
14	0.49:1	1.79:1

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica No.2 Relación Hoja : Tallo Campeche (*Prosopis spp.*)



Fuente: Elaboración propia.

La relación H:T encontrada en la poda a los 4 meses de Campeche (*Prosopis spp.*) en este estudio fue de 1.34:1 en promedio, la cual es mayor a la encontrada por Benavides (1994) 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 spp* es una especie que tiene una buena respuesta en cuanto a la relación H:T ya que hubo una mayor producción de hojas que de tallos a los cuatro meses de poda.

### 5.3 Capacidad de Rebrote

Para determinar la capacidad de rebrote de los árboles evaluados en este estudio se procedió a podarlos en su totalidad dejando únicamente la rama principal para garantizar el rebrote de los mismos así como también se tomaron datos de la altura a la que se encontraban antes de la poda de uniformización y después de la segunda poda esto con el fin de determinar la respuesta de estos en cuanto a su crecimiento, como se observa en la tabla 4.

Tabla No. 4 Diferencia de altura de ramas (m) del árbol de Campeche (*Prosopis spp.*)

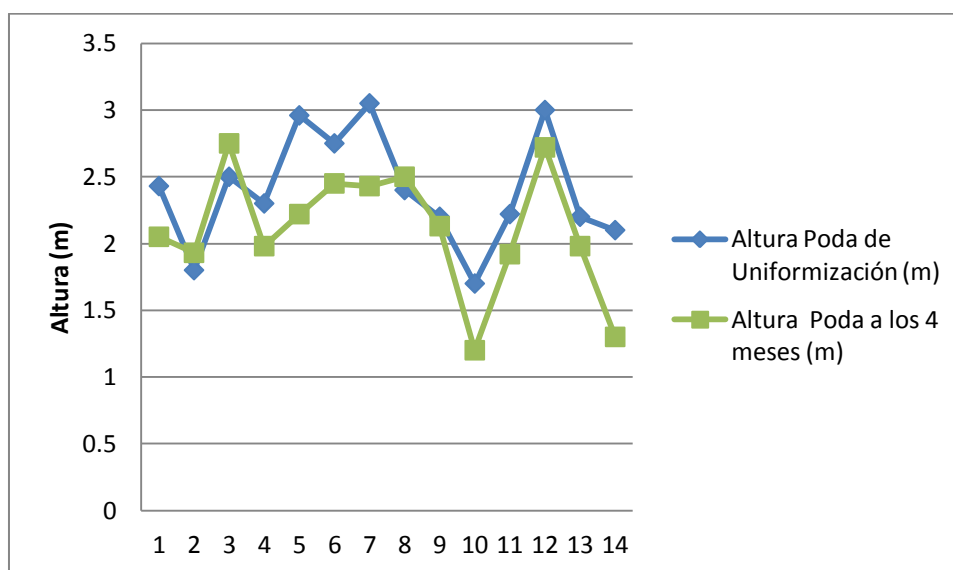
No. Árbol	Altura Poda de Uniformización (m)	Altura Poda 4 meses (m)	Diferencia Altura (m)
1	2.43	2.05	-0.38
2	1.8	1.93	0.13
3	2.5	2.75	0.25
4	2.3	1.98	-0.32
5	2.96	2.22	-0.74
6	2.75	2.45	-0.3
7	3.05	2.43	-0.62
8	2.4	2.5	0.1
9	2.2	2.13	-0.07
10	1.7	1.2	-0.5
11	2.22	1.92	-0.3
12	3	2.72	-0.28
13	2.2	1.98	-0.22
14	2.1	1.3	-0.8

Fuente: Elaboración propia.

Benavides (2006) señala que “para que una especie arbórea sea considerada forrajera debe reunir algunos requisitos entre ellos, que sea tolerante a la poda y que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso”. Los árboles monitoreados, en este estudio presentaron los primeros rebrotes a los 15 días después de la poda de uniformización, el rebrote tierno dejó de mostrarse en el árbol a principios del segundo mes, mientras que los rebrotes de ramas y hojas se dejaron de observar a principios del tercer mes; a partir de allí el árbol ya tenía hojas y ramas en su totalidad, en los árboles 7, 10 y 14 los rebrotes aparecieron aproximadamente al mes de la poda de uniformización, esto se debió a que estos eran los que mayor competencia por luz tenían.

En cuanto a las alturas únicamente el 21% de los árboles sobrepasaron la altura inicial, siendo estos el 2, 3 y 8 como se observa en la gráfica 3, los demás árboles presentaron un menor crecimiento en comparación con la altura que tenían al momento de la poda de uniformización ya que estos estaban situados en áreas donde había mayor competencia por luz y nutrientes caso particular fue de los árboles 11, 12 y 13 los cuales en el segundo mes después de la poda de uniformización fueron quemados ya que estaban posicionados en un lugar del terreno que se ocupa para la siembra de milpa por lo que sufrieron un retraso en su crecimiento.

Gráfica 3 Diferencia de Altura de ramas (m) de las Podas de Campeche (*Prosopis spp.*)



Fuente: Elaboración propia.

Al final de los cuatro meses se obtuvo una altura promedio de 2.10 m lo cual es mayor a la reportada por Elizalde J.H (1994) en *Prosopis spp* (1.78 m) después de la poda, en un estudio realizado en Entre Ríos departamento de la Paz, Argentina que cuenta con una temperatura promedio de 26° centígrados (Wikipedia, 2011). Un factor que pudo haber sido determinante para el crecimiento de los árboles fue que la época de mayor precipitación pluvial inicio antes de lo normal (mes de mayo), ya que la época de menor precipitación pluvial

en la zona se presenta en los meses de enero a julio (INSIVUMEH, 2011) esto provocó que los árboles no alcanzaran su mayor crecimiento ya que esta especie se expresa mejor en la época de menor precipitación pluvial y por las variantes del terreno el cual tiene pendientes mayores al 70%, esta especie crece mejor en suelos de topografía plana o poco ondulada (Lorenzo B. Rodríguez, 2011).

## 5.4 Características Nutricionales

### 5.4.1 Proporción de Materia Seca

La materia seca de las hojas, presentaron un rango de 40.26% - 50.27% (Tabla 5), las que en promedio dieron un valor de 44.71%, este se encuentra elevado en comparación con el encontrado por Israel García. (1,982) en el bosque seco espinoso del Valle de Baragua en Venezuela el cual fue de 16.10% y por los encontrados por Benavides (1,994) en el departamento de Chiquimula en la zona de vida monte seco subtropical, en Pito (*Erythrina berteroana*) 22.5% y Shaguay (*Phitecolobium dulce*) 28.3%.

Tabla 5 Proporción de Materia Seca de las muestras.

Muestras	MS %
1	46.39
2	40.26
3	49.23
4	50.27
5	41.04
6	41.08

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FMVZ, USAC, 2011.

#### 5.4.2 Proteína Cruda:

Para el contenido de proteína cruda encontrado en el follaje de las muestras evaluadas se obtuvo un rango de 21.21% a 30.82% (Tabla 6) las cuales dieron un promedio de 25.81%, valores superiores a comparación del encontrado en la región del Chaco Árido en Argentina en *Prosopis juliflora* que reportó un valor de 21.63% (Gonzales G.L, 2002) o de otras especies que también se encuentran en regiones de bosque seco espinoso como el *Pithecellobium dulce* el cual presenta un valor de 19.4% (Borjes, 2009).

Tabla 6 Porcentaje de Proteína Cruda de las muestras.

Muestras	Proteína Cruda %
1	30.64
2	30.82
3	25.22
4	23.31
5	21.21
6	23.68

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FMVZ, USAC, 2011.

#### 5.4.3 Fibra Acido Detergente

El nivel de FAD oscilo en un rango de 21.30% - 23.40% (Tabla 7) en las muestras evaluadas las que en promedio se obtuvo un 22.25%, valor que ésta bajo en comparación con los encontrados en *Prosopis spp* en Baja California Sur México de 23.0% a 24.5% (Ramírez, 2,003) o a los encontrados por Benavides (1,994) en otras especies forrajeras en el departamento de Chiquimula en la zona de vida monte seco subtropical, como Subín (*Acacia farnesiana*) 27.6%, Shaguay (*Phitecolobium dulce*) 30.9%.

Los niveles de FAD en dietas para rumiantes van de un 20% – 45%, a mayores niveles de fibra, menor es la digestibilidad del mismo (Sergio Calsamiglia, 1997) por lo que el árbol de Campeche (*Prosopis spp*) podría ser incluido en dietas ya que las muestras evaluadas presentaron niveles que se encuentran

dentro del rango, en gramíneas el porcentaje de fibra varía del 30% al 90% (Howard, 2006).

Tabla 7 Porcentaje de FAD de las muestras.

Muestras	F.A.D%
1	23.40
2	21.63
3	22.66
4	21.74
5	21.30
6	22.78

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FMVZ, USAC, 2011.

#### 5.4.4 Energía Digestible:

Las muestras analizadas presentaron valores de 2.52 – 3.43 Mcal/kg (Tabla 8) las cuales en promedio dieron un valor de 3.03 Mcal/kg, valor que se encuentra arriba de algunas forrajeras como el Pito (*Erythrina berteroana*) 2.00 Mcal/kg o el de algunas gramíneas como el Pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) 1.70 Mcal/kg (Roig, 2,003), el valor encontrado de energía digestible podría satisfacer los requerimientos de mantenimiento de pequeños rumiantes (Zaragoza, 2005).

Tabla 8 Contenido de Energía Digestible de las muestras.

Muestras	E.D Mcal/Kg.
1	3.43
2	3.17
3	3.29
4	2.88
5	2.52
6	2.86

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FMVZ, USAC, 2011.

#### 5.4.5 Energía Metabolizable

El valor de energía metabolizable en las muestras analizadas osciló en un rango de 2.06 – 2.81 Mcal/kg (Tabla 9) en promedio se obtuvo un valor de 2.08 Mcal/kg, valor que podría satisfacer los requerimientos en pequeños rumiantes con 1 kg de alimento de *Prosopis spp* en las etapas de pre-destete y crecimiento que van en un rango de 0.18 – 2.40 Mcal/día, en la etapa de mantenimiento y reproducción hasta los 70 kg de peso vivo ya que el requerimiento para estas es de 2.8 Mcal/día en hembras en machos hasta los 50 kg su requerimiento es de 2.59 Mcal/día (Elizondo, 2002). En dietas para rumiantes mayores se puede utilizar el *Prosopis spp* como complemento para satisfacer las necesidades en las diferentes etapas como en terneros que es de 5 Mcal/día por cada 100 kg de peso vivo mientras que para animales adultos es de 2.5 Mcal/día por cada 100 kg de peso (Enciclopedia Bovina, 2000).

Tabla 9 Contenido de Energía Metabolizable de las muestras.

Muestra	E.M Mcal/kg.
1	2.81
2	2.59
3	2.69
4	2.36
5	2.06
6	2.34

Fuente: Laboratorio de Bromatología, FMVZ, USAC, 2011.



## VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación se concluye lo siguiente:

1. Se encontró una diferencia entre la producción de biomasa en la poda de uniformización (0.45kg/MV) con respecto a la segunda poda (0.35kg/MV).
2. El árbol de Campeche (*Prosopis spp*) mostró mayor relación H:T en la segunda poda con rangos de 0.2:1 a 3.64:1.
3. La especie evaluada mostró una buena capacidad de rebrote en la época de menor precipitación pluvial, ya que a los 15 días después de la poda de uniformización ésta presentó rebrotes.
4. De los 14 árboles únicamente tres presentaron para la poda a los 4 meses un mayor crecimiento siendo estos el 2, 3 y 8 los cuales representan el 21% del total individuos muestreados.
5. En cuanto a la materia seca se obtuvieron rangos del 41.04% - 50.27%.
6. Para la proteína cruda se encontró valores del 21.21% - 30.82%.
7. Los valores encontrados en Fibra Acido Detergente fueron de 21.30% - 23.40% los cuales se encuentran por debajo de otras forrajeras.
8. La presencia de Nutrimientos Digeribles Totales fue en un rango de 60.4% - 68.2% lo que indica que es un contenido aceptable de energía y puede tener una buena digestibilidad.

9. Se obtuvo un rango para la Energía Digestible de 2.52 - 3.43 Mcal/kg.

10. Para la Energía Metabolizable se obtuvo un rango de 2.06 – 2.81 Mcal/kg.

## VII. RECOMENDACIONES.

Con base en la experiencia que deja este estudio se recomienda lo siguiente:

1. Realizar este trabajo en la época de máxima precipitación pluvial, para observar el comportamiento de la misma en cuanto a producción de biomasa, relación H:T y análisis bromatológico.
2. Llevar a cabo este tipo de investigación en otras regiones donde se encuentren rodales de *Prosopis spp* para comparar el comportamiento en relación al estudio realizado en el área del El Progreso, Guastatoya.
3. Establecer parcelas permanentes de muestreo con esta especie para poder monitorear el comportamiento agroecológico y productivo.

## VIII. RESUMEN

Eguizábal L. Jorge R. "Caracterización del valor nutritivo de la biomasa comestible del árbol de Campeche (*Prosopis spp*) en el oriente de Guatemala" Tesis Lic. Zoot, GT. USAC/FMVZ.

El objetivo de esta investigación fue el de caracterizar en la época de menor precipitación pluvial el comportamiento del árbol de Campeche (*Prosopis spp*) en el Oriente de Guatemala así como el de generar información en cuanto a la producción de biomasa comestible (kg), la relación hoja : tallo al igual que su capacidad de rebrote a los 4 meses de poda y determinar su valor nutricional en términos de: Materia Seca (%), Proteína Cruda (%), Fibra Acido Detergente (%), Nutrimientos Digeribles Totales (%), Energía Digestible (Kcal/kg) y Energía Metabolizable (Kcal/kg).

Se utilizaron 14 árboles para el estudio estos estaban ubicados en el área del Progreso, Guastatoya, dichos árboles tenían una altura no mayor de 3 mts del suelo hacia la punta de la rama principal así como una edad de 2 años, los cuales se podaron dejando únicamente la rama principal para garantizar un buen rebrote. Después de esperar los 4 meses para el rebrote se midió la producción de biomasa comestible de la cual el 64% de los árboles tuvo una producción menor en comparación de la poda de uniformización, para la relación hoja : tallo en la poda de uniformización se obtuvieron relaciones menores a uno mientras que para la poda a los 4 meses los árboles mostraron una relación ligeramente mayor a uno, la capacidad de rebrote se observó a los quince días después de la poda de uniformización donde presentaron los primeros rebrotes tiernos ya para el tercer mes todos presentaban hojas y ramas en su totalidad.

Para el análisis bromatológico se encontraron niveles promedio para materia seca del 44.71%, proteína cruda 25.81%, fibra acido detergente de

22.25%, nutrimentos digeribles totales 64.3%, energía digestible 3.03 Kcal/kg y para la energía metabolizable 2.08 Mcal/kg los cuales podrían satisfacer los requerimientos nutricionales de pequeños rumiantes.

## SUMMARY

Eguizábal L. Jorge R. "Characterization of the nutritional value of the eatable biomass of the Campeche tree (*Prosopis spp.*) in eastern Guatemala" final research of Lic. Zoot, GT. USAC/FMVZ.

The goal of the research was to characterize the behavior of the Campeche tree (*Prosopis spp.*) in the lower rainfall season in the eastern of Guatemala and to generate information regarding the production of edible biomass (kg), the relation leaf: stems well as its ability to rebound at 4 months of pruning and determine their nutritional values in terms of: Dry Matter (%), Crude protein (%), acid detergent fiber (%), total digestive nutrients (%), digestible energy (Kcal/Kg) and Metabolizable energy (Kcal/kg).

14 trees were used to study these and were located in the area of Progreso, Guastatoya; these trees were no higher than 3 meters from the ground into the tip of the main branch as well as an age of 2 years, which were pruned leaving only the main branch to ensure good regrowth. After waiting 4 months for regrowth was measured the production of edible biomass of which 64% of the trees had lower production compared to the uniform pruning for leaf: stem pruning uniformity were obtained relations less than one while for pruning trees 4 months showed a slightly higher ratio, the ability of regrowth was observed on the fifteenth day after pruning of standardization where they presented the first tender shoots and for the third month all had leaves and branches as a whole.

For compositional analysis found average levels of dry matter 44.7 %, 25.81 % crude protein, acid detergent fiber of 22.25%, 64.3% total digestible nutrients, digestible energy 3.3 Kcal / kg and 2.8 Mcal metabolizable energy / kg which could meet the nutritional requirements of small ruminants.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Benavides, JE. 1994. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central (en línea). Consultado 20 sep. 2011. Disponible en <http://books.google.com.gt/books>

————— 2006. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la Ganadería (en línea). Consultado 7 sep. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/bnvdes23.pdf>

Borges. NG. 2009. Potencial forrajero de especies leguminosas arbóreas y arbustivas en el bosque seco tropical para Caprinos (en línea). Consultado 23. Ago. 2011. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/potencial-forrajero-especies-leguminosas-t2380/141-p0.htm>

Casaglimia, Sergio. 1997. Nuevas Bases para la Utilización de la Fibra en Dietas de Rumiantes (en línea). Consultado 12 oct. Disponible en [http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP\\_I.pdf](http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_I.pdf)

Capdevila, A. 2008. Uso ganadero de *Prosopis* (en línea). Consultado 8 feb. 2010. Disponible en [www.agora.com.ar/prueba/p1221ae.htm](http://www.agora.com.ar/prueba/p1221ae.htm)

Cruz S, JR. de la. 1998. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala Nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42pgs.

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 31 ago. 2011. Disponible en [http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/WEBFV\\_2010/FVpdf/PROSOPIS99.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/WEBFV_2010/FVpdf/PROSOPIS99.pdf)

Elizondo Salazar, Jorge Alberto. 2002. Requerimientos Nutricionales Cabras Lecheras. Energía Metabolizable. Consultado 30 de nov. 2011. Disponible en [http://www.latindex.ucr.ac.cr/agromeso-19-1/v19n01\\_115.pdf](http://www.latindex.ucr.ac.cr/agromeso-19-1/v19n01_115.pdf)

Enciclopedia Bovina. 2000. Alimentación de Bovinos. sf. (en línea). Consultado 30 nov. 2011. Disponible en [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf)

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations).1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América latina (en línea). Santiago, Chile. Consultado 17 feb. 2010. Disponible en [www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf](http://www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf)

Franco, C. 1988. Overview of past, current and potential uses of mesquite in Mexico/ *Prosopis*: Semiarid Fuel wood and Forage Tree (en línea). Consultado 17 feb. 2010. Disponible en [www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf](http://www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf)

García, I.1982. La Especie Caprina y el Ecosistema Pastizal Espinar en el Valle de Baragua Estado de Lara (en línea). Consultado 25 ago. 2011. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/VeterinariaTropical/vt6/Texto/gduran.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/VeterinariaTropical/vt6/Texto/gduran.htm)

González. GL. 2002. Composición química, contenido de polifenoles totales y valor nutritivo en especies de ramoneo del sistema silvopastoril del Chaco árido Argentina (en línea). Consultado 28 ago. 2011. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt2602/pdf/rossi\\_a.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2602/pdf/rossi_a.pdf)

Hernández, E. 2007. Recuperación y conservación del árbol de usos múltiples Campeche (*Prosopis juliflora*), por medio de la participación comunitaria en 7 aldeas de la región semiárida de Guatemala (en línea). Consultado 5 feb. 2010. Disponible en [glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%2020006.0014.pdf](http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%2020006.0014.pdf)

Howard W. 2006. Alimentos para Vacas Lecheras. Consultado 30 nov. 2011. Disponible en [http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_06.es.pdf](http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_06.es.pdf)



INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). Parámetros meteorológicos. (en línea). Guatemala, GT. Consultado 12 oct. 2011. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/>

Kanzaria, M. 1998. *Prosopis species* in the arid and semi-arid zones of India (en línea). Consultado 18 feb. 2010. Disponible en [www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf](http://www.spate-irrigation.org/librar/.../ProsopisMonographComplete.pdf)

López Moreno, Juan Carlos. 2004. Evaluación de la Producción de Forraje de *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M. Johnst, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Nicaragua. (en línea) Consultado 27 oct. 2011. Disponible en <http://www.cenida.una.edu.ni/calera>

Lorenzo B. Rodriguez. 2011. Algarrobo (*Prosopis pallida*). Consultado 14 oct. 2011. Disponible en <http://taninos.tripod.com/algarrobo.htm>

Maga, J. A. 1986. Polycyclic aromatic hydrocarbon (pah) composition of mesquite (*Prosopis juliflora*) smoked and grilled beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 34:249-251.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Guatemala. Separata. 5pgs.

Marroquín, R. 2007. Árbol de Campeche, alternativa contra el hambre y la pobreza en regiones semiáridas de Guatemala (en línea). Consultado 2 feb. 2010. Disponible en <http://www.scribd.com/.../Árbol-de-Campeche-alternativa-contrael-hambre-y-la-pobreza>

Martin, M. 1996. Para la alimentación y la industria /el palo de Campeche (en línea). Consultado 20 ene. 2010. Disponible en [www.educar.org/ecología/Naturaleza/Naturaleza/paralaindustria.asp](http://www.educar.org/ecología/Naturaleza/Naturaleza/paralaindustria.asp)

NAS (National Academy of Sciences, US.). 1980. Firewood Crops; Shrub and Tree Species for Energy Production. National Academy Press, Washington DC, USA.

OFI-CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2007. Descripciones de especies: *Prosopis juliflora* (en línea). Consultado 25 ene. 2010. Disponible en [herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/prosopis\\_juliflora.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/prosopis_juliflora.pdf)

Ramírez, R.O. 2003. Dinámica Estacional del Valor Nutritivo y Digestión Ruminal del Forraje de 10 Arbustivas de Baja California Sur, México (en línea). Consultado 21 ago. 2011. Disponible en [http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020148979/102014879\\_01.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020148979/102014879_01.pdf)

REDFIA (Red de Información e Investigación Ambiental GT). 2004. Estado Ambiental de Guatemala. 72p

Shukla. N. 1990. Physical and mechanical properties of some exotic species (en línea). Consultado el 20 feb. 2010. Disponible en [www.spateirrigation.org/librar/./ProsopisMonographComplete.pdf](http://www.spateirrigation.org/librar/./ProsopisMonographComplete.pdf)

Zaragoza, J.L. 2005. Sistema Alimentación en Ovejas (en línea). Consultado 23 sep. 2011. Disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n53/p53ovejas.php>

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE “MEDICINA VETERINARIA”**  
**“CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA BIOMASA**  
**COMESTIBLE DEL ÁRBOL DE CAMPECHE (*Prosopis spp.*) EN EL**  
**ORIENTE DE GUATEMALA”**

f. \_\_\_\_\_

**Jorge Ricardo López Eguizábal**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Karen Judith Hernández Cabrera**

**ASESOR PRINCIPAL**

f. \_\_\_\_\_ f. \_\_\_\_\_

**Lic. Miguel Angel Rodenas Argueta**

**Lic. Zaira Madely Murillo Molina**

**IMPRÍMASE:**

---

**M. V. Leonidas Avila Palma**

**DECANO**

