



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRODUCTIVIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SU IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA

TESIS QUE PRESENTA

Liliana Sánchez Prado

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Licenciada en Administración
de Empresas Agropecuarias**

APATZINGÁN, MICHUACÁN. DICIEMBRE DE 2011



LA TESIS PROFESIONAL TITULADA **“PRODUCTIVIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SU IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA”** FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN Y ASESORÍA DEL D.C. NOÉ ARMANDO ÁVILA RAMÍREZ PROFESOR E INVESTIGADOR DE LA ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UMSNH.

DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS:

D.C. NOÉ ARMANDO ÁVILA RAMÍREZ

“PRODUCTIVIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS DE LA SELVA BAJA
CADUCIFOLIA Y SU IMPORTANCIA PARA LA GANADERÍA”

TESIS PRESENTADA POR:

LILIANA SÁNCHEZ PRADO

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

APROBADA

PRESIDENTE

D.C. NOÉ ARMANDO ÁVILA RAMÍREZ

SINODALES

D.C. JOSE LUIS ESCAMILLA GARCÍA

M.C. DANIEL MUNRO OLMOS

DEDICATORIAS

Con mi más sincero cariño y respeto:

A mi madre, Sra. Alicia Prado Duarte, porque siempre creyó en mí, y por que a pesar de las adversidades nunca se rindió y siempre ha estado a mi lado apoyándome, en todo momento.

A mi esposo Gilberto Alvarado López, porque me dio la confianza, el apoyo, la comprensión y la fortaleza necesaria para seguir siempre hacia adelante y por que el es mi inspiración para mirar hacia el futuro.

A mis pequeños hijos Gilberto y Keyla, por que ellos siempre han estado a mi lado en esta investigación y es por ellos es que nunca me di por vencida.

A mis hermanas Aidé, Alicia, Nélide y Alejandra Karina por todo su cariño.

A mí muy estimada amiga María del Socorro Maya Carrillo, por todo el apoyo que me brindó en esta investigación pero sobre todo por la gran amistad que nos une desde el inicio de nuestra formación académica.

Al D.C. Noé Armando Ávila Ramírez por todo el apoyo y la paciencia que recibí de su parte para mi formación en esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores de la Escuela de Ciencias Agropecuarias.

Al tesista Rigoberto Navarro Hernández, por su apoyo brindado en el transcurso de esta investigación.

A los alumnos de la Escuela de Ciencias Agropecuarias por su colaboración en los trabajos de campo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Importancia de las comunidades vegetales.....	5
Alternativas para incrementar la productividad ganadera	
Policultivos forrajeros, bancos de proteína y energía.....	8
Agroforestería.....	8
Importancia de la selva baja caducifolia.....	10
Importancia de la ganadería.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Descripción del área de estudio.....	13
Metodología.....	13
Composición química.....	14
Análisis estadístico.....	14
Determinación de la productividad.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
Composición química.....	17
Productividad de las especies.....	31
CONCLUSIONES.....	41
LITERATURA CITADA.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No.	Pág.
Tabla 4.1. Taxonomía y composición química (%de materia seca) de la hojarasca de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	17
Tabla 4.2. Porcentaje de materia seca (MS).....	18
Tabla 4.3. Contenido de materia seca en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	19
Tabla 4.4. Porcentaje de cenizas.....	20
Tabla 4.5. Contenido de cenizas en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	20
Tabla 4.6. Porcentaje de proteína cruda (PC).....	21
Tabla 4.7. Contenido de proteína en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	21
Tabla 4.8. Porcentaje de Fibra Detergente Neutro (FDN).....	23
Tabla 4.9. Contenido de FDN en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	24
Tabla 4.10. Porcentaje de Fibra Detergente Ácida (FDA).....	25
Tabla 4.11. Contenido de FDA en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	25
Tabla 4.12. Porcentaje de nitrógeno en FDA.....	26
Tabla 4.13. Contenido de nitrógeno en FDA en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	27
Tabla 4.14. Porcentaje de lignina.....	28

Tabla 4.15. Contenido de lignina en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	28
Tabla 4.16. Descripción de la composición química (% de materia seca) y Producción kg ha ⁻¹ de las diferentes especies estudiadas en la localidad La mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	30
Tabla 4.17. Promedio y limite de error de estimación de la producción de hojarasca de las diferentes especies estudiadas en cuadrantes de 0.25 m ² P< 0.05 de la selva baja caducifolia en la localidad La mesa del Bonete, municipio de la Huacana, Michoacán.....	31
Tabla 4.18. Promedio de producción de hojarasca en gramos de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana Michoacán.....	32
Tabla 4.19. Variación en el promedio de producción de hojarasca en gramos de las diferentes especies estudiadas en cuadrantes de 0.25 m ² de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	33
Tabla 4.20. Producción promedio de MS kg ha ⁻¹ P<0.05 de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	34
Tabla 4.21. Promedio de MS kg ha ⁻¹ de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de la Huacana Michoacán.....	35
Tabla 4.22. Producción de Materia seca kg ha ⁻¹ de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	35
Tabla 4.23. Producción de MS en 8.06 ha P<0.05 de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	37
Tabla 4.24. Producción de Materia seca en 8.06 ha de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	37
Tabla 4.25. Producción de hojarasca en 8.06 ha de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de la Huacana, Michoacán.....	38
Tabla 4.26. Promedio de producción de hojarasca y MS de las especies de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.

Figura 4.1. Distribución del contenido de materia seca (MS).....	19
Figura 4.2. Distribución del contenido de cenizas.....	21
Figura 4.3. Distribución del contenido de proteína cruda (PC).....	22
Figura 4.4. Distribución del contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN).....	24
Figura 4.5. Distribución del contenido de Fibra Detergente Ácida (FDA).....	26
Figura 4.6. Distribución del contenido de nitrógeno en FDA.....	27
Figura 4.7. Distribución del contenido de lignina.....	29
Figura 4.8. Distribución de MS kg ha ⁻¹	36
Figura 4.9. Distribución de MS en 8.06 ha.....	39

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de conocer la Composición química y la productividad de las diferentes especies arbóreas y arbustivas de la selva baja caducifolia y destacar la importancia que tienen para la ganadería.

Para cumplir los objetivos se procedió de la siguiente manera. El estudio inicio en octubre del 2005 y culminó en junio de 2006 en una superficie de 8.06 hectáreas de selva baja espinosa caducifolia. Se realizó una colecta de hojarasca y se separaron las hojas de las diferentes especies. Las muestras de hojarasca se obtuvieron mediante un muestreo por conglomerado en dos etapas. Se determinó la composición química de la necromasa foliar y la producción de 43 especies que son consumidas por el ganado durante la temporada de sequía. De cada especie consumida se colectaron ejemplares para su posterior identificación taxonómica. El valor de proteína cruda (PC) varia de 4.9% para *Euphorbia* sp. A 22.5% para *pithecellobium unguis cati*, con un promedio de $10.0\% \pm 3.08\%$. El valor mínimo de Fibra detergente neutro (FDN) fue de 22.6% en *Spondias purpurea* y de 55.1% en *Caesaria dolichophylla*, con una media de $39.1\% \pm 7.49\%$. Para Fibra detergente ácida (FDA) la media fue de $30.7\% \pm 8.0\%$, donde el valor máximo fue de 52.6% para la especie *Amphipterygium adstringens* y el valor mínimo de 13.6% para *Mimosa egregia*. Respecto al nitrógeno en FDA el promedio fue de $1.42\% \pm 0.48\%$, el valor mínimo fue mostrado por la especie *spondias purpurea* con 0.64% y el máximo lo presentó *Randia echinocarpa* con un valor de 2.65%, finalmente la lignina presentó un promedio de $13.3\% \pm 6.65\%$, con un valor máximo de 28.37% en *Amphipterygium adstringens* y un mínimo de 3.14% en *Euphorbia* sp. Por otra parte los resultados obtenidos nos muestran que de 43 especies evaluadas en el área de estudio la especie *Brogniartia intermedia* es la que mayor producción obtuvo con 1622.80 kg en los dos muestreos realizados. Estos resultados nos muestran que las especies arbóreas y arbustivas existentes en la selva baja caducifolia representan un potencial como fuente de alimentación y suplementación para el ganado, sobre todo durante la temporada de sequía.

INTRODUCCION

La inmensa riqueza biológica de nuestro planeta se ha visto muy afectada por la ganadería. La diversidad es esencial para la supervivencia de las especies porque permite que éstas se adapten a los cambios que ocurren en el ambiente. Sin embargo, la biodiversidad esta cada vez más amenazada. Año tras año miles de especies se extinguen por la deforestación, la transformación de hábitats y ecosistemas, la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación, la construcción de vías y obras de infraestructura y una causa muy importante como el cambio climático. El reemplazo de los bosques húmedos por praderas ganaderas también contribuye al deterioro del agua. Los bosques protegen las fuentes de agua porque los árboles reducen la velocidad de caída de las gotas de lluvia y favorecen la infiltración. En un bosque de montaña, el suelo y las plantas absorben casi toda el agua. Pero en un terreno sin vegetación, la lluvia golpea el suelo con toda su fuerza erosiva y el agua corre sobre la superficie arrastrando partículas y nutrientes. La transformación de los bosques en praderas sin árboles causa un aumento en la temperatura del aire y del suelo. Los sistemas agroforestales son un sistema de uso de la tierra que se ha venido practicando desde hace mucho tiempo tanto en el Continente Europeo como en América, ya que poseen muchas ventajas sobre los monocultivos para corresponder a la demanda de una agricultura multifuncional y que proveen de servicios medioambientales, valores estéticos, amortigua áreas protegidas y podrían utilizarse para turismo agroecológico. El pago de incentivos a los agricultores cuyos usos de la tierra protegen los recursos naturales y así proveen un servicio a la comunidad local, nacional y mundial es una nueva opción que podría mejorar la viabilidad financiera de las fincas. (Beer *et al.*, 2003).

En un sistema agroforestal los árboles han contribuido al incremento de materia orgánica del suelo a través de la adición de hojarasca, residuos de podas y raíces muertas (Munguía *et al.*, 2004).

La deforestación para el establecimiento de monocultivos forrajeros ha sido empleada en grandes extensiones de México y otros países. Esta práctica provoca impactos negativos sobre el medio ambiente y la producción animal (degradación de pastos). Los sistemas silvopastoriles vienen tornándose una alternativa sustentable para la producción animal, integrando leñosas arbóreas, pasturas y animales (Viana *et al.*, 2002).

Dependiendo de la situación socioeconómica de un área, los árboles pueden ser utilizados para leña, postes, material de construcción, frutos y follaje, a la vez que proveen servicios tales como sombra para el ganado y protección de cuencas. La manera en la que se manejan los árboles influye tanto en su utilidad como en su conservación y la de la biodiversidad asociada. Por lo tanto es importante conocer todos los vínculos entre las actividades y decisiones de los productores y los cambios resultantes en la cobertura arbórea y su biodiversidad asociada (Gormley y Sinclair, 2003; Quintana, 2010).

La destrucción de los bosques y selvas tropicales para dar paso a las praderas de gramíneas dirigidas a la crianza de bovinos de forma extensiva, con baja productividad y por consiguiente, bajas demandas de mano de obra, ha sido uno de los casos mas tristes de la alteración del medio ambiente por parte del hombre en la era moderna. Desafortunadamente, instituciones de investigación nacionales e internacionales de la región han contribuido con sus ofertas tecnológicas monoculturales a acentuar este proceso, al tener una visión muy corta y local de la productividad de la tierra y de la sostenibilidad de los sistemas de producción. La influencia de los modelos de producción de zonas templadas basados en pastos fue decisiva en el desarrollo de la ganadería tropical en las últimas décadas del siglo XX. El problema principal fue que, salvo en contadas excepciones, no existían sistemas naturales con pastos y había que crear las praderas artificiales. Los árboles y arbustos forrajeros y/o multipropósitos, siempre han existido de una manera u otra en la ganadería tropical; muchas veces de forma casual o espontánea, pero en ocasiones por intención de los ganaderos. El manejo adecuado de las comunidades vegetales nativas y los sistemas silvopastoriles pretenden hacer uso activo y permanente de las variadas ventajas que ofrecen los árboles y arbustos en las fincas para el beneficio de la producción pecuaria: por ejemplo, follaje de alta calidad nutricional, frutos comestibles, sombra, conservación de la humedad del suelo, barreras rompevientos, estabilización de los suelos en pendientes, fijación de nitrógeno atmosférico, enriquecimiento y reciclaje de nutrientes minerales. Además ofrecen beneficios adicionales, como hábitat para la fauna, proporcionan otros productos útiles y

valiosos como leña, madera, miel, etc. Las principales aportaciones de los árboles y arbustos pueden ser diferentes en cada situación, dependiendo de las especies y de las condiciones particulares, pudiendo haber varias opciones para cada sitio (Sánchez, 2002; Harvey e Ibrahim, 2003; Ávila *et al.*, 2007; Quintana, 2010).

Actualmente existe y se tiene poca información a cerca del potencial forrajero de las comunidades vegetales, estudios sobre preferencia animal, composición química y productividad de las especies arbóreas. El propósito de este trabajo fue el de determinar la composición química y productividad de las especies leñosas que son consumidas por los bovinos durante la época de sequia en la selva baja caducifolia.

OBJETIVOS

1. Determinar la composición química de las especies.
2. Determinar la productividad de las especies con potencial forrajero de la selva baja caducifolia en la época de sequía.

HIPOTESIS

Existen especies con potencial forrajero en la selva baja caducifolia.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de las comunidades vegetales

La vegetación es muy importante porque, al no existir, a medida que la deforestación aumenta los suelos corren el riesgo de deteriorarse como consecuencia del pastoreo y esto ocasiona la pérdida del suelo o compactación del mismo, que se presenta cuando el peso de los animales destruye la capa vegetal y presiona la tierra. También por la formación de caminos en zigzag conocidos como terracetas o patas de vaca y la profundidad y tamaño de estos surcos aumenta con las lluvias. El suelo también se erosiona como consecuencia de la limpieza de los potreros ya que el azadón desmorona el suelo y facilita que el agua lo arrastre, también el uso indiscriminado de herbicidas impide el crecimiento de coberturas, favorece la compactación del suelo y lo hace más vulnerable a la erosión. La ganadería y la agricultura también pueden ayudar a contrarrestar el efecto invernadero si se logra aumentar los depósitos de carbono en las tierras productivas. En el caso de los pastizales ganaderos, tanto los suelos como la vegetación pueden formar depósitos de carbono. Los suelos almacenan carbono en la materia orgánica mientras que los árboles lo almacenan en tejidos durables como la madera y las raíces. Los árboles aumentan la capacidad de retención del agua en las praderas porque ayudan a que el agua se infiltre y protegen el suelo, los manantiales y las quebradas. Mientras más árboles estén presentes en las praderas ganaderas más se protegerán las fuentes de agua. Las plantas leguminosas forrajeras fijan nitrógeno de la atmósfera y remplazan los fertilizantes nitrogenados. También los árboles y arbustos mejoran la calidad del alimento para el ganado y producen durante todo el año, lo cual reduce la necesidad de suplementar con concentrados comerciales. Por otra parte los árboles asociados a los sistemas silvopastoriles presentan servicios adicionales a las fincas ganaderas ya que proporcionan sombra para el ganado y protegen las praderas contra los vientos, producen postes, leña y

productos comercializables como miel, frutos y madera (Calle *et al.*, 2001; Quintana, 2010).

En la actualidad un desafío del sistema de producción agrícola es integrar el uso y la conservación de los recursos naturales con las necesidades de la población en constante crecimiento. Lo cual se considera que puede lograrse por lo menos en parte, mediante el rescate del conocimiento de los productores y con la investigación sobre el uso y manejo de los recursos naturales. La ganadería bovina se ha desarrollado con base en un modelo extensivo en la mayoría de los países de América, con lo cual se ha visto afectada grandes extensiones de selvas y bosques, El resultado de la introducción de la ganadería en tierras tropicales, han sido efectos negativos en el suelo y en general en las condiciones de vida de la sociedad rural (González *et al.*, 2006 *b*).

La explotación de los recursos naturales y los continuos cambios en el uso de la tierra modifican el ecosistema, unas veces mejorándolo y en otras, tal vez con mayor frecuencia, ocasionando un deterioro ecológico que en muchos casos resulta irreversible. A los rumiantes se les asigna un alto peso en los cambios ecológicos mundiales, a causa de la deforestación para establecer pasturas o por la contaminación ambiental con metano. No obstante son la primera fuente de proteína animal para el consumo humano a nivel mundial, por lo tanto es necesario diseñar nuevos sistemas de producción que permitan seguir obteniendo carne y leche de estas especies, utilizando los recursos alimenticios locales disponibles de la manera más diversificada y sustentable posible siendo conscientes de afectar lo menos posible el ambiente (Ceconello *et al.*, 2003).

El creciente deterioro de los recursos naturales y del ambiente, el calentamiento progresivo del globo terrestre y la pérdida de la capa de ozono, son entre otras las razones más importantes que en la actualidad están poniendo en peligro la existencia de la vida humana. La agricultura y la ganadería han tenido mucho que ver con el deterioro ambiental, la erosión de la cobertura natural del suelo y la ruptura de la biodiversidad en los ecosistemas por el uso de sistemas convencionales para trabajar la tierra (Soca *et al.*, 2003).

Los productores manejan la cobertura arbórea para proveer sombra y forraje al ganado y obtener productos como frutos, madera, leña y postes. Basándose en manejo, los productores han acumulado su propio conocimiento sobre las características de los árboles y sobre las interacciones que suceden entre estos y el suelo, pastos y animales. Este conocimiento local podría ser de gran interés para proyectos agroforestales, puesto

que permitiría mejorar el diseño agroforestal mediante estrategias culturalmente apropiadas (Muñoz *et al.*, 2003; Ávila, 2007; Quintana, 2010).

Durante las últimas décadas, la producción de alimentos en países centroamericanos y latinoamericanos en general, ha llegado a una alta industrialización. Sin embargo, la sociedad está preocupada por el impacto de la producción de estos alimentos sobre el ambiente, la salud, el entorno de trabajo y la biodiversidad. Una de las razones más importantes de esta preocupación es la contaminación de las fuentes de agua y el consumo de alimentos con altos índices residuales de diferentes pesticidas. El resultado es que los consumidores están perdiendo la confianza en los productos obtenidos por un sistema “moderno y tecnológico de producción” que se agudiza con la utilización de semillas transgénicas. Existe un número creciente de síntomas, denuncias y publicaciones que se refieren a estos efectos e impactos negativos en todo el continente, los cuales indican la necesidad de buscar sistemas de producción más compatibles con el ambiente, como la producción orgánica. Esta alternativa rescata prácticas ancestrales combinándolas con criterios innovadores de producción moderna para hacerla más eficaz y sostenible. La producción orgánica es la ciencia utilizada para producir alimentos sanos y muy nutritivos mediante el manejo sostenible de los recursos naturales. La producción orgánica en América Central surge principalmente a raíz de la necesidad de abaratar costos de producción y por la creciente demanda internacional y nacional de productos ecológicos. Existe también un interés por proteger la biodiversidad y desarrollar una “agricultura sustentable, económicamente viable, suficientemente productiva y que conserve la base de los recursos naturales”. Los sistemas agroforestales tienen muchos aspectos compatibles con la producción orgánica. Tanto la agroforestería como la producción orgánica se basan en un manejo ecológico, incorporando varios componentes al sistema y prescindiendo de muchos insumos externos. La idea no solo es que los productos sean más sanos que en la agricultura convencional, sino la de incorporar biodiversidad y por lo tanto, alternativas adicionales de ingresos a la finca, manteniendo la fertilidad del suelo y reduciendo la contaminación provocada por prácticas agrícolas tradicionales convencionales (Zelada, 2001).

Alternativas para incrementar la productividad ganadera

Policultivos forrajeros, bancos de proteína y de energía

Los policultivos para corte y acarreo son una propuesta que busca aumentar por hectárea la producción de biomasa vegetal (materia verde) que al ser fraccionada genera mayor cantidad de forrajes y concentración de nutrientes (proteína, energía, vitaminas, minerales, fibra) para alimentación humana y animal, junto a la producción de madera, leña y abono orgánico. Este sistema también permite tener áreas más pequeñas de potrero, aumentar la cantidad de animales por hectárea, reducir el impacto ambiental del ganado por el pisoteo que compacta y erosiona el suelo. Con los policultivos forrajeros para corte y acarreo también se logra hacer un buen manejo de otros recursos naturales como el agua, áreas de rastrojos (sucesión vegetal) montes, bosques y es una alternativa para generar empleo (Espinel *et al.*, 2003).

Agroforestería

Por agroforestería se entiende tradicionalmente todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas (Murgueitio e Ibrahim, 2001).

El silvopastoreo es un tipo de agroforestería, y han sido definidos como la combinación natural o la asociación deliberada de componentes leñosos, arbustivos o arbóreos, dentro de pastos y leguminosas herbáceas, nativas o cultivadas, se utilizan para pastoreo con rumiantes que pueden ser bovinos, búfalos, cabras u ovejas, o monogástricos como caballos, cerdos o aves de corral. La combinación de árboles, arbustos y pastos permite tener mas producción de biomasa y necromasa por hectárea con los diferentes niveles del sistema (rastrero, medio y alto) logrando mayor cantidad y variedad de forrajes y nutrientes, que permiten que los animales regulen el consumo de comida en forma natural. Una de las nuevas funciones ambientales de los sistemas silvopastoriles es su contribución en la fijación de carbono de la atmósfera que ayuda a mitigar el efecto invernadero. También aportan beneficios en la recuperación de microcuencas y en el control de la erosión en zonas de ladera (Espinel *et al.*, 2003).

Por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles y agroforestales como componente pecuario:

- Pastoreo en bosques naturales

- Pastoreo en plantaciones forestales para madera
- Pastoreo en huertos
- Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales
- Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas
- Sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte
- Sistemas agroforestales especializados para producción animal intensiva (Murgueitio e Ibrahim, 2001).

Ventajas de los sistemas silvopastoriles intensivos:

- Mayor producción vegetal y animal con menos insumos
- Crean microclimas que conservan la buena calidad nutricional de los pastos en las épocas adversas (sequías)
- Además de forrajes, producen madera, leña, frutos y semillas, sin disminuir la producción de pasto
- Permiten disminuir las áreas dedicadas a potrero
- Regulan el estrés calórico de los animales en climas cálidos
- Disminuyen los efectos negativos del sol, viento, y agua sobre los suelos
- Mejoran la calidad del suelo por los mayores aportes de materia orgánica, minerales y nitrógeno, entre otros nutrientes, que son reciclados rápidamente
- Contribuyen al mantenimiento e incremento de la biodiversidad local asociada (Espinel *et al.*, 2003).

Los sistemas silvopastoriles enriquecen los sistemas productivos al incrementar la diversidad de especies en el espacio tridimensional. En términos generales, el aumento del número de componentes implica la necesidad de mayor conocimiento y habilidad para manejar y optimizar la productividad. Los sistemas silvopastoriles requieren mayor intervención humana por unidad de superficie, tanto a nivel de finca como posteriormente durante el transporte, transformación y comercialización de los productos (Sánchez, 2002).

Importancia de la selva baja caducifolia

El bosque tropical caducifolio dentro de los ecosistemas tropicales es el que esta en mayor peligro de extinción ya que ha sido el área de preferencia para la expansión ganadera en los últimos veinticinco años (Carranza *et al.*, 2003).

La selva baja caducifolia es muy importante porque en ella existe una gran cantidad y diversidad de árboles y arbustos los cuales presentan valores nutricionales elevados en comparación con los pastos, además de que estos pueden producir grandes cantidades de biomasa. En la selva baja caducifolia se llevan importantes procesos que a los ojos del productor en la mayoría de los casos pasan desapercibidos como lo es el efecto interactivo entre el suelo, el régimen hídrico y la calidad del aire, en ella se llevan procesos, tales como el ciclo de nutrientes, ciclo del agua y en que condiciones ideales de manejo se deben compensar las salidas con las entradas de materia y energía bajo el principio de restitución (Ávila, 2007).

Importancia de la ganadería

La ganadería en América latina ha sido considerada como una de las principales causas de la deforestación. Además, se le atribuyen externalidades negativas como la pérdida de la biodiversidad, disminución de la capacidad productiva de los suelos por compactación y erosión de los mismos, contribución al calentamiento global de la atmósfera mediante la emisión de gases y la disminución de la calidad y cantidad de agua. Ante esta situación, el sector ganadero deberá buscar alternativas de producción que permitan producir competitiva y sosteniblemente, identificando en las fincas ganaderas las áreas con mayor potencial productivo para cada alternativa. La producción ganadera es una de las formas de uso de la tierra mas frecuentes en América Latina, especialmente la ganadería vacuna. En cada uno de los países existen desde pequeños productores, hasta explotaciones de gran escala con procesos integrados, los cuales en su mayoría están basados en pasturas naturales o establecidas, muchas veces incluyendo árboles dentro de estos sistemas. Sin embargo, hasta hace poco no eran valorados los beneficios de los árboles dentro de las pasturas. Hoy en día se han documentado muchas ventajas de los componentes (pasturas, animales, árboles) de estos sistemas pastoriles como protección de los animales del calor o del frio a lo largo del día y de las estaciones, alimentación en

época de escasez de forraje, producción de madera y leña, mejoras en las pasturas, reciclaje de nutrientes etc.

Los sistemas ganaderos convencionales se caracterizan por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos, sobre todo cuando las tierras que ocupan no poseen vocación ganadera. Por lo tanto es deseable promover sistemas ganaderos alternativos que sean financieramente rentables y amigables con el ambiente (Ibrahim y Camargo, 2001; Gobbi y Casassola, 2003; Ávila, 2007).

Durante los últimos años gran parte del área boscosa fue deforestada para promover la ganadería extensiva en América Latina. El área de pasturas en América Latina a aumentado durante los últimos años, la producción de rumiantes se ha expandido pero con un bajo crecimiento de productividad. En general, Murgueitio e Ibrahim (2001), coinciden en que la ganadería se practica en sitios inapropiados, lo que promueve la degradación ambiental, como en la Amazonia donde ya un 35% de las pasturas están abandonadas ante el fracaso económico y los suelos improductivos. La reconversión social y ambiental de la ganadería es una urgencia y una prioridad para la región, la intensificación de la ganadería puede incrementar significativamente sus contribuciones alimentarias, económicas y sociales. Por lo tanto el pastoreo de animales en plantaciones forestales se realiza con animales jóvenes en crecimiento y en muchos lugares del trópico seco y subhúmedo. Los conocimientos sobre los daños a las diferentes especies de árboles, tolerancia de los mismos a los pastos y a los animales, oferta forrajera, carga y comportamiento animal son indispensables para evitar pérdidas económicas en los cultivos.

Un árbol se considera como forrajero cuando este es altamente resistente a las podas, produce grandes cantidades de biomasa y el contenido de sus nutrientes es el adecuado (Sosa *et al.*, 2004). Sin embargo es importante mencionar el papel de la fenología y la herbivoría en las comunidades vegetales naturales, pues en la selva baja caducifolia en la temporada de lluvias predomina el ramoneo y en la época de sequía predomina el consumo de las hojas caducas o necromasa foliar (Ávila, 2007).

González *et al.*, (2006 *b*), realizó un estudio donde encontró que existen 80 árboles de utilidad forrajera y de usos alternos para los productores. Los usos mencionados fueron para leña, postes para cerca, medicinal para humanos, elaboración de herramientas y consumo humano.

También se encontró en un estudio realizado sobre la selección de especies leñosas en un bosque seco tropical, que de 17 especies que fueron observadas visualmente como consumidas por los animales, 12 de ellas fueron identificadas en las heces. Las otras cinco especies no aparecieron por la ausencia de elementos vegetales protectores de su morfología durante su tránsito por el tracto digestivo del rumiante, por la falta de refringencia al colorante utilizado o porque casualmente no fueron consumidas por los animales durante los días de muestreo (Benezra *et al.*, 2003).

En un análisis de roles ecológico y agronómico que presentó Harvey *et al.*, (2003), a partir de inventarios detallados tanto a escala de finca como de paisaje, en cuatro áreas contrastantes de producción de ganado en Costa Rica y Nicaragua, demostró que las cercas vivas fueron comunes en los cuatro paisajes entre el 49% y 89% de las fincas ganaderas. Se registró un total de 168 especies de árboles y palmeras en las cercas vivas y más de 170 especies de aves, murciélagos, escarabajos estercoleros y mariposas fueron registradas en las cercas vivas monitoreadas en dos de los paisajes. La abundancia, composición de especies y estructura de las cercas vivas variaron entre las fincas y los paisajes reflejando diferencias en condiciones ambientales y estrategias de manejo. En todos los paisajes, los principales roles productivos de las cercas vivas fueron los de dividir las pasturas y actuar como barreras para el movimiento de animales, aunque también sirvieron como fuentes de forraje, leña, madera y frutos. Aquí se argumenta que las cercas vivas son aspectos importantes de los paisajes agrícolas, que merecen mucha más atención en las estrategias de manejo sostenible de la tierra, y deben de ser un elemento explícito en las regulaciones y los incentivos que tienen como objetivo mejorar la integridad ecológica de los paisajes rurales en América Central.

El uso del follaje de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes es conocido por los productores de México y Centro América. En numerosos trabajos de caracterización de sistemas de producción, los productores reportan un elevado número de especies que son utilizadas, directamente por medio del pastoreo, o en un sistema de corte y acarreo, donde los animales se mantienen en confinamiento. De cualquier manera, es difícil dar un manejo adecuado de estos recursos de manera sostenible debido a la falta de información sobre el valor nutricional del forraje, de la producción de materia seca y en general a la falta de información sobre prácticas de manejo agronómico (Mendoza *et al.*, 2000; Ávila, 2007; Quintana, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el predio la mesa del bonete, municipio de la Huacana, Michoacán, perteneciente a la provincia fisiográfica de la sierra madre del sur (INEGI 1985). Sus coordenadas geográficas son 18°57'32" de latitud norte y 101°54'41" de longitud oeste. Se encuentra a 280 msnm, tiene una precipitación anual de 918.8 mm, presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con distribución de la temperatura tipo Ganges y un periodo de sequía que se extiende de octubre a mayo. La vegetación que prevalece es selva baja caducifolia con elementos de selva baja espinosa caducifolia en el estrato arbóreo y arbustivo donde predominan las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Bombacaceae, Capparidaceae, Erythroxilaceae, Flacourtiaceae, Julianaceae, Malpighiaceae, Nyctaginaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Tiliaceae. En el estrato herbáceo abundan especies pertenecientes a las familias Compositae y Poaceae (García, 1987; García, 1989; Rzedowsky, 1978; Ávila, 2007).

Metodología

Para cumplir los objetivos de este trabajo se procedió de la siguiente manera. Se eligió un área de la selva baja caducifolia, después se hizo un levantamiento del terreno para generar un plano del mismo obteniéndose un área de 8.06 ha. Este plano se fraccionó en cuadrantes de 10×10 metros (Bartlett, 1978; Franco *et al.*, 1989), los cuales a su vez se subdividieron en cuadrantes de 0.50×0.50 metros equivalente a 0.25 m². Una vez hecha la cuadrícula de 10×10m se eligieron al azar 44 cuadrantes de este tamaño, después en cada cuadrante seleccionado se eligieron al azar 6 cuadrantes de 0.50×0.50 de donde se extrajeron las muestras de la hojarasca de las leñosas. Se hicieron dos muestreos uno en

el mes de noviembre del 2005 y el otro en el mes de enero del 2006 considerando los mismos sitios de muestreo. Una vez que se hizo la colecta de la necromasa se separaron las hojas de las diferentes especies. La separación e identificación se llevó a cabo en el laboratorio de ecología de la Escuela de Ciencias Agropecuarias, con la ayuda de una colección de hojarasca extraída de cada árbol en campo y con la ayuda de un microscopio estereoscópico para la separación de toda la muestra, la identificación taxonómica se hizo en el herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Composición química

Para determinar la composición química, se tomaron muestras de hojarasca de al menos tres individuos de cada especie durante la temporada de sequía, que se presenta de octubre a junio. Las muestras se depositaron en bolsas de papel y posteriormente se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C a 65 °C hasta obtener peso constante. Una vez secas se molieron, se les determinó proteína cruda (PC), materia seca (MS), según los métodos descritos por AOAC (1990). Adicionalmente, se cuantificó el contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina por medio de la técnica descrita por Van Soest *et al.*, (1991). Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Nutrición animal de la FMVZ de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y tablas de frecuencias usándose el paquete estadístico Statistica versión 6 (Statsoft Inc., 2001). Para la determinación de las clases se usó la expresión: $1+3.3 (\log N)$, siendo N el tamaño de la población.

Determinación de la productividad

El muestreo se realizó durante la temporada de sequía utilizándose un muestreo por conglomerados en dos etapas (Mendenhall *et al.*, 1987), las unidades primarias fueron los

cuadrantes de 10x10 metros y las unidades secundarias fueron los cuadrantes de 0.50x0.50 metros. Las unidades de muestreo fueron seleccionadas bajo un muestreo simple aleatorio sin remplazo en las diferentes etapas todas con igual probabilidad. Las muestras colectadas se procesaron en una estufa con aire forzado entre 60 y 65° C para la obtención de la materia seca. Los resultados obtenidos se analizaron con las siguientes ecuaciones. Usándose las ecuaciones que a continuación se describen para el cálculo de la medias, varianzas y el límite de error de estimación $P < 0.05$.

N	Número de conglomerado en la población
n	Número de conglomerado s seleccionados en una muestra irrestricta aleatoria
M_i	Número de elementos en el conglomerado i
	Número de elementos seleccionados en una muestra aleatoria del conglomerado (i) igual a 6
M	Número de elementos en la población
	j -ésima observación del i -ésimo conglomerado
—	es igual a la media muestral dará el i -ésimo conglomerado

El estimador de μ es

—

Varianza estimada de μ :

$$\hat{V}(\bar{y}) = \left(\frac{N-n}{N} \right) \left(\frac{1}{n\bar{M}^2} \right) S_b^2 + \frac{1}{nN\bar{M}^2} \sum_{i=1}^n M_i^2 \left(\frac{M_i - m_i}{M_i} \right) \left(\frac{S_i^2}{m_i} \right)$$

Donde:

$$S_b^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n M_i (\bar{y}_i - \bar{M}\bar{\mu})^2$$

$$= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n M_i \bar{y}_i^2 - 2M\bar{\mu} \sum_{i=1}^n M_i \bar{y}_i + n(M\bar{\mu})^2 \right]$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m_i - 1} \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

La estimación de μ con un límite para el error de estimación

$$\bar{\mu} \pm 2\sqrt{\hat{V}(\bar{\mu})}$$

Estimación del total poblacional T

$$\hat{T} = M\hat{\mu} = N \frac{\sum_{i=1}^n M_i \bar{y}_i}{n}$$

Varianza estimada de \hat{T}

$$\hat{V}(\hat{T}) = M^2 \hat{V}(\bar{\mu})$$

$$= \left(\frac{N-n}{N} \right) \left(\frac{N^2}{n} \right) S_b^2 + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n M_i^2 \left(\frac{M_i - m_i}{M_i} \right) \left(\frac{s_i^2}{m_i} \right)$$

Límite para el error de estimación:

$$2\sqrt{\hat{V}(\hat{T})} = 2\sqrt{M^2 \hat{V}(\bar{\mu})}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan corresponden a 43 especies que son consumidas por el ganado en forma de hojarasca durante la temporada de sequia, las cuales presentan valores aceptables en su composición química desde el punto de vista de la nutrición animal y variaciones en sus diferentes componentes y entre especies (Tabla 4.1). La composición química de las plantas forrajeras indica en parte su valor nutritivo. La gustocidad, disponibilidad, digestibilidad y manejo tienen también influencia sobre la utilidad de las plantas, pero la variación en la composición química pueden indicar diferentes grados de gustocidad y digestibilidad (Gutiérrez, 1991, Ávila, 2007).

Composición química

Tabla 4.1. Taxonomía y composición química (% de materia seca) de la hojarasca de las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

N	Nombre común	Familia	Nombre científico	MS	Cenizas	PC	FDN	FDA	N en FDA	Lignina
1	Aguacatillo	Flacourtiaceae	<i>Casearia javitensis</i>	94.42	10.46	13.81	35.82	21.17	1.49	5.28
2	Aterciopelado	N.D.*	N.D.*	94.51	7.00	7.38	30.98	22.30	0.68	4.10
3	Brasil	Leguminosae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	96.26	8.94	6.03	32.98	33.09	1.50	16.52
4	Cansangre	Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	94.72	8.15	12.38	51.24	31.61	1.55	16.12
6	Cañafistula	Bignoniaceae	<i>Tabebuia palmeri</i>	94.22	15.69	14.78	49.39	39.29	2.23	23.55
7	Caporal	Rubiaceae	<i>Simira mexicana</i>	93.72	7.06	11.51	40.16	25.06	1.35	7.72
8	Chaos	Sapotaceae	<i>Bumelia sp.</i>	94.66	6.67	13.33	35.57	26.99	1.34	14.21
9	Chirare	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	94.17	18.92	6.12	36.09	33.63	0.81	11.72
10	Chirare Falso	Euphorbiaceae	<i>Croton repens</i>	95.29	10.17	10.21	34.87	38.90	2.12	23.51
11	Chucompu	Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	95.99	8.27	7.26	33.70	39.41	1.56	19.03
12	Cirian	Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	93.60	9.17	8.49	38.39	29.86	0.91	6.08
13	Ciruelo	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	93.81	12.56	4.93	22.60	23.96	0.64	9.64
14	Copal	Burseraceae	<i>Bursera vellutina</i>	95.15	13.70	8.23	43.14	48.67	1.60	27.86
15	Corongoro	Rhamnaceae	<i>Zizyphus sonorensis</i>	93.76	10.67	8.16	49.77	37.10	1.47	21.17
16	Crucillo	Rubiaceae	<i>Randia watsoni</i>	95.51	9.52	8.98	38.83	22.57	1.66	6.45
17	Crucillo Chino	Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	95.56	6.77	10.35	41.04	29.04	2.65	11.01
18	Cuachalalate	Julianaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	94.06	6.02	7.21	44.38	52.61	1.88	28.37
19	Cueramo	Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	94.92	14.02	9.47	32.10	29.24	1.34	9.96
20	Detente con espinas	Leguminosae	<i>Mimosa egregia</i>	94.32	10.17	10.13	24.22	13.67	1.14	4.12
21	Detente Manso	Leguminosae	<i>Mimosa brandegei</i>	95.57	8.86	11.29	27.89	18.92	1.38	7.19
22	Gallinillo	Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>	95.65	10.89	10.51	30.79	17.68	0.70	5.96
23	Gallito	Leguminosae	<i>Brogniartia intermedia</i>	94.86	5.64	9.33	45.53	28.79	1.23	12.14

24	Granjen	Sapindaceae	<i>Neopringlea sp.</i>	94.62	8.57	9.84	53.73	41.25	1.68	22.60
25	Hediondillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	94.92	4.78	9.71	46.40	29.49	1.05	12.78
26	Llora sangre	Leguminosae	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	95.79	6.64	11.87	49.73	30.63	1.19	13.27
27	Nanche	Malpighiaceae	<i>Malpighia mexicana</i>	94.46	10.42	12.93	33.80	25.40	0.97	5.92
28	Nanche Falso	Tiliaceae	<i>Triunfetta sp.</i>	94.29	12.50	11.46	31.13	25.58	1.26	8.04
29	Nanchillo	Euphorbiaceae	<i>Croton repens</i>	95.36	13.88	10.75	42.11	34.23	2.14	16.22
30	Ocotillo	Erythroxilaceae	<i>Erythroxylon sp.</i>	92.85	5.47	12.63	38.48	25.34	2.33	9.10
31	Ojo de Venado	Leguminosae	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	96.18	8.73	10.00	37.52	29.00	1.07	13.74
32	Palo de Aro	Leguminosae	<i>Lonchocarpus emarginata</i>	95.24	11.39	12.13	38.39	36.92	1.21	20.52
33	Palo Perico	Flacourtiaceae	<i>Casearia dolichophylla</i>	96.00	11.06	10.09	55.10	34.92	2.04	19.56
34	Palo polillo	Leguminosae	N.D.*	95.26	1.47	9.50	45.06	32.03	1.08	14.32
35	Papelillo Blanco I	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	94.45	12.41	4.91	34.83	28.01	0.89	3.14
36	Papelillo Blanco III	Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	94.38	16.68	5.34	36.01	43.45	0.99	25.95
37	Pata de Cuervo	Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	94.45	5.11	11.45	47.81	33.67	1.47	13.15
38	Pata de Venado	Leguminosae	<i>Lysiloma tergeminum</i>	95.21	6.96	8.27	38.74	27.17	1.35	12.71
39	Pinzan Guaricho	Leguminosae	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	94.63	9.17	22.48	38.62	26.84	1.01	9.42
40	Pochota	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	94.56	11.78	6.71	35.06	27.2	0.97	10.89
41	Tumulungo	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulensis</i>	95.04	9.94	10.41	43.65	39.39	1.75	15.84
42	Varalillo	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus micrandrus</i>	94.83	9.28	8.6	40.9	34.54	1.53	10.19
43	Zopilotillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia caladenia</i>	94.58	8.47	10.62	32.23	20.45	2.41	9.77

* No determinado

Materia seca (MS)

Con respecto a la composición química el porcentaje promedio de materia seca fue de 94.82% \pm 0.74%; el valor mínimo fue de 92.85% y correspondió a *Erythroxylon sp.* (Ocotillo) y el valor máximo a *Haematoxylon brasiletto* (Brasil) con 96.26% (Tabla 4.1, 4.2 y 4.16).

Tabla 4.2. Porcentaje de materia seca

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
MS	43	94.82	92.85	96.26	0.74

El 83.70% de las especies esta entre 94.0 y 96.0% de materia seca, el 11.62% esta entre 92.50 y 94.0% y solamente un 4.65% del total esta entre 96.0 y 96.5% (Tabla 4.3 y Figura 4.1).

Tabla 4.3. Contenido de materia seca (MS) en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

Materia seca %	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
92.50<x<=93.00	1	1	2.32	2.32
93.00<x<=93.50	0	1	0.00	2.32
93.50<x<=94.00	4	5	9.30	11.62
94.00<x<=94.50	10	15	23.25	34.88
94.50<x<=95.00	11	26	25.58	60.46
95.00<x<=95.50	8	34	18.60	79.06
95.50<x<=96.00	7	41	16.27	95.34
96.00<x<=96.50	2	43	4.65	100.00
Total	43		100.00	

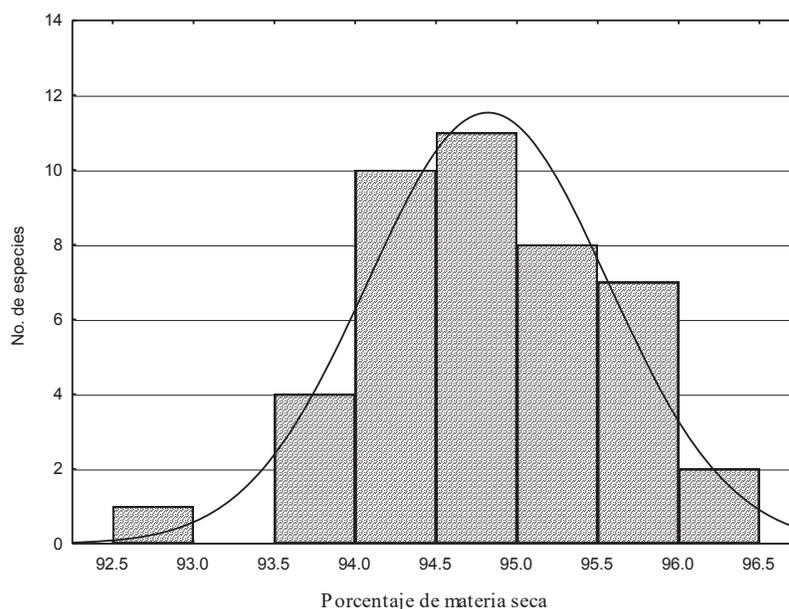


Figura 4.1. Distribución del contenido de materia seca (MS)

Lizárraga *et al.*, (2001), realizó un estudio muy similar encontrando dos especies cuya proporción de materia seca es muy alta en las partes consumibles con valores de 41.79% para la especie *Brosimum alicastrum* y 47.16% para *Lysiloma latisiquum*. En un trabajo realizado por Araújo *et al.*, (2002), sobre árboles forrajeros de la Caatinga en Brasil y de acuerdo con su fase fenológica: vegetativa, floración, fructificación y dormancia,

encontraron trabajando con las especies *Caesalpinia bracteosa*, *Caesalpinia ferrea*, *Auxemma oncocalyx*, *Bauhini cheilantha*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Mimosa hostilis*, *Zyzipus joazeiro*, que el porcentaje promedio de MS más alto se presentó en la fase de dormancia con 73.2%, luego la de fructificación con 41.4%, seguido de la de floración con 38.6% y finalmente la vegetativa con 34.1%.

Cenizas

La media de las cenizas fue de $9.72\% \pm 3.44\%$; el valor mínimo correspondió a la especie conocida como Palo polillo con 1.47% y el valor mas alto a *Cordia sp.* (Chirare) con 18.92% (Tablas 4.1, 4.4 y 4.16).

Tabla 4.4. Porcentaje de cenizas

	N	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
Cenizas	43	9.72	1.47	18.92	3.44

El 88.36% de las especies esta entre el 5.0 y 15.0% de cenizas, el 6.97% esta entre 15.0 y 20.0% y solamente un 4.65% del total esta entre 0 y 5.0% (Tabla 4.5 y Figura 4.2).

Tabla 4.5. Contenido de cenizas en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

Cenizas %	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
0.00<x<=5.00	2	2	4.65	4.65
5.00<x<=10.00	22	24	51.16	55.81
10.00<x<=15.00	16	40	37.20	93.02
15.00<x<=20.00	3	43	6.97	100.0
Total	43		100	

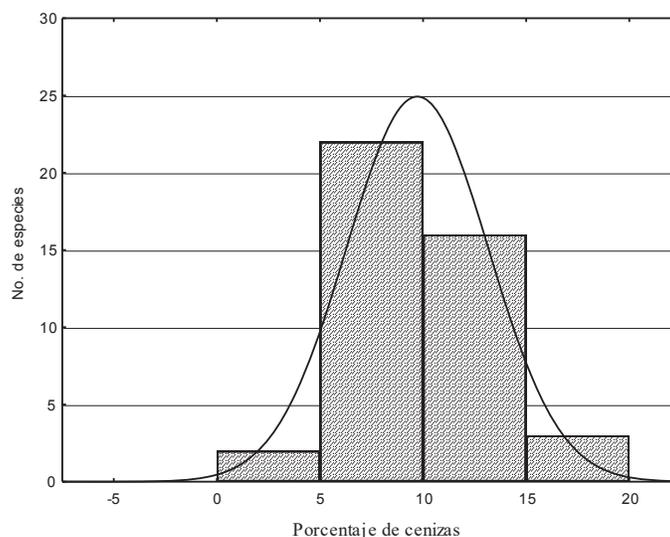


Figura 4.2. Distribución del contenido de cenizas

Proteína cruda (PC)

El promedio de proteína fue de $10.02\% \pm 3.08\%$; el valor mínimo fue de 4.91% y correspondió a *Euphorbia sp.* (Papelillo blanco I) y el valor máximo a *Pithecellobium unguis-cati* (Pinzan guaricho) con 22.48% (Tablas 4.1, 4.6 y 4.16).

Tabla 4.6. Porcentaje de proteína cruda

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
PC	43	10.02	4.91	22.48	3.08

El 93.01% de las especies esta entre 5.0 y 15.0% de proteína, el 4.65% está entre 0 y 5.0% y solamente un 2.32% del total esta entre 15.0 y 25.0% (Tabla 4.7 y Figura 4.3)

Tabla 4.7. Contenido de proteína (PC) en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

PC %	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
0.00<x<=5.00	2	2	4.65	4.65
5.00<x<=10.00	19	21	44.18	48.83
10.00<x<=15.00	21	42	48.83	97.67
15.00<x<=20.00	0	42	0.00	97.67
20.00<x<=25.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

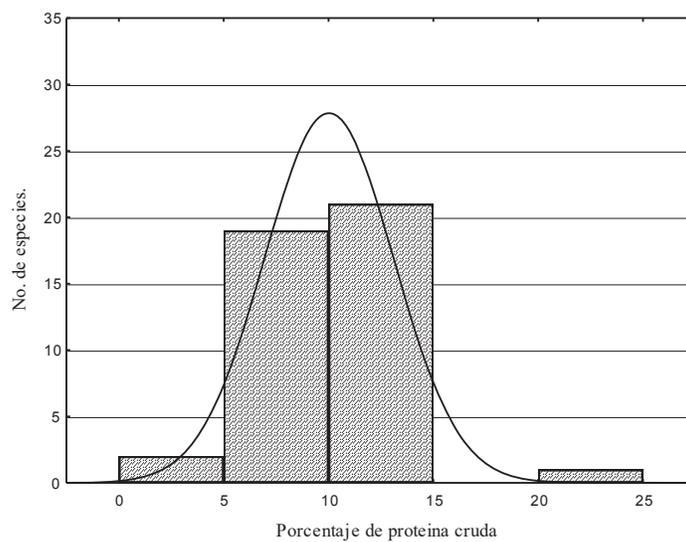


Figura 4.3. Distribución del contenido de proteína cruda

Pinto *et al.*, (2003), encontraron valores de PC en follaje de 12 especies arbóreas para el sureste de México que van de 9.4% en *Genipa americana* a 23.8% *Gliricidia sepium*, con un promedio de 16.9%. La composición de las especies de la selva baja caducifolia o bosque tropical seco es muy variable, se tiene reportado para frutos completos valores entre 4% a 21% de PC y semillas de 16% a 29% (Cecconello *et al.*, 2003).

En otro estudio muy similar que se realizó sobre biomasa Carranza *et al.*, (2003) encontraron tres especies con alto contenido de PC en hojas y ramas tiernas cuyas especies fueron: *Verbesina greemanii* (27.21%), *Leucaena esculenta* (25.32%) y *Acacia riparia* (24.16%). Los valores de las especies que se registraron como hojarasca fue *Brosimum alicastrum* con 13.0% *Sideroxylon capiri* con 13.0% de PC, se hace referencia también a *Andropogon gayananus*, *Chloris gayana* y *Panicum maximun* con 5.1, 5.42 y 5.40% de PC respectivamente mientras que los pastos típicos de la región tuvieron hasta seis veces menos. Por otra parte González *et al.*, (2006 *a*), encontraron rangos variables en la concentración de PC, con valores de 8.35% en el 5.97% de las especies analizadas y hasta 27.10% para el 1.49% de las especies arbóreas. El valor más bajo fue para *Diphyssa minutifolia* con 7.0% y el más alto para *Jacaratia mexicana* con 27.10%. En otro estudio sobre composición química y digestibilidad Sosa *et al.*, (2004), encontraron especies arbóreas cuyos niveles de proteína cruda fueron del 30 y 24%

respectivamente para *Leucaena leucocephala* y *Cecropia obtusifolia* siendo estas dos especies las que presentaron los valores más altos. Por otra parte Lizárraga *et al.*, (2001) encontraron que las especies con mayor contenido de PC en el forraje, fueron *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiquum* con 26.63 y 21.28% respectivamente, mientras que la especie con menor contenido fue *Guazuma ulmofolia* con 15.5%.

La proteína cruda es considerada como uno de los nutrientes más importantes en la dieta de los animales, puesto que una ligera deficiencia de proteína afecta los procesos fisiológicos del animal. También considera que, la tendencia general en el contenido de cenizas de las especies forrajeras de los pastizales es la de disminuir a medida que las plantas alcanzan la madurez. Sin embargo, las variaciones estacionales en el contenido de cenizas no son consistentes entre especies; además el contenido de cenizas varía considerablemente entre tipos vegetativos y entre especies (Gutiérrez, 1991).

Fibra Detergente Neutro (FDN)

En lo que respecta a la fibra detergente neutro el promedio fue de 39.11% \pm 7.49%; el valor mínimo fue para *Spondias purpurea* (Ciruelo) con 22.60% y el valor máximo para *Casearia dolichophylla* (Palo perico) con 55.10% (Tablas 4.1, 4.8 y 4.16).

Tabla 4.8. Porcentaje de FDN

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
FDN	43	39.11	22.60	55.10	7.49

El 86.02% de las especies esta entre el 30.0 y 50.0% de FDN, el 6.97% esta entre 50.0 y 60.0%, y el mismo porcentaje exhibe el valor de 20 al 30% del total (Tabla 4.9 y Figura 4.4).

Tabla 4.9. Contenido de FDN en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

FDN%	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
15.00<x<=20.00	0	0	0.00	0.00
20.00<x<=25.00	2	2	4.65	4.65
25.00<x<=30.00	1	3	2.32	6.97
30.00<x<=35.00	10	13	23.25	30.23
35.00<x<=40.00	12	25	27.90	58.13
40.00<x<=45.00	8	33	18.60	76.74
45.00<x<=50.00	7	40	16.27	93.02
50.00<x<=55.00	2	42	4.65	97.67
55.00<x<=60.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

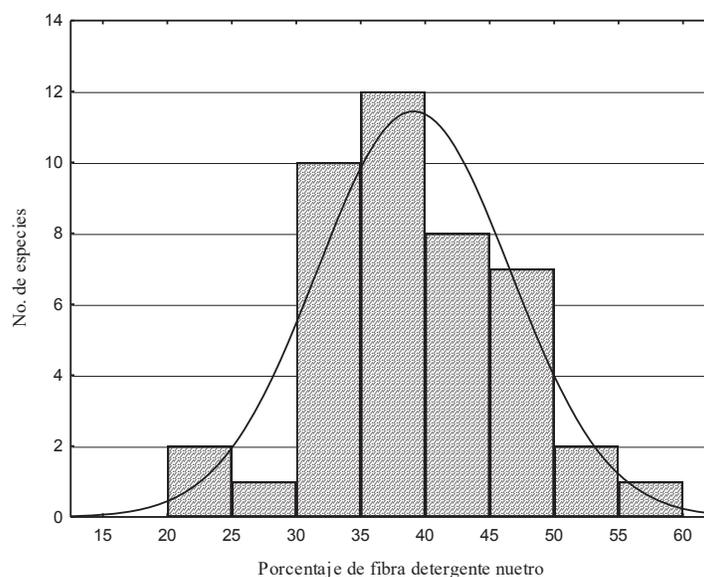


Figura 4.4. Distribución del contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN)

Pinto *et al.*, (2003), refieren valores de 12 especies arbóreas que van de 27.5 en *Leucaena leucocephala* a 59.0% en *A. pennatula* con promedio de 40.8%. Sosa *et al.*, (2004), trabajando en selva mediana en Quintana Roo, Mexico, menciona 26 árboles y cuatro arbustos con potencial forrajero con promedio de FDN de 57.24%, el valor mínimo fue de 40.0% en *Hibiscus rosasinensis* y 76.3% el máximo en *Mimosa bahamensis*.

González *et al.*, (2006 a) registraron valores de FDN entre 16.4% y 62.1% para hoja verde de 68 especies con potencial forrajero en la región de Tierra Caliente Michoacán. Se considera que valores de FDN contenidos entre 20 y 35%, presentan altos niveles de digestibilidad (Sosa *et al.*, 2004).

Fibra detergente ácida (FDA)

El porcentaje promedio de fibra detergente ácida fue de 30.74% \pm 8.0%; el valor mínimo fue de 13.67% y correspondió a *Mimosa brandegei* (Detente manso) y el valor máximo a *Amphipterygium adstringens* (Cuachalalate) con 52.61% (Tablas 4.1, 4.10 y 4.16).

Tabla 4.10. Porcentaje de FDA

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
FDA	43	30.74	13.67	52.61	8.00

El 83.70% de las especies esta entre 20.0 y 40.0% de FDA, el 9.29% esta entre 40.0 y 55.0% y solamente un 6.97% del total esta entre 10.0 y 15.0% (Tabla 4.11 y Figura 4.5).

Tabla 4.11. Contenido de FDA en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

FDA%	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
5.00<x<=10.00	0	0	0.00	0.00
10.00<x<=15.00	1	1	2.32	2.32
15.00<x<=20.00	2	3	4.65	6.97
20.00<x<=25.00	5	8	11.62	18.60
25.00<x<=30.00	15	23	34.88	53.48
30.00<x<=35.00	10	33	23.25	76.74
35.00<x<=40.00	6	39	13.95	90.69
40.00<x<=45.00	2	41	4.65	95.34
45.00<x<=50.00	1	42	2.32	97.67
50.00<x<=55.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

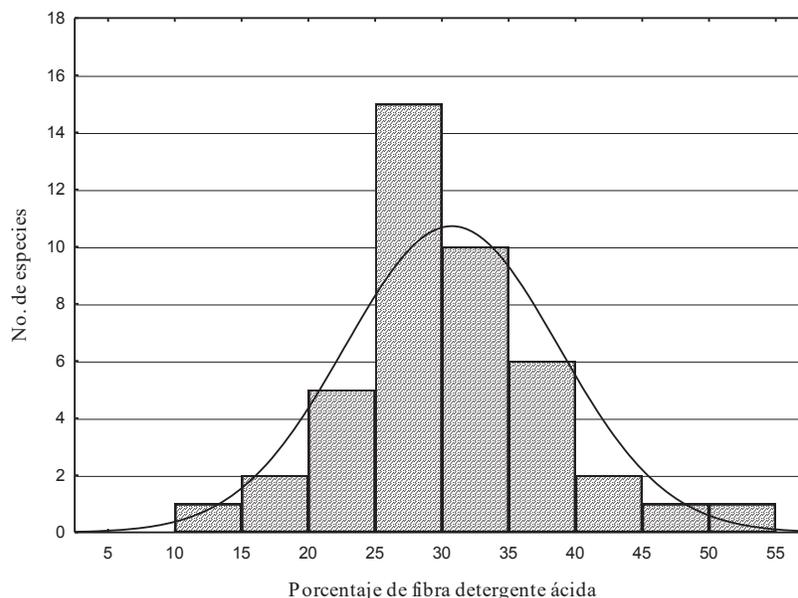


Figura 4.5. Distribución del contenido de Fibra Detergente Ácida (FDA)

En una evaluación agronómica para la producción de forraje en Yucatán, Lizárraga *et al.*, (2001), encontraron que la especie *Piscidia piscipula* es la que sobresale en el contenido de FDA con el 46% siendo este valor relativamente bajo con relación a otras especies. Por otra parte Sosa *et al.*, (2004), encontraron en un estudio realizado sobre potencial forrajero de árboles y arbustos, con relación a los valores de FDA a las especies *Hibiscus rosasinensis* en un rango de 19.7% y hasta 67.3% para *Mimosa bahamensis*.

Nitrógeno en Fibra Detergente Ácida

El porcentaje promedio de nitrógeno en fibra detergente ácida fue de $1.42\% \pm 0.48\%$; el valor mínimo fue de 0.64% y correspondió a *Spondias purpurea* (Ciruelo) y el valor máximo a *Randia echinocarpa* (Crucillo chino) con 2.65% (Tablas 4.1, 4.12 y 4.16).

Tabla 4.12. Porcentaje de nitrógeno en FDA

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
N en FDA %	43	1.42	0.64	2.65	0.48

El 97.66% de las especies esta entre 0.50 y 2.50% de nitrógeno en FDA y solo un 2.32% del total esta entre 2.50 y 3.00% (Tabla 4.13 y Figura 4.6.).

Tabla 4.13. Contenido de nitrógeno en FDA en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

N EN FDA%	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
0.00<x<=0.50	0	0	0.00	0.00
0.50<x<=1.00	9	9	20.93	20.93
1.00<x<=1.50	19	28	44.18	65.11
1.50<x<=2.00	8	36	18.60	83.72
2.00<x<=2.50	6	42	13.95	97.67
2.50<x<=3.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

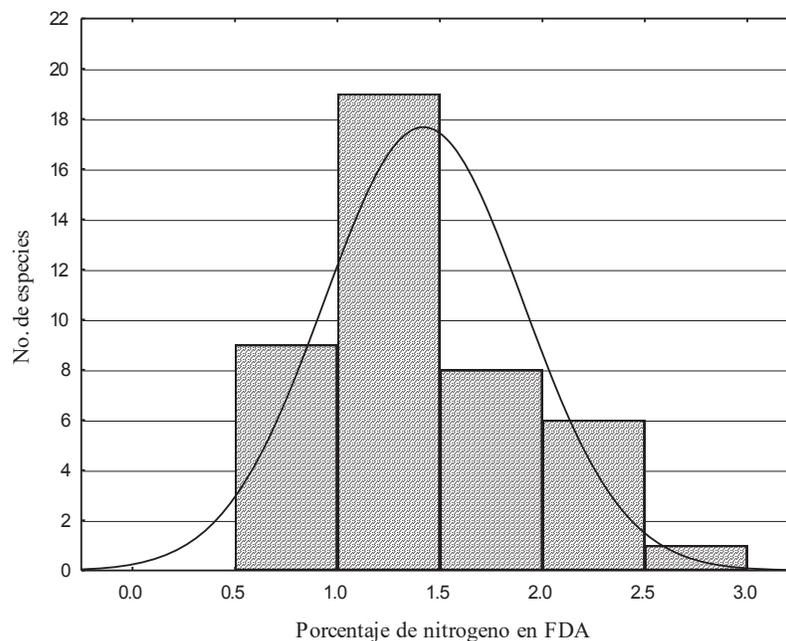


Figura 4.6. Distribución del contenido nitrógeno en FDA

Lignina

El porcentaje promedio de lignina fue de $13.36\% \pm 6.65\%$; el valor mínimo fue de 3.14% y correspondió a *Euphorbia sp.* (Papelillo blanco I) y el valor máximo a *Amphipterygium adstringens* (Cuachalalate) con 28.37% (Tablas 4.1, 4.14 y 4.16).

Tabla 4.14. Porcentaje de lignina

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
Lignina	43	13.36	3.14	28.37	6.65

El 86.02% de las especies esta entre 5.00 y 25.0% de lignina, el 6.97% esta ente 25.0 y 30.00% y el mismo porcentaje exhibe el valor de 0.00 y 5.00% del total (Tabla 4.15 y Figura 4.7).

Tabla 4.15. Contenido de lignina en las diferentes especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

LIGNINA%	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
0.00<x<=5.00	3	3	6.97	6.97
5.00<x<=10.00	13	16	30.23	37.20
10.00<x<=15.00	12	28	27.90	65.11
15.00<x<=20.00	7	35	16.27	81.39
20.00<x<=25.00	5	40	11.62	93.02
25.00<x<=30.00	3	43	6.97	100.00
Total	43		100.00	

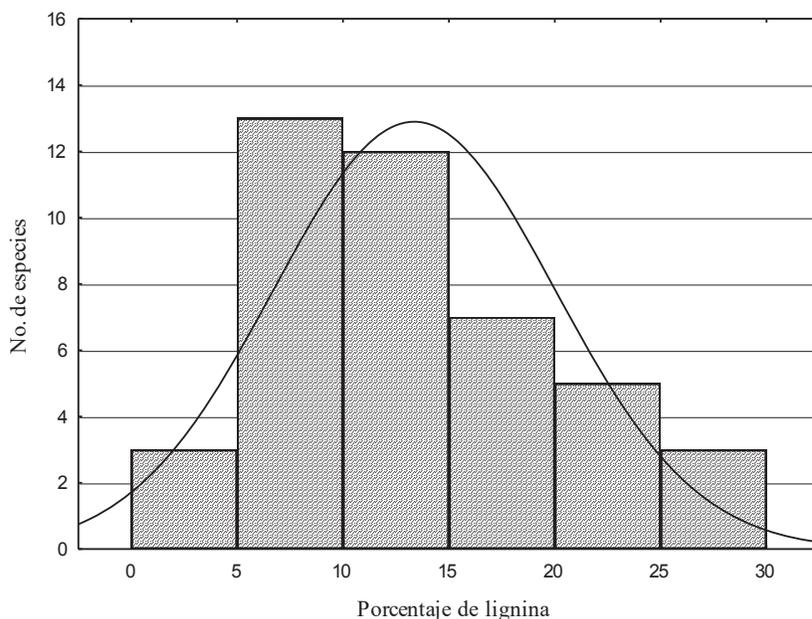


Figura 4.7. Distribución del contenido de lignina

Araújo *et al.*, (2002), en un estudio sobre árboles forrajeros de la Caatinga, evaluaron el contenido de lignina en el follaje arbóreo de siete especies y encontraron que el porcentaje de lignina siempre fue alto para la especie *A. oncocalyxy* registrándose el valor más elevado con 17.7% en la fase de dormancia, y el valor más bajo para *C. bracterosa* de 7-13%, el promedio varió desde 12% en la fase vegetativa hasta 18% en dormancia, siendo *Caesalpinia bracteosa*, *Caesalpinia ferrea*, *Auxemma oncocalyx*, *Bauhini cheilantha*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Mimosa hostilis*, *Zyzipus joazeiro* las especies estudiadas.

La lignina es un polímero originado de tres derivados del fenilpropano de plantas vasculares y se deposita en las paredes celulares durante la maduración. Se le considera un compuesto anti-nutricional de carácter físico por su efecto negativo en la disponibilidad nutricional de la fibra de la planta, que interfiere con la digestión de los polisacáridos de la pared celular para las enzimas microbianas, lo que reduce en consecuencia la energía digestible (ED) del forraje.

El contenido de lignina aumenta gradualmente en la mayoría de las plantas forrajeras a medida que éstas maduran. Por lo anterior, se puede establecer una relación negativa entre el contenido de lignina y el valor nutritivo de los forrajes. El contenido de lignina en los forrajes es el principal indicador del valor nutritivo y en especial del grado de digestibilidad de los forrajes, ya que la lignina no solo es indigestible por sí misma, sino

que, además representa una barrera física que aísla las sustancias susceptibles de digestión (contenido celular) del ataque de los microorganismos y de la digestión enzimática (Gutiérrez, 1991, Ávila, 2007).

Tabla 4.16. Descripción de la composición química (% de materia seca) y Producción kg ha⁻¹ de las diferentes especies estudiadas en la localidad La mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

Variable %	N	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
MS	43	94.82	92.85	96.26	0.74
Cenizas	43	9.72	1.47	18.92	3.44
PC	43	10.02	4.91	22.48	3.08
FDN	43	39.11	22.60	55.10	7.49
FDA	43	30.74	13.67	52.61	8.00
Nitrógeno en FDA	43	1.42	0.64	2.65	0.48
Lignina	43	13.36	3.14	28.37	6.65
Producción kg ha ⁻¹	43	19.52	0.00	233.48	48.00

La variación encontrada en la composición química de los árboles y arbustos se debe en gran parte, a diferentes factores presentes en la naturaleza como son el estado fenológico de las plantas, a las diferencias en las partes de las plantas, edad, tejido, tipos de suelo y clima en donde las plantas están creciendo y la especie en particular de que se trate. Por otra parte el valor nutritivo de los forrajes esta en función de su digestibilidad, composición química y presencia de toxinas o factores antinutricionales, lo cual puede indicar diferentes grados de gustocidad y digestibilidad en los rumiantes. Aunque el potencial de ramoneo es muy conocido existe poca información en su uso por los rumiantes, por lo que es necesario profundizar en la investigación dentro del hábito de manejo del ramoneo, para el balance de calidad y cantidad de forraje hacia la productividad y estabilidad dentro del pastoreo y ramoneo (Ramírez, 2009; Gutiérrez, 1991). Así como también en el uso de la necromasa foliar (Ávila, 2007).

Productividad de las especies

Producción de hojarasca

Con respecto al segundo objetivo, referente a la producción de hojarasca. La especie con mayor producción fue *Brogniartia intermedia* (Gallito) con un promedio de producción de 5.30 g en 0.25 m² con un intervalo de confianza al 95 por ciento de que la media real se encuentra de 3.26 a 7.35 g en 0.25 m². Después tenemos a *Croton repens* (Nanchillo) con 1.01 g ± 5.81 g, *Caesalpinia sclerocarpa* (Ojo de venado) con 1.05 g ± 4.46 g, seguido de *Cordia elaeagnoides* (Cueramo) con 1.13 g ± 3.60 g, y finalmente *Bursera vellutina* (Copal) con 0.19 g ± 3.29 g (Tabla 4.17 y 4.18).

Tabla 4.17. Promedio y limite de error de estimación de la producción de hojarasca de las diferentes especies en cuadrantes de 0.25 m² P < 0.05 en la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.

n	Nombre común	Familia	Nombre científico	Error	Limite inferior	Promedio	Limite superior
1	Aguacatillo	Flacourtiaceae	<i>Casearia javitensis</i>	0.03587	-0.00348	0.03239	0.06825
2	Aterciopelado	N.D.	N.D.*	0.03381	-0.00503	0.02879	0.06260
3	Brasil	Leguminosae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	0.10488	-0.03196	0.07292	0.17779
4	Cansangre	Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	0.20141	0.04178	0.24318	0.44459
5	Cansangre Falso	Leguminosae	<i>Coursetia glandulosa</i>	0.00038	-0.00019	0.00019	0.00057
6	Cañafistula	Bignoniaseae	<i>Tabebuia palmeri</i>	0.15953	-0.02070	0.13883	0.29836
7	Caporal	Rubiaceae	<i>Simira mexicana</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
8	Chaos	Sapotaceae	<i>Bumelia sp.</i>	0.00794	-0.00396	0.00398	0.01192
9	Chirare	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	0.11653	-0.02221	0.09432	0.21085
10	Chirare Falso	Euphorbiaceae	<i>Croton repens</i>	0.14712	0.01632	0.16345	0.31057
11	Chucompú	Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.17433	0.00863	0.18295	0.35728
12	Cirian	Bignoniaseae	<i>Crescentia alata</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
13	Ciruelo	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
14	Copal	Burseraceae	<i>Bursera vellutina</i>	1.54606	0.19807	1.74413	3.29019
15	Corongoro	Rhamnaceae	<i>Zizyphus sonorensis</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
16	Crucillo	Rubiaceae	<i>Randia watsoni</i>	0.13409	0.14299	0.27708	0.41118
17	Crucillo Chino	Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
18	Cuachalalate	Julianaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.09739	-0.04360	0.05379	0.15118
19	Cueramo	Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	1.23614	1.13072	2.36686	3.60300
20	Detente con espinas	Leguminosae	<i>Mimosa egregia</i>	0.16695	-0.03229	0.13466	0.30161
21	Detente Manso	Leguminosae	<i>Mimosa brandegei</i>	0.02625	-0.00182	0.02443	0.05068
22	Gallinillo	Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>	0.07020	0.00727	0.07746	0.14766
23	Gallito	Leguminosae	<i>Brogniartia intermedia</i>	2.04617	3.26008	5.30625	7.35242
24	Granjen	Sapindaceae	<i>Neopinglea sp.</i>	0.03680	-0.01767	0.01913	0.05593
25	Hediondillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	0.09318	-0.04603	0.04716	0.14034
26	Llora sangre	Leguminosae	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	0.23027	-0.11171	0.11856	0.34883
27	Nanche	Malpighiaceae	<i>Malpighia mexicana</i>	0.19062	0.27131	0.46193	0.65256
28	Nanche Falso	Tiliaceae	<i>Triunfetta sp.</i>	0.03539	0.00817	0.04356	0.07895
29	Nanchillo	Euphorbiaceae	<i>Croton repens</i>	2.40111	1.01423	3.41534	5.81645

30	Ocotillo	Erythroxilaceae	<i>Erythroxylon sp.</i>	0.01379	-0.00679	≤	0.00701	≤	0.02080
31	Ojo de Venado	Leguminosae	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	1.70550	1.05700	≤	2.76250	≤	4.46800
32	Palo de Aro	Leguminosae	<i>Lonchocarpus emaginata</i>	0.34154	-0.07411	≤	0.26742	≤	0.60896
33	Palo Perico	Flacourtiaceae	<i>Casearia dolichophylla</i>	0.25914	-0.10422	≤	0.15492	≤	0.41406
34	Palo Polillo	Leguminosae	N.D.*	0.19330	0.04836	≤	0.24167	≤	0.43497
35	Papelillo Blanco I	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	0.00644	-0.00303	≤	0.00341	≤	0.00985
36	Papelillo Blanco III	Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	0.01624	-0.00507	≤	0.01117	≤	0.02741
37	Pata de Cuervo	Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	0.20008	-0.01258	≤	0.18750	≤	0.38758
38	Pata de Venado	Leguminosae	<i>Lysiloma tergeminum</i>	0.06186	-0.02360	≤	0.03826	≤	0.10012
39	Pinzan Guaricho	Leguminosae	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0.00000	0.00000	≤	0.00000	≤	0.00000
40	Pochota	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.00000	0.00000	≤	0.00000	≤	0.00000
41	Tumulungo	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulencis</i>	0.01374	-0.00257	≤	0.01117	≤	0.02491
42	Varalillo	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus micrandrus</i>	0.05290	-0.02203	≤	0.03087	≤	0.08377
43	Zopilotillo	Leguminosae	<i>Caesalpinia caladenia</i>	0.91757	-0.07496	≤	0.84261	≤	1.76018

*No determinado

Tabla 4. 18. Promedio de producción de hojarasca en gramos de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, Municipio La Huacana, Michoacán

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
Total de especies	43	0.45	0.00	5.30	1.07

Referente a la variación en el promedio de producción de hojarasca tenemos que el 72.09% de la producción se encuentran entre 0.00 g y 1.00 g, el 9.29% se encuentran entre 1.00 g y 4.00 g, el 2.32% se encuentra entre 5.00 y 6.00 g y el 16.27% restante corresponde a 7 especies las cuales tienen un valor de 0.00 g. Sin embargo, esto no quiere decir que no tengan producción, sino que este valor se puede deber a que faltó un número mayor de unidades por muestrear o bien a la distribución, densidad y/o abundancia de las especies. Tal es el caso de la especie *Crescentia alata* que esta representada por dos individuos en las 8.06 ha; *Gliriscidia sepium* que esta representado por un solo ejemplar y por lo tanto ambos con una probabilidad muy baja de caer en las unidades de muestreo realizadas. Este efecto se debe a su vez a factores ambientales tales como suelo, microclima, humedad, luz, temperatura entre otros. Además de estos factores la producción se puede ver afectada también por el tamaño y el peso de la hoja de cada especie, el tamaño y la forma de la copa, la cobertura del árbol, la edad, la altura, ataque de plagas y enfermedades, etc. (Odum y Sarmiento, 1998, Ávila, 2007). En algunos casos se observa que el error de estimación es mayor que el valor de la producción, esto se puede deber también a la distribución, abundancia y densidad de las especies. Por ejemplo es posible que dos comunidades tengan cada una diez especies, pero una

comunidad puede tener el mismo número de individuos en cada especie, mientras que la mayoría de los individuos en la otra comunidad pueden pertenecer a una especie dominante. Probablemente la manera más sencilla de cuantificar la diversidad es por medio del recuento de especies presentes en un área. Aunque el inventario de especies es la forma más simple para evaluar la diversidad, esta tarea es muy difícil, ya que el reconocimiento de las especies es un problema adicional al que representa cubrir el área estudiada para hacer un recuento completo. Además, si existen diferencias en abundancia, es posible que muchas especies de menor jerarquía no sean registradas en el inventario. En todos los casos la cantidad de especies que puede haber depende del tamaño del área que se estudia. A igualdad de todas las otras condiciones, cuanto más grande sea el área mayor será el número de especies. Por otro lado solo fueron muestreadas aquellas especies que por su tamaño fueron susceptibles de ser levantadas por los bovinos descartándose aquellas especies que por su tamaño no las puede levantar tales como las del género *Acacia*, pero que tienen un importante papel en el ramoneo durante la temporada lluvias. (Tabla 4.19).

Tabla 4.19. Variación en el promedio de producción de hojarasca en gramos de las diferentes especies en cuadrantes de 0.25 m² en la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán.

Variación del promedio de producción de hojarasca	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	% Frecuencia acumulada
-1.00<x<=0.00	7	7	16.27	16.27
0.00<x<=1.00	31	38	72.09	88.37
1.00<x<=2.00	1	39	2.32	90.69
2.00<x<=3.00	2	41	4.65	95.34
3.00<x<=4.00	1	42	2.32	97.67
4.00<x<=5.00	0	42	0.00	97.67
5.00<x<=6.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

Producción de materia seca (MS)

La producción promedio de materia seca de las especies fue de 17.41 kg ha⁻¹ ± 40.89 kg ha⁻¹. El valor máximo correspondió a la especie *Brogniartia intermedia* (Gallito) con

201.34 kg ha⁻¹ le sigue *Croton repens* (Nanchillo) con 130.27 kg ha⁻¹, *Caesalpinia sclerocarpa* (Ojo de Venado) con 106.28 kg ha⁻¹, *Cordia elaeagnoides* (Cueramo) con 89.86 kg ha⁻¹, *Bursera vellutina* (Copal) con 66.38 kg y finalmente *Caesalpinia caladenia* (Zopilotillo) con 31.88 kg ha⁻¹ el valor mínimo es de 0.00 kg representado por las especies *Simira mexicana* (Caporal) *Crescentia alata* (Cirian) *Spondias purpurea* (Ciruelo) *Zizyphus sonorensis* (Corongoro) *Randia echinocarpa* (Crucillo chino) *Pithecellobium unguis-cati* (Pinzan guaricho) *Ceiba aesculifolia* (Pochota), esto no quiere decir que no tienen producción, su valor fue de cero porque no fueron muestreadas quizá por su poca distribución o bien por el número de unidades que se muestrearon. La producción promedio de MS por ha considerando los dos muestreos fue de 748.71 kg ha⁻¹ (Tablas 4.20, 4.21 y 4.26).

Tabla 4.20. Producción promedio de MS kg ha⁻¹ P< 0.05 de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

n	Especie	Nombre científico	Total MS kg ha ⁻¹			
			Error	Limite inferior	Promedio	Limite superior
1	Gallito	<i>Brogniartia intermedia</i>	77.64	123.70 ≤	201.34 ≤	278.98
2	Nanchillo	<i>Croton repens</i>	91.59	38.69 ≤	130.27 ≤	221.86
3	Ojo de Venado	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	65.61	40.66 ≤	106.28 ≤	171.89
4	Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i>	46.93	42.93 ≤	89.86 ≤	136.80
5	Copal	<i>Bursera vellutina</i>	58.84	7.54 ≤	66.38 ≤	125.22
6	Zopilotillo	<i>Caesalpinia caladenia</i>	34.71	-2.84 ≤	31.88 ≤	66.59
7	Nanche	<i>Malpighia mexicana</i>	7.20	9.62 ≤	16.82 ≤	24.03
8	Crucillo	<i>Randia watsoni</i>	5.12	5.46 ≤	10.59 ≤	15.71
9	Palo de Aro	<i>Lonchocarpus emaginata</i>	13.01	-2.82 ≤	10.19 ≤	23.20
10	Cansangre	<i>Apoplanesia paniculata</i>	7.63	1.58 ≤	9.21 ≤	16.84
11	Palo polillo	N.D.*	7.37	1.84 ≤	9.21 ≤	16.57
12	Pata de Cuervo	<i>Neea sp.</i>	7.56	-0.48 ≤	7.08 ≤	14.64
13	Chucompu	<i>Cyrtocarpa procera</i>	6.69	0.33 ≤	7.02 ≤	13.72
14	Chirare Falso	<i>Croton repens</i>	5.61	0.62 ≤	6.23 ≤	11.84
15	Palo Perico	<i>Casearia dolichophylla</i>	9.95	-4.00 ≤	5.95 ≤	15.90
16	Cañafistula	<i>Tabebuia palmeri</i>	6.01	-0.78 ≤	5.23 ≤	11.24
17	Detente con espinas	<i>Mimosa egregia</i>	6.30	-1.22 ≤	5.08 ≤	11.38
18	Llora sangre	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	8.82	-4.28 ≤	4.54 ≤	13.37
19	Detente Manso	<i>Mimosa brandegei</i>	1.00	-0.07 ≤	3.69 ≤	1.94
20	Chirare	<i>Cordia sp.</i>	4.39	-0.84 ≤	3.55 ≤	7.94
21	Gallinillo	<i>Capparis incana</i>	2.69	0.28 ≤	2.96 ≤	5.65
22	Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	4.04	-1.23 ≤	2.81 ≤	6.85
23	Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>	3.66	-1.64 ≤	2.02 ≤	5.69
24	Hediondillo	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	3.54	-1.75 ≤	1.79 ≤	5.33
25	Nanche Falso	<i>Triunfetta sp.</i>	1.33	0.31 ≤	1.64 ≤	2.98
26	Pata de Venado	<i>Lysiloma tergeminum</i>	2.36	-0.90 ≤	1.46 ≤	3.81
27	Aguacatillo	<i>Casearia javitensis</i>	1.35	-0.13 ≤	1.22 ≤	2.58
28	Varalillo	<i>Phyllanthus micrandrus</i>	2.01	-0.84 ≤	1.17 ≤	3.18
29	Aterciopelado	N.D.*	1.28	-0.19 ≤	1.09 ≤	2.37

30	Granjen	<i>Neopringlea sp.</i>	1.39	-0.67 ≤	0.72 ≤	2.12
31	Tumulungo	<i>Coccoloba acapulencis</i>	0.52	-0.10 ≤	0.42 ≤	0.95
32	Papelillo Blanco III	<i>Bursera grandifolia</i>	0.61	-0.19 ≤	0.42 ≤	1.03
33	Ocotillo	<i>Erythroxylon sp.</i>	0.51	-0.25 ≤	0.26 ≤	0.77
34	Chaos	<i>Bumelia sp.</i>	0.30	-0.15 ≤	0.15 ≤	0.45
35	Papelillo Blanco I	<i>Euphorbia sp.</i>	0.24	-0.11 ≤	0.13 ≤	0.37
36	Cansangre Falso	<i>Coursetia glandulosa</i>	0.01	-0.01 ≤	0.01 ≤	0.02
37	Caporal	<i>Simira mexicana</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
38	Cirian	<i>Crescentia alata</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
39	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
40	Corongoro	<i>Zizyphus sonorensis</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
41	Crucillo Chino	<i>Randia echinocarpa</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
42	Pinzan Guaricho	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00
43	Pochota	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.00	0.00 ≤	0.00 ≤	0.00

No determinado

Tabla 4. 21. Promedio de MS kg ha⁻¹ de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
Especies	43	17.41	0.00	201.34	40.89

El 72.09% de las especies se encuentran entre 0.00 y 50.0 kg ha⁻¹ de MS, un 9.30% esta entre el 50.00 y 200.00 kg ha⁻¹, 2.32% esta entre 200.00 y 250.00 kg ha⁻¹ y en el 16.27% restante no se encontró MS (Tabla 4.22 y Figura 4.8).

Tabla 4.22. Producción de materia seca por hectárea de las especies consumidas por bovinos en la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

MS kg ha ⁻¹	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
-50.00<x≤0.00	7	7	16.27	16.27
0.00<x≤50.00	31	38	72.09	88.37
50.00<x≤100.00	2	40	4.65	93.02
100.00<x≤150.00	2	42	4.65	97.67
150.00<x≤200.00	0	42	0.00	97.67
200.00<x≤250.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

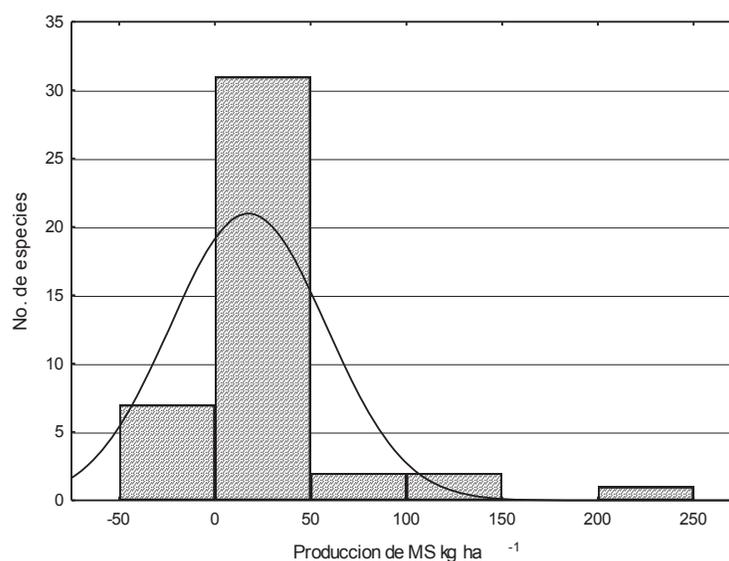


Figura 4.8. Distribución de MS kg ha⁻¹

Producción de Materia seca en 8.06 ha

La producción promedio de materia seca de las especies fue de $140.33 \text{ kg} \pm 329.61 \text{ kg}$. El valor máximo correspondió a la especie *Brogniartia intermedia* (Gallito) con 1622.80 kg, le sigue *Croton repens* (Nanchillo) con 1050.01 kg, *Caesalpinia sclerocarpa* (Ojo de venado) con 856.61 kg, *Cordia elaeagnoides* (Cueramo) con 724.31 kg, *Bursera vellutina* (Copal) con 535.04 kg y finalmente *Caesalpinia caladenia* (Zopilotillo) con 256.93 kg, siendo el valor mínimo de 0.00 kg representado por las especies *Simira mexicana* (Caporal) *Crescentia alata* (Cirian) *Spondias purpurea* (Ciruelo) *Zizyphus sonorensis* (Corongoro) *Randia echinocarpa* (Crucillo chino) *Pithecellobium unguis-cati* (Pinzan guaricho) *Ceiba aesculifolia* (Pochota), cabe hacer la aclaración de que estas especies si tienen producción, pero en este caso su valor es de cero porque no estuvieron presentes en las unidades muestreadas o bien por su poca distribución o abundancia. La producción total promedio considerando los dos muestreos fue de 6034.61 kg en las 8.06 ha (Tablas 4.23, 4.24 y 4.26).

Tabla 4.23. Producción de materia seca en 8.06 ha P< 0.05 de las especies de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

n	Nombre común	Nombre científico	Total MS kg en 8.06					
			Error	Limite inferior	Promedio	Limite superior		
1	Gallito	<i>Brogniartia intermedia</i>	625.78	997.03	≤	1622.80	≤	2248.58
2	Nanchillo	<i>Croton repens</i>	738.20	311.81	≤	1050.01	≤	1788.21
3	Ojo de Venado	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	528.85	327.76	≤	856.61	≤	1385.46
4	Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i>	378.29	346.02	≤	724.31	≤	1102.60
5	Copal	<i>Bursera vellutina</i>	474.28	60.76	≤	535.04	≤	1009.31
6	Zopilotillo	<i>Caesalpinia caladenia</i>	279.79	-22.86	≤	256.93	≤	536.73
7	Nanche	<i>Malpighia mexicana</i>	58.05	77.55	≤	135.60	≤	193.65
8	Crucillo	<i>Randia watsoni</i>	41.29	44.03	≤	85.32	≤	126.61
9	Palo de Aro	<i>Lonchocarpus emarginata</i>	104.87	-22.76	≤	82.11	≤	186.98
10	Cansangre	<i>Apoplanesia paniculata</i>	61.50	12.76	≤	74.26	≤	135.77
11	Palo polillo	N.D.*	59.37	14.85	≤	74.22	≤	133.59
12	Pata de Cuervo	<i>Neea sp.</i>	60.92	-3.83	≤	57.10	≤	118.02
13	Chucompu	<i>Cyrtocarpa procera</i>	53.95	2.67	≤	56.62	≤	110.57
14	Chirare Falso	<i>Croton repens</i>	45.20	5.01	≤	50.21	≤	95.41
15	Palo Perico	<i>Casearia dolichophylla</i>	80.20	-32.26	≤	47.95	≤	128.15
16	Cañafistula	<i>Tabebuia palmeri</i>	48.46	-6.29	≤	42.17	≤	90.63
17	Detente con espinas	<i>Mimosa egregia</i>	50.77	-9.82	≤	40.95	≤	91.72
18	Llora sangre	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	71.11	-34.50	≤	36.61	≤	107.73
19	Detente Manso	<i>Mimosa brandegei</i>	8.09	-0.56	≤	29.76	≤	15.62
20	Chirare	<i>Cordia sp.</i>	35.38	-6.74	≤	28.64	≤	64.01
21	Gallinillo	<i>Capparis incana</i>	21.65	2.24	≤	23.89	≤	45.53
22	Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	32.55	-9.92	≤	22.63	≤	55.18
23	Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>	29.53	-13.22	≤	16.31	≤	45.84
24	Hediondillo	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	28.52	-14.08	≤	14.43	≤	42.95
25	Nanche Falso	<i>Triunfetta sp.</i>	10.76	2.48	≤	13.24	≤	24.00
26	Pata de Venado	<i>Lysiloma tergeminum</i>	18.99	-7.25	≤	11.74	≤	30.73
27	Aguacatillo	<i>Casearia javitensis</i>	10.92	-1.06	≤	9.86	≤	20.78
28	Varalillo	<i>Phyllanthus micrandrus</i>	16.17	-6.74	≤	9.44	≤	25.61
29	Aterciopelado	N.D.*	10.30	-1.53	≤	8.77	≤	19.07
30	Granjen	<i>Neopringlea sp.</i>	11.23	-5.39	≤	5.84	≤	17.06
31	Tumulungo	<i>Coccoloba acapulencis</i>	4.21	-0.79	≤	3.42	≤	7.63
32	Papelillo Blanco III	<i>Bursera grandifolia</i>	4.94	-1.54	≤	3.40	≤	8.34
33	Ocotillo	<i>Erythroxylon sp.</i>	4.13	-2.03	≤	2.10	≤	6.23
34	Chaos	<i>Bumelia sp.</i>	2.42	-1.21	≤	1.21	≤	3.64
35	Papelillo Blanco I	<i>Euphorbia sp.</i>	1.96	-0.92	≤	1.04	≤	3.00
36	Cansangre Falso	<i>Coursetia glandulosa</i>	0.12	-0.06	≤	0.06	≤	0.17
37	Caporal	<i>Simira mexicana</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
38	Cirian	<i>Crescentia alata</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
39	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
40	Corongoro	<i>Zizyphus sonorensis</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
41	Crucillo Chino	<i>Randia echinocarpa</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
42	Pinzan Guaricho	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00
43	Pochota	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.00	0.00	≤	0.00	≤	0.00

*No determinado

Tabla 4.24. Producción de materia seca en 8.06 ha de las 43 especies estudiadas de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

	n	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar
MS kg en 8.06 ha	43	140.33	0.00	1622.80	329.61

El 69.76% de las especies se encuentra entre 0.00 y 200.00 kg de materia seca en 8.06 ha, el 11.60% se encuentra entre 200.00 y 1200.00 kg, el 2.32% se encuentra entre 1200.00 y 1800.00 kg y en el 16.27% restante no se encontró MS (Tabla 4.25 y Figura 4.9).

Tabla 4.25. Producción de materia seca en 8.06 ha de las especies consumidas por bovinos en la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

MS kg en 8.06 ha	Frecuencia de especies	Frecuencia acumulada	% Frecuencia relativa	%Frecuencia acumulada
-200.00<x<=0.00	7	7	16.27	16.27
0.00<x<=200.00	30	37	69.76	86.04
200.00<x<=400.00	1	38	2.32	88.37
400.00<x<=600.00	1	39	2.32	90.69
600.00<x<=800.00	1	40	2.32	93.02
800.00<x<=1000.00	1	41	2.32	95.34
1000.00<x<=1200.00	1	42	2.32	97.67
1200.00<x<=1400.00	0	42	0.00	97.67
1400.00<x<=1600.00	0	42	0.00	97.67
1600.00<x<=1800.00	1	43	2.32	100.00
Total	43		100.00	

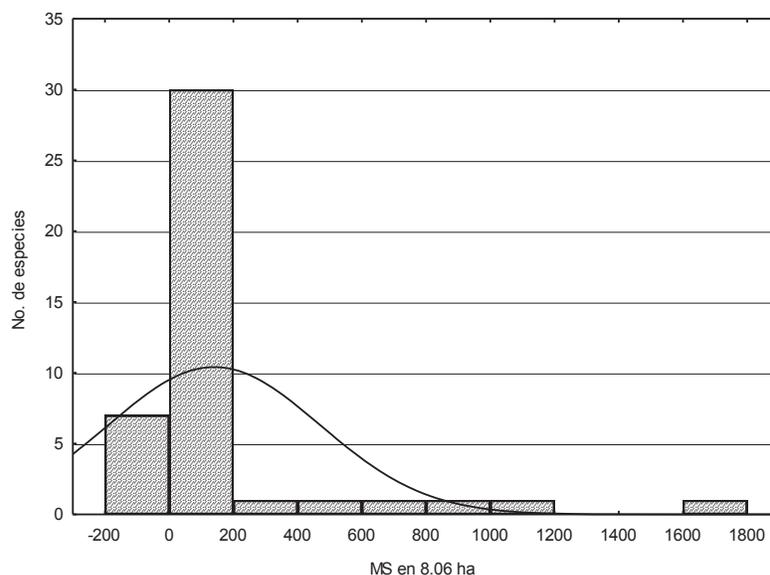


Figura 4.9. Distribución de MS en 8.06 ha

Tabla 4.26. Promedio de producción de hojarasca y MS de las especies de la selva baja caducifolia en la localidad La Mesa del Bonete, municipio de La Huacana, Michoacán

	Producción hojarasca kg ha ⁻¹	MS kg ha ⁻¹	MS kg en 8.06
Primer muestreo	840.92	799.41	6443.26
Segundo muestreo	727.86	698.01	5625.95
Promedio	784.39	748.71	6034.60

González *et al.*, (2006 *b*), reportaron 80 árboles forrajeros y de uso múltiple, encontrándose 73 especies en Carácuaro de las 80 referidas y el de menor variedad fue San Lucas con 17 especies. Los usos mencionados fueron: para leña (28.3%), postes para cerca (25.2%), medicinal para humanos (15.2%), elaboración de herramientas (14.6%), consumo humano (13.5%), y medicinal para animales (3.3%). En un estudio similar en el mismo tipo de vegetación y misma cuenca sobre árboles forrajeros se reportaron 166 especies referidas por los ganaderos con un promedio de 29.98 ± 4.75 de árboles conocidos por los productores, lo cual evidencia el desconocimiento que se tiene sobre la existencia de este potencial forrajero de estas especies (Quintana, 2010), y que queda demostrado con la composición química encontrada, así como por los estudios de preferencia animal y degradabilidad de las especies en la misma comunidad vegetal,

donde se encontraron 47 especies consumidas en la temporada de sequía y 49 en la temporada lluviosa (Ávila, 2007).

Como se puede observar existen una gran cantidad de especies forrajeras nativas, las cuales, además de ser multipropósitos, son parte del equilibrio ambiental fuente de biodiversidad y mantenimiento de la vida silvestre y banco de germoplasma pudiéndose utilizar también como germoplasma para regenerar los suelos degradados o también para ser utilizadas en sistemas agroforestales o en sus diferentes modalidades (Espinel *et al.*, 2004; Quintana, 2010).

CONCLUSIONES

La selva baja caducifolia es fuente importante de alimento para el ganado y la vida silvestre.

Las especies encontradas representan buen potencial forrajero dada su composición química.

La hojarasca representa una alternativa para la alimentación animal en la temporada de sequía por lo que es importante ajustar las cargas animales al coeficiente de agostadero de cada predio en particular contribuyendo con esto a la estabilidad del sistema.

LITERATURA CITADA

- Araújo, F. J. A.; Cavalcante, C. F.; Lima, S. N. 2002. Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. *Agroforestería en las Américas* 9 (33-34): 33-37.
- AOAC. 1990. *Official Methods of analysis of the Association of Analytical chemistry*. 15th ed. Washington. DC. U.S.A.
- Ávila, R. N. A. 2007. Árboles y arbustos con potencial forrajero de la selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán, México. Tesis de doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de investigaciones agropecuarias y forestales. Morelia Michoacán México.
- Ávila, R. N. A.; Ayala, B. A.; Gutiérrez, V. E.; Herrera, C. J.; Madrigal, S. X.; Ontiveros, A. S. 2007. Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante la época de sequía en la Selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán, México.
- Bartlett, P.N. 1978. *Manual de laboratorio de Ecología*. Instituto Tecnológico de Monterrey, N.L. México. 49-58 p.
- Beer, J.; Harvey, C.; Ibraim M.; Harmand, J. M.; Somarraba, E.; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10 (37-28):80-87.
- Benezra, S. M.; Cecconello, G.; Camacho, T. F. 2003. Selección de especies leñosas en un bosque tropical por vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Zootecnia Tropical* 21(1):73-85.

- Calle, Z.; Murgueitio, E.; Calle, N. 2001. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV 8-19 Pp.
- Carranza, M. M. A.; Sánchez, V. R.; Pineda, L. M. R.; Cuevas, G. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 37 (2): 203-210.
- Cecconello, C. G.; Benezra, S. M.; Obispo, N. E. 2003. Composición química y degradabilidad rumial de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque tropical. *Zootecnia Tropical* 2 (2): 1-12.
- Espinel, R.; Esquivel, M. J.; Galindo, V. A. 2003. Reconversión ambiental de la ganadería de la cuenca alta del río Garrapatas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV 13-14 Pp.
- Espinel, M. R. G.; Valencia, C. L. M.; Uribe, T. F.; Molina, C. H.; Molina, E. J.; Murgueitio, R. E.; Galindo, W.; Mejía, C. E.; Zapata, A.; Molina, J. P.; Giraldo, G. J. 2004. Sistemas silvopastoriles establecimiento y manejo. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV 6-167 Pp.
- Franco, L. J.; De la Cruz, A. G.; Cruz, G. A.; Rocha, R. A.; Navarrete, S. N.; Flores, M. G.; Kato, M. E.; Sánchez, C. S.; Abarca, A. L. G.; Bedía, S. C. M. 1985. Manual de Ecología. Editorial Trillas S.A. de C.V. México D.F. 87-127 Pp.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación Climática de Köppen. 4a ed. UNAM México. 139 p.
- García, E. 1989. Apuntes de Climatología 6a ed. UNAM. México. 104-107 p.

- Gobbi, J. A; Casassola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):52-60.
- González, G. J. C.; Ayala, B. A.; Gutiérrez, V. E. 2006 a. Composición química de especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 41 (1):87-93.
- González, G. J. C.; Madrigal, S. X.; Ayala, B. A.; Juárez, C. A.; Gutiérrez, V. E. 2006 b. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development* 18 (8): 1-13.
- Gormley, L. H. L. y Sinclair, F. L. 2003. Modelaje participativo del impacto de los árboles en la productividad de las fincas y la biodiversidad regional en paisajes fragmentados en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):103-108.
- Gutiérrez, A. J. L. 1991. Nutrición de Rumiantes en pastoreo. Departamento Editorial de la Universidad Autónoma de Chihuahua 34-47 Pp.
- Harvey, C. A.; Villanueva, C.; Villacis, J.; Chacón, M.; Muñoz, D.; López, M.; Ibrahim, M.; Gómez, R.; Taylor, R.; Martínez, J.; Navas, A.; Sáenz, J.; Sánchez, D.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B.; Pérez, A.; Ruiz, F.; López, F.; Lang, I.; Kunth, S.; Sinclair, F. L. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 30-39.
- Harvey, C. A. e Ibrahim, M. 2003. Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindara servicios ecológicos. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):4-5.

- Ibrahim, M. y Camargo, J. C. 2001 ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería en las Américas* 8 (32): 35-41.
- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (I.N.E.G.I.). 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán I.N.E.G.I. México. 17-36 p.
- Lizárraga, S. H.; Solorio, S. F. J.; Sandoval, C. C. A. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. *Livestock Research for Rural Development* 13(6): 1-11.
- Mendenhall, W.; Scheaffer, R.L.; Ott, L. 1987. *Elementos de Muestreo*. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 235-236 p.
- Mendoza, C. H.; Tzec, S. G. S.; Solorio, S. F. 2000. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad de follaje del árbol “Ramón” (*Brosimum alicastrum* Swartz). *Livestock Research for Rural Development* (12) 4: 1-6.
- Munguía, R.; Beer, J.; Harmand, J. M.; Hagggar, J. 2004. Tasas de descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca de *Eucalyptus deglupta*, *Coffea arabica* y hojas verdes de *Eritrina poeppigiana*, solas y en mezclas. *Agroforestería en las Américas* (44-42):62-68.
- Muñoz, D.; Harvey, C. A.; Sinclair, F. L.; Mora, J.; Ibrahim, M. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 61-68.
- Murgueitio, E. e Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* (13) 3: 1-13.
- Odum, E. P.; Sarmiento F.O. 1998. *Ecología. El puente entre ciencia y sociedad*. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V. 63-76 Pp.

- Pinto, R.; Gómez, H.; Hernández, A.; Medina, F.; Martínez, B.; Aguilar, V. H.; Villalobos, I.; Nahed, J.; Carmona, J. 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes* 26 (4):329-334.
- Quintana, B. B. 2010. Árboles forrajeros del municipio de la Huacana Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Ramírez, L. R. G. 2009. Nutrición de rumiantes. Sistemas extensivos. 2da edición México: trillas: UAML. Pp. 212-226.
- Rzedowsky, J. 1991. La vegetación de México. Ed. Limusa. México. P 432.
- Sánchez, M. 2002. Sistemas silvopastoriles: el futuro sustentable de la ganadería tropical. *Agroforestería en las Américas* 9 (33-34):4-5.
- Soca, R. L.; Francisco, A. G.; Simón, L.; Roche, R. 2003. Producción animal y biodiversidad en un sistema silvopastoril de formación natural. *Pastos y forrajes* 26(4): 321-327.
- Sosa, R.E.E.; Pérez, R.D.; Ortega, R. L.; Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *TEC PECU*, 42(2): 129-144.
- Statsoft Inc. 2001. STATISTICA. Data análisis Software system versión 6. USA.
- Van Soest, P. J.; Roberson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10):3583-3597.
- Viana, V. M.; Mauricio, R. M.; Matta M. R.; Pimenta, I. A. 2002. Manejo de la regeneración natural de especies arbóreas nativas para la formación de sistemas

silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil. *Agroforestería en las Américas* 9 (33-34):48-52.

Zelada, E. 2001. Certificación de la producción orgánica: los pasos a seguir. *Agroforestería en las Américas* 9(32):42-50.