

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

**Caracterización de especies leñosas en sistemas ganaderos, de los
municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre,
Veracruz, México.**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de
Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Por

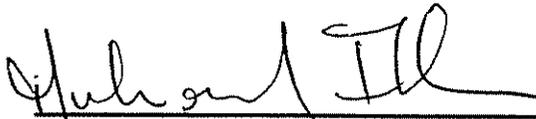
Lidia Ascencio Rojas

Turrialba, Costa Rica, 2008

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

FIRMANTES:



Muhammad Ibrahim, Ph. D
Consejero Principal

Braulio Valles de la Mora, Ph. D
Miembro del Comité Consejero



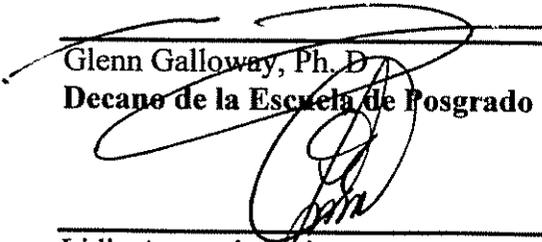
Hernán Jair Andrade Castañeda, Ph. D
Miembro del Comité Consejero



Cristóbal Villanueva Najarro, M. Sc
Miembro del Comité Consejero

Ramiro Escobar Hernández, M. C
Miembro del Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph. D
Decano de la Escuela de Posgrado



Lidia Ascencio Rojas
Candidata

DEDICATORIA

A mi padre

Lorenzo Ascencio Lopez †

Porque tú recuerdo me da fortaleza y ánimo para superarme, se que donde estés te sentirás orgulloso de mí

A mi madre

Gregoria Rojas Mozo

Quien además de darme la vida, me ha dado amor, apoyo y comprensión por siempre, además me ha enseñado a luchar por lo que se desea

A mis hermanos

Alejandro, Maricruz y Armando

Por su amor y comprensión, son parte de este sueño fomentando en mí el deseo de superación

A mi amado esposo

Casimiro

Quien, además de darme su amor, me ha apoyado siempre

A mis sobrinos

Lorenzo y Armando

Por ser ese pequeño rayo de alegría que ilumina mi vida

A mis suegros

Esperanza † y Marcos

A mis cuñados

Reyna, Dago, Juan Sotero, Marcos, Karina

Por su apoyo y comprensión

AGRADECIMIENTOS

A dios y por darme la oportunidad de ver culminado este trabajo, gracias señor!

A mis padres, hermanos, esposo, suegros, cuñados y sobrinos.

A la Ford Foundation quien mediante el programa de Fellowship, me apoyo económicamente para realizar mis estudios de maestría.

A las personas que dirigen y administran en México la Fundación Ford e Institute International of Education; David Navarrete, Trinidad Romero, Marina Cadaval, Blanca Ceballos y Victoria Contreras por su apoyo y monitoreo como becaria.

A mi profesor consejero principal Muhammad Ibrahim, por su apoyo y dirección en la tesis.

A PhD Braulio Valles de la Mora, por su apoyo y consejos en el trabajo de campo, quien además de ser para mí un excelente profesor ha sido un amigo

A los integrantes de mi comité consejero PhD Hernán Andrade, MSc Cristóbal Villanueva y M.C Ramiro Escobar Hernández, por sus sugerencias en el trabajo de campo y la redacción del documento final de tesis.

Al profesor Gustavo López, por su apoyo en el análisis estadístico de los datos.

Al personal de la Escuela de Posgrado y a la biblioteca Orton, por brindarme todas las facilidades durante mi estadía como estudiante en Catie.

Al PhD. Manuel Corro Morales, director técnico del CEIEGT, por brindarme su apoyo y las facilidades durante mi estancia en el clarín.

Al PhD. Epigmenio Castillo Gallegos y al M.C. Jesús Jarillo, por su apoyo y sugerencias en la metodología, así como sus acertados comentarios en la fase de campo.

A cada uno de los ganaderos de los municipios de Tlapacoyan, Martínez y Misantla, por dedicarme su tiempo y darme información de su rancho.

A mis amigas Isabel Sandoval y Karen Reyes quien fueron parte fundamental de este sueño, y sé que la distancia no será motivo de olvido, gracias por todo amigas!

En especial quiero agradecer a Irma Juan Carlos, por compartir momentos en Catie y darme la oportunidad de ser su amiga.

A mis amigas del clarín Gabriela Lira Rebollo y Julia Reyes San Agustín, por compartir momentos juntas y por apoyarme en el trabajo de campo.

A Nestor De Gante y Elena Méndez Gómez, por su apoyo en el trabajo de campo.

A la Dra, Leticia Galindo, por contactarme con los representantes de las asociaciones ganaderas locales.

Al Dr. Juan Manuel Huerta director de la Unidad Académica de Ingeniería Agrohídrica, por su apoyo.

A MVZ Hilario Guzmán y al Ing. Raúl Carmona, encargados de los laboratorios del Clarín y Zootecnia, respectivamente, por su apoyo y supervisión en los análisis químicos de los forrajes.

Al personal del clarín por su apoyo y facilidades durante mi estancia como tesista

A mis amigos de Catie Solhanlle Bonilla, Emilia Copa, Liliana, Mario y Romina, por compartir estos últimos meses juntos en Catie, y hacer la estancia más amena.

A mis amigos, Abigail Castro, Elvia Bruno, Elia Ramírez, Margarita Villegas, Rosalba Solís, Teófilo E. Salazar, Silvia X. Aldaco, Rocío Parada e Ing. Elí Martínez, por su apoyo y motivación en mi fase de estudiante.

BIOGRAFÍA

La autora nació en Tlatlauquitepec, Puebla México, el 3 de agosto de 1975. Se graduó en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en 2002, en la Escuela de Ingeniería Agrohidráulica, como Ingeniera Agrónoma Zootecnista. En el 2003 obtuvo reconocimiento nacional de servicio social comunitario. En 2004 obtuvo beca del programa Internacional de Educación que encomienda la Ford Foundation. En 2005 ingreso al programa de maestría en Agroforestería tropical.

CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
BIOGRAFÍA	IV
CONTENIDO	V
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS	XIV
1. INTRODUCCION GENERAL	1
1.1 Objetivos del estudio	3
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2 Hipótesis del estudio	3
2. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Características de la producción en el trópico mexicano	4
2.1.1 <i>Razas de ganado en el trópico de México</i>	4
2.1.2 <i>Alimentación del ganado bovino en el trópico</i>	4
2.1.3 <i>Forrajes disponibles en la región Centro-norte de Veracruz</i>	5
2.1.4 <i>Sistemas de producción ganadera en el trópico húmedo</i>	6
2.1.4.1 <i>Sistemas de pastoreo</i>	7
2.2 Importancia de los árboles forrajeros en la ganadería	7
2.2.1 <i>Caracterización de árboles forrajeros en sistemas ganaderos</i>	8
2.2.2 <i>Importancia de la identificación y caracterización de árboles</i>	8
2.2.3 <i>Conocimiento local en sistemas silvopastoriles</i>	9
2.3 Clasificación de sistemas agroforestales en la ganadería	10
2.3.1 <i>Sistemas silvopastoriles</i>	11
2.3.2 <i>Árboles dispersos en potreros</i>	11
2.3.3 <i>Cercas vivas</i>	12
2.3.4 <i>Bancos de proteína</i>	13
2.3.5 <i>Cultivo en callejones</i>	13
2.3.6 <i>Plantaciones forestales</i>	14
2.4 Importancia de los árboles en la producción animal	14
2.4.1 <i>Efecto de la sombra de los árboles, en la producción de pastos</i>	15
2.5 Características nutritivas del follaje de árboles forrajeros	16
2.5.1 <i>Factores antinutricionales de árboles y arbustos forrajeros</i>	16
2.5.2 <i>Composición química de los forrajes arbóreos</i>	17
2.5.2.1 <i>Materia seca</i>	17
2.5.2.2 <i>Materia orgánica</i>	17
2.5.2.3 <i>Proteína cruda</i>	18
2.5.2.4 <i>Determinación de fibra</i>	18
2.5.2.5 <i>Fibra detergente ácido</i>	18

2.5.2.6	Fibra detergente neutro	19
2.5.3	<i>Degradación ruminal de especies arbóreas</i>	19
2.5.4	<i>Técnicas de medición de degradación ruminal</i>	21
2.5.4.1	Degradación <i>in vivo</i>	21
2.5.4.2	Degradación <i>in vitro</i>	21
2.5.5	<i>Degradación in situ de materia seca</i>	22
2.5.5.1	Degradación aparente	23
2.5.5.2	Degradación <i>in situ</i> de materia orgánica.....	23
2.5.5.3	Degradación <i>in situ</i> de proteína cruda	24
2.6	LITERATURA CITADA	26
3.	ARTICULO 1	34
3.1	INTRODUCCION	35
3.2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.2.1	<i>Localización y descripción del área de estudio</i>	36
3.2.2	<i>Caracterización de fincas</i>	37
3.2.2.1	Caracterización de especies leñosas	38
3.2.2.2	Identificación botánica de las especies leñosas	38
3.2.2.3	Clasificación de especies leñosas de acuerdo a su ubicación y usos.....	39
3.2.3	<i>Análisis de la información</i>	39
3.3	RESULTADOS	41
3.3.1	<i>Tipo de explotación ganadera</i>	41
3.3.2	<i>Características socioeconómicas de los productores ganaderos</i>	41
3.3.3	<i>Usos del suelo</i>	44
3.3.4	<i>Características de producción</i>	45
3.3.4.1	Especies de gramíneas encontradas en los sistemas de producción	45
3.3.4.2	Sistemas de pastoreo.....	46
3.3.4.3	Razas de ganado con mayor frecuencia en fincas ganaderas.....	46
3.3.4.4	Suplementación del ganado	47
3.3.4.5	Manejo sanitario y reproductivo en los sistemas de producción	48
3.3.5	<i>Características de adopción y manejo de especies leñosas</i>	49
3.3.6	<i>Caracterización de especies leñosas en fincas ganaderas</i>	50
3.3.6.1	Frecuencia de especies leñosas	50
3.3.6.2	Porcentaje de especies leñosas según su ubicación	52
3.3.6.3	Usos de las especies leñosas	52
3.3.6.4	Consumo de productos de especies leñosas por humanos.....	53
3.3.6.5	Consumo de productos de especies leñosas por animales	54
3.3.6.6	Disponibilidad de especies leñosas en la alimentación de bovinos.....	55
3.3.6.7	Especies leñosas promisorias como forrajeras.....	56

3.4	DISCUSIÓN	58
3.4.1	<i>Características de los productores</i>	58
3.4.2	<i>Uso del suelo</i>	61
3.4.3	<i>Características de producción de las fincas ganaderas</i>	61
3.4.4	<i>Características de disposición y manejo de especies leñosas</i>	63
3.4.4.1	Especies leñosas que el ganado prefiere para ramonear	63
3.4.4.2	Mecanismos de propagación de especies leñosas	64
3.4.4.3	Manejo de especies leñosas	65
3.4.5	<i>Percepción de las especies leñosas por los productores</i>	65
3.4.6	<i>Caracterización de especies leñosas en fincas ganaderas</i>	66
3.4.6.1	Frecuencia de especies leñosas	67
3.4.6.2	Especies leñosas según su ubicación	68
3.4.6.3	Principales usos de las especies leñosas	69
3.4.6.4	Consumo animal de especies leñosas	70
3.5	CONCLUSIONES	71
3.6	RECOMENDACIONES	73
3.7	LITERATURA CITADA	74
4.	ARTÍCULO 2.	77
4.1	INTRODUCCIÓN	78
4.2	MATERIALES Y MÉTODOS	79
4.2.1	<i>Selectividad animal</i>	79
4.2.1.1	Transectos	79
4.2.1.2	Índice de selectividad	80
4.2.2	<i>Composición química y degradación in situ de materia seca</i>	80
4.2.2.1	Selección animal de especies leñosas	81
4.2.3	<i>Análisis químico y degradación in situ de los forrajes leñosos</i>	81
4.2.3.1	Selección de animales para degradación <i>in situ</i>	82
4.2.3.2	Degradación ruminal de MS, MO y PC de especies leñosas	83
4.2.3.3	Procesamiento de las muestras	83
4.2.4	<i>Procesamiento y análisis de los datos</i>	84
4.2.4.1	Diseño experimental y análisis estadístico	84
4.3	RESULTADOS	86
4.3.1	<i>Selectividad animal de especies leñosas</i>	86
4.3.2	<i>Composición química y degradación in situ</i>	92
4.3.2.1	Composición química de los forrajes leñosos evaluados	92
4.3.3	<i>Degradación ruminal de materia seca de las especies leñosas</i>	93
4.3.3.1	Cinética de degradación ruminal <i>in situ</i> de la MS de seis especies leñosas ..	95
4.3.4	<i>Degradación ruminal de MO y PC a 24 h de especies leñosas</i>	98
4.4	DISCUSIÓN	99
4.4.1	<i>Selectividad animal de especies leñosas en las épocas seca y lluviosa</i>	99

4.4.2	<i>Composición química de las especies leñosas evaluadas</i>	102
4.4.3	<i>Degradación ruminal de materia seca de las especies leñosas</i>	103
4.4.4	<i>Degradación ruminal de MO y PC a 24 h de especies leñosas</i>	104
4.5	CONCLUSIONES	106
4.6	RECOMENDACIONES.....	107
4.7	LITERATURA CITADA	108
ANEXOS		110

RESUMEN

Ascencio, RL. 2008. Caracterización de especies leñosas en sistemas ganaderos en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, CR. 119 p.

Palabra clave: encuestas, forrajeras promisorias, composición botánica, calidad nutritiva, composición química, degradación *in situ*.

Se caracterizó el componente leñoso en fincas ganaderas de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México. Se realizaron 60 encuestas a productores de bovinos con el objetivo principal de identificar y ubicar la presencia de especies leñosas promisorias como forrajeras, sobre el manejo y la producción animal. La encuesta mostró que el 57% de las fincas de la zona se dedican a la producción de doble propósito; 30% a la cría y engorda y el 13% a la engorda. Los datos socioeconómicos (edad, estudios, ocupación, dependientes económicos, porcentaje de ingresos económicos,) no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0,050$). El tamaño promedio de las fincas en el sistema de doble propósito fue de 58,9 ha; cría y engorda 56,1 ha; y engorda 72,9 ha. Del área total del suelo, los potreros ocupan en promedio en el sistema de doble propósito un 84%, cría y engorda 82% y engorda 88%. Después de los potreros, los usos que predominaron fueron áreas de pastos de corte; producción de cítricos (limón y naranja); cultivo de plátano; y en menor cantidad el cultivo de café, pimienta, maíz, frijol y caña de azúcar. En el uso del suelo no se encontraron diferencias entre los tres sistemas ($p > 0,050$). La carga animal promedio en el sistema de doble propósito fue de 0,69; cría y engorda 0,87 y engorda 0,56 UA ha⁻¹ sin diferencias estadísticas ($p > 0,050$). Las especies de pastos que predominaron en los tres sistemas fueron *Paspalum notatum*, *Cynodon nlemfuensis* y *Axonopus compressus*, con diferencias entre los sistemas de producción ($p < 0,050$). El tipo de pastoreo en el sistema de doble propósito y en cría-engorda es el continuo; en el sistema de engorda, fue el rotacional, mostrando diferencias ($p < 0,050$). Las razas bovinas en los tres sistemas fueron Brahman, e Indobrasil, y en menor proporción Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Las razas mostraron diferencias entre los sistemas de producción ($p < 0,050$). El 100% de las fincas encuestadas tuvo especies leñosas en cercas vivas, y el 87,5 del sistema de engorda tuvo árboles dispersos en potreros. Se identificaron 145 de especies leñosas en los tres sistemas de producción. Las especies que mostraron mayores usos en, leña, madera, y utensilios fueron: *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata*, *Psidium guajava* y *Spondias mombin*. Como sombra en potreros se encontraron *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, *Ficus cotinifolia* y *Delonix regia*. Los animales prefirieron especies leñosas en la época seca. Se evaluó la calidad nutritiva del forraje de seis leñosas. La composición química (proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) en dos épocas del año (seca y lluviosa) mostró que *Gliricidia sepium* tuvo el contenido más alto de PC en la época lluviosa (24,2%). La degradación *in situ* de materia seca (DISMS) a 96 h, mostró que *Diphyssa robinoides* tuvo la mejor tasa de digestión en la época seca (80%). La degradación *in situ* de proteína cruda (DISPC) a 24 h mostró que *Gliricidia sepium* tuvo la mejor tasa de digestión en la misma época (91,8%), y en la degradación *in situ* de materia orgánica (DISMO) la misma especie mostró el porcentaje más alto de digestión (56,3%). La composición química de las especies leñosas, y la DISMS mostraron diferencias estadísticas entre especies ($p < 0,050$) pero no entre épocas ($p > 0,050$).

ABSTRACT

Ascencio, RL. 2008. Characterization of woody species in livestock systems in the municipalities of Tlapacoyan, Misantla and Martínez de la Torre, Veracruz, Mexico. Theses Mag.Sc. CATIE. Turrialba, CR. 119 p.

Keyword: surveys, promising fodder, botanical composition, nutritional quality, chemical composition, *in situ* degradation.

The woody component of livestock farms from the municipalities of Tlapacoyan, Misantla and Martínez de la Torre, Veracruz, México was characterized. 60 surveys were applied to livestock producers, with the objective to identify and locate the presence of woody species as promising fodder, related to the management and animal production. The survey showed that 57% of the farms in the area are engaged in the dual-purpose production system; 30% for breeding and fattening, and 13% for fattening. Socio-economic data (age, education, occupation, economic dependents, and percentage of income) showed no statistical differences ($P>0,050$). The average size of farms in the dual-purpose system was 58.9 ha; breeding and fattening, 56.1 ha; and fattening, 72,9 ha. From the total land area, pastures occupy, on average, in the dual-purpose system, 84%; breeding and fattening, 82%; and fattening, 88%. Following the pastures, chopped forage areas, citrus and banana orchards, as well as, in lesser extent, production of coffee, pepper, corn, beans and sugar cane were predominant. No differences ($p>0,050$) were found related to the use of the land. The averaged stocking rate (animal unit/ha) was, in the dual-purpose system, 0.69; breeding and fattening, 0,87; and, fattening, 0,56; neither showing statistical differences ($p>0,050$). The dominant grasses, in the three mentioned systems, were *Paspalum notatum*, *Cynodon nlemfuensis* and *Axonopus compressus*, showing statistical differences ($p<0,050$) among systems. The most common breeds were Brahman and Indobrasil, and to a lesser extent, Holstein, Brown Swiss and Jersey, being different in the animal production systems ($p<0,050$). The total of the farms surveyed showed woody species used for live fences; and, 87,5% of the fattening system accounted dispersed trees in the pastures. 145 woody species, on the three systems, were characterized; standing out *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata*, *Psidium guajava* and *Spondias mombin* as species for firewood and timber, mainly. As shadow trees, *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, *Ficus cotinifolia* and *Delonix regia* were the most important. The woody species were preferred by the animals during the dry periods. The forage nutritional quality of six woody species was evaluated in terms of crude protein (CP), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), during the rainy and dry season. *Gliricidia sepium* showed highest CP on rainy season (24,2%). *In situ* dry matter degradation, at 96 h, showed that *Diphysa robinoides* had the best digestion rate during the dry season (80%). Also, in the same season, the *in situ* degradation of CP, at 24 h showed that *Gliricidia sepium* was the best species (91,8%). The same species had the highest percentage for *in situ* degradation of OM (56,3%). The chemical composition of the woody species, and *in situ* dry matter degradation showed statistical differences among species ($p<0,050$), but not between seasons ($p>0,050$).

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química (%) de especies arbóreas encontradas en Chiapas, México.	20
Cuadro 2. Características sociales de los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	42
Cuadro 3. Características económicas de los ganaderos en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	43
Cuadro 4. Principales productos agropecuarios que comercializan los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	43
Cuadro 5. Servicios públicos disponibles, con los que cuentan los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	44
Cuadro 6. Uso del suelo por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	44
Cuadro 7. Especies de pastos en las fincas de ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantla y Martínez de la Torre Veracruz México.	45
Cuadro 8. Razas de ganado que predominan en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	47
Cuadro 9. Adopción de especies leñosas por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	49
Cuadro 10. Características de manejo de especies leñosas por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	50
Cuadro 11. Principales familias de especies leñosas en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantla y Martínez de la Torre Veracruz México.	51
Cuadro 12. Especies leñosas más frecuentes en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantla y Martínez de la Torre Veracruz México.	51
Cuadro 13. Especies leñosas con más frecuencia de uso en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantla y Martínez de la Torre Veracruz México.	54
Cuadro 14. Preferencia de las especies leñosas promisoras como forrajeras por los productores ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.	57
Cuadro 15. Relación entre las gramíneas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.	86
Cuadro 16. Relación entre las leguminosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.	87
Cuadro 17. Relación entre las malezas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.	87
Cuadro 18. Relación entre las gramíneas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.	88

Cuadro 19. Relación entre las leguminosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.	89
Cuadro 20. Relación entre las malezas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.	89
Cuadro 21. Relación entre las especies leñosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en las dos épocas del año.	90
Cuadro 22. Índice de selectividad entre la cubierta vegetal de los potreros (transectos control) y las especies consumidas por bovinos (transectos vaca) en las dos épocas del año.	91
Cuadro 23. Composición química (%) de las especies leñosas en la época seca y lluviosa.	92
Cuadro 24. Constantes de degradación de la MS (%) en la época seca y lluviosa, ajustados a la ecuación exponencial descrita por Orskov et al. (1980).	93
Cuadro 25. Parámetros de degradación ruminal in situ de la materia seca del follaje de especies arbóreas en la época seca y lluviosa al T0*.	94
Cuadro 26. Medias de la variable (a) de la degradación ruminal in situ de la materia seca del follaje de especies leñosas en la época seca y lluviosa.	96
Cuadro 27. Interacciones de la época y las especies leñosas evaluadas en la época lluviosa y seca.	97
Cuadro 28. Degradación de proteína cruda y materia orgánica a 24 h (%), de las especies leñosas evaluadas en la época seca y lluviosa.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la región Centro-norte de Veracruz, México.	37
Figura 2. Proporción de fincas ganaderas de acuerdo a su actividad productiva en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez, Veracruz México.	41
Figura 3. Tipos de pastoreo en potreros de fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez, Veracruz México. Letras distintas sobre las columnas significan diferencias estadísticas según prueba de Duncan ($p < 0,050$).	46
Figura 4. Ubicación de especies leñosas en potreros de fincas ganaderas según uso del suelo en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez, Veracruz México.	52
Figura 5. Principales usos de especies leñosas en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	53
Figura 6. Frecuencia en la ingesta por animales de diferentes partes vegetales de especies leñosas en las fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	55
Figura 7. Disponibilidad en potreros de follaje y frutos de especies leñosas en la alimentación de bovinos de fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.	56
Figura 8. Relación en la cubierta vegetal en potreros asociada al transecto control y selectividad animal de especies vegetales de acuerdo al transecto vaca, en la época seca.	88
Figura 9. Relación en la cubierta vegetal en potreros asociada al transecto control y selectividad animal de especies vegetales de acuerdo al transecto vaca, en la época lluviosa.	91
Figura 10. Solubilidad de materia seca al tiempo cero de las especies leñosas en la época seca y lluviosa.	95
Figura 11. Degradación in situ de materia seca del follaje de especies leñosas en la época seca y lluviosa.	96

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

A: es la fracción soluble que se pierde en el lavado al tiempo cero

a: es el intercepto de la curva, el cual representa las pérdidas por lavado

a + b: potencial de degradación ruminal al tiempo (*t*)

B: fracción degradable que no es soluble

b: degradabilidad máxima o fracción insoluble pero potencialmente fermentable

c: tasa de degradación por unidad de tiempo de *b*

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CEIEGT: Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical

CV: cercas vivas

dap: diámetro altura de pecho

D: degradabilidad en el tiempo (*t*)

DISPC: degradación *in situ* de proteína cruda

DISMO: degradación *in situ* de materia orgánica

DISMS: degradación *in situ* de materia seca

e: constante matemática

EE: error estándar

FMVZ: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

FDA: fibra en detergente ácido

FDN: fibra en detergente neutro

°C: grados centígrados

IS: índice de selectividad

PC: proteína cruda

PV: peso vivo

pH: potencial de hidrogeno

SSP: sistemas silvopastoriles

t: tiempo.

UA: unidad animal

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

1. INTRODUCCION GENERAL

La inclusión de árboles y arbustos significa un reto para la ganadería tropical, ya que se pretende incrementar la producción de leche y carne en forma acelerada y constante para suplir la demanda de la población y, por otro lado, garantizar la conservación de los recursos naturales y el ambiente (Toral y Hernández 1996).

La producción ganadera, especialmente la vacuna, es una de las formas de uso de la tierra más frecuente en América Latina. En cada país existen desde pequeños productores hasta explotaciones a gran escala con procesos integrados, los cuales en la mayoría de los casos, están basados en alimentación con pasturas naturales o establecidas, muchas veces, incluyendo árboles (Ibrahim y Camargo 2001). Sin embargo, en México, el crecimiento poblacional y la demanda de alimentos promueven la ampliación de tierras para uso agropecuario, a costa de áreas de bosques, por lo que el 40,2 % de ellas presenta diferentes grados de perturbación (SARH 1991). Además, la producción de cereales en monocultivo para abastecer a la población humana y a la ganadería intensiva, así como la expansión de la ganadería extensiva, han contribuido fuertemente a la deforestación de bosques en América Latina (Serrao y Toledo 1993). Además, el desarrollo de los sistemas ganaderos tradicionales extensivos en el trópico mexicano se realizó a costa de la destrucción de grandes extensiones de bosques para abrir paso al monocultivo con pastos (Ku *et al.* 1999).

Con frecuencia, la ganadería extensiva se practica en tierras no aptas para establecer praderas u otros cultivos, lo que ha provocado su degradación y abandono (Gómez *et al.* 2006). En estudios realizados en áreas rurales, el sistema de producción extensivo, ha impedido el desarrollo rural (alimentación, salud y educación), pero sí ha causado daño al medio ambiente, biodiversidad y deterioro de los recursos naturales, al destinar áreas boscosa a potreros y por consecuencia ha promovido la emigración de la población rural, hacia las ciudades, en busca de mejores alternativas de vida (Howard-Borjas 1995, Jiménez 2000).

La baja productividad de la ganadería bovina en América tropical está determinada, en gran parte, por factores como, la ubicación de la ganadería en zonas marginales, con suelos ácidos infértiles, sequías prolongadas, presencia recurrente de plagas y enfermedades en los pastos con bajo potencial de crecimiento, animales con baja producción, factores alimenticios relacionados con la baja disponibilidad y calidad nutritiva del forraje utilizado (Ramírez *et al.* 2000). En la mayoría de los países en desarrollo el uso de concentrados eleva el costo de producción, lo cual hace que la ganadería sea poco rentable (Milera 1992). Sin embargo, la

ganadería extensiva en las zonas tropicales, depende en gran medida, de los recursos forrajeros de la finca, debido a que la mayoría de los nutrientes requeridos por los animales son derivados de la pastura, por ser este el recurso alimenticio más económico (Pinto 2002).

Ante esta situación, se requiere promover la planificación integral de producción de la finca. Una alternativa serían las tecnologías agrosilvopastoriles que, incluyan árboles forrajeros, frutales y maderables en los sistemas ganaderos, además de que contribuyen a la reforestación y restauración de áreas degradadas (Gómez *et al.* 2006). Sin embargo, White *et al.* (2001) llaman a reflexionar, con la pregunta: ¿la intensificación ganadera ayuda a reducir la tala del bosque? Está podría ser la pregunta equivocada. La verdadera relación causal es al revés. Los productores no intensificarán, hasta que la tierra sea escasa y la mayoría de los bosques hayan desaparecido. Mientras la tierra continúe siendo barata, los productores continuarán prefiriendo los sistemas de producción extensivos.

Un elevado número de especies arbóreas forrajeras son consideradas de mediana a alta calidad, por lo que constituyen una fuente alterna de alimento para los animales durante la época crítica, además de que favorecen la protección del suelo y las fuentes de agua, mejoran el reciclaje de nutrimentos y contribuyen a la conservación de la biodiversidad. La suplementación con forraje arbóreo con alto contenido de proteína mejora la degradabilidad de los forrajes fibrosos como, el rastrojo de maíz, recurso abundante y muy utilizado para la alimentación de bovinos en la regiones tropicales (Gómez *et al.* 2006).

En México, existe una gran diversidad de árboles y arbustos multipropósitos, con potencial forrajero, que pueden ser utilizados como forraje para los rumiantes, y de esta manera, equilibrar la producción ganadera y el medio ambiente con la introducción de especies promisorias de importancia forestal (Toledo *et al.* 1995).

El trópico húmedo de Veracruz se caracteriza por tener una amplia gama arbórea y arbustiva (Avendaño y Acosta 2000), a la cual no se le ha dado importancia forrajera, principalmente por el escaso conocimiento que tienen los productores en cuanto a la calidad nutritiva de estas especies. Han subestimado las propiedades de estos forrajes, debido a la poca difusión que por parte de los extensionistas agropecuarios, para utilizar alternativas de alimentación más económicas. Los productores que tienen especies arbóreas en sus potreros desconocen el valor agregado que los árboles proporcionan, al facilitar diferentes servicios. La calidad nutritiva del follaje de especies leñosas es una alternativa de alimentación, en las épocas críticas del año, donde la producción de pastos es escasa.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Caracterizar e identificar especies leñosas promisorias como forrajeras, en fincas ganaderas, con diferentes sistemas de producción, en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México, y caracterizar su contribución al sistema alimenticio de bovinos en silvopastoreo en dos épocas del año.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar especies leñosas, en la alimentación animal en fincas ganaderas de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.
- Determinar y clasificar los diferentes usos de las especies leñosas en las fincas ganaderas de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.
- Identificar las especies de mayor consumo y estimar su contribución al sistema alimentario en los sistemas de producción en dos épocas del año.
- Estimar la composición química y degradación ruminal de las especies leñosas con más frecuencia de consumo por los animales en dos épocas del año.

1.2 Hipótesis del estudio

- Existe una alta diversidad de especies leñosas en fincas ganaderas de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.
- Las especies leñosas tienen una función múltiple en los sistemas de producción de las fincas ubicadas en la zona de estudio.
- En la época seca los animales presentan mayor preferencia por especies leñosas, que en la época lluviosa.
- Las especies leñosas promisorias como forrajeras varían su calidad nutricional, y ésta se ve afectada por la época del año.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Características de la producción en el trópico mexicano

México cuenta con aproximadamente 110 millones de hectáreas, destinadas a la ganadería. La población ganadera de bovinos es superior a 30 millones de cabezas, de las cuales el 40% se encuentran en regiones tropicales. Después de la agricultura, la ganadería representa la actividad de mayor importancia en el sector primario de la economía en México (Juárez y Bolaños 2007).

La superficie del trópico mexicano abarca 51 millones de ha, que corresponde al 26,2% del territorio nacional; de las cuales 19 millones de ha son de pastizales tropicales (37%) y éstas son pastoreadas por aproximadamente 12 millones de bovinos (40% del inventario nacional) que producen entre 28 y 39 % de leche y carne que se consume en México (FIRA 2001, Koppel *et al.* 2002).

El estado de Veracruz tiene una superficie territorial de 72.815 km². El 46% de la superficie está clasificada como trópico húmedo. A nivel nacional, Veracruz es el principal productor de carne de bovino y el quinto en producción de leche. En este estado, se dedican alrededor de 3,6 millones de ha a la explotación extensiva de ganado bovino, lo que indica la gran importancia económica y social de las actividades ganaderas (Juárez *et al.* 2000).

2.1.1 Razas de ganado en el trópico de México

En México existen alrededor de 45 razas de ganado bovino, 26 son europeas (*Bos taurus*), siete cebuinas (*Bos indicus*), y 12 razas producto de cruzamientos entre razas europeas y cebuinas. En la región del Golfo de México, predominan las razas Suizo Europeo, Simmental, Brahman, Gyr, Indobrasil, Holstein y ganado criollo. Se cree que el ganado criollo que predomina en el Golfo de México, precede de razas ibéricas como la Retinta, Pirenaica o la Rubia de Gallega. En la ganadería de doble propósito se usan cruces de razas Holstein, Suizo, y Simmental con cebú Criollo, Charoláis, Angus (Sagarpa 2006).

2.1.2 Alimentación del ganado bovino en el trópico

La ganadería en el trópico está sustentada principalmente en el uso de los recursos forrajeros presentes en la región, ya que las características del clima (principalmente abundante precipitación y altas temperaturas), suelo y topografía son propicios más para el pastoreo que para el cultivo de productos agrícolas. Por esta razón el trópico es considerado

zona eminentemente ganadera, en la que los forrajes consumidos en pastoreo constituyen la base de alimentación más económica de la dieta de los rumiantes (Valles 1984).

La calidad nutritiva de las gramíneas forrajeras afecta de manera determinante la nutrición animal, en especial cuando la producción está basada en pastoreo extensivo, empleando gramas nativas como fuente de alimento. El clima es determinante en el desarrollo y crecimiento de las pasturas, principalmente en las épocas de lluvias y sequía; ya que éstas ejercen una variación en la digestibilidad y el contenido de proteína (Aguado *et al.* 2004).

Sin embargo, la producción de forrajes depende del manejo de los potreros y del clima. Durante la época seca se manifiesta la disminución en la cantidad de forraje, y como consecuencia los animales reducen el consumo de nutrientes, ganancia diaria de peso y producción de leche, teniendo un impacto directo en la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sistema (Vite *et al.* 2007). Un manejo adecuado de pastizales promueve una alta producción de forraje, lo que se refleja en un menor tiempo en la engorda del ganado y por lo tanto, mayores ganancias para el productor de las zonas tropicales (Koppel *et al.* 2002).

2.1.3 Forrajes disponibles en la región Centro-norte de Veracruz

Las gramas nativas son el principal recurso forrajero del trópico mexicano, ocupando de un 25 a 75% de las tierras de pastoreo y son la principal fuente de alimento para bovinos de cría y de doble propósito (Améndola *et al.* 2005, Castillo 2003). Este tipo de vegetación está formado principalmente por gramíneas de los géneros *Paspalum* (*P. notatum*, *P. conjugatum*, *P. virgatum*), *Axonopus* (*A. affinis*, *A. compressus*), y en menor proporción, por especies leguminosas de los géneros *Desmodium* (*D. triflorum*, *D. ascendens*, *D. scorpiurus*, *D. canum*, *D. incanum*, *D. triflorum*) y *Centrosema* (*C. macroptylum*, *C. virginianum*, *C. pubescens*); las cuales ocupan dependiendo de la región, entre una tercera y cuarta parte del área de pastoreo (FIRA 1991, Skerman y Riveros 1992, Gómez-Cortez *et al.* 1994, Castillo 2003).

Las gramas nativas manejadas tradicionalmente con pastoreo continuo, tienen producciones anuales bajas, alrededor de las 7 t MS ha⁻¹ y su calidad es de regular a mala, con porcentaje de proteína cruda (PC) de 4 a 7%, y digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de 45 a 55%; por lo cual, su capacidad de carga está entre 1 y 1,5 unidades animal (UA) ha⁻¹. Sin embargo, el manejo rotacional intensivo permite incrementar el contenido de PC de un 7 a 14%, pero la digestibilidad y la producción de MS, siguen siendo bajas (Minson 1990).

El bajo rendimiento forrajero de las especies nativas se debe a la baja disponibilidad de nutrientes del suelo, nitrógeno principalmente, limitan el crecimiento de las gramíneas durante el año, donde los ganaderos no acostumbran fertilizar sus potreros (Bosman *et al.* 1990).

Aunado a lo anterior, las variaciones de clima en el año dificultan la producción estable de especies forrajeras nativas. Los pastos introducidos o naturalizados procedentes de África constituyen el 25% de los potreros, y se consideran la segunda fuente de alimento en el pastoreo, tales como: pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*, *C. nlemfuensis*), guinea (*Panicum maximum*), pangola (*Digitaria decumbens*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y elefante (*Pennisetum purpureum*) (Castillo 2003). Las especies introducidas de leguminosas que se emplean en menor porcentaje son *Calopogonium* sp, *Siratro* sp y *Stylosanthes*, y en menor proporción se encuentran los pastos introducidos Pará (*Brachiaria mutica*) y, alemán (*Echinochloa polystachya*) (Avalos y Carrizales 1994, Castillo 2003).

A pesar de contar con una amplia gama de forrajes tropicales, la producción de materia seca es baja (9 t MS ha⁻¹ año⁻¹). Además de, una elevada susceptibilidad de plagas comunes en el trópico (Valles 1997). En la práctica, estos terrenos no se fertilizan ni poseen leguminosas productivas que adicionen cantidades adecuadas de nitrógeno, lo cual después de varios años de uso ha llevado a la degradación de la fertilidad del suelo (Castillo *et al.* 2005). No obstante es común que los potreros se sobre-pastoreen en la época donde el forraje es escaso (noviembre a mayo) y se sub pastoreen el resto del año, cuando se produce más forraje del que puede consumir el ganado, por lo que su capacidad de carga no es mayor a 1 UA ha⁻¹. Sin embargo, con manejo rotacional intensivo se puede soportar casi el doble de carga animal (Castillo 2003).

2.1.4 Sistemas de producción ganadera en el trópico húmedo

Los sistemas de producción bovina de las regiones tropicales son extensivas y el 80% de las fincas son de doble propósito (SDP) y de cría (Castillo 2003, Améndola *et al.* 2005).

Las nuevas tecnologías que se han implementado en la producción ganadera han incrementando la producción de carne y leche. Sin embargo, está adopción requiere más capital, mano de obra, o esfuerzos de manejo de las pasturas y los criadores de ganado tienen acceso limitado a este tipo de recursos (Kaimowitz 2001).

2.1.4.1 Sistemas de pastoreo

El pastoreo continuo es el más usado en las explotaciones ganaderas del trópico húmedo mexicano, y consiste en mantener a los animales en un solo potrero, donde pastorean todo el año. Una de las razones del uso de este sistema, es el alto costo de los cercos tradicionales, ya que se construyen con insumos caros, los ganaderos desconocen la existencia de otras alternativas de cercos (Hanselka *et al.* 1988, Humphreys 1991).

En el pastoreo alterno, la superficie se divide en dos potreros de igual tamaño, los animales pastan por un tiempo definido en uno de ellos, mientras que el otro entra en recuperación o descanso. Con este sistema se logra ajustar la carga animal, pero tiene el inconveniente de emplear largos periodos de ocupación en cada uno de los potreros, provocando el mismo efecto que en el pastoreo continuo (FIRA 1994).

El pastoreo rotacional, consiste en dividir toda el área de una pastura en más de dos potreros, y mientras uno permanece ocupado, los demás se encuentran en recuperación. Con esto se logra reducir la superficie total de pastoreo, y se obliga al ganado a consumir el forraje de manera uniforme, de tal forma que se alcancé a generar suficiente pasto que garantice la producción de reservas radicales (Whiteman 1980, Murillo 1999).

2.2 Importancia de los árboles forrajeros en la ganadería

En Costa Rica, la utilización de árboles forrajeros para alimentación de rumiantes ha disminuido la utilización de gramíneas rastreras, y se ha observado un sustancial incremento en el tamaño de los hatos y en los niveles de producción de leche por animal (Benavides 1994). Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería, estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de forraje en época de sequía. Por otro lado, en algunos casos el sistema radicular de los árboles es más desarrollado que el de las forrajeras rastreras, por lo que estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores (Araya *et al.* 1994).

Así mismo, varias especies de árboles han mostrado características apropiadas para la producción de follaje, tal como la tolerancia a podas intensas, alta capacidad de rebrote, niveles adecuados de producción de biomasa comestible, versatilidad para el manejo de la semilla y siembra, y altos contenidos de nutrientes para los animales (Benavides *et al.* 1994).

De los árboles forrajeros sobresalen los fijadores de nitrógeno; además, muchos de los cuales son de crecimiento rápido y con buena producción de forraje. De los árboles más conocidos y utilizados en la zona de estudio son: guaje (*Leucaena leucocephala*), cocuite (*Gliricidia sepium*), gasparito (*Erythrina* sp) y frijol de árbol (*Cajanus cajan*) (Musálem 1998). El potencial de los árboles y arbustos forrajeros radica en que pueden ser aprovechados nutritivamente por los animales. Muchas especies de árboles forrajeros son parte de la dieta natural de los rumiantes. Estas especies han sido manejadas y utilizadas tradicionalmente como fuente de forraje en África, Asia, y por último en América latina (Jiménez 2000).

2.2.1 Caracterización de árboles forrajeros en sistemas ganaderos

Un árbol o arbusto es forrajero si tiene ventajas de tipo nutricional, de producción y de versatilidad agronómica, como puede ser adaptación al sitio, especie rustica, y fácil de establecer ya sea por siembra o por regeneración natural, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. En tal sentido, lo que se requiere para considerar a algún árbol o arbusto como potencialmente forrajeros es que el contenido de nutrientes y el consumo sean adecuados para esperar cambios en los parámetros de respuesta animal, la especie debe ser tolerante a la poda o ramoneo y debe producir niveles significativos de biomasa comestible por unidad de área (Benavides 1994).

Además, es recomendable seleccionar especies nativas o introducidas para aprovechar las ventajas de adaptación al medio ambiente, su establecimiento debe ser mediante técnicas agronómicas sencillas y de bajo costo. En el caso de las especies introducidas se debe aprovechar la experiencia y el éxito que se ha tenido en condiciones similares a donde se quiere establecer. La identificación botánica proporciona información sobre los diferentes usos en fincas y las formas tradicionales de manejo (Benavides 1994).

2.2.2 Importancia de la identificación y caracterización de árboles

Benavides (1994) menciona que la metodología para la investigación en árboles forrajeros debe iniciar con la identificación y caracterización de las especies utilizando el conocimiento etnobotánico de los productores. La identificación empieza por indagar con el productor sobre las especies que comúnmente son apetecidas por los animales. Esto se hace por medio de encuestas dirigidas.

En Puriscal, Costa Rica, Araya *et al.* (1994) encontraron 51 especies arbóreas que de acuerdo a los conocimientos empíricos de los productores, son consumidas por animales, se clasificaron diferentes usos, 30 especies aportaron leña, 15 fueron ornamentales, 14 cercas vivas, 12 eran de consumo humano, 11 especies eran medicinales, 10 eran sombra, 7 se usaban para reforestación, 6 para artesanía, 5 para protección y 4 como alimento para aves y conejos. Con esto se demuestra la diversidad de usos de las especies arbóreas en las fincas ganaderas.

Algunos autores han identificado especies arbóreas, mediante la caracterización por medio de recolección de muestras vegetales, para su clasificación taxonómica y análisis de laboratorio donde se ha evaluado su contenido nutritivo. Esto lo han hecho en base a encuestas y observaciones con el propósito de recoger información sobre la toma de decisiones de los productores, de cómo afecta o beneficia la cobertura arbórea en la ganadería (Flores 1994, Mendizábal *et al.* 1994, Ruiz 1994, Villacis *et al.* 2003, Muñoz 2004).

Las encuestas se han dirigido a productores de bovinos para recabar información sobre las técnicas de manejo agronómico usadas con especies de leñosas forrajeras que están presentes en potreros, también para saber cuáles utilizan para alimentar a los animales, forma de uso y parte de la planta que es utilizada como alimento; de esta manera se determina qué especies existen y sus características de manejo más comunes (Hernández 1997).

2.2.3 Conocimiento local en sistemas silvopastoriles

En América Central, el uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores desde hace siglos; de tal manera, que el conocimiento local es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas forrajeras (Ibrahim *et al.* 1999). La sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles se fundamenta en la capacidad de los árboles para producir biomasa, con altos niveles de proteína, su posibilidad de aprovechar la energía solar y los recursos agua, aire y suelo. Con el silvopastoreo, el ganadero cuenta con un sistema de producción menos dependiente de los fertilizantes y concentrados, ya que el sistema provee productos secundarios que benefician su economía (Simón *et al.* 1996).

Casasola *et al.* (2001) y Zamora *et al.* (2001) han realizado diversos estudios sobre el conocimiento local de ganaderos con sistemas silvopastoriles. En estos estudios se han evaluado diferentes aspectos, tales como: la cobertura arbórea, las interacciones con otros componentes del sistema y uso de especies en la alimentación animal. Estas evaluaciones se

han enfocado en estudiar: 1) cómo los productores perciben las interacciones de la cobertura arbórea con los componentes del sistema, 2) cómo se compara y se relaciona el conocimiento local con el conocimiento científico, 3) cómo se relaciona el conocimiento entre productores y entre diferentes tópicos de investigación, y 4) cuál es la utilidad del conocimiento local en la forma de utilización de los productos de los árboles.

Muñoz *et al.* (2003) organizó tres grupos temáticos del conocimiento local: i) uso, características y atributos de las especies arbóreas; ii) clasificación del recurso arbóreo por parte de los ganaderos; iii) interacciones de la cobertura arbórea con el ganado, pastos, suelo y sus implicaciones para el manejo de los sistemas silvopastoriles.

2.3 Clasificación de sistemas agroforestales en la ganadería

Los sistemas agroforestales (SAF), se definen como la combinación en tiempo y espacio, de especies de árboles con cultivos y animales o ambos, que además constituyen el uso adecuado de los recursos naturales, equilibrando factores biofísicos, ambientales y socioculturales, en los cuales el aprovechamiento, es de manera integral y sostenible, manejando en forma técnica la biodiversidad que existe en los ecosistemas (Nair 1997).

Algunos SAF permiten un menor uso de agroquímicos, reducen la erosión del suelo, reducen la degradación de fuentes de agua y, dependiendo de las especies arbóreas en el sistema, aumentan la fijación de nitrógeno y secuestro de carbono (Niesten *et al.* 2004).

Los SAF se pueden agrupar en diferentes prácticas agroforestales entre los cuales podemos mencionar: sistemas agrosilvoculturales, sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas especiales (Nair 1997, Jiménez y Muschler 2001). Para alcanzar efectos benéficos, la agroforestería debe reunir tres atributos: a) productividad, para producir bienes requeridos por el productor; b) sostenibilidad, es la capacidad del sistema a permanecer productivo indefinidamente; y c) adaptabilidad, es la aceptación del sistema de acuerdo a las limitantes y características propias de cada productor (Jiménez y Muschler 2001).

La agroforestería es una forma de cultivo múltiple, en la que se deben considerar al menos tres características: 1) que existan al menos dos especies de plantas que interactúen biológicamente, 2) que al menos uno de los componentes sea una leñosa perenne y 3) que uno de los componentes sea una planta manejada con fines agrícolas que puede incluir pastos (Somarriba 1990).

2.3.1 Sistemas silvopastoriles

Un sistema silvopastoril (SSP) es la combinación de árboles y/o arbustos con gramíneas y/o ganado en pastoreo, en una misma unidad de área. Estas combinaciones pueden ser simultáneas o secuenciales y tienen como objetivo optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido (Combe y Budowski 1979, Nair 1997, Pezo e Ibrahim 1999). En los SSP, los árboles y arbustos tienen importancia, debido a que proporcionan sombra, alimentos altos en proteína y minerales para los animales, además pueden mejorar el reciclaje de nutrientes, la estructura física y química del suelo, aumentando la producción y valor nutritivo de las pasturas (Hernández y Sánchez 1998).

Así mismo, los SSP tienen algunas desventajas como: la competencia por agua y nutrientes que puede perjudicar a los pastos (Febles *et al.* 1995). El descanso y sombreado del ganado bajo los árboles disminuye la cobertura herbácea y compacta el suelo, también se produce daño físico a los árboles jóvenes al rascarse los animales en el tallo o raspar la corteza y/o que consuman intensamente los rebrotes (Pezo e Ibrahim 1999). Los sistemas ganaderos extensivos tienen árboles forrajeros, frutales y maderables, por lo que contribuyen a la reforestación y restauración de áreas degradadas. Un elevado número de especies arbóreas forrajeras son consideradas de mediana a alta calidad, por lo que constituyen una fuente alterna de alimento para los animales durante la época seca (Makkar *et al.* 1995).

2.3.2 Árboles dispersos en potreros

Los árboles dispersos, son aquellas especies arbóreas que el productor ha plantado o retenido deliberadamente dentro de un área agrícola o ganadera para que provea un beneficio o función de interés para el productor (Raintree y Warner 1986). Se espera que los árboles dispersos en potreros provean sombra y alimento al ganado, aunque también pueden generar ingresos por la venta de madera y fruta (Ibrahim y Camargo 2001). En algunos casos los árboles en potreros, están distribuidos en toda la superficie o área de pastoreo, con beneficios para la gramínea y el suelo, sobre todo si son leguminosas (Milera e Iglesias 1996).

Los árboles dispersos en potreros, son de los sistemas más estudiados en Latino América, y se encuentran entre un 80 a 100% en fincas, en Costa Rica y Nicaragua se han encontrado entre 99 y 190 especies de árboles dispersos en potreros, demostrando la gran diversidad de especies arbóreas en los SSP (Harvey *et al.* 1999, Cajas y Sinclair 2001, Villanueva 2001, Zamora *et al.* 2001, Cerrud 2002, Esquivel *et al.* 2003, Villacís *et al.* 2003).

Algunos autores consideran que en los SSP, el objetivo principal es la producción ganadera y el secundario es la producción de madera, leña, frutas, cercos vivos y sombra (Bustamante y Romero 1991, Clavero 1996). Algunas de las especies más comunes en los potreros de Costa Rica y Nicaragua, han sido: genízaro (*Samanea saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), laurel (*Cordia alliodora*), pilón (*Hyeronima alchornooides*), caobilla (*Carapa guianensis*), jaul (*Alnus acuminata*), guayaba (*Psidium guajaba*), yos (*Sapium glandulosum*), maría (*Conostegia xalapensis*), jiote (*Bursera simaruba*), nance (*Byrsonima classifolia*) (Harvey y Haber 1999, Pezo e Ibrahim 1999, Zamora *et al.* 2001).

2.3.3 Cercas vivas

Las cercas vivas son líneas de árboles o arbustos plantados como postes para delimitar propiedades o potreros, o donde se concentren los animales; su principal objetivo es controlar el movimiento de los animales y de los seres humanos (Budowski 1987, Budowski y Russo 1993). Las cercas vivas producen forraje para animales domésticos y silvestres, mejoran la fertilidad y la humedad del suelo por la adición de hojas, proveen leña, madera, de sus flores se obtiene néctar y polen, frutos y postes (Budowski 1987). Con frecuencia se utilizan leguminosas arbóreas tales como madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina berteroana*, *E. fusca* y *E. costarricensis*) en las zonas húmeda; mientras que en las zonas secas leucaena (*Leucaena leucocephala*), guachipelín (*Diphyssa robinoides*) y especies no leguminosas como jiote (*Bursera simaruba*) y jocote o ciruela (*Spondias purpurea*) son las especies más frecuentes (Budowski 1987, Budowski 1998).

En Costa Rica se ha encontrado en diversos estudios, que el uso de cercas vivas en SSP, va desde un 49% hasta un 89% (Souza de Abreu *et al.* 2000, Villanueva 2001, Harvey *et al.* 2003, Villacís *et al.* 2003, Harvey *et al.* 2004). El uso de cercas muertas es relativamente bajo, y representa solo el 14% de todas las cercas encontradas en SSP (Harvey *et al.* 2003).

Las cercas vivas han tomado relevancia económica y ecológica, no sólo porque su inducción significa un ahorro de hasta el 54% del costo de establecimiento de las cercas convencionales, además de que constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, también representa una forma de introducir árboles en los potreros, que beneficia la producción de madera y las necesidades para diversificar la producción ganadera (Holmann *et al.* 1992).

En Costa Rica, se realizaron estudios agronómicos en el manejo de podas de cercas vivas de poro y madero negro, con el fin de incrementar la producción de forraje. Con podas tres veces por año produjeron 3,5 a 6 t de MS km⁻¹ año⁻¹, con una DIVMS de 56 a 65% y contenido de PC de 20 a 26% (Romero *et al.* 1993).

2.3.4 Bancos de proteína

Como banco de proteína se define al uso de un área de entre el 20-30% del total de la superficie de un rancho ganadero, que puede ser ocupada por leguminosas solas, o asociadas con gramíneas, donde las leguminosas constituyen la principal fuente de proteína en la explotación ganadera (Milera 1992). De las especies más usadas como banco de proteína, está el guaje (*Leucaena leucocephala*), tanto para ganado de leche como de carne.

Castillo *et al.* (1989) señalaron que bovinos alimentados a libre acceso, en un pastizal de guinea (*Panicum maximum*) asociado a un banco de *L. leucocephala*, incrementaron las ganancias de peso considerablemente en este sistema; a diferencia del uso de pasto solo. En otro sistema silvopastoril de *L. leucocephala* con pastos nativos, permitió ganancias individuales de 715 gr animal⁻¹día⁻¹ en la engorda inicial de becerros de la raza cebuina (Hernández *et al.* 1986). Estudios realizados durante cuatro años en el trópico húmedo de Costa Rica, muestran que un banco de *Erythrina berteroana* produce cerca 6 ton ha⁻¹ año⁻¹ de proteína cruda, lo cual alcanzaría para aportar durante un año el 30% de los requerimientos de proteína de 46 vacas de 400 kg de peso y con una producción de 8 kg de leche vaca⁻¹ día⁻¹ (CATIE 1991).

Otra de las especies promisorias usadas como banco de proteína es *Cratylia argentea*, que empleada como suplemento para vacas de doble propósito, puede reemplazar hasta un 80% de los requerimientos de proteína del animal, con potencial para producir entre 7 y 9 litros de leche vaca⁻¹ día⁻¹ (Ibrahim *et al.* 1999).

2.3.5 Cultivo en callejones

Los cultivos en callejones es otra alternativa de producción de los SAF. Este sistema incluye la siembra de forrajeras herbácea entre las hileras de árboles o arbustos. Su objetivo es proveer a los animales de forraje durante todo año, mejorar la calidad de suelo y reducir los procesos de erosión (Nair 1997).

En el trópico húmedo de Costa Rica se investigó la siembra de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* en hileras cada cinco metros, dentro de pasturas de *Brachiaria brizantha* bajo pastoreo. Durante los cinco años de evaluación *Erythrina berteroana*, tuvo mayor sobrevivencia (90%), comparada con *G. sepium* (3%), que prácticamente desapareció en la pastura (Abarca 1997). Lo anterior demuestra que los cultivos en callejones son una alternativa de producción de forraje de árboles si se busca la especie que soporte y se adapte mejor la presión de pastoreo.

2.3.6 Plantaciones forestales

En los últimos años se ha observado un incremento en la extracción de madera en las fincas ganaderas. Esto se relaciona posiblemente con el alza en el precio de la madera (*Pithecellobium saman* y *Cordia alliodora*), extraída de los potreros y la disminución en el precio de la carne (Ibrahim *et al.* 1999).

El manejo de pastoreo dentro de plantaciones forestales ha recibido mucha atención debido a la necesidad de generar ingresos a corto plazo (Ibrahim *et al.* 1999). CATIE ha hecho varios estudios sobre pasturas que pueden tolerar sombra y mantener un alto nivel de producción en sistemas silvopastoriles. El comportamiento agronómico de ocho especies de gramíneas mejoradas fue evaluado bajo pleno sol y en asocio con *E. Poeppigiana*, manejada con podas cada seis meses. Seis de las ocho gramíneas evaluadas tuvieron mayor producción (10 a 53%) en el sistema silvopastoril con poró. Las especies más productivas fueron *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 y *Panicum maximum* CIAT 16061 (Bustamante *et al.* 1998).

2.4 Importancia de los árboles en la producción animal

La ganadería en el trópico y especialmente en América latina, se ha caracterizado por una baja eficiencia productiva (Holmann y Rivas 2005). Las especies arbóreas tienen bondades nutritivas en la ganancia de peso de los animales. *L. leucocephala*, ha sido una de las especies más estudiadas, utilizada como suplemento hasta en 16% de MS de la dieta animal, obteniendo ganancias de peso de 0,8 a 1,1 kg en periodos cortos de 115 a 90 días.

Jiménez (2000) recomienda utilizar follaje de árboles como suplemento en una cantidad de 30 a 50% de MS de la dieta base, y utilizar el follaje seco ya que tiene mejores efectos de ganancia de peso, esto es porque a diferencia del material fresco incrementa la cantidad de proteína sobrepasante del rumen y disminuye el contenido de factores antinutricionales durante el proceso de secado. La presencia de diferentes leguminosas en potreros, se debe a

que aumentan la calidad nutritiva de la ingesta de forraje por tener alto contenido de proteína, superior a los pastos e incluso a la mayoría de los concentrados comerciales. Además, de que se han encontrado altos porcentajes de DIVMS (digestibilidad *in vitro* de materia seca) en algunos de ellos (Benavides 1994).

Zamora *et al.* (2001), reportaron que el 87% de los productores de Boaco, en Nicaragua, suplementaron ganado con especies arbóreas y arbustivas en la época seca. De estas especies, 14 fueron fuentes de alimento, de las cuales siete de follaje y frutos, y otras siete solamente de frutos. Las especies más usadas fueron madero negro (*Gliricidia sepium*), cablote (*Guazuma ulmifolia*), poró (*Eritrina* sp), genízaro (*Samanea saman*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), jícaro (*Crescentia alata*) y mango (*Mangifera indica*). Así mismo, Roncallo *et al.* (1996) mencionan que los frutos provenientes de especies arbóreas como genízaro (*S. saman*), *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana* y guanacaste (*E. cyclocarpum*) pueden proporcionar hasta 7 t de azúcar.

2.4.1 Efecto de la sombra de los árboles, en la producción de pastos

Árboles de copas densas, como los frutales o algunos de sombra, pueden reducir en un 50% el rendimiento de pasturas no mejoradas, esto en condiciones de suelo de baja fertilidad, y drenaje deficiente. Mientras que árboles maderables de copa rala y abierta, como *C. alliodora*, pueden reducir el rendimiento de pasturas mejoradas en un 30%, en suelos fértiles, con buen drenaje, y sombra abierta (Villafuerte *et al.* 1999). Por otra parte, Ruiz *et al.* (1998) realizaron un estudio de efecto de la sombra en plantaciones de *L. leucocephala* con pasto estrella, observando después de dos años un aumento en la composición botánica de 86-90% de pasto con sombra; contra 63% sin sombra, con un rendimiento de 12 t de MS ha⁻¹ año⁻¹ de pasto y 7 t de MS⁻¹ ha⁻¹ año de *L. leucocephala*, comparada con 6,7 t de MS⁻¹ ha⁻¹ año de pasto en el área sin sombra; además la PC incrementó un 3 % en el pasto con sombra.

En este contexto, la presencia de los árboles en pasturas produce efecto de sombra, y además favorecen a crear condiciones de microclima benéfico para los pastos, al atenuar la intensidad lumínica y la temperatura foliar de las plantas, además de que mejora el contenido de PC de los pastos (Febles *et al.* 1995).

El efecto directo entre las especies arbóreas y las gramíneas es que las primeras, podrían tener un sistema radicular más profundo que les permite movilizar nutrientes al llegar a sustratos más profundos del suelo e incorporarlos a la superficie a través de la hojarasca y así

permitir a los pastos disponer de estos (Hernández y Sánchez 1998, Pezo e Ibrahim 1999). Beneficios que los sistemas silvopastoriles proporcionan al suelo.

Los SSP crean condiciones favorables para mantener humedad en el suelo, y se incrementa la acumulación de hojarasca y se estimula la actividad del ecosistema del suelo, estableciendo una relación directa entre la cantidad y calidad de biomasa forrajera que se le ofrece al ganado, con la cantidad y velocidad del reciclado de nutrientes (Crespo *et al.* 1999, Pezo e Ibrahim 1999).

Dado que la poda no es muy común en los sistemas silvopastoriles, el reciclaje de nutrientes ocurre cuando hay muerte de raíces; senescencia y caída de la biomasa aérea de árboles y de pastos; además de excretas de los animales (Pezo e Ibrahim 1999). Esto se debe al incremento de residuos orgánicos que retornan al suelo, provenientes de la cubierta vegetal, donde hay reciclado y fijación de nitrógeno (dado principalmente por leguminosas) así como la deposición y descomposición de hojarasca (Nair 1997, Clavero 1996). Al respecto, se mencionó que *L. leucocephala*, es utilizada en agroforestería como fuente de nitrógeno, para reducir costos de fertilización del suelo (Singh *et al.* 1996).

También, la ganadería con plantaciones de árboles, contribuye al control de pastos y malezas que compiten con el desarrollo de árboles, además las copas de estos interceptan la lluvia y reducen la velocidad de caída al suelo, lo cual favorece la infiltración evitando escorrentías, erosión e inundaciones (Eckholm 1977). Los animales tienen un papel importante en cuanto al reciclaje de nutrientes en los SSP, debido a que, a través de las excretas (heces y orina) retornan gran cantidad de los nutrientes que ellos consumen; estimándose que pueden reciclar entre 75 y 85% de los nutrientes que consumieron en el forraje (Bellows 2001). El efecto de este conjunto de mecanismos es lo que provoca mejoras en la productividad y fertilidad del suelo, el cual puede ser tan fuerte que sobrepasa las pérdidas en el rendimiento de la pastura ocasionada por la sombra (Pezo e Ibrahim 1999).

2.5 Características nutritivas del follaje de árboles forrajeros

2.5.1 Factores antinutricionales de árboles y arbustos forrajeros

Una de las limitantes que tiene el uso de algunos árboles forrajeros, es la presencia de factores antinutritivos como: fenoles, saponinas, y derivados de aminoácidos, los cuales afectan la digestión del forraje. Otro factor es la toxicidad presente en las partes comestibles de la planta lo que origina respuesta de rechazo, trastornos metabólicos, bajo consumo y poca

digestibilidad (Jiménez 2000). Niveles altos de taninos (6 a 10 % en base seca) pueden afectar la degradación de la proteína y el consumo voluntario de especies arbóreas. Además, de los componentes antes mencionados, algunas especies contienen sustancias diferentes como la *Leucaena* (mimosina), *Erythrina* (Eritroidinas) y *Gliricidia* (Cumarinas) (Lascano 1995).

2.5.2 Composición química de los forrajes arbóreos

El valor nutritivo de los forrajes se estima al analizar su contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra en detergente ácido (FDA), fibra en detergente neutro (FDN), extracto etéreo (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN). Estos valores son los más importantes para determinar si un forraje cumple con los requerimientos nutricionales para los animales (Bogdan 1977).

2.5.2.1 Materia seca

La materia seca de los alimentos está constituida por una fracción orgánica y otra inorgánica (AOAC 1990). Se denomina humedad a la cantidad de agua libre y combinada que contiene un alimento, expresada sobre el porcentaje de alimento fresco, y consiste en provocar la evaporación de agua presente en el mismo, El contenido de humedad de una muestra se determina por la pérdida de peso que se experimenta al desecarse en horno de aire forzado a una temperatura entre $100\pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar peso constante, esto sucede en aproximadamente 24 h (Jarrige 1990). El complemento a 100% de la humedad se denomina materia seca.

2.5.2.2 Materia orgánica

Los compuestos químicos de un alimento se dividen en materia orgánica e inorgánica. Los que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, lípidos, ácidos nucleicos y vitaminas, son clasificados como orgánicos. Los compuestos inorgánicos o minerales son los demás elementos químicos que tiene un forraje; de los más importantes son el calcio y fósforo.

La determinación del componente orgánico consiste en la oxidación de la MO contenida en la muestra, sometiéndola a una combustión a 550°C . La MO se volatiliza y el material restante que queda de color blanquecino en forma de cenizas, que son los componentes inorgánicos (AOAC 1990). A esta temperatura, se volatilizan todos los componentes orgánicos al ser oxidados con dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, azufre y agua. Si se superan los 550°C en la combustión se volatilizan algunos compuestos minerales, principalmente cloruros, lo que permitiría un error en la determinación. El complemento a

100% de las cenizas se llama materia orgánica. El contenido de cenizas sirve para evaluar el contenido en MO del alimento (Jerrige 1990). En las plantas, el contenido de minerales varía entre 1 a 12%. Los forrajes usualmente contienen más minerales que las semillas o granos.

2.5.2.3 Proteína cruda

El método Kjeldahl es la técnica estándar para determinar el contenido de nitrógeno (N) en un alimento, se denomina proteína cruda, al contenido de N que se multiplica por el factor 6,25. En promedio todas las proteínas tienen 16% de N (Jarrige 1990, AOAC 1990). La determinación del N por Kjeldahl es la transformación de todo el N del alimento, orgánico e inorgánico, en sulfato amoniaco (nitrógeno inorgánico) mediante el ataque de 1g de muestra con 12 ml de una mezcla de ácido sulfúrico / ácido fosfórico, 6 ml de agua oxigenada (acelera el proceso de mineralización) y en presencia de un catalizador. El ataque se lleva a cabo en un digestor a una temperatura de 400°C durante 3 horas. En la digestión, el resto de la MO se descompone hasta la formación de dióxido de carbono y agua. Posteriormente, en la unidad de destilación y valoración, el sulfato amónico es transformado en amoniaco y sulfato sódico por la adición de hidróxido sódico 1 por 100 (25 ml), como indicador de color, donde se forma el borato amónico que es valorado con una solución de ácido clorhídrico (0,1-0,2 N).

2.5.2.4 Determinación de fibra

La fibra es uno de los constituyentes más importantes de los forrajes, ya que los rumiantes pueden aprovecharla parcialmente. Esta fracción que dada en exceso puede limitar el consumo del forraje y su degradación, y por lo tanto, este efecto se ve reflejado en la productividad del animal. La estimación del contenido de la pared celular de forrajes es importante, debido a que está altamente relacionada con la digestibilidad de la MO. La pared celular es más o menos digerida por los rumiantes dependiendo del tejido del forraje, mientras que el contenido celular es teóricamente digerido en su totalidad (Revendin 1995).

Van Soest y Wine (1968) desarrollaron, el sistema de detergentes que trata de separar de forma rápida y simple el material vegetal usando dos tipos de detergentes, uno en medio neutro, el sulfato de lauril sódico, y otro, en medio ácido, el bromuro de cetil trimetil amonio.

2.5.2.5 Fibra detergente ácido

La fibra en detergente ácido (FDA) es el residuo libre de cenizas que queda al tratar la muestra de material vegetal con solución ácido detergente, la cual disuelve las fracciones celulares, como la hemicelulosa y los minerales solubles, con lo que se deriva un residuo

formado por celulosa, lignina, cenizas insolubles y proteína ligada a la pared celular (AOAC 1990). El procedimiento de FDA provee un método rápido para determinar lignina y celulosa en alimentos, por lo tanto, la diferencia entre los constituyentes de paredes celulares y la FDA es un estimador de la hemicelulosa obtenida por diferencia entre fibra en detergente neutra FDN y FDA (Van Soest y Wine 1968, Van Soest *et al.* 1991). La determinación de la FDA es especialmente útil en el caso de los forrajes, ya que existe una buena correlación estadística entre ella y la digestibilidad (McDonald *et al.* 1999).

2.5.2.6 Fibra detergente neutro

La fibra detergente neutro es el residuo libre de cenizas que queda al tratar la muestra vegetal con solución neutro detergente, que disuelve las pectinas de la pared, fácilmente digestibles, y los solubles celulares (proteínas, azúcares y lípidos), resultando un residuo que representa el contenido en paredes celulares (celulosa, hemicelulosas y lignina) (Van Soest *et al.* 1991). La FDN es considerada uno de los factores más importantes que afecta el uso del forraje ya que constituye la mayor fracción de MS, y se relacionada con el consumo y degradación. Un incremento en la concentración de MS indigestible ocasiona una reducción en la tasa de paso y una restricción física que limita el consumo de MS (Kawas 1998).

2.5.3 Degradación ruminal de especies arbóreas

El follaje de algunos árboles de uso forrajero como *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Brosimum alicastrum*, *Erythrina berteroana*, *Spondias* sp., *Acacia farnesiana*, y *Bursera simaruba*, se caracterizan por tener una buena adaptación y alto contenido de PC (hasta un 25%), lo cual es el doble o aún más que las gramíneas tropicales; sin embargo, la digestibilidad del follaje en muchas especies arbóreas forrajeras es relativamente baja (entre 50-60%), comparada con forrajes herbáceos (Benavides 1994, Flores 1994) Aunque, la degradación puede aumentar si las especies arbóreas contienen un porcentaje menor al 4% de taninos, los cuales impiden la degradación de la proteína en el rumen (Escobar 1996).

En Yucatán (México) se han investigado varias especies arbóreas utilizadas en la alimentación animal, como *L leucocephala* y *Cnidocolus chayamansa*, las cuales han mostrado contenido de PC de 22,5 y 20 % respectivamente (Aguilar *et al.* 2000).

En el estado Chiapas, México, se evaluó la calidad nutritiva de varias especies arbóreas. El estudio mostró una gran variabilidad en los factores de calidad (Cuadro 16).

Cuadro 1. Composición química (%) de especies arbóreas encontradas en Chiapas, México.

Especie	PC	Ce	MO	FDN	FDA	DISMS
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10,4	13,7	86,2	42,5	29,5	77,2
<i>Gliricidia sepium</i>	23,8	10,6	89,4	38,5	24,7	67,2
<i>Acacia milleriana</i>	11,8	8,5	91,5	42,7	28,5	61,2
<i>Acacia pennatula</i>	12,5	7,1	92,9	59	35,8	59,8
<i>Phitecollobium dulce</i>	19,6	10,1	89,9	45,2	29,3	57,8
<i>Genipa americana</i>	9,4	8,4	91,5	37,7	30,9	54,3
<i>Diphysa robinoides</i>	18,7	11,7	88,2	31,7	23,2	46,9
<i>Leucaena collinsii</i>	20,1	10,1	89,8	27,5	19,1	46,5
<i>Erythrina goldmanii</i>	22,8	12	88,0	43,1	28,8	41,7
<i>Acacia farnesiana</i>	24,0	7,7	92,2	42,1	26,7	40,8
<i>Bauhinia unguolata</i>	13,2	7,2	92,8	42,4	26,5	34,1

Fuente (Pinto 2002), PC=Proteína cruda; Cenizas=Materia orgánica; FDN=Fibra detergente neutro; FDA=Fibra detergente ácido; DISMS=digestibilidad *in situ* de materia seca.

Algunas de las ventajas del forraje de las leguminosas arbóreas, son que la degradación ruminal de PC libera lentamente el nitrógeno, lo cual permite una fermentación ruminal más eficiente de las fracciones fibrosas de la especie. Sin embargo, el aumento en la degradación de los arbustos tiene relación con el acrecentamiento en la cantidad de contenido celular resistente a la degradación por los microorganismos del rumen (Holechek *et al.* 1989, Arthur *et al.* 1992). Aunque los pastos proveen nitrógeno amoniacal, péptidos, aminoácidos y azufre, los cuales estimulan el crecimiento de la población de microorganismos del rumen, en las raciones con estos forrajes hay aumento de la densidad energética y de proteína sobrepasante de la dieta alimenticia (Lascano 1995).

Lo anterior se debe a que las especies arbustivas y arbóreas se lignifican principalmente en los tallos y en menor cantidad en las hojas (Gómez *et al.* 1995), a diferencia de lo que ocurre con la mayoría de gramíneas tropicales utilizadas en pastoreo, donde los contenidos de lignina y pared celular de tallos y hojas se incrementan con la edad, lo que conlleva a la disminución de la degradación ruminal (Humphreys 1991). Así mismo, las leguminosas arbóreas tienen un efecto similar en tallos y hojas, pero éstas se mantienen sin variación en los contenidos de lignina, pared celular y porcentaje de degradación, atenuando el efecto negativo de la edad (Jung y Vogel 1992). Por esta razón, la calidad del follaje de especies arbóreas es más estable a través del tiempo (Gómez *et al.* 1995).

2.5.4 Técnicas de medición de degradación ruminal

El valor nutritivo de un alimento puede ser determinado por análisis químico proximal, pero su valor real para el animal, solo se puede lograr a través de un análisis de pérdidas inevitables que ocurren durante la digestión, absorción y metabolismo (Minson 1982).

Las técnicas químicas de evaluación nutricional arrojan un estimado de las características que tienen los forrajes independientemente de la especie, pero es indispensable que los resultados sean validados con evaluaciones *in vitro* o *in situ*; lo cual constituye un parámetro de calidad importante para predecir si el forraje es degradable o no (AOAC 1990).

2.5.4.1 Degradación *in vivo*

La degradación intestinal aparente de la PC no degradada en el rumen se establece a partir de su desaparición en duodeno, precisando, por tanto el uso de animales múltiplemente canulados, así como establecer la síntesis ruminal de proteína microbiana, este método resulta extremadamente complejo y laborioso, no siendo adaptable al estudio sistemático de los alimentos; además, precisa otras limitaciones como las imprecisiones asociadas a el uso de marcadores microbianos y de flujo digestivo (González 2006)

2.5.4.2 Degradación *in vitro*

El método de fluido ruminal y pepsina (Tilley y Terry 1963), es aún la técnica más empleada para predecir la degradabilidad *in vitro* de algunos forrajes usados en la alimentación de rumiantes (Beever y Mould 2000). Sin embargo, esta técnica tiene desventajas, debido a que se requiere de la disponibilidad de animales fistulados al rumen como donantes de licor ruminal. Otro de los problemas de esta técnica es la variabilidad en la calidad del fluido ruminal, lo que está relacionado con el tipo de manejo al que se le somete, tipo y dieta del animal donante, momento de recolección, condiciones de anaerobiosis, pH y temperatura (Tilley y Terry 1963, Mabjeesh 2000). Sin embargo, la técnica desarrollada por Van Soest y Wine (1968) supone una alternativa al método de Tilley y Terry, ya que permite una valoración más rápida de los alimentos, sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido (Van Soest 1994). Este procedimiento consiste en medir la fermentación de los alimentos a través de la producción de gases, principalmente, dióxido de carbono e hidrógeno. La técnica de producción de gas *in vitro* genera datos de la cinética de degradación de un alimento, midiendo la fermentación de este en lugar de su desaparición (Van Soest 1994).

La degradación de los forrajes tropicales en bovinos depende de la estructura y composición química de la planta, y de la actividad microbiana del rumen, factores asociados con la cinética de digestión (Van Soest 1982). Los procesos de digestión *in vitro* han sido desarrollados usando líquido ruminal, celulosas y soluciones tampón para simular las condiciones del rumen. Se han aplicado procesos enzimáticos *in vitro* para forrajes y pajas de baja calidad; pero, han sido relativamente insatisfactorios, porque las bacterias del rumen son más eficientes para digerir carbohidratos estructurales que enzimas fúngicas purificadas y levaduras, alcanzando un nivel superior de digestión de la pared celular (Van Soest 1994).

2.5.5 Degradación *in situ* de materia seca

Los procedimientos de fermentación ruminal son útiles para seleccionar forrajes o características, que de manera general beneficien el consumo en rumiantes (Church 1993). La degradación es la base para muchos de los sistemas actuales de alimentación (AFRC 1993, Madsen *et al.* 1995, NRC 1996). La técnica de la bolsa de nylon (Orskov *et al.* 1980), también llamada degradación *in situ*, representa un adelanto con respecto al método de Tilley y Terry, ya que describe la cinética de degradación efectiva de la composición química por los microorganismos que predominan en el rumen (Orskov y McDonald 1979). Esta técnica puede también predecir relativamente el consumo voluntario y la degradación de un alimento, para proporcionar estimados de la tasa de desaparición de los constituyentes alimenticios en el rumen. La técnica comprende dos procesos; la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos; y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Kempton 1980, Orskov 2000).

El uso de la bolsa de nylon, es una la técnica, que tiene ventajas y limitaciones. De las principales limitantes, se observa que la muestra, no se somete a ninguna pérdida en la masticación y la rumia (Orskov y McDonald 1979). Los resultados obtenidos con esta técnica varían con el tipo de procesamiento de la muestra, lavado, secado, cantidad pérdida de partícula de forraje, sitio de incubación, secuencia de metido de bolsas al rumen, dieta, tipo de animal huésped, tipo de bolsa, tamaño de poro, extensión de la contaminación microbiana. Los factores antes mencionados previenen la comparación directa de resultados de diferentes experimentos (Huntington y Givens 1995, Noziere y Michalet-Doreau 2000).

Otro factor importante es la distribución del tamaño de partícula; en lugar del tamaño de la malla de molido, debido a que las partículas molidas contienen diferentes tamaños, las

cuales difieren en composición química y características de degradación (Noziere y Michalet-Doreau 2000). Adicionalmente, la técnica no parece adecuada para determinar algunos efectos de la suplementación o la presencia de factores antinutricionales, como los taninos, y no es apropiada para caracterizar alimentos solubles o de partícula muy pequeña (Orskov 2000).

Los modelos usados frecuentemente para describir la cinética de degradación de los alimentos o de fracciones de los mismos describen muy poco de los perfiles de degradación de alimentos altos en nitrógeno soluble (Orskov y McDonald 1979). Los alimentos con alto valor nutritivo promueven una buena ganancia de peso y más producción de leche. En la evaluación de forrajes es difícil contar con un indicador que muestre el valor nutritivo, ya que la composición química no es suficiente para indicar el valor nutritivo, debido a que la obtención de nutrientes a partir del forraje es muy variable (Jiménez 2000).

2.5.5.1 Degradación aparente

La degradación aparente puede ser considerada como el balance del alimento menos las heces; mientras que la degradación verdadera es el balance entre la dieta y los residuos del alimento, en las heces exclusivamente en los productos metabólicos. La definición de ingestión verdadera depende de la identificación de residuos del alimento que sobrevive en el tracto digestivo. El balance de materia perdida durante el pasaje por el aparato digestivo es la mayor medida reproducible por los ingredientes de la dieta (McDonald *et al.* 1999).

La importancia de la digestibilidad verdadera radica en que ésta representa la parte de alimento disponible para la digestión del animal o las enzimas microbianas. Los métodos *in vitro* están relacionados más a la digestibilidad verdadera que a la aparente, porque éstos son incapaces de estimar las pérdidas metabólicas por heces de origen endógeno. Las pérdidas metabólicas son mucho más influenciadas por el estado fisiológico y la condición física del animal. Sin embargo, se considera digestibilidad aparente debido a que en rumiantes el metano que proviene de la fermentación de los carbohidratos se pierde vía eructo y no es absorbido por el animal. También se considera aparente por la presencia en las heces de productos metabólicos del animal (McDonald *et al.* 2002).

2.5.5.2 Degradación *in situ* de materia orgánica

Uno de los factores más importantes que determinan el valor nutritivo de los forrajes es la digestibilidad de la materia orgánica (DISMO) que, con forraje tierno de primavera puede llegar al 85%, y descender al 50% en los forrajes de invierno (McDonald *et al.* 1999). La

calidad del forraje ofrecido y la cantidad consumida tiene una relación positiva. Esto tiene una estrecha relación con la velocidad de digestión del alimento en el rumen y su pasaje al intestino, lo que determina la cantidad que un animal puede comer diariamente. Así, la ingestión de alimentos tiende a disminuir a medida que las plantas maduran, debido a una disminución en calidad (Bogdan 1977). La digestibilidad en las gramíneas tropicales disminuye a medida que maduran y se debe, principalmente, a la pérdida de características que favorecen la digestibilidad, por la presencia de lignina tanto de la hoja como del tallo y no al aumento que se produce en la proporción del tallo (Sherman y Riveros 1992). La reducción en la digestibilidad de las plantas con avanzada madurez está asociada con una disminución en su contenido de proteína o nitrógeno (Alden 1997).

2.5.5.3 Degradación *in situ* de proteína cruda

La PC es un componente esencial en la nutrición de todas las especies animales (Rotger 2005). Hay esencialmente dos métodos para obtener la degradación *in situ* de la proteína cruda (DISPC), uno basado en la cantidad de proteína dietética que ingresa al abomaso, y el otro que mide la desaparición de la proteína incubada en el rumen mediante la suspensión de bolsas de nylon. El primer método, además de las dificultades de tipo quirúrgico impuestas a los animales, requiere de análisis complicados para separar la proteína microbiana de la proteína dietética no degradada a nivel ruminal. El método de suspensión *in situ* de fuentes proteicas permite medir no solamente la degradación, sino también la tasa, mediante la cual la PC desaparece a nivel ruminal. Sin embargo, la determinación de la magnitud de la degradación de la PC en el rumen y, consecuentemente, de la fracción que escapa la fermentación a nivel de los pre-estómagos, requiere de mediciones adicionales relacionadas con la velocidad de pasaje de los diferentes sustratos (León y Chicco 1991).

En los rumiantes, los requerimientos proteicos son dobles, para satisfacer las necesidades de nitrógeno de los microorganismos ruminales, y la otra para, aportar aminoácidos al animal (NRC 1985). Las necesidades de los microorganismos se pueden cubrir con fuentes de nitrógeno proteico y NNP, en cambio las necesidades del animal solo se pueden cubrir con aminoácidos que pueden tener origen en la alimentación o proteína microbiana. La flora microbiana es la fuente principal de PC para el organismo del rumiante y requiere para su presencia óptima en el rumen de la energía fermentada en éste (Rotger 2005).

La PC que ingiere el animal procedente de forrajes y concentrados es transformada en el rumen por la acción de la flora bacteriana normal del mismo. Una parte de la PC es proteína

verdadera y otra fracción es solo NNP (NRC 1996). La proteína verdadera a su vez se divide en proteína degradable en el rumen y proteína no degradable o de sobrepaso en el rumen. La primera se desdobla en péptidos y aminoácidos que son aprovechados por las bacterias para su propio crecimiento, y finalmente, son digeridas en el abomaso e intestino delgado (NRC 1996). El NNP ingerido se transforma en amoníaco en el rumen, el hígado lo transforma en urea, parte de la cual se incorpora a la saliva, la otra parte se excreta en la orina (NRC 1985).

La proteína no degradable en el rumen pasa intacta al abomaso e intestino delgado donde es digerida por los jugos gástricos (NRC 1985). La proteína degradable en rumen y el NNP son lo mismo para la flora bacteriana, ya que después de la degradación enzimática por la flora, ambas son transformadas en amoníaco. En esta forma, las necesidades de nitrógeno para el crecimiento bacteriano son expresadas en gramos de proteína digerible en el rumen por megacaloría de energía consumida (metabolizable neta) (Van Soest *et al.* 1988).

En los forrajes, la degradación se relaciona con el contenido de PC que éstos poseen, así a mayor contenido de PC su degradación es superior (Bogdan 1977). La degradación de la PC se reduce si la dieta es alta en alimentos concentrados, ya que los niveles de microorganismos que degradan celulosa se ven disminuidos considerablemente (Orskov y Hovell 1980). Esto debido a un efecto directo del pH ácido común de las dietas sobre las poblaciones proteolíticas y sobre la solubilidad proteolítica y a un efecto indirecto sobre la degradación de la fibra. La PC de los forrajes parece estar protegida por una estructura fibrosa que tiene que degradarse primero por los microorganismos celulolíticos para que los proteolíticos puedan acceder a su sustrato (Rotger 2005).

2.6 LITERATURA CITADA

- Abarca, S. 1997. Ganadería de carne amiga del medio ambiente y los bosques: una alternativa de producción sostenible. *Agronomía Costarricense* 21(2): 285-298.
- AFRC (Agricultural and Food Research Council). 1993. Energy and Protein Requirement of Ruminants. An Advisory Manual Prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB Int. Wallingford, England.
- Aguado, SG; Rascón, CQ; Pons, H JL; Grageda, CO; García-Moya, E. 2004. Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras. *Técnica Pecuaria México*. 42(2):261-276.
- Aguilar, RJ; Santos, RR; Pech, MV; Montes, PR, 2000. Utilización de la hoja de chaya (*Cnidioscolus chayamansa*) y de huaxín (*Leucaena leucocephala*) y en la alimentación de aves criollas. *Biomédica*. 11:17-24.
- Allen, MS. 1997. Relationships between fermentation acid production in the rumen and the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal Dairy Science*. 80: 1447-1462.
- Améndola, L; Castillo, GE; Pedro Arturo. Pasturas y cultivos forrajeros. México II. 2005. *In* Suttie, JM; Reynolds, SG. eds.
- AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. US.
- Araya, J; Benavides, J; Arias, R; Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. *In* Benavides, JE. ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 31-47.
- Arthun, D; Holechek, LJ; Wallace, DJ; Galyean, LM; Cardenas, M. 1992. Forb and shrub effects on ruminal fermentation in cattle. *Journal Range Management*. 45(6) 519-522.
- Avalos, FL, Carrizales, GA. 1994. Pastoreo intensivo tecnificado de praderas tropicales. Fideicomiso. Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). Banco de México. Boletín Informativo. 26: 257-262.
- Avendaño, RS; Acosta, RI. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*. 6(1): 55-71.
- Beever, DE; Mould, FL. 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. *In* Givens, DI; Owen, E; Axford RFE; Omed HM. eds. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK. p 15-42.
- Bellows B. 2001. Nutrient cycling in the pastures: livestock systems guide. National Sustainable Agricultura Information Service. Fayetteville AR, 64 p.
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 3-28.
- Benavides, J; Rodríguez, RA; Borel, R. 1994. Producción y calidad del follaje de King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación. *In* Benavides, JE. ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 2 v. 441-452.
- Bogdan, AV. 1977. Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes. Longman. London. 475 p.
- Bosman, HG; Castillo, GE; Valles, MB; De Lucía, GR. 1990. Composición botánica y nodulación de leguminosas en pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Pasturas Tropicales* 12 (1):2-8.

- Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Centro América. *In* Gholz, HL. (ed). *Agroforestry: realities, possibilities and potential*. Dordrecht, N. Mautinus Mijhoff. p. 169-178.
- Budowski, G; Russo, R. 1993. Live fence posts in Costa Rica: compilation of the farmer's beliefs and technologies. *Journal of Sustainable Agriculture* 3(2):65-87.
- Budowski, G. 1998. Importancia, características y usos de las cercas vivas. *In* Lok, R. ed. *Huertos caseros tradicionales: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario*. Turrialba, CR. CATIE/AGUILA/IDRC/ETC Andes. p. 117-127.
- Bustamante, J; Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal. *Sistemas silvopastoriles*. Carta de Rispal. No. 20 Turrialba, Costa Rica. p 3-11.
- Bustamante J; Ibrahim M; Beer J. 1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 5(19): 11-16.
- Cajas, GYS; Sinclair, FL. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Harvey, C; Klein, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*. 8 (30): 17-20.
- Castillo, E; Ruiz, T; Puentes, R y Lucas, E. 1989. Producción de carne bovina en área marginal con guinea (*Panicum maximum* Jacq) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) y comportamiento animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 23: 137-142.
- Castillo GE. 2003. Improving a native pasture with the legume *Arachis pintoi* in the humid tropics of México. PhD Thesis. Wageningen University, The Netherlands. 157 p.
- Castillo, GE; Valles, MB; 't Mannetje, L; Aluja, SA. 2005. Efecto de introducir *Arachis pintoi* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. *Técnica Pecuaria México*. 43(2):287-295.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1991. Madreado (Madero negro, madrecaao) (*Gliricidia sepium*): especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de guías silvopastoriles. Turrialba, CR, CATIE. 79 p. (Informe técnico No 180).
- Cerrud, RA. 2002. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales en el distrito de Bugaba, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 95 p.
- Church, DC. 1993. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia, Zaragoza. España. 641 p.
- Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: Sus perspectivas para el trópico americano. En *leguminosas forrajeras arbóreas en agricultura tropical*. Ed. Tyrone, Clavero. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. p 49-63.
- Combe, J; Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. En *Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina*. CATIE. Turrialba, CR. p 17-48.
- Crespo, G; Rodríguez, I; Sanchez, R; Fraga, S. 1999. Influencia de *Albizia lebbek* y *Leucaena leucocephala* en indicadores del Suelo, el Pasto y los Animales en Sistemas Silvopastoriles *In* Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible (1er/1999, Cali, Colombia). Memorias. Cali, CO. CIPAV. s.p.
- Eckholm, E. P. 1977. La tierra que perdemos. Crisis y agotamiento de los recursos naturales. Ediciones tres tiempos y Editores Asociados. Buenos Aires, Argentina. 279 p.

- Escobar, A. 1996. Estrategias para la suplementación alimenticia de rumiantes en el trópico. Leguminosas forrajeras arbóreas en agricultura tropical. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. p 49-65.
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, CA; Villanueva, C; Benjamin, T; Sinclair, FL. 2003. Árboles dispersos en potreros de finca ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):24-29.
- Febles, G; Ruiz, T; Simón, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p 55-61.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1991. Producción de leche en praderas tropicales. *Boletín Informativo, Banco de México, FIRA.* (228):23 32-34.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1994. Pastoreo intensivo tecnificado de praderas tropicales. *Boletín informativo. Banco de México. FIRA.* (259):26 22-27.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2001. La industria de Leche en México. *Boletín Informativo, Banco de México, FIRA* (317):21.
- Flores, ROI. 1994. Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. *In* Benavides, JE. ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 117-133.
- Gómez-Cortés GE; Valles, B; Castillo, E; Jarillo, J. 1994. Evaluación de métodos para el establecimiento de *Arachis pintoi* en una pastura nativa de Veracruz, México. *Pasturas Tropicales.* 16(1):15-21.
- Gómez, ME; Rodríguez, L; Murgueitio, E; Ríos, CI; Rosales, M; Molina, E; Molina, CH; Molina, JP. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali, Colombia. 129 p.
- Gómez, CH; Nahed, TJ; Tewolde, A; Pinto RR; López, MJ. 2006. Áreas con potencial para el establecimiento de árboles forrajeros en el centro de Chiapas. *Técnica Pecuaria México* 44(2):219-230.
- González, CJ. 2006. aprovechamiento intestinal de la proteína de los alimentos en los rumiantes. XXII Curso de especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal): Avances en Nutrición y Alimentación Animal. *In* Rebollar, PG; Blas, C; Mateos, GG. (eds). Barcelona, España. p 203-216.
- Hanselka, C. Wayne, B. J. Ragsdale and B. S. Rector. 1988. Grazing systems for profitable ranching. Texas Agri. Ext. Ser. Bulletin L-221, College Station, Tx, USA.
- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and conservation of biodiversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 10 (1):155-173.
- Harvey, CA Haber, WA; Solano, R; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación. *Agroforestería de las Américas.* 6(24):19-22.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, 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, FL. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería de las Américas* 10(39-40):4-5.
- Harvey, CA; Tucker, NIJ; Estrada, A. 2004. Live fences, isolated trees and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. *In*: Schroth, G; da Fonseca, GAB; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AN. (Eds.).

- Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Washington, DC, US, Island Press. p 261-289.
- Hernández, CA; Alfonso, A; Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial. Pastos y Forrajes. Matanzas Cuba. p 9-79.
- Hernández, CK. 1997. Caracterización de especies arbóreas y arbustivas nativas con potencial para alimentación de bovinos en el Petén. Tesis Licenciatura, USCG. Guatemala. 66 p.
- Hernández, M; Sánchez, S. 1998. Aporte del follaje arbóreo en la producción de guinea y en la fertilidad del suelo. III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. Matanzas, CU. 130-132 p.
- Holmann, F; Romero, F; Montenegro, J; Chana C; Oviedo E; Baños A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica. Primera aproximación. Turrialba CR. 42(1):79-89.
- Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores del crecimiento económico y la sostenibilidad: el caso de los pequeños productores de centroamérica. CIAT. Cali, CO. 70 p. (Documento de trabajo 202).
- Holechek, LJ; Estell, RE; Galyean, ML; Richards, W. 1989. Chemical composition, *in vitro* digestibility and *in vitro* VFA concentration of New Mexico native forage. Grass and forage Science. 44: 101-105.
- Howard-Borjas, P. 1995. Cattle and crisis: the genesis of unsustainable development in Central América. Reforma Agraria, colonización y cooperativas. FAO, Rome Italy. p 89- 116.
- Humphreys LR.1991. Effects of defoliation on the growth of tropical pastures. Tropical Pasture Utilitation. Cambridge University Press. p. 46-65.
- Huntington, JA; Givens, DI. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. Nutrition Abstracts and Review (*Series B*). 65:65- 93.
- Ibrahim, M; Camero, A; Camargo, JC; Andrade, H. 1999. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE *In Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles* (6,1999, Cali, CO). Memoria. Cali, CO. p 1-7.
- Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería de las Américas* 8(32): 35-41.
- Jarrige R. 1990. Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 432 p.
- Jiménez, FG. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la región Maya-Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 164 p.
- Jiménez, F; Muschler, R. 2001. Introducción a la agroforestería. *In*. Jiménez, F; Muschler, R; Kopsell, E. eds *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba, CR. CATIE. (Serie materiales de enseñanza no. 46). p 1-23.
- Juárez, FI; Contreras, J; Montero, M. 2000. Determinación de la tasa de digestión de gramíneas tropicales en el estado de Veracruz. *In* López, E; Alpírez, F; Cruz, J. (eds). *Memorias XIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz 2000*. Veracruz, Veracruz. México. 87 p.
- Juárez HJ, Bolaños, AED. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*. 23(1):81-90.
- Jung HG; Vogel KP. 1992. Lignification of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and big bluestem (*Andropogon gerardii* Vitman) parts during maturation on its effects on fibre degradability. *Journal Science Food Agricultural*. 59: 169-179.

- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest. *In* Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. Wallingford: CABI Publishing. p 1-20.
- Kawas, J. Factores que afectan el consumo voluntario de forrajes por bovinos en pastoreo. 1998. *In* Curso Taller Internacional Consumo voluntario de alimento, Saltillo, Coahuila: memorias. Saltillo Coahuila, México. p 58-69.
- Kempton, TJ. 1980. The use of nylon bags to characterise the potential degradability of feeds for ruminants. *Tropical Animal Production*. 5:2 107-116
- Koppel, RET; Ortiz, OGA; Ávila, DA; Lagunes, LJ; Castañeda, MOG; López, GI; Aguilar, BU; Román, PH; Villagómez, CJA; Aguilera, SR; Quiroz, VJ; Calderón, RRC. 2002. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP-CIRGOC. Libro técnico 5. 2. ed. Veracruz, México. 161 p.
- Ku, VJC. 1999. Suplementación estratégica a bovinos en medios tropicales. *In* Estrategias de suplementación a bovinos en pastoreo. II Seminario internacional. Chapingo, México. p 40-48.
- Lascano, EC. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*, en taller sobre potencial de género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Brasilia Brasil. CIAT-EMBRAPA/CPAC/CENARGEN. p 88-97.
- León, SG; Chicco, RC. 1991. Degradación ruminal *in situ* de diferentes fuentes de proteína. *Zootecnia Tropical*. 9:3-24.
- Mabjeesh, SJ; Cohen, M; Arieli, A. 2000. *In vitro* Methods for Measuring the Dry Matter Digestibility of Ruminant Feedstuffs: Comparison of Methods and Inoculum Source. *Journal Dairy Science* 83:2289-2294.
- Madsen J, Hvelplund T, Weisbjerg M R, Bertilsson J, Holsson L, Sporndly R, Harstad O M, Volden H, Tuori M, Varvikko T, Huhtanen P, Olafsson B L. 1995. The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants A revision. *Norweian Journal of Agricultural Sciences*. 19:37 p.
- Makkar HPS, Blummel M, Becker K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins and their implication in gas production and true digestibility *in vitro* techniques. *British Journal Nutrition*. 73:897-913.
- McDonald, P; Edwards, R. Greenhalgh, JFD; Morgan, CA. 1999. Nutrición animal. Acribia. Zaragoza, España. 592 p.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD and Morgan. 2002. *Animal Nutrition*. 6th ed. Prentice Hall. p 693.
- Mendizábal, G; Marroquín, F; Ríos, E; Arias, R; Benavides, J. 1994. Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. *In* Benavides, JE. ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 65-93.
- Milera, M. 1992. Pastoreo y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico. Tesis Lic. Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México DF. 50 p.
- Milera, M; Iglesias, J. 1996. Los sistemas silvopastoriles para la producción bovina. IX Reunión de Avances de Investigación Agropecuaria. 25 al 26 de Sep. 1996. Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, México. p 131-136.
- Minson, DJ. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutrition abstracts and review series B* 52:10 591-615.

- Minson, DJ. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, California. USA. 483 p.
- Muñoz, D; Harvey, AC; Fergus, SL; 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.
- Muñoz, GDA. 2004. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 206 p.
- Musálem, MA. 1998. Curso de Sistemas Agrosilvopastoriles. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p 1-10.
- Murillo, FJC. 1999. Respuesta de una pradera de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), bermuda, (*Cynodon dactylon*) y guinea (*Panicum maximum*), a un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. 119 p.
- Nair, PKR. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para en desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, MX. 543 p.
- Nielsen, E; Ratay, S; Rice, R. 2004. Achieving biodiversity conservation using conservation concessions to complement agroforestry. *In*: Schroth, G; da Fonseca, GAB; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AN. (Eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC. US. Island, Press. p 135-150.
- Noziere, P; Michalet-Doreau, B. 2000. *In sacco* methods. *In* D'Meoll, J. ed. *Animal metabolism and nutrition Farm*. CAB International, Wallingford. p 233-254.
- NRC (National Research Council). 1985. Rumen nitrogen usage. Washington. DC. US. Academy Press.
- NRC (National Research Council). 1996. *The Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. Washington. DC US. Academy Press.
- Orskov, ER; McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92: 499-503
- Orskov, ER; Hovell, FDD; Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5:195-213.
- Orskov, ER. 2000. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability. *In* Givens, D; Owen, E; Axford, R; Omed, H. eds. *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, UK. p 175-188.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles: Módulo de enseñanza agroforestal N° 2*. 2 ed. Turrialba, CR. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. 275 p.
- Pinto, RR. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle central de Chiapas. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 303 p.
- Raintree, JB; Warner, K. 1986. Agroforestry pathways for the intensification of shifting cultivation. *Agroforestry Systems*. 4:39-54.
- Ramírez, L; Ku, VJC; Sandoval, C; Solorio, F. 2000. Producción animal con pasturas asociadas con especies arbóreas y arbustivas. *In* Curso de actualización en producción de carne y leche en el trópico con base en el pastoreo Tuxpan Veracruz, México: memoria. Ed. E. Castillo. CEIEGT-FMVZ-UNAM, Veracruz, México. p 29-39.
- Revendin, SG. 1995. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 55:295-334.
- Romero, F.; Abarca, S.; Corado, L.; Tobón, J.; Kass, M. y Pezo, D. 1993. Producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico

- húmedo de Costa Rica. *In*: Westley, SB; Powell, M. eds. *Erythrina in the New and Old Worlds*. NFTA, Paia, Hawaii, USA. p 223-230.
- Roncallo, B; Navas, A; Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En *Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana*. Copilación de las memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). p 231-244.
- Rotger, CA. 2005. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intenso. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis Doctoral. Barcelona España. 207 p.
- Ruiz, RF. 1994. Manejo de leñosas con potencial forrajero en el departamento de San Marcos, Guatemala. *In* Benavides, JE. ed. *Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 147-154.
- Ruiz, T.E; Febles, G; Jordán, H; Castillo, E. y Díaz H. 1998. Evaluación de diferentes poblaciones de *Leucaena* en el desarrollo del pasto estrella. Efecto de la sombra. *Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería*. Matanzas, Cuba. p 35.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Informe sobre la situación de los recursos genéticos pecuarios (RGP) de México. 50 p.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1991. Inventario Forestal de Gran Visión. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México, DF. 49 p.
- Serrao, EAS; Toledo, JM; 1993. The search for sustainability in Amazonian pastures. *In* Anderson, AB. Ed. *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*, New York, Columbia University Press. p 195-214.
- Simón, L; Lameda, L; Esperanza, M; Reyes, F. 1996. Resultados Agroecológicos de la implantación del silvopastoreo en la producción. Resúmenes. Taller Internacional. Los árboles en los sistemas de producción ganadera. Matanzas. Cuba. p 90-91.
- Singh, JP; Yadav, VS; Singh, YP. 1996. Nitrogen release from leaves of leguminous and non leguminous tree species in sandy loam soil. *Arid Soil Research & Rehabilitation*. 10 (3): 257-264
- Skerman, PJ; Riveros, F. 1992. Gramíneas Tropicales: producción y protección vegetal. FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación). Roma, Italia. 849 p.
- Somarriba, E. 1990. ¿Qué es Agroforestería? *El Chasqui*. 24: 5-13.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 7(26):53-56.
- Tilley, JMA; Terry, RA. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 18:104- 111.
- Toledo, VM; Batiz, AI; Becerra, R; Martínez, E; Ramos, HC. 1995. La selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*. 20: 177-187.
- Toral, O; Hernández, J. 1996. Resultados preliminares de la evaluación inicial de especies arbóreas con potencial agrosilvopastoril. *Pastos y Forrajes*. Revista de la estación experimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey, Cuba. 33-38.
- Valles, MB. 1984. Alternativas de Alimentación con Leguminosas Forrajeras. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Martínez de la Torre, Veracruz, México. 87 p.

- Valles, M. Producción de carne y leche con leguminosas tropicales. 1997. *In* Curso de Producción de bovinos de doble propósito en el trópico. Tlapacoyan, Veracruz: memorias. Tlapacoyan, Veracruz, México.
- Van Soest, PJ; Wine, RH. 1968. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 4. Determination of plant cell wall constituents. *Journal Association Official. Agricultural, Chemical.* 50:50-55.
- Van Soest, PJ. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 2nd Ed. Comstock publishing Associates. Cornell University Press, Ithaca and London. 476 p.
- Van Soest, PJ; Sniffen, JC; Allen, SM. 1988. Rumen dynamics in Aspects of Digestive Physiology in Ruminants. ed A. Dobson and M. J. Dobson. Cornell University Press, Ithaca, NY. Pages 21-42.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.* 74:3583-3597.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2^a ed cornell university press. London England. 476 p.
- Villacis, J; Harvey, CA; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas.* 10(39/40): 17-23.
- Villafuerte, L; Arze, J; Ibrahim, M. 1999. Rendimiento de pasturas con y sin sombra en el trópico húmedo de Costa Rica. *Revista Agroforestería en las Américas.* 6(23):54-56.
- Villanueva, C. 2001. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río Virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 107 p.
- Vite, CC; López, OR; García, MJG; Ramírez, VR; Ruiz, FA. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Veterinaria México.* 38(1): 63-79.
- White, D; Holmann, F; Fujisaki, S; Reategui, K; Lascano, C. 2001. "Will Intensifying Pasture Management in Latin America Protect Forests – Or is it the Other Way Around?" *In* A. Angelsen and D. Kaimowitz. eds. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*, Wallingford: CABI Publishing. p. 91-112.
- Whiteman, PC. 1980. Sustaining Productive pastures in the tropics. *Managing the Soil. In Tropical pasture science.* Oxford University Press. New York, USA. 392 p.
- Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, C; Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follajes arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas.* 8(31): 31-38.

3. ARTICULO 1

Ascencio, RL. 2008. Caracterización de especies leñosas promisorias como forrajeras en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz México. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, CR. 119 p.

Palabras clave: encuestas, características productivas, forrajeras promisorias.

RESUMEN

La justificación para este estudio, en cuanto al uso y potencial de árboles y arbustos en la alimentación animal se ha reforzado con el propósito de desarrollar sistemas de alimentación alternativos con los forrajes provenientes de árboles y arbustos, que optimicen el uso adecuado de los recursos naturales con los que se cuenta en la finca. Este trabajo se realizó con el objetivo principal de identificar y ubicar la presencia de especies leñosas promisorias como forrajeras, en potreros de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México. La finalidad fue caracterizar el componente arbóreo y su contribución al sistema alimenticio de bovinos en silvopastoreo relacionado con las características de las fincas ganaderas.

El estudio fue de carácter cualitativo y consideró una muestra a 60 productores con ganado bovino de los municipios antes mencionados (20 productores por municipio). El estudio se realizó a través de encuestas, donde se registró información referente a: tamaño de finca, integrantes de la familia, sistemas de producción, manejo de pasturas, productos principales de la finca, identificación, manejo y uso de los árboles y arbustos en la misma. Para cada especie arbórea se determinó su distribución en la finca, su uso actual (cerca viva, leña, sombra, construcción, medicinal), nombre científico, común, y la frecuencia con que son consumidas por el ganado (época, y parte de la planta preferida). A los ganaderos se clasificaron en tres sistemas de producción: doble propósito, cría y engorda, y engorda. Se comparó la frecuencia entre los tres sistemas de producción de especies leñosas encontradas por finca. Así como su contribución al sistema alimentario en los dos diferentes sistemas de producción, para determinar cuáles son las especies de mayor consumo por los animales en las dos épocas críticas del año y así mitigar la falta de forraje en la época seca. Se encontraron 145 especies leñosas en los tres sistemas de producción. El componente leñoso en los tres sistemas de producción mostró que el sistema de doble propósito tiene el mayor número de especies.

3.1 INTRODUCCION

En muchas regiones del mundo, los pastos no llenan los requerimientos de los animales en las épocas secas, especialmente en los bovinos. En esta época, los animales frecuentemente pierden peso y la producción de leche disminuye. En consecuencia, los productores han recurrido a las especies arbóreas como alternativa en la alimentación (Casasola *et al.* 2001).

El trópico húmedo se caracteriza por tener una alta producción ganadera, pero en muchas fincas la ganadería se desarrolla bajo sistemas de producción intensiva. Donde el uso de árboles en potreros ha causado un problema de manejo para los productores y para otros la disponibilidad alternativa de forraje en las épocas críticas. La distribución de los árboles en las fincas puede estar de varias formas como: árboles dispersos, cercas vivas, bancos forrajeros y cultivo en callejones (Carvajal 2005). Debido a la drástica disminución de la población de árboles en las áreas ganaderas, se estima que se ha reducido el reciclaje natural de los nutrientes y las áreas de sombreado (Iriando *et al.* 1998).

En los últimos años se han realizado numerosas investigaciones con respecto al potencial de selvas y bosques tropicales, buscando generar alternativas ecológicas y económicas para mejorar los sistemas de producción ganaderos y así evitar que el deterioro ambiental siga en aumento (Jiménez 2000).

En México existe una gran diversidad de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero, la cual puede permitir la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, al hacerlos menos dependientes de insumos externos como concentrados energéticos y proteicos. Así mismo, los árboles y arbustos ofrecen una variedad de servicios a los sistemas de producción animal cerco vivo, sombra, leña y mejoradores del suelo (Ramírez *et al.* 2000).

Toledo *et al.* (1995) llevaron a cabo un estudio en comunidades indígenas del trópico húmedo de México, donde de 1124 plantas útiles, encontró que 75 de ellas fueron árboles y arbustos forrajeros con diversos usos alternativos para los campesinos.

Las leñosas perennes con potencial forrajero incluyen un número elevado de especies arbóreas, ya sea por su follaje o frutos, son usadas en la alimentación de bovinos (Martínez 2003). El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar e identificar especies leñosas promisorias como forrajeras, en fincas ganaderas, con diferentes sistemas de producción, en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México, con base para el diseño de estrategias de alimentación por medio de sistemas silvopastoriles.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Localización y descripción del área de estudio

Tlapacoyan

Este municipio se ubica a 19°58' a 20°05' N y 97°13' O. Se encuentra a 430 de altitud, y cuenta con una superficie total de 15,370 ha. Presenta una temperatura media anual de 22,8°C y una precipitación media anual de 1500 mm (Torres y Martínez, 1993). La clasificación climática de acuerdo a Köppen, modificada por García (1988), es Ac(fm) que indica clima cálido húmedo con lluvias todo el año Af(m), y semicálido húmedo con lluvias todo el año. Tiene una época de sequía de tres a cinco meses. Los tipos de suelos que predominan son el Fluvisol, Vertisol y Cambisol. La agricultura y ganadería representan cerca de un 60% de área. El paisaje es natural y modificado por la permanente actividad agrícola y pecuaria. La mayoría de los sistemas de producción presentan árboles en linderos constituidos fundamentalmente por cercas vivas (Krishnamurthy 1998).

Martínez de la Torre

Se localiza en las coordenadas 20°03'58' N y 93°03'36'' O, y 151 m de altitud y tiene una superficie de 36,229 ha. La temperatura y precipitación media anual son de 23,7°C y 1.293 mm. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), para México, el clima es Af (m)w''(e) que corresponde al tipo cálido húmedo, una marcada estación seca y otra lluviosa (Toledo 1989). Los tipos de suelos que predominan son el Fluvisol, Vertisol y Cambisol. Menos del 50% del suelo se utiliza en las labores agrícolas. (Torres y Martínez 1993).

Misantla

Con coordenadas de 19° 56' N y 96° 51' O, y 300 m de altitud y una superficie agrícola de 47,709 ha. La temperatura y precipitación media anual son de 22,7°C y 2.036 mm. Su clima es Af (m)w''(e) que indica tipo cálido húmedo con lluvias todo el año. Los tipos de suelos que predominan son el Fluvisol y Vertisol. Se utiliza aproximadamente un 60% para la agricultura, 20% en la ganadería, y el resto en vivienda y comercio.

El área de estudio fueron los municipios de Tlapacoyan, Martínez de la Torre y Misantla, pertenecientes a la región Centro-norte del estado de Veracruz, México (Figura 1).

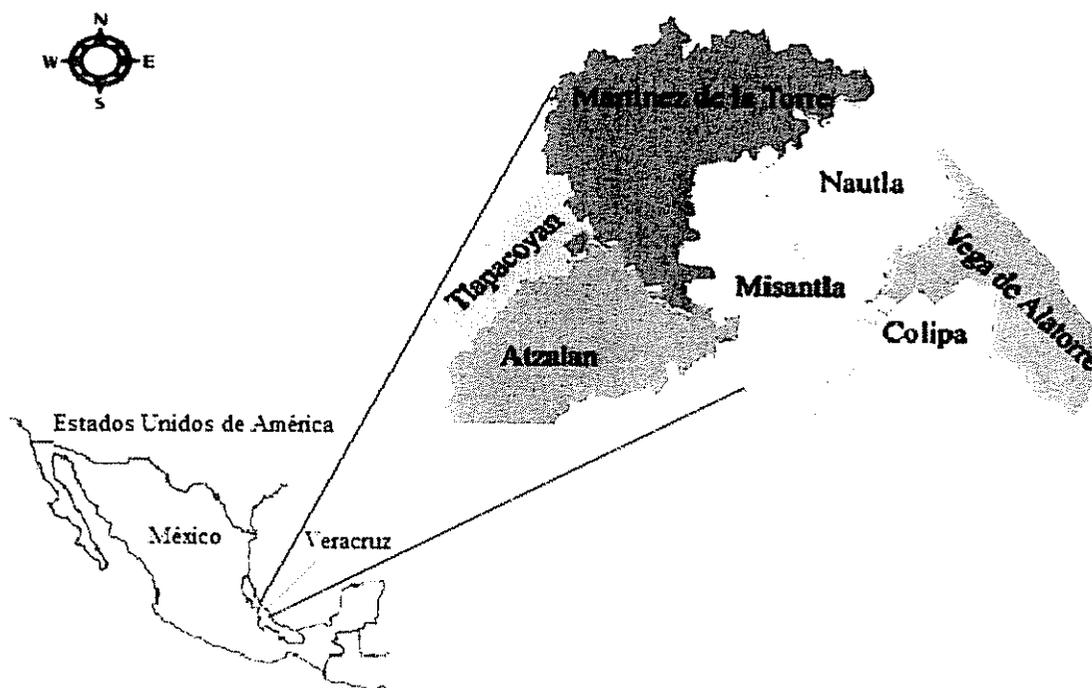


Figura 1. Mapa de la región Centro-norte de Veracruz, México.

En estos municipios se encuentra un número representativo de diferentes tipos de fincas, con diferentes sistemas de producción, desde pequeños finqueros con una superficie territorial de 6-10 ha, y pocos animales, hasta grandes productores con superficies mayores a 100 ha, y más de 200 animales en su rancho.

3.2.2 Caracterización de fincas

En entrevistas con representantes de las asociaciones ganaderas locales, se ubicaron las vías de acceso a las comunidades donde estaban localizados los probables ranchos a encuestar.

Se determinó realizar 60 encuestas al azar a productores de ganado bovino, seleccionando 20 productores por cada municipio. Las encuestas se aplicaron a personas directamente relacionadas con el manejo de ganado bovino y que radicaban en la zona.

Para la evaluación de las relaciones entre las características de las fincas con la cobertura arbórea, se recopiló información por encuestas semiestructuradas, donde se abordaron los siguientes temas:

- a) Características sociales de los productores (edad, años de experiencia en la ganadería, tenencia de la tierra, adquisición de la finca, nivel de educación,

número de habitantes en la familia, porcentaje de ingresos proveniente de la finca, otras actividades económicas a las que se dedican los productores, productos que vende el rancho).

- b) Servicios con los que cuentan (pavimento, agua, luz, drenaje, escuela, teléfono, servicios de salud).
- c) Uso del suelo (tamaño y distribución de las áreas de la finca).
- d) Tipo de explotación (doble propósito, pie de cría y engorda).
- e) Características de los sistemas ganaderos (número de cabezas, carga animal, tipo de pastoreo, especies de pastos, razas, suplementación, manejo sanitario y reproductivo).
- f) Características de manejo de las especies arbóreas (corte/acarreo, días de ocupación, días de descanso, número de podas, formas de propagación, distancia entre árboles en cercas vivas, número de árboles en potreros, percepción de los árboles por el productor, posibilidad de destinar espacio para introducir especies, y qué es lo que necesita).

Se formularon preguntas de tipo social, con la finalidad de tener en cuenta factores socioeconómicos que pueden interferir en la toma de decisiones que afecten o beneficien la utilización o adopción de especies arbóreas.

3.2.2.1 Caracterización de especies leñosas

Para la caracterización de especies leñosas, se recolectó información proporcionada desde la perspectiva del productor, en cuanto al uso e importancia de cada una de las especies presentes en su explotación. La entrevista permitió valorar la experiencia que tienen en cuanto a, cuáles especies utilizan para alimentar a los animales, parte de la planta que consumen, época de uso, nombres comunes o vernáculos, distribución de la especie en diferentes sitios, y los diferentes usos en la finca. Durante la entrevista se hizo un recorrido, junto con el productor, con la finalidad de observar y verificar la información proporcionada en cuanto a la presencia de especies arbóreas. Los usos de cada especie se registraron de forma individual, usando un formato por finca, con la finalidad de obtener los usos más frecuentes.

3.2.2.2 Identificación botánica de las especies leñosas

Las especies leñosas se identificaron por sus características morfológicas; así como por los nombres comunes proporcionados por los productores. Algunas especies se identificaron

sin apoyo de material bibliográfico. De las que no se pudieron identificar, se realizó una búsqueda en la literatura con el apoyo de las publicaciones, Árboles Tropicales de México y Árboles de Centro América (Cordero *et al.* 2003, Pennington y Sarukhán 2005) observando similitudes en la morfología. Como última instancia, se solicitó la asistencia de un biólogo experimentado para su clasificación taxonómica.

3.2.2.3 Clasificación de especies leñosas de acuerdo a su ubicación y usos

La clasificación de las especies leñosas, en cuanto a su ubicación y usos en los tres municipios donde se realizaron las encuestas, se basaron en las siguientes características:

A partir de la información obtenida de las entrevistas se obtuvo un listado de 87 especies conocidas por los ganaderos (Anexo 1). Se identificaron siete usos diferentes, los cuales fueron en orden de importancia:

- 1) combustible (leña, carbón).
- 2) árboles dispersos en potreros (sombra).
- 3) cercas vivas (delimitación predios y potreros).
- 4) maderable (construcción casas, muebles, postes de galeras).
- 5) comestible (flor, fruto, hojas, raíces, tallo).
- 6) artesanías y utensilios (llaveros, cucharas, canastos, mangos de herramientas).
- 7) medicinal.

Se agruparon las principales características de las especies leñosas:

- a) Ubicación: árboles dispersos en potreros, cercas vivas.
- b) Parte que prefieren los bovinos: hoja, tallo, flor, fruto, corteza, semilla, raíz.
- c) Tipo de propagación de las especies arbóreas: semilla, estaca.
- d) Cómo consumen especies arbóreas los animales: corte y acarreo, ramoneo o colectan del suelo.

En la encuesta se pidió a los productores, enumeraran, en orden de importancia, cinco especies que los animales consumen con más frecuencia, o que ellos prefieren, u observan que son importantes en la alimentación animal.

3.2.3 Análisis de la información

El estudio tuvo como unidad experimental a 60 productores: correspondiendo a 20 por municipio. La información se interpretó por medio de estadística descriptiva (media, error estándar y coeficiente de variación), así como porcentajes y distribuciones de frecuencia. Se

realizó análisis de varianza entre los sistemas de producción y la comparación de medias se realizó por medio de la prueba de Duncan. Para las variables cualitativas se emplearon pruebas de Chi cuadrada para observar diferencias entre los sistemas de producción y la relación con las especies leñosas, así como características de las fincas, con la finalidad de identificar variables socioeconómicas que tengan relación con el uso y presencia de especies arbóreas (SAS 2001).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Tipo de explotación ganadera

En las encuestas se identificaron tres grupos de fincas ganaderas:

1) fincas dedicadas a la producción de ganado de doble propósito, definidas como, aquellas en las cuales se produce ganado para carne y leche.

2) fincas dedicadas a ganado de cría y engorda, constituidas por aquellas donde se crían y desarrollan bovinos, para venderlos pequeños o como futuros sementales, o bien, para que otro productor los termine de engordar, aunque algunos productores engordan a los terneros si tienen disposición de pasturas en sus potreros.

3) fincas dedicadas a la engorda únicamente. Aquí se incluyeron sólo explotaciones donde los productores, compran becerros destetados para finalizarlos.

El número de ganaderos dedicados a la producción de doble propósito fue de 34, cría y engorda 18, y engorda 8 productores. De estos tres grupos la explotación dedicada al doble propósito es la más importante en la región (Figura 2).

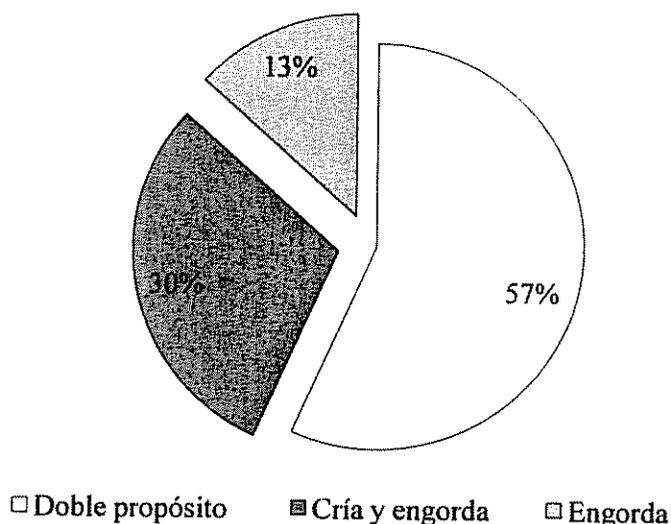


Figura 2. Proporción de fincas ganaderas de acuerdo a su actividad productiva en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez, Veracruz México.

3.3.2 Características socioeconómicas de los productores ganaderos

Los productores ganaderos del sistema de cría y engorda fueron los que mostraron el promedio más alto en edad. Así mismo, la experiencia ganadera con mayor número de años se

observó en los ganaderos de cría y engorda. El total (100%), de los productores entrevistados ha cursado por lo menos, los dos primeros grados de educación primaria. Los ganaderos de los diferentes sistemas de producción tienen diferentes niveles de ingresos económicos que provienen de sus fincas. En cuanto a la tenencia de la tierra, el gobierno federal otorgó concesiones de tierras a algunos productores, para beneficio de ellos y de sus familias. Las características antes mencionadas de los ganaderos no mostraron diferencias entre los sistemas de producción ($p > 0,050$). De las variables, evaluadas la manera de cómo los ganaderos se hicieron propietarios de su rancho mostró diferencias estadísticas entre los sistemas de producción, ya que algunos compraron y otros lo heredaron ($p < 0,050$; Cuadro 2).

Cuadro 2. Características sociales de los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

Característica		Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Edad del productor		51,2	55,7	50,6
Años en experiencia productiva		24,2	32,7	23,8
Estudios del productor	Primaria incompleta	17,7	27,8	0
	Primaria	35,3	33,3	25
	Secundaria	26,5	22,2	25
	Bachiller	8,8	11,1	37,5
	Profesional	11,8	11,1	12,5
Tenencia de la tierra	Propiedad	88,2	94,4	75
	Ejido	8,8	5,6	12,5
	Renta	2,9	0	12,5
Cómo adquirió su rancho	Comprado	32,4	27,8	12,5
	Heredado	64,7	72,2	62,5
	Concesión	2,9	0	25

(%): promedio en porcentaje.

Los ingresos económicos que proceden directamente de la finca tuvieron el porcentaje más alto, en el sistema de cría y engorda, lo que demuestra que los ganaderos dependen en su totalidad (100%) del ingreso que proviene de los productos que venden. Además, algunos ganaderos se dedican a trabajar en otras actividades que les proporciona fuentes primarias de ingresos, el valor más alto se observó en el sistema de cría y engorda, donde los ganaderos laboran desempeñando actividades en diferentes dependencias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características económicas de los ganaderos en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

Característica		Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
(%) Ingresos	25 %	20,6	22,2	37,5
provenientes de la	50 %	41,2	38,9	12,5
finca	75 %	20,6	5,6	25
	100 %	17,7	33,3	25
Actividad que	Comercio	41,18	22,2	37,5
proporciona ingresos	Servicios	35,3	50	37,5
económicos	Ninguna	23,5	27,8	25

(%): promedio en porcentaje.

Una de las principales fuentes de ingresos económicos que los ganaderos tienen son la comercialización de productos agropecuarios, lo que mostró diferencias estadísticas entre los sistemas de producción, en las variables que corresponden a la venta de leche, ganado gordo y venta de becerros ($p < 0,050$; Cuadro 4).

Cuadro 4. Principales productos agropecuarios que comercializan los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Característica		Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
	Becerro	100	66,7	0
	Leche	85,3	16,7	0
Productos	Ganado gordo	26,5	11,1	75
agropecuarios que	Madera	47,1	50	37,5
vende el ganadero	Leña	23,5	33,3	50
	Frutas	32,4	38,9	25
	Cosecha	17,6	11,1	0

(%): promedio en porcentaje.

Los principales servicios públicos con los que cuentan los productores de las fincas son: agua, energía eléctrica, camino de terracería, escuelas primarias; y en menor proporción: servicios de salud, teléfono, drenaje, vías de acceso pavimentadas. Los servicios públicos mostraron diferencias estadísticas en la disposición de servicios de teléfono y escuelas en los sitios donde se ubican las fincas ($p < 0,050$; Cuadro 5).

Cuadro 5. Servicios públicos disponibles, con los que cuentan los ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Servicios	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Agua potable	100	100	100
Acceso de terracería	79,5	72,3	87,5
Energía eléctrica	70,6	88,9	50
Escuelas	47,1	33,3	0
Servicios de salud	32,5	33,3	0
Teléfono	20,6	0	0
Acceso pavimentado	14,7	16,7	12,5
Sistema de drenaje	11,8	5,6	0

(%): promedios en porcentaje.

3.3.3 Usos del suelo

De los 60 productores encuestados, se estimó una área total de 2564 ha, en promedio los productores del sistema de doble propósito tuvieron, $40,9 \pm 5,9$ ha, con rangos de 7 a 139 ha. El sistema de cría y engorda tuvo en promedio $48,9 \pm 8,2$ ha, con variaciones 7 a 140 ha, y el sistema de engorda tuvo una superficie de $36,8 \pm 12,3$, con rangos de 6 a 100 ha. Los principales usos de la tierra son de potreros; pastos de corte (banco forrajero de corte); producción de cítricos, principalmente limón y naranja; cultivo de plátano y en menor cantidad cultivo de café pimienta maíz frijol tomate yuca caña de azúcar y calabaza.

El uso del suelo destinado a la área para la producción de diferentes cultivos agrícolas mostró diferencias estadísticas entre los tres sistemas de producción ($p < 0,050$; Cuadro 6).

Cuadro 6. Uso del suelo por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

Uso del suelo	Doble propósito (n=34)		Cría y engorda (n=18)		Engorda (n=8)	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área	%
Potreros	1167	83,9	727	82,5	257	87,7
Pastos de corte	47	3,4	6	0,7	17	5,8
Producción cítricos	72	5,2	70	7,9	11	3,8
Parches de bosque	62	4,5	37	4,2	5	1,7
Cultivos agrícolas	10	0,7	36	4,1	3	1,0
Plátano/ café	32	2,3	5	0,6	0	0
Total	1390	100	881	100	293	100

El número de cabezas de ganado en promedio por cada productor, para el sistema de doble propósito fue de 58,9, cría y engorda 56,1 y engorda 72,9. La carga animal por hectárea

promedio para el sistema de doble propósito fue de 0,69, cría y engorda 0,87 y para engorda 0,56 unidades animales. El número de cabezas de ganado, y la carga animal en las fincas de los tres sistemas de producción no mostraron diferencias estadísticas ($p>0,050$). Los ganaderos de los tres sistemas de producción tienen árboles dispersos en sus potreros.

3.3.4 Características de producción

3.3.4.1 Especies de gramíneas encontradas en los sistemas de producción

De las fincas encuestadas se encontraron diferentes especies de gramíneas, predominando *Paspalum notatum*, *Cynodon nlemfuensis* y *Axonopus compressus*. El uso de pastos como Tanzania y Mombaza mostraron diferencias significativas entre los tres sistemas de producción ($p<0,050$; Cuadro 7).

Cuadro 7. Especies de pastos en las fincas de ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misanla y Martínez de la Torre Veracruz México.

Nombre común	Nombre científico	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	82,4	88,9	100
Trencilla	<i>Paspalum notatum</i>	82,4	83,3	50
Axonopus	<i>Axonopus compressus</i>	67,7	77,8	62,5
Amargo	<i>Paspalum virgatum</i>	52,9	50	37,5
Camalote	<i>Paspalum paniculatum</i>	41,2	44,4	12,5
Sabana	<i>Sporobolus virginicus</i>	23,3	22,2	0
Taiwán	<i>Pennisetum purpureum</i>	17,7	16,7	0
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	14,7	11,1	25
Insurgentes	<i>Brachiaria brizantha</i>	11,8	22,2	37,5
Tanzania	<i>Panicum maximum</i> cv tanzania	8,8	5,5	50
Privilegio	<i>Panicum maximum</i> cv privilegio	8,8	11,1	12,5
King grass	<i>Pennisetum hibrido</i>	8,8	11,1	12,5
Merkeron	<i>Pennisetum purpureum</i> cv merkeri	8,8	5,5	0
Mulato	<i>Brachiaria hibrido</i>	5,5	0	0
Señal	<i>Brachiaria decumbens</i>	2,9	0	12,5
Humidicola	<i>Brachiaria humidicola</i>	2,9	0	12,5
Mombaza	<i>Panicum maximum</i> cv mombasa	0	5,6	37,5

(%): promedio en porcentaje.

En general los productores no usan ninguna leguminosa herbácea en sus potreros y las que ahí están, son nativas y algunas son consideradas por ellos como nocivas, por ser malezas difíciles de controlar como la *Mimosa pudica*.

3.3.4.2 Sistemas de pastoreo

El tipo de pastoreo más común fue el continuo en el sistema de producción de doble propósito y en el de cría y engorda; mientras en el sistema de engorda fue el rotacional, el cual mostró diferencias estadísticas entre sistemas de producción ($p < 0,050$) (Figura 3).

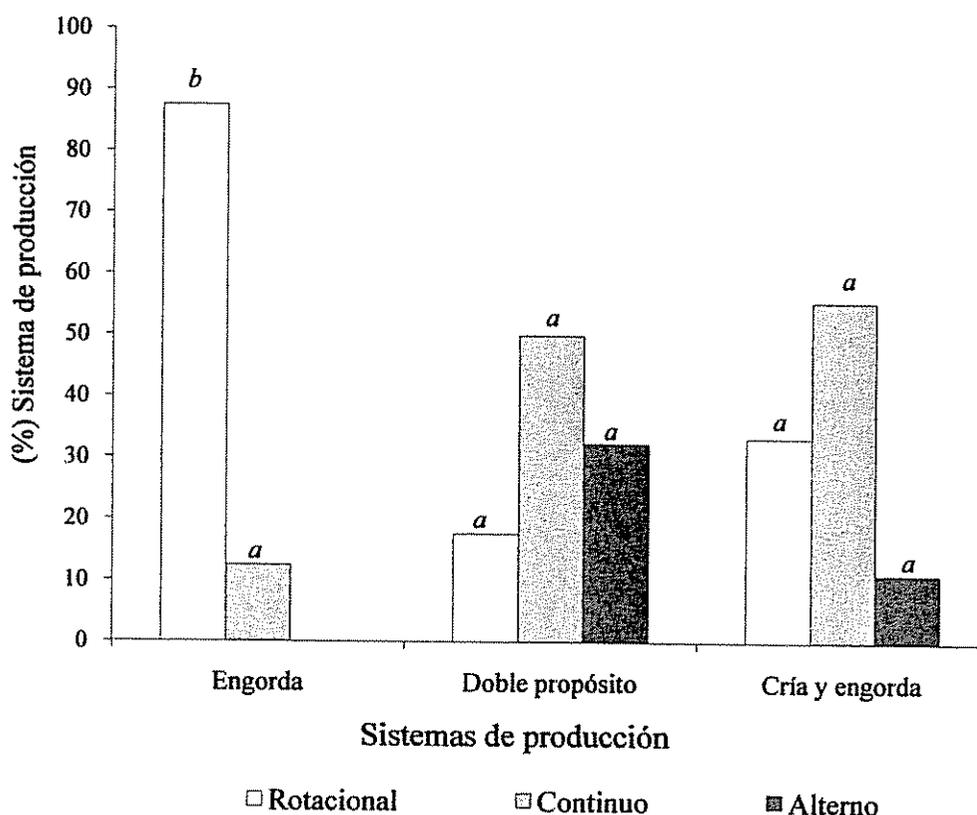


Figura 3. Tipos de pastoreo en potreros de fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez, Veracruz México. Letras distintas sobre las columnas significan diferencias estadísticas según prueba de Duncan ($p < 0,050$).

Los productores del sistema de doble propósito tienen en promedio cinco divisiones en sus potreros, mientras que los productores del sistema de cría y engorda tienen en promedio seis divisiones y los productores dedicados a la engorda tienen nueve potreros.

3.3.4.3 Razas de ganado con mayor frecuencia en fincas ganaderas

De las principales razas de ganado, que predominaron en las fincas fueron las del género *Bos Indicus*, (Brahman, Indobrasil, Nellore, Gyr, Sardo negro y Guzerat), y en menor proporción el género *Bos Taurus* (Holstein, Pardo Suizo, Angus Simmental y Jersey). Sin embargo, las razas que predominaron fueron la Brahman y la Pardo suizo.

También se reportaron algunos animales de las razas Charolais y Beefmaster. Es en el sistema de engorda los productores se han preocupado por adquirir sementales de razas

especializadas para el trópico, debido a que venden los becerros como futuros sementales o como ganado de exportación. Las cruzas usadas con más frecuencia son: Brahman con Pardo Suizo, y razas criollas, en los dos sistemas. Otros cruces comunes son: Cebú con Pardo Suizo y Cebú con Holstein, para la producción de leche. En todos los casos los productores buscan la adaptabilidad y rusticidad de las razas cebuinas, y la productividad en ganancia de peso y/o producción de leche de las razas europeas. Las razas Holstein, Indobrasil, Simmental, Charolais y Beefmaster, mostraron diferencias estadísticas entre los sistemas de producción ($p < 0,050$; Cuadro 8).

Cuadro 8. Razas de ganado que predominan en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Razas	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Brahman	100	94,4	100
Pardo suizo	58,8	61,1	62,5
Holstein	41,2	5,6	0
Criollo	32,4	38,9	25
Indobrasil	11,8	50	25
Simmental	5,8	27,8	0
Nellore	5,8	12,5	5,6
Sardo	5,8	5,6	0
Charolais	2,9	38,9	12,5
Gyr	2,9	11,1	0
Guzerat	2,9	11,1	0
Jersey	2,9	5,6	0
Angus	2,9	5,6	0
Beefmaster	0	25	0

(%): promedio en porcentaje.

3.3.4.4 Suplementación del ganado

De los productos que usan los ganaderos como suplemento alimenticio, en los tres sistemas de producción se observaron los energéticos como: maíz quebrado, sorgo, caña de azúcar melaza, alimentos balanceados de marcas comerciales; como fuente de NNP se usa la urea y como fuente de mineral, diferentes sales comerciales que contengan fósforo. Lo que predominó fue uso de melaza, por ser un subproducto barato en un ingenio refinador de azúcar ubicado en la región. Dos de los productores utilizan ensilado de maíz (*Zea mays*), con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) en la época seca, donde las temperaturas aumentan y

disminuye el crecimiento de pasturas. En dos ranchos usan follaje de guácima (*Guazuma ulmifolia*) y morera (*Morus alba*), para suplementar en la época seca.

3.3.4.5 Manejo sanitario y reproductivo en los sistemas de producción

Los productores de los tres sistemas aplican algún tipo de manejo sanitario. Los más comunes son: desparasitación interna y externa. Se aplica vacuna contra derriengue y Bacterina doble (carbón sintomático-pasterelosis). Antes del parto se les aplica la Bacterina mixta bovina (*Staphylococcus*, *Pasterella* y *E. coli*). A los animales recién nacidos se aplica hierro y vitaminas A, D y E.

El 88,2% de los ganaderos del sistema de doble propósito llevan un control reproductivo y utilizan inseminación artificial con mayor frecuencia, mientras que el 88,9% de los del productores del sistema de cría y engorda llevan control reproductivo. Mientras que el 75% de los ganaderos dedicados a la engorda lleva un control reproductivo.

3.3.5 Características de adopción y manejo de especies leñosas

Para evaluar la adopción de especies leñosas se les preguntó a los ganaderos que opinión tenían de estas, los ganaderos del sistema de producción de doble propósito dijo que las especies leñosas son buenas, debido a que les proporcionan sombra a los animales, los árboles proveen postes, leña, madera y frutos. Además, se les cuestionó sobre la posibilidad de destinar un área específica de sus tierras para establecer especies arbóreas. De los factores que necesitan los productores para establecer especies arbóreas los productores del sistema de engorda mencionó que es necesaria la asistencia técnica así como el apoyo económico (Cuadro 9). Aunque la mayoría de los productores reconoció que las especies arbóreas proporcionan bienes y servicios, algunos argumentaron que la sombra producida por las copas de los árboles afecta de manera importante la producción en el área sombreada.

Cuadro 9. Adopción de especies leñosas por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Variables		Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Percepción de especies leñosas	Buena	79,4	72,2	75
	Regular	17,6	27,8	12,5
	Mala	2,9	0	12,5
Destinaria una área para especies leñosas	Si	82,4	77,8	75
	No	8,8	16,7	12,5
	No sabe	8,8	5,6	12,5
Qué necesita para implementar especies leñosas	Asistencia técnica	52,9	38,9	37,5
	Apoyo económico	5,9	0	0
	Las dos anteriores	41,4	61,1	62,5

(%): promedio en porcentaje.

Las variables de adopción de especies leñosas no mostraron diferencias ($p > 0,050$).

El 100% de las fincas encuestadas tuvo especies leñosas en árboles dispersos en potreros. En los tres sistemas de producción, los animales prefieren comer mediante el ramoneo especies leñosas ubicadas en las cercas vivas. Además, los productores del sistema de cría-engorda prefieren cortar y acarrear para ofrecerles a los animales forraje de leñosas procedentes de cercas vivas, variable mostró diferencias estadísticas entre los tres sistemas de producción ($p < 0,050$; Cuadro 10). En la propagación de especies leñosas en cercas vivas, se observó que los ganaderos prefieren usar estacas en los tres sistemas de producción, pero el establecimiento por semilla mostró diferencias entre los sistemas de producción ($p < 0,050$)

(Cuadro 10), en tanto los árboles dispersos se propagan a consecuencia de la dispersión por el viento o cuando el ganado come frutos. Los productores de los tres sistemas prefieren podar sus especies leñosas una vez al año, con la finalidad de disminuir sombra y para sacar postes nuevos para establecer o renovar cercas vivas. La distancia en cercas vivas que predominó fue de dos metros entre cada especie leñosa. La época seca fue en la que los productores refirieron usar especies leñosas con más frecuencia (Cuadro 10).

Cuadro 10. Características de manejo de especies leñosas por ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Manejo y uso de especies leñosas		Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Sitio de uso de especies leñosas para ramoneo	Cercas vivas	100	100	100
	Árboles dispersos	100	100	87,5
	Bancos forrajeros	2,9	5,6	0
Sitio de uso especies leñosas para corte y acarreo	Cercas vivas	2,9	22,2	0
	Árboles dispersos	5,9	5,6	0
	Bancos forrajeros	8,8	5,6	0
Propagación de cercas vivas	Estaca	94,1	88,9	87,5
	Semilla	2,9	22,2	0
Propagación de árboles dispersos	Semilla/planta	17,6	27,8	12,5
	Regeneración	52,9	44,4	25
Número de podas al año de especies leñosas	Una	58,8	55,6	75
	Dos	41,2	44,4	12,5
	No poda	0	0	12,5
	Un metro o menos	8,8	11,1	0
Distancia de especies leñosas en cercas vivas	Dos metros	44,1	50	62,5
	Tres metros	38,2	27,8	12,5
	Cuatro metros	5,9	5,6	0
	Cinco metros/ más	2,9	5,6	12,5
Época de uso de leñosas	Época seca	88,2	72,2	75
	Época lluviosa	11,8	27,8	25

(%): promedio en porcentaje.

3.3.6 Caracterización de especies leñosas en fincas ganaderas

3.3.6.1 Frecuencia de especies leñosas

Se identificaron 49 familias, 120 géneros y 145 especies leñosas en los tres sistemas de producción. En el sistema de doble propósito se identificaron 136 especies, el número de especies por finca tuvo variaciones de 12 a 61 con un promedio de 33 especies. En el sistema de cría-engorda se identificaron 122 especies, con variaciones por finca de 9 a 56 y 31 especies en promedio. En el sistema de engorda se identificaron 84 especies con variaciones

de 12 a 52 y 25 especies en promedio. El número de especies leñosas por finca tuvo diferencias estadísticas entre los sistemas de producción ($p < 0,050$). En los tres sistemas de producción los animales consumieron un total de 65 especies en época seca. Las leguminosas leñosas fueron las especies más frecuentes en los tres sistemas (Cuadro 11; Anexo 1).

Cuadro 11. Principales familias de especies leñosas en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantra y Martínez de la Torre Veracruz México.

Familia	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Leguminoseae	19,6	19,7	20,2
Moraceae	6,5	7,4	7,1
Rutaceae	6,5	7,4	6
Lauraceae	3,6	3,3	2,4
Meliaceae	3,6	4,9	3,6
Palmae	3,6	4,1	4,8
Anacardiaceae	2,9	3,3	3,6
Bignoniaceae	2,9	1,6	3,6
Euphorbiaceae	2,9	4,1	4,8

(%): promedio en porcentaje.

Los ganaderos prefieren ciertas especies leñosas, por ser fáciles de reproducir o porque les proporcionan servicios en corto tiempo, algunas especies predominan sobre otras y reportaron presencia en más del 50% del sistema de producción, la especie *Bursera simaruba* se encontró en todas las fincas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Especies leñosas más frecuentes en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantra y Martínez de la Torre Veracruz México.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	100	100	100
Leguminoseae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	97,1	100	100
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	91,2	100	87,5
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	82,4	72,2	87,5
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	82,4	88,9	75
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera	76,5	83,3	100
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	73,5	72,2	50
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	55,9	61,1	50
Leguminoseae	<i>Erythrina americana</i>	Colorin	61,8	77,8	37,5
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	50	72,2	50

(%): promedio en porcentaje.

3.3.6.2 Porcentaje de especies leñosas según su ubicación

En el sistema de doble propósito se encontró el mayor porcentaje de árboles dispersos en potreros con 94 especies. Los árboles que los finqueros prefieren para sombra en sus potreros son: *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, *Ficus cotinifolia* y *Delonix regia*. Las cercas vivas, tuvieron 82 especies sistema de doble propósito, de las especies que predominan son, *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Yucca elephantipes*, con la finalidad de hacer divisiones dentro de los potreros o delimitar propiedades (Figura 4).

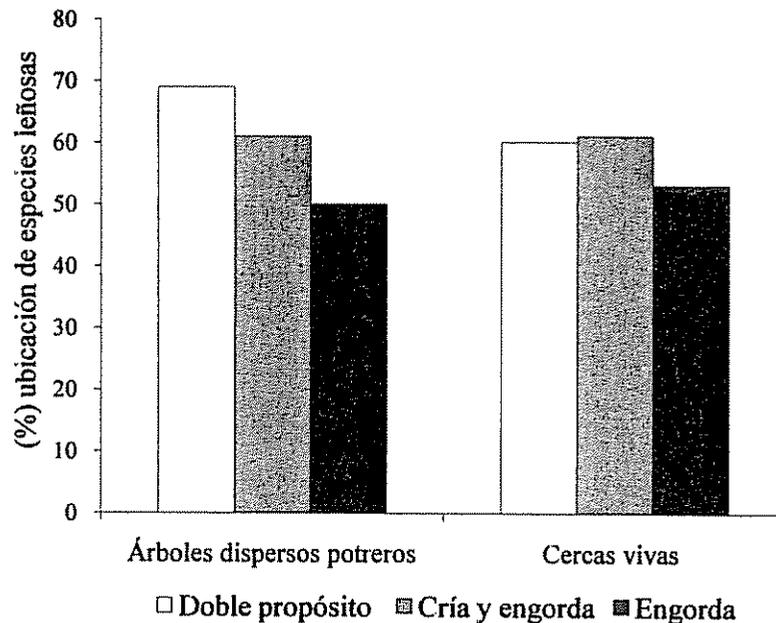


Figura 4. Ubicación de especies leñosas en potreros de fincas ganaderas según uso del suelo en tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Mianitla y Martínez, Veracruz México.

3.3.6.3 Usos de las especies leñosas

De acuerdo a las encuestas se identificaron seis principales usos de las especies leñosas usos, los cuales se ubicaron en orden de importancia: 1) combustible (leña, carbón); 2) maderable (construcción casas y muebles); 3) postes (construcción de galeras, reparación de instalaciones pecuarias); 4) comestible (flor, fruto, hojas, raíces, tallo); 5) artesanías y utensilios (llaveros, cucharas, canastos, mangos de herramientas); 6) medicinal. De los principales usos sobresalió el uso de leña y el menor porcentaje el uso medicinal (Figura 5). Las especies leñosas usadas con más frecuencia para leña son, *G. ulmifolia*. De las especies que usan los productores en los tres sistemas para producir madera sobresalen: *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Brosimum alicastrum* y *Melia azedarach*. Sin embargo, la

especie que predomina es el cedro, de las 60 encuestas realizadas esta especie se encuentra en 56 fincas. El uso de postes mostró un alto porcentaje en los diferentes sistemas de producción, debido a que se emplea para la construcción de galeras, reparación de establos, construcción de corrales, implementos agrícolas y cercas. No se encontraron diferencias estadísticas en la frecuencia de uso entre los sistemas de producción ($p > 0,050$).

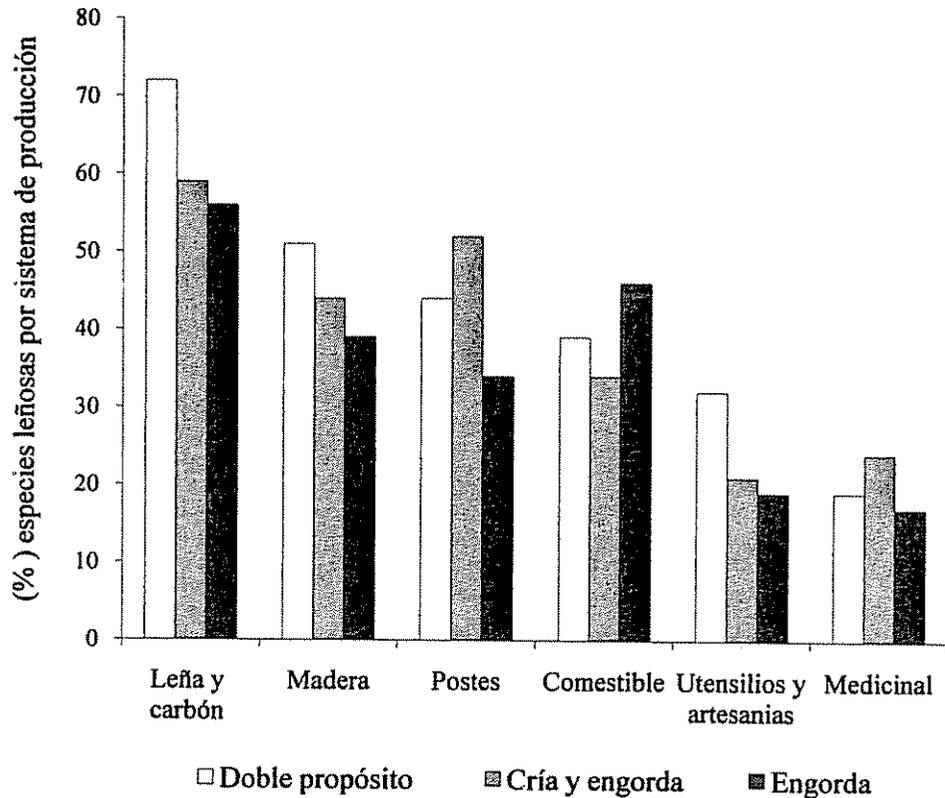


Figura 5. Principales usos de especies leñosas en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

3.3.6.4 Consumo de productos de especies leñosas por humanos

Los productores prefieren para autoconsumo 39 especies arbóreas y arbustivas, que les provee frutos entre los que destacan: *Mangifera indica*, *Spondias mombin*, *Persea schiedeana*, *Persea americana*, *Spondias purpurea*, *Psidium guajava*, *Pouteria sapota*, *Tamarindus indica*, *Manilkara sapota* y cítricos en general. Del consumo de hoja destacan *Citrus* sp y *Piper auritum*; en flores, consumen las de cítricos; en raíces consumen, *Manihot esculenta* y en semilla se observó, *Inga jinicuil*, *Cajanus cajan*, *Acrocomia aculeata*, *Cocus nucifera*, *Pimienta dioica*, *Terminalia catappa*, *Macadamia integrifolia*, *Crescentia cujete* y *Attalea butyracea*

Algunas especies como: *Guazuma ulmifolia*, *Mangifera indica*, *Persea schiedeana*, *Cordia alliodora*, *Inga jinicuil*, *Erythrina americana* y *Guadua aculeata* mostraron múltiples usos en las fincas ganaderas (Cuadro 13).

Cuadro 13. Especies leñosas con más frecuencia de uso en fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan Misantra y Martínez de la Torre Veracruz México.

Nombre científico	Nombre común	Leña	Madera	Postes	Comestible	Utensilios y artesanías	Medicinal
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	x	x	x	x	x	x
<i>Mangifera indica</i>	Mango	x	x	x	x	x	x
<i>Persea schiedeana</i>	Chinina o pagua	x	x	x	x	x	
<i>Cordia alliodora</i>	Palo maria	x	x	x		x	
<i>Inga jinicuil</i>	Genecuil	x	x	x	x	x	
<i>Erythrina americana</i>	Colorin	x		x	x	x	
<i>Guadua aculeata</i>	Tarro		x	x		x	
<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	x	x	x		x	x
<i>Manilkara sapota</i>	Chicozapote	x	x	x	x	x	x
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	x	x	x		x	x
<i>Tabebuia rosea</i>	Palo de rosa	x	x	x		x	

3.3.6.5 Consumo de productos de especies leñosas por animales

Las especies arbóreas que los animales consumen con más frecuencia en los tres sistemas de producción, son: *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*. Los animales tienen preferencia por la parte foliar de las leñosas y el consumo de algunos frutos depende de la disponibilidad, la producción de algunos frutos es anual, pero coinciden con la época seca; el consumo de follaje se manifiesta a lo largo del año, pero la frecuencia predomina en la época seca; el consumo de tallo se ha visto limitado a especies de corteza suave como: *Parmentiera aculeata* y *Spondias mombin*. Los animales prefieren las flores de *Parmentiera aculeata* y de cítricos. El consumo de semilla se ve limitado a *Scheelea liebmannii*, *Diphysa robinoides* y *Brosimum alicastrum*. Se observó, junto con los productores, que los animales consumen raíces de *Yucca elephantipes* y *Ceiba pentandra*, por tener sistemas radiculares expuestos a la superficie del suelo (Figura 6).

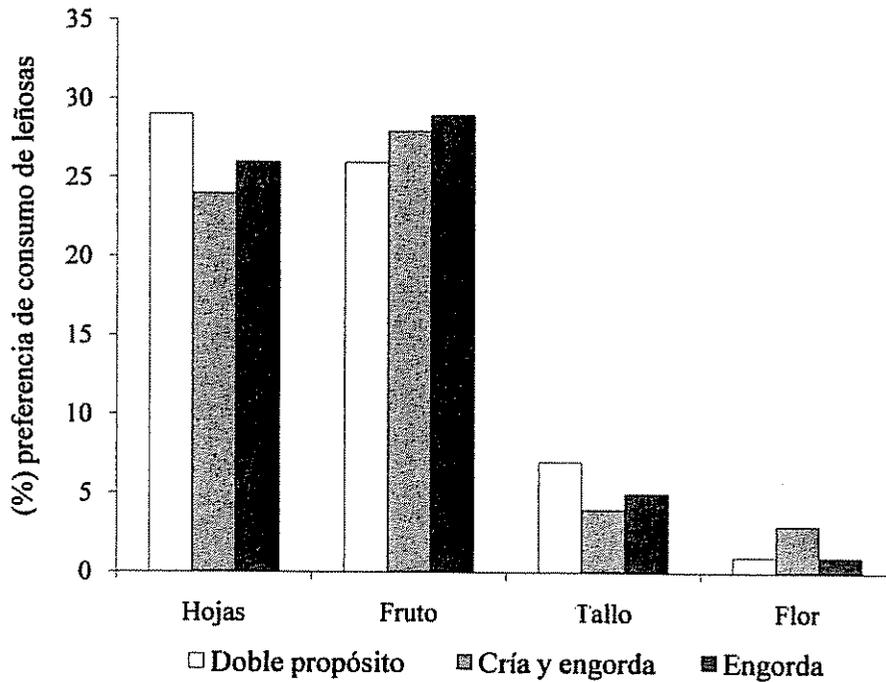


Figura 6. Frecuencia en la ingesta por animales de diferentes partes vegetales de especies leñosas en las fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

3.3.6.6 Disponibilidad de especies leñosas en la alimentación de bovinos

De acuerdo al manejo que se les da a los animales estos eligen donde comer, este factor también depende del sistema de pastoreo que se utilice, en el pastoreo continuo se observó muchas veces que los animales sobre pastorean y la disposición de pastos es menor que en otros sistemas de pastoreo, la cubierta vegetal es limitada, y los animales suplen sus requerimientos de forraje con especies leñosas, principalmente en la época seca. De las especies arbóreas los animales pueden consumir follaje o frutos, que se pueden encontrar disponibles mediante el ramoneo, corte y acarreo y ocasionalmente durante el pastoreo pueden consumir del suelo frutos y hojas que caen de los árboles.

Por lo tanto, el consumo más frecuente fue por el ramoneo de cercas vivas y árboles dispersos, además de los frutos y hojas que consumen cuando pastorean, y en menor proporción se usa el corte y acarreo de follajes. Los productores del sistema de cría y engorda tuvieron el porcentaje más alto en el consumo por ramoneo y corte y acarreo de arbóreas (Figura 7).

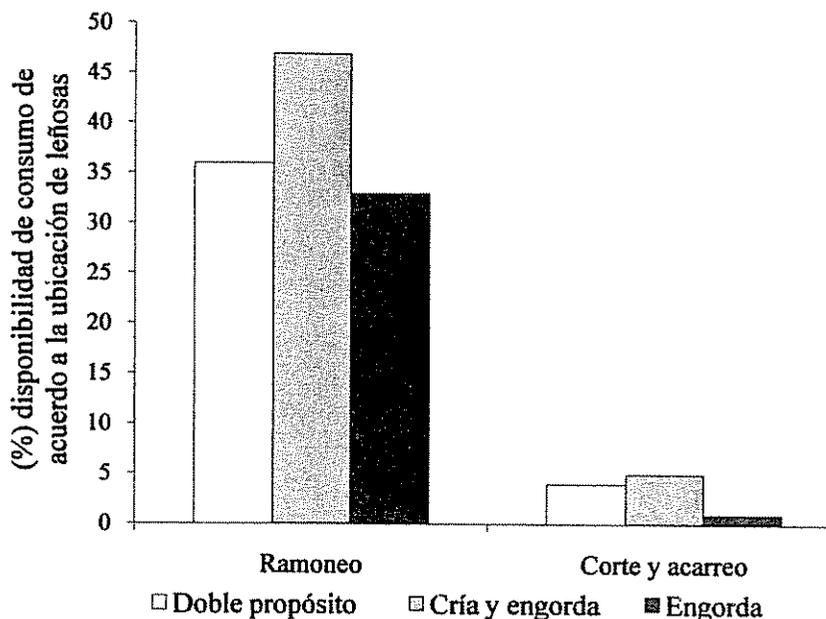


Figura 7. Disponibilidad en potreros de follaje y frutos de especies leñosas en la alimentación de bovinos de fincas ganaderas de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre Veracruz, México.

Se identificaron 13 especies arbóreas que causan problemas de salud en el ganado. De los problemas más frecuentes, está el ahogamiento al ingerir frutos de *Mangifera indica* y *Acrocomia aculeata*, que obstruyen la garganta del animal; además los ganaderos reportaron que *Spondias mombin*, *Tamarindus indica* y *Spondias purpurea*, han ocasionado casos de diarreas en sus animales por consumir exceso de frutos de estas especies. Otras especies que los productores mencionaron que les han ocasionado síntomas de intoxicación a sus animales son, *Persea schiedeana*, *Psidium guajava*, *Persea americana*, *Scheelea liebmannii* y *Acrocomia aculeata*.

3.3.6.7 Especies leñosas promisorias como forrajeras

Los animales consumieron esporádicamente diferentes partes de 64 especies arbóreas en los tres sistemas de producción. Aunque los productores han observado que los animales comen con mayor frecuencia algunas especies como *Gliricidia sepium* y *Bursera simaruba*. Así mismo, algunos de los productores han proporcionado forraje de leñosas a su ganado, y con base en lo observado y a la información proporcionada por los productores se identificaron 12 especies de árboles y arbustos con potencial forrajero (Cuadro 16).

La presencia de especies en los potreros (Anexo 2), coincidió en porcentaje con algunas, que de acuerdo al criterio de los productores ordenaron como las más importantes

para la producción de forraje. Las especies que mostraron mayor frecuencia en el uso de forraje para la alimentación animal, desde la perspectiva de los productores en los ambos sistemas fueron: *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Diphysa robinoides*, *Parmentiera aculeata*, *Cajanus cajan*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Morus alba*, *Bambusa vulgaris*, *Leucaena leucocephala* y *Erythrina americana* (Cuadro 14).

Cuadro 14. Preferencia de las especies leñosas promisoras como forrajeras por los productores ganaderos de tres sistemas de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Doble propósito (%)	Cría y engorda (%)	Engorda (%)
Leguminoseae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	73,5	88,8	75
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	64,7	77,7	62,5
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	52,9	66,6	50
Leguminoseae	<i>Erythrina americana</i>	Colorin	35,3	55,5	37,5
Leguminoseae	<i>Diphysa robinoides</i>	Amarillo	23,5	44,4	25
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Ombbligo	29,4	44,4	0
Leguminoseae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	23,5	22,2	25
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	14,7	22,2	12,5
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Morera	17,6	5,5	25
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu	11,8	16,6	0
Leguminoseae	<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	8,8	5,5	12,5
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipan	5,9	11,1	12,5
Leguminoseae	<i>Calliandra houstoniana</i>	Caliandra	5,9	0	0

Clasificadas en orden de importancia forrajera desde la perspectiva de los productores.

3.4 DISCUSIÓN

3.4.1 Características de los productores

El principal sistema de producción que predomina en la región Centro-norte de Veracruz es la ganadería de doble propósito (Castillo 2003, Améndola *et al.* 2005).

De las variables que interfieren en la adopción de los sistemas silvopastoriles interfieren factores sociales y económicos, los cuales pueden ser la edad, conciencia hacia la agroforestería, nivel socioeconómico, disponibilidad de recursos y tamaño de la finca (Martínez 2003). En estudios realizados en la India, la edad de los agricultores tuvo una relación negativa en la adopción de conocimientos tecnológicos y la actitud de los productores fue el factor más importante para la adopción de prácticas agroforestales (Sharma 2001).

Así mismo, la producción ganadera se ha visto limitada por la poca difusión del uso de especies arbóreas en los ranchos ganaderos. El factor edad es una limitante en la adopción de nuevas tecnologías de producción, en las entrevistas que se sostuvieron con los productores de edad avanzada, externaron que no les interesa innovar nada en su rancho, porque no verán los resultados en corto tiempo; mientras que los más jóvenes se mostraron entusiastas ante la posibilidad de incrementar su producción con alternativas que les sean económicamente redituables. En este estudio la edad de los productores tuvo variaciones de 25 años a 76 años, lo que demuestra que la edad no es una limitante para ser ganadero.

Sin embargo, los aportes de los productores aquí descritos difieren con Martínez (2003) quien menciona que la edad es un factor que limita o potencializa el nivel de conocimiento. Al igual que la edad, la experiencia en la producción de ganado, permite a los ganaderos de mayor edad, optimizar los recursos, como lo son la tierra, agua y bosque, ya que en su experiencia, han percibido que estos recursos se han ido deteriorando, y la tierra no tiene la misma productividad que hace años atrás, por lo que ellos quieren mejorar la fertilidad y asegurar la disponibilidad de agua en el suelo mediante la implementación de estrategias de producción donde no se use fertilizantes químicos.

La escolaridad de los productores ganaderos que se dedican a la engorda tienen el mayor porcentaje de estudios universitarios; mientras que en el sistema de cría y engorda se concentró el porcentaje más alto de productores que no concluyeron sus estudios de primaria; sin embargo el nivel de estudios medio superior (bachiller), fue similar para mayor en el sistema de engorda lo que muestra que este tipo de ganaderos ha estudiado más. Los

productores, por el hecho de pertenecer a asociaciones ganaderas tienen acceso a información sobre sistemas de producción y ocasionalmente reciben capacitación en grupo.

En Venezuela se realizó un estudio con 75 agricultores, donde los resultados mostraron que existe una asociación positiva entre la toma de decisiones, adopción de tecnología y estudios realizados, se observó que el nivel de tecnología agrícola estaba directamente relacionado con las variables sociales analizadas (educación, participación social y escolaridad) (Rengifo y Mateos 1984). Estos resultados sugieren que el nivel de estudios y la toma de decisiones es un factor importante en el uso y adopción de tecnología agrícola.

En el sistema de doble propósito y cría y engorda se encontró el mayor porcentaje de ganaderos que son propietarios de sus ranchos, sin embargo en el sistema de engorda un 25% renta, lo cual está directamente relacionado con la toma de decisiones que permite innovar la producción de forrajes; ya que los que rentan potreros manifestaron que no invertirían ningún recurso económico; mientras los que han heredado siguen el legado de sus padres, los que compraron buscan hacer más productivas sus tierras, también algunos han cambiado la orientación de la producción. Por ejemplo, algunos ranchos tenían café, pero ante la crisis de los precios, estos decidieron cambiar por otros usos de la tierra tales como potreros. Además el 50% ha heredado sus tierras lo que constituye un legado de producción, porque todos sus antecesores se han dedicado a la agricultura. Lo cual coincide con lo expuesto por Angelsen y Kaimowitz (1999) quienes mencionan que la seguridad en la tenencia de la tierra fomenta inversiones al hacer éstas menos riesgosas y genera mayor preocupación por la conservación de los recursos, en caso contrario resulta sobre explotación, disminuye la inversión y se le da mal manejo a los recursos naturales.

De los productos agropecuarios que los ganaderos venden, es un factor que estima qué tan eficiente es la producción en el rancho; y estos deben permitir solventar los gastos económicos de toda la familia. En el sistema de cría y engorda fue donde el 33% de los productores dependió de los ingresos de su rancho al 100%. Mientras que en los otros sistemas los ingresos económicos no son en su totalidad originados por la venta de los productos agropecuarios.

Este dato podría estar relacionado con las actividades de cada uno de los productores, quienes se dedican a otra actividad económica adicional, debido a que algunos ejercen profesiones o actividades que les proporcionan ingresos económicos, considerando a la

ganadería como una fuente de ingresos mínima o la toman como una inversión para no arriesgar en organizaciones financieras además, la recapitalización es mínima.

De los productores que se dedican al comercio, sobresalen los que tienen negocios de abarrotes y expendios de carne. La venta de carne se hace directamente por el productor, quien ha establecido un negocio en el área urbana. La venta de leña se dirige a los panificadores de la región, quienes compran grandes cantidades para cocer pan, por ser el gas LP más caro, en este contexto, Gómez (1985) señaló que la leña junto con el carbón se consideran los recursos bioenergéticos en el mundo, representando el 90% de la energía disponible para millones de seres humanos en zonas rurales de países del tercer mundo.

La venta de madera o árboles en pie, es otro de sus ingresos, y aunque la venta de madera, no es constante, ellos se han preocupado por establecer especies precoces, de buena calidad, la venta se hace con frecuencia a intermediarios de aserraderos, quienes son los que se obtienen el margen de ganancia más alto. De las especies, maderables de mayor venta están el cedro y la caoba. En el caso de frutas de *Citrus* sp, *Musa* sp, *Coffea arabica*, y *Litchi chinensis*, esta última especie, ha cobrado importancia económica en la región, siendo una fruta apetecida y comercializada en los municipios vecinos. De los productos agrícolas provenientes de cosechas que venden o autoconsumen, se encuentran *Manihot esculenta*, *Phaseolus vulgaris* y *Zea mays*.

López *et al.* (2007a) caracterizó en Nicaragua, tres grupos de productores agropecuarios: campesinos de subsistencia, campesinos finqueros y finqueros, se encontró que los tres tipos de productores tienden a consumir y comercializar sus productos agrícolas generados en la finca como parte de la estrategia de medios de vida. Lo anterior confirma la práctica que aquí se menciona con respecto a la venta de productos agropecuarios.

La carencia de vías de acceso afectó a cuatro productores por no contar con este servicio. Dos de las fincas del sistema de doble propósito no tenía acceso con vehículo, y dos en el sistema de cría y engorda, sólo se podía entrar en caballo o caminando. El acceso a los ranchos es una limitante para transportar los productos agropecuarios a los lugares donde se comercializan, pues si no se cuenta con carriles o brechas, esta labor se dificulta. También si el comprador, va por los animales o cosechas, paga un menor precio debido a que el arrastre extra significa un gasto mayor para el comprador; además se incrementa la de mano de obra y manejo de los productos. Se observó una mayor carencia en los servicios el sistema de engorda, por situarse en zonas más alejadas de las áreas urbanas. En general los productores

consideran que los servicios con los que cuentan en sus comunidades son buenos, ya que existen los elementales como: agua, luz, y las escuelas no están alejadas, de su lugar de origen.

3.4.2 Uso del suelo

Los usos de la tierra fueron variados, pero la utilización como potreros concentró el mayor porcentaje, lo que demuestra que los ganaderos prefieren áreas dedicadas únicamente al pastoreo, lo cual coincide a lo encontrado en Costa Rica, por Restrepo (2002) quien encontró más del 80% del uso del suelo ocupado por potreros.

La presencia de especies leñosas dentro de los potreros en los tres sistemas de producción mostró que los ganaderos prefieren tener asociaciones de especies arbóreas con pastos, además los árboles dispersos en potreros proporciona beneficios que el productor mencionó son más benéficos que perjudiciales para los animales.

3.4.3 Características de producción de las fincas ganaderas

En este trabajo se encontró que las gramíneas que dominan en los tres sistemas son *C. nlemfuensis* y los géneros de gramas nativas *Paspalum* y *Axonopus*. Información que coincide con la reportada por Améndola *et al.* 2005 y Castillo *et al.* (2005) quienes mencionan que las gramas nativas, son el principal recurso forrajero del trópico mexicano, ocupando, de un 25 a 75% de las tierras en pastoreo. Muchos productores han experimentado con diferentes especies de pastos, pero los resultados no han sido favorables, porque algunos no son resistentes a las plagas y enfermedades, además que las condiciones del suelo no son las más ideales para establecer una pradera con especies introducidas, las cuales requieren fertilización y manejo constante. Así han optado por seguir usando gramas nativas o la especie estrella de África que se ha adaptado bien a la región. Sin embargo los productores del sistema de engorda prefieren especies forrajeras introducidas y pastos de corte, por ofrecer mejores rendimientos de MS, los usan para suplementar a sus animales en época seca e invierno.

El pastoreo continuo fue el más común en los sistemas de producción de doble propósito y en el de cría y engorda, sin embargo, los ganaderos dedicados a la engorda administran su área de suelo con el pastoreo rotacional, aunque esta técnica de pastoreo mayor inversión en mano de obra y mantenimiento de los potreros. Los que usan pastoreo rotacional, lo explican como una medida de racionar el recurso forrajero a lo largo del año. Lo anterior fortalece a lo descrito por Voisin (1994) quien menciona que el manejo de pastoreo rotacional

intensivo permite incrementar el contenido de PC de 7 a 14 %. La productividad en el pastoreo continuo es casi tres veces menor a lo que se obtiene con pastoreo rotacional. En el pastoreo continuo en condiciones tropicales, el rango de utilización de las pasturas es del 10 al 40%. Además, Hodgson (1982) sugiere que los cambios en la cubierta vegetal después de varios días de pastoreo, podría afectar negativamente el rendimiento de materia seca, composición botánica, capacidad de rebrote y el comportamiento ingestivo de los animales, al punto de tornar insuficientes los mecanismos de consumo.

Aunando a lo anterior en la región se observó que el tipo de pastoreo modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y afecta los procesos hidrológicos, el ciclo de nutrientes y la producción vegetal de las áreas de pastizal (Echavarría *et al.* 2007). Una alternativa en la producción de pasturas con especies arbóreas sería, modificar el pastoreo continuo por pastoreo rotacional.

Las razas de ganado encontradas en los tres sistemas de producción mostraron que los ganaderos del sistema de cría y engorda, usan razas de mayor valor económico porque venden sus becerros como sementales.

La suplementación con sub productos industriales ha tomado importancia en producción ganadera, los ganaderos usan para la suplementación fuentes de energía como la melaza, principalmente los ganaderos dedicados a la engorda quienes desean que sus animales alcancen peso comercial en menor tiempo. En la misma zona de estudio, Castillo *et al.* (1999) uso melaza como suplemento en vacas en sistema de doble propósito por ser un recurso energético que viene a suplir la carencia de nutrientes en los meses de diciembre y enero. Así mismo, Aranda *et al.* (2001) suplementaron 32 novillas con caña de azúcar con y sin urea (1%) y con un suplemento proteínico a razón de 3% del peso vivo, observando que los animales alimentados con el suplemento proteico presentaron las mejores ganancias diarias de peso.

El uso de follaje de *Guazuma ulmifolia* y *Morus alba*, para suplementar durante la época seca se vio limitado al uso por dos ganaderos, los demás ganaderos no usaban leñosas como suplemento porque desconocían las características nutritivas y pensaban que podían afectar la salud de sus animales, lo anterior difiere a lo descrito en muchas investigaciones donde el uso de especies leñosas es una fuente de suplemento alimenticio disponible en los trópicos (Benavidez 1994, Jiménez 2000, Pinto 2002). También, Zamora *et al.* (2001) reportaron que el 87% de los productores de Boaco, en Nicaragua, suplementaron ganado con especies arbóreas y arbustivas en la época seca.

El 100% de los productores de los tres sistemas aplican algún tipo de manejo sanitario, como vacunas, desparasitantes y baños contra garrapatas. Al respecto, Martínez (2003) menciona que la cantidad de parásitos que afectan al ganado aumenta cuando la sombra en los potreros es más densa. Por ejemplo las poblaciones de garrapatas aumentan cuando estas están bajo sombras densas o cuando hay presencia de rastrojos o arbustos en alta densidad. De este modo en la región de Centro-Norte de Veracruz los productores desparasitan periódicamente y están consientes de que cualquier deficiencia sanitaria en el ganado significa pérdidas económicas

El control reproductivo en los tres sistemas de producción mostró que los ganaderos dedicados a la cría y engorda son lo que usan con mayor frecuencia la inseminación artificial, debido a que quieren evitar la consanguinidad entre sus animales, debido a que su objetivo principal es el mejoramiento del hato.

3.4.4 Características de disposición y manejo de especies leñosas

3.4.4.1 Especies leñosas que el ganado prefiere para ramonear

De acuerdo a la información proporcionada por los productores las especies que prefieren y que están presentes en cercas vivas son: *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Spondias mombin*, *Guazuma ulmifolia* y *Erythrina* sp, estas especies son usadas por su facilidad de manejo, fácil propagación, y porque ofrecen otros beneficios como leña, madera y forraje.

El manejo de las especies arbóreas es un factor importante que mantiene en función el objetivo de tener especies leñosas en potreros. En este trabajo se ubico la importancia que el animal tiene para ramonear especies leñosas ubicadas en cercas vivas y árboles dispersos. Sin embargo, esta actividad se da en mayor frecuencia en la época seca debido a la escases de pastos. La inclusión de bancos forrajeros en las fincas no es una actividad que se realice con frecuencia mostrando ausencia en el sistema de engorda y mayor uso en el sistema de cría y engorda. Así mismo los sitios de donde se obtiene follaje para corte y acarreo mostró que los cercas vivas son usados en la época seca como fuente de forraje por algunos productores del sistema de cría y engorda, mostrando en este sistema el mayor porcentaje en uso de especies para alimentar al ganado, aunque esta actividad este directamente asociada a la poda que se hace en la época que se ofrece el forraje.

3.4.4.2 Mecanismos de propagación de especies leñosas

El método de propagación más usado para el establecimiento de cercas vivas de especies como: *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, y *Spondias* es por estaca. Este método se practica por poseer mayor efectividad que la siembra de semilla. Algunas de estas especies también pueden ser manejadas por siembra como: *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Tabebuia rosea*, *Spondias mombin*, *Leucaena leucocephala* y *Diphysa robinoides* además la regeneración natural en árboles dispersos en potreros se puede dar en especies como: *Cedrela odorata*, *Spondias mombin* y *Guazuma ulmifolia*. La información antes mencionada coincide con la reportada por Martínez (2003) quien encontró métodos de propagación similares en especies arbóreas semejantes. Así mismo, Souza *et al.* (2000) menciona que la sombra que proporcionan especies comerciales como laurel (*C. alliodora*) y cedro (*C. odorata*) se regeneran naturalmente, sin ningún manejo silvicultural. También se encuentran otras especies, como higuerón (*Ficus* sp), limón dulce (*Citrus sinensis*), guava (*Inga* sp), guayaba (*Psidium guajava*), poró (*Erythrina* sp), y otras maderables, como lagarto (*Zanthoxylum belizense*), gavián (*Pentaclethra maculosa*) y surá (*Terminalia oblonga*).

Los ganaderos del sistema de doble propósito son lo que tuvieron el mayor porcentaje en la propagación de especies arbóreas mediante estacas, mientras que en el sistema de cría y engorda mostró el porcentaje mayor en la reproducción por semilla. Otro mecanismo de propagación de árboles en potreros es la deposición de semilla consecuencia de la ingesta de los animales, que después excretan, en lugares diferentes. La regeneración natural de los árboles dispersos en potreros se ve limitada, ya que los productores, al querer controlar las plantas indeseables usan machete para podar y aplican herbicida de una a dos veces por año, lo que limita el desarrollo de especies arbóreas que se regeneran de manera natural.

El control de malezas en los potreros de los productores entrevistados se lleva a cabo periódicamente para controlar las herbáceas no deseables, ya que estas significan pérdidas en áreas de pasturas y aunque esta técnica es común en el trópico, este manejo tiene efectos negativos, Benejam (2006) observó que la quema sólo daña el material vegetal; mientras que el uso de agroquímicos combate a las plantas desde tallo y raíz, por lo que el uso de este tipo de sustancias es el principal enemigo de las especies arbóreas cuando son aún plántulas y las que sobreviven, tienen que someterse constantemente a estas adversidades. Por lo anterior Valbuena (2006) sugiere a considerar que el control mecánico de las malezas podría ser una alternativa más benéfica con las plantas pequeñas de árboles, que al observarlas durante la

chapia, se evitaría su poda y de este modo aumentaría la regeneración natural de especies leñosas.

3.4.4.3 Manejo de especies leñosas

La poda de las especies leñosas tiene efectos positivos hacia el suelo o beneficia a la misma especie que al podarla rebrota con vigor. La frecuencia de podas a lo largo del año, tiene porcentajes diferentes en los tres sistemas de producción, El porcentaje mayor mostró que los ganaderos dedicados a la engorda prefieren podar una vez al año. Mientras que los productores de doble propósito y los de cría y engorda podan dos veces al año, lo cual significa que hay mayor incorporación de materia orgánica al suelo (Budowski 1998). La finalidad de la poda es que las ramas no produzcan mucha sombra, y también para obtener nuevos postes que usan para establecer o renovar cercas vivas. El propósito de poda de árboles ubicados en cercas vivas, coincide con la reportado por López *et al.* (2007b) quienes mencionan que en Nicaragua la poda se realiza para sacar postes, establecer o renovar cercas vivas.

La distancia de las especies arbóreas en cercas vivas mostró que los ganaderos del sistema de engorda tienen el mayor porcentaje a una distancia de dos metros (62,5%). La distancia de las leñosas en cercas vivas está influenciada por el uso que se le da a los árboles y el tiempo que permanecen en forma de cercas. Si la finalidad de la cerca viva es forraje, leña o línea de división entre áreas, los árboles no tendrán que crecer mucho y por lo tanto se pueden dejar a distancias de 1 a 2 metros; de lo contrario, si el objetivo es producir madera en las cercas vivas con otras especies, entonces las distancias de siembra variarán de 3 a 5 metros entre planta por que necesitarán más espacio para crecer y desarrollar su fuste (Beer 2000, Martínez 2003).

3.4.5 Percepción de las especies leñosas por los productores

Uno de los principales problemas de la ganadería en los países en vías de desarrollo es la falta de forraje, la cual podría ser suplida con la introducción de especies leñosas (Nair 1993). Una de las problemáticas en la producción ganadera en el trópico mexicano es que se practica extensivamente y con restricciones de tipo técnico, económico y ecológico, lo que repercute en la eficiencia económica de la producción animal (Jiménez 2000).

Aunado a la problemática que existe por la escasa disponibilidad de pastos en la época seca, la adopción de sistemas silvopastoriles se ha visto limitada en cuanto al uso de especies

leñosas como fuente de forraje y se debe principalmente a que los ganaderos desconocen las ventajas que las leñosas tienen, situación que coincide con estudios realizados en Chiapas (Pinto 2002).

Los recursos arbóreos con los que se cuenta en las fincas ganaderas, han mostrado que son una alternativa de producción de bienes y servicios, que sabiendo aprovechar puede aportar un excedente en la ganadería tropical. Sin embargo, la adopción de técnicas hacia los sistemas silvopastoriles se ha visto limitado por la idiosincrasia de los ganaderos, que no desean dar un giro diferente a la producción. El productor es quien debe tomar la decisión de integrar y organizar dentro de su finca los múltiples factores en las actividades productivas para adoptar o implementar estrategias que beneficien su economía, además debe incorporar nueva información a sus conocimientos empíricos, que se refieren al potencial de especies leñosas (Prins 1999).

La percepción de las especies arbóreas en las fincas encuestadas fue buena, ya que más del 70% de los productores de los tres sistemas de producción, piensa que los árboles aportan beneficios y servicios a sus potreros, y los que no pensaron lo mismo reservaron su respuesta. Otros mencionaron que no les agradan porque la producción de pasto se ve afectada en el área que cubren las copas de los árboles, por efecto de las sombra. Pese a lo anterior, el uso de las especies para la alimentación de animales se ha visto limitada por parte de los productores, ya que muy pocos realizan corte y acarreo.

Ante la posibilidad de destinar áreas de sus potreros, algunos ganaderos se mostraron interesados en adoptar los bancos forrajeros, pero la principal limitante que mencionaron fue la de desconocer donde conseguir semilla o planta para su establecimiento. Las cercas vivas y los árboles dispersos en potreros, son los SSP más utilizados por los productores para aumentar la cobertura arbórea en potreros.

3.4.6 Caracterización de especies leñosas en fincas ganaderas

Benavides (1994) menciona que la metodología para la investigación en árboles forrajeros debe iniciar con la identificación y caracterización de las especies, utilizando el conocimiento etnobotánico de los productores. En comunidades indígenas del trópico húmedo de México, Toledo *et al.* (1995) llevaron a cabo un estudio donde de 1124 plantas útiles, encontraron que 75 de ellas fueron árboles y arbustos forrajeros con diversos usos alternativos para los campesinos.

3.4.6.1 Frecuencia de especies leñosas

En este trabajo se identificaron 145 especies, en los tres sistemas de producción de acuerdo a la información proporcionada por el productor y la observación de los animales en los potreros consumiendo follaje, se encontró que los animales consumieron 65 especies arbóreas en la época seca, de estas comen hojas y frutos principalmente. Del número de especies mencionadas anteriormente 12 fueron las que resaltaron por su importancia y se visualizan como especies promisorias como forrajeras, debido a que los animales consumen con más frecuencia, además los productores las prefieren sobre las demás. Lo anterior coincide con lo encontrado por Pinto (2002) quien observó que animales en pastoreo prefieren 14 especies arbóreas de 65 especies identificadas. Sin embargo, en otros estudios realizados en África, donde, Kaitho (1997) identificó 264 especies arbóreas con potencial forrajero, predominando las del género *Acacia*. En Nicaragua se identificaron 37 especies arbóreas usadas para alimentación animal, ya sea usando su follaje o fruto (Zamora *et al.* 2001).

La familia de las leguminosas destacó por su frecuencia en especies (27), con la ventaja de que muchas de ellas son de importancia ecológica y forrajera, por lo que estas especies podrían usarse con más frecuencia, en los potreros. El empleo de leguminosas en los SAF permitiría un menor uso de agroquímicos, y así se reduciría la erosión del suelo, también evitaría la degradación de fuentes de agua y, muchas de ellas podrían incrementar la fertilidad de los suelos por medio de la fijación biológica de nitrógeno (Niesten *et al.* 2004). En otros estudios realizados por Guevara *et al.* (1994) encontraron 265 árboles aislados en 13 potreros, de los cuales había 57 especies y 26 familias. Las familias con mayor número fueron Leguminosae (12), Moraceae (6) y Sapotaceae (4). Meliaceae, Bombacaceae y Apocynaceae, 3 cada una. Así mismo, Pinto (2002) encontró que las especies que predominan en SSP son leguminosas y estas se visualizaban como potencialmente forrajeras, información que coincide a lo aquí encontrado.

Las especies que predominaron en la mayoría de las fincas encuestadas en este trabajo fueron: *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata*, *Psidium guajava*, *Spondias mombin*, *Ficus cotinifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Mangifera indica*, *Erythrina americana* y *Parmentiera aculeata*.

Se pudo apreciar que el mayor número de especies se encontró en el sistema de doble propósito y el menor en el sistema de engorda, lo que lo define al primero como el más apto para la promoción y uso de los SSP. Sin embargo, una de las principales limitantes en la

inclusión de nuevas especies, es el desconocimiento de estas por parte de los productores. En el caso de los árboles dispersos en potreros, su presencia es resultado de la regeneración natural, al exponerse la semilla al medio ambiente, y dependiendo de la calidad del suelo, ésta germina.

Las especies que ellos establecen, sólo son las que ellos consideran de importancia comercial como cedro y caoba, además de las cercas vivas, que vigilan y mantienen constantemente, debido a que proporcionan servicios al delimitar sus propiedades, y evitar que los animales invadan predios aledaños. Lo anterior coincide con lo expuesto por Bustamante y Romero (1991) quienes mencionan que en los SSP, el objetivo principal es la producción ganadera, el secundario la producción de madera, leña, frutas, y por último el uso de cercos vivos y sombra.

3.4.6.2 Especies leñosas según su ubicación

En este trabajo, el número más alto de especies arbóreas por finca se observó en el sistema de doble propósito (62 especies), se identificaron 94 especies en el sistema de doble propósito ubicadas en potreros, y 82 ubicadas en cercas vivas en el mismo sistema de producción; lo cual supera a lo reportado por Cerrud (2002), en Bugaba, Panamá, quien encontró 18 especies distintas en cercas vivas. Por otra parte Villanueva (2001), identificó 21 especies en la cuenca del Río Virilla en San José, Costa Rica.

En las encuestas se encontró que el 100% de los productores dejan árboles en potreros, aunque el número de individuos ha⁻¹ varió de 5 a 44, encontrándose el mayor número en el sistema de doble propósito, que además presentó una mayor área de parches de bosque.

Es importante mencionar que los productores tienden a seleccionar y utilizar pocas especies, pues aún cuando la riqueza de especies en cercas vivas, fue alta, el número en frecuencia es baja, debido a que algunas especies se encuentran en forma unitaria o aislada. Especies como *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Spondias mombin*, tienen frecuencia constante entre un poste y otro. De este modo, pesé a que la dominancia de tres especies en la frecuencia de cercas vivas, existe una importante nivel de conservación para la biodiversidad (Harvey *et al.* 2003).

El porcentaje mayor encontrado en cercas vivas (69%) se asemeja a los rangos encontrados por Souza de Abreu *et al.* (2000), Villanueva (2001), Harvey *et al.* (2003) y Villacís *et al.* (2003) quienes mencionan que los porcentajes de uso en cercas vivas, van de 49 a un 89%.

Adicionalmente las cercas vivas producen forraje para animales domésticos y silvestres, mejoran la fertilidad y la humedad del suelo por la adición de hojas, proveen leña, madera, de sus flores se obtiene néctar y polen, además de frutos y postes (Budowski 1987).

Las especies encontradas en árboles dispersos se asemejan a las reportadas por Zamora *et al.* (2001) y Esquivel *et al.* (2003) realizaron estudios en Costa Rica y Nicaragua respectivamente, encontrando entre 99 y 190 especies de árboles dispersos en potreros. Mientras que Harvey *et al.* (2003) encontraron hasta 85 especies distintas en estudios realizados en Rivas y Matiguás Nicaragua. Sin embargo, cuando se analizó el número de especies de árboles plantados deliberadamente por los productores en las cercas vivas solamente se encontró un rango de 2 a 28 especies.

3.4.6.3 Principales usos de las especies leñosas

De los usos de las especies leñosas seis destacaron en las fincas encuestadas, el uso de leña tuvo el porcentaje mayor en el sistema de doble propósito con 72%. Este servicio es benéfico para los ganaderos de las zonas rurales, donde el combustible que proviene del petróleo, es difícil de conseguir y la leña es una alternativa de combustible. Las especies *Inga jinicuil*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Mangifera indica*, *Erythrina americana* y *Guadua aculeata* son algunas de las especies que mostraron más frecuencia en usos.

En este estudio se identificaron 55 especies de árboles para consumo humano. En 39 de ellas, el fruto era la principal parte comestible, seguida de 8 especies para hoja, 4 para flor, 3 para semilla y 2 para raíz.

En Veracruz, México, Avendaño y Acosta (2000), caracterizaron especies que se utilizan como cercas vivas, encontrando en total 218 especies. De éstas, 88 % presentaron diversas categorías de uso adicional; así, obtuvieron 62 especies comestibles, 55 medicinales, 45 ornamentales, 36 de uso combustible, 27 en construcciones rurales, 22 maderables, 13 como forraje, 6 melíferas y 42 asignadas a otras categorías de uso.

Restrepo (2002) encontró que el 26% de las especies de árboles en potreros fueron maderables, el 15,6% se usaron como fuente de frutos y 7% como forraje. El 14,71% fueron usados como sombra para el ganado y el resto de árboles mencionados, como fuente de postes muertos, leña y árboles frutales.

3.4.6.4 Consumo animal de especies leñosas

En este estudio se encontró que los animales consumen 64 especies, en el siguiente orden: frutos (36), hojas (33) flor (4), tallo (5) corteza (9) y semilla (3).

Es claro que para que una especie arbóreas pueda tener un valor forrajero real, es necesario considerar otros parámetros además de los expuestos anteriormente y estos se relacionan con su valor nutritivo y palatabilidad del follaje (Pinto 2002). En este contexto el conocimiento local de los productores en el uso de las especies leñosas, además de las evaluaciones químicas de follaje conllevaría al desarrollo de nuevas estrategias para clasificar especies promisorias como forrajeras.

3.5 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis de que en las fincas ganaderas de los municipios estudiados, existe una alta diversidad de especies leñosas, se encontraron 145 especies leñosas en los tres municipios.

Las especies leñosas tienen funciones múltiples en las fincas ganaderas, destacando las cercas vivas y árboles dispersos en potreros.

Las especies leñosas tienen diferentes usos como: leña, madera y postes.

Las características socioeconómicas son una limitante en la adopción de sistemas silvopastoriles, principalmente el grado de estudios, sin embargo este factor no fue una limitante en el uso de especies arbóreas por algunos productores.

En la caracterización de las fincas, se observó que existe diferencia en el sistema de manejo entre las producciones, los ganaderos dedicados a la engorda están más tecnificados y cuentan con pasturas mejoradas, un sistema de pastoreo rotacional, y una carga animal más alta a diferencia de los otros dos sistemas, ocasionando efectos de presión sobre las pasturas que predominan en los potreros.

Las especies leñosas encontradas en los tres sistemas de producción difirieron en porcentajes reportados, aunque las características de uso fueron similares en los tres sistemas. Se observaron las mismas especies de interés económico ya sea para la producción de madera, utensilios, y las mismas especies para la producción de forraje, existen varias especies con potencial forrajero.

Algunas especies leñosas como: *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* pueden ser promisorias como forrajeras, lo cual da un valor agregado a los sistemas de producción, que bien se pueden usar en las épocas críticas del año, como suplemento alimenticio, principalmente en el sistema de engorda donde se requiere mayor inversión en alimentos balanceados.

De algunas especies de leñosas solo se encontró un ejemplar, lo que limita la dispersión o propagación de especies en fincas ganaderas, y las que ahí están no fueron sembradas o introducidas por los ganaderos, llegaron de forma casual.

La diversidad de especies arbóreas en los potreros se ve limitada por el efecto del sobrepastoreo que no deja que se desarrollen nuevas plantas de árboles.

La siembra de árboles en potreros, han sido una limitante en la adopción de nuevas especies arbóreas debido a que los productores requieren de plantas de árboles, capacitación y apoyo con semilla.

La difusión del uso de especies arbóreas en la región centro del Estado de Veracruz, es escaso, los extensionistas se han limitado a promover la producción de ganado intensificando, por las mayores ganancias económicas. Sin embargo, existen ganaderos que han incluido la producción de especies maderables en sus fincas.

3.6 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio de pago por servicios ambientales para estimular la conservación de sistemas silvopastoriles en las fincas ganaderas y preservar las especies arbóreas que se encuentran amenazadas por su escasa presencia y poco uso en los sistemas ganaderos, con la finalidad de evitar su desaparición en la región. Además el estado de Veracruz es uno de los principales productores de ganado a nivel nacional, y así darle un valor agregado a la producción de ganadera, y además contribuir a la mitigación del calentamiento global.

Realizar un estudio socio-económico en las fincas con sistemas silvopastoriles y visualizar los aportes económicos reales a los ganaderos, y evaluar cuales son los principales factores que influyen en la toma de decisiones de los productores para intensificar sus sistemas productivos.

Se recomienda evaluar el manejo sustentable de los recursos arbóreas dentro de los sistemas silvopastoriles, algunos indicadores que se recomiendan tomar en cuenta son la regeneración natural y desarrollo de las especies de mayor importancia económica y forrajera, como *Cedrela odorata*, *Sweetenia macrophilla* y *Guazuma ulmifolia*.

Gestionar la reforestación con especies arbóreas multipropósitos e introducirlas como cercas vivas o en forma de banco de proteína para utilizarlas de manera más frecuente en la alimentación animal.

Realizar un inventario completo de las especies arbóreas que existen en diferentes fincas ganaderas, ampliando el área geográfica de estudio en la región verificar cuales son las especies leñosas nativas que se encuentran en potreros ya que estas pueden ser muy importantes en cuanto a su adaptación y desarrollo en los sistemas ganaderos.

Se recomienda capacitar a los productores, en cuanto al uso y manejo de las especies arbóreas y arbustivas, aprovechando que están inscritos en asociaciones ganaderas locales.

3.7 LITERATURA CITADA

- Améndola, L; Castillo, GE; Pedro Arturo. Pasturas y cultivos forrajeros. *In México II*. 2005. Suttie, M; Reynolds, G. eds. Febrero de 2005.
- Angelsen A; Kaimowitz D. 1999. Rethinking the causes of deforestation. Lessons from Economic Models. *The World Bank Research Observer*. 1(14) 73-98.
- Aranda, E; Mendoza, GD; García-Bojalil, C; Castrejón, F. 2001. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugar cane, urea and a protein supplement. *Livestock Production Science* 71: 201-206.
- Avendaño, RS; Acosta, RI. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*. 6(1): 55-71.
- Beer, J. 2000. Linderos maderables. *In Arboleda, O; Jiménez, F; eds. Plantación de árboles en líneas*. 2 ed. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ Centro Agronómico tropical de investigación y Enseñanza, Turrialba, CR. p 69-80.
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 3-28.
- Benejam, SLE. 2006. Técnicas de control de malezas en potreros. *In X Seminario de manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de alimentación animal*. Maracaibo Venezuela. p 99-108.
- Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Centro América. *In Gholz, HL. ed. Agroforestry: realities, possibilities and potential*. Dordrecht, N. Mautinus Mijhoff. p. 169-178.
- Budowski, G. 1998. Importancia, características y usos de las cercas vivas. *In Lok, R. ed. Huertos caseros tradicionales: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario*. Turrialba, CR. CATIE/AGUILA/IDRC/ETC Andes. p. 117-127.
- Bustamante, J; Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal. *Sistemas silvopastoriles*. Carta de Rispal. No. 20 Turrialba, Costa Rica. p 3-11.
- Carvajal, AJ. 2005. Establishment of stakes of chacah (*Bursera simaruba*) as a live fence, in the east of Yucatan. *Livestock Research for Development*. 17:23-26.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Harvey, C; Klein, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotenté, Estelí, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 8 (30):17-20.
- Castillo, GE; Ocaña, ZE; Mendoza, PC; Gómez, SR; Rubio, GI; Livas, CF; Aluja, SA. 1999. Complementos con base de melaza-urea para vacas de doble propósito del trópico Veracruzano. *Revista Veterinaria México*. 30(2):125-133.
- Castillo, GE; Valles, MB; 't Mannetje, L; Aluja, SA. 2005. Efecto de introducir *Arachis pintoi* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. *Técnica Pecuaria México*. 43(2):287-295.
- Cerrud, RA. 2002. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales en el Distrito de Bugaba, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 95 p.
- Cordero, J; Boshier, DH. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Barrance, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, J; Cordero, J; Detlefsen, G; Finegan, B; Galloway, G; Gómez, M; Gordon, J; Hands, M; Hellin, J; Hughes, C; Ibrahim, M; Kass, D; Leakey, R; Mesén, F; Montero, M; Rivas, C; Somarriba, E; Stewart, J; Pennington, T. Oxford, RU. (Eds) OFI/CATIE. Oxford Forestry Institute, Oxford, RU. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1079 p.

- Echavarría, CFG; Serna, PA; Valenzuela, BR; Salinas, GH; Flores, NMJ; Gutiérrez, RL. 2007. Degradación física de los suelos de pastizal bajo pastoreo continuo en el Altiplano de Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Científico. 11: 1-43.
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, CA; Villanueva, C; Benjamin, T; Sinclair, FL. 2003. Árboles dispersos en potreros de finca ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):24-29.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. Para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. Cuarta edición. Instituto de Geografía, UNAM. México. p 72-84.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno, CP; Laborde, J. Castillo, S. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*. (28):1-27.
- Gómez, PA. 1985. Los recursos bióticos de México. Ed. Alambra mexicana instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Xalapa, Ver. México. p 122.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacís, 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, FL. 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):4-5.
- Hodgson, J. 1982. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term herbage intake by calves and lambs. *Grass Forage Science*. 36: 49-57.
- Iriondo, E; Alvarez, E; China, A; Borroto, D. 1998. Experiencias campesinas sobre la utilización de árboles y arbustos en huertos caseros. *In* III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. Indio Hatuey, Matanzas, CU. p. 258-262.
- Jiménez, FG. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la región Maya-Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 164 p.
- Kaitho, RJ. 1997. Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Ph.D. Thesis. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 189 p.
- Krishnamurthy, L; Buendía, NA; Moran, VMA; Uribe GM. 1998. Caracterización del sistema tradicional agrisilvícola café plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan Veracruz. *Agroforestería. Red Fundación Rockefeller. Gestión de Recursos Naturales*. 11:38-51.
- López, F; López, M; Gómez, R; Harvey, C; Villanueva, C; Gobbi, J; Ibrahim, M; Sinclair, F. 2007a. Cobertura arbórea y rentabilidad de fincas ganaderas en Rivas y Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45: 101-108.
- López, F; Gómez, R; Harvey, C; López, M; Sinclair, F. 2007b. Toma de decisiones de los productores ganaderos sobre el manejo de árboles en potreros en Matiguás Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45: 93-100.
- Martínez, RJL. 2003. Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del río Bulbul en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p.
- Nair, RKP. 1993. An introduction to agroforestry. Klumer Academic
- Nielsen, E; Ratay, S; Rice, R. 2004. Achieving biodiversity conservation using conservation concessions to complement agroforestry. *In*: Schroth, G; da Fonseca, GAB; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AN. eds. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC. US. Island, Press. p 135-150.

- Pennington, TD; Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la investigación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. Ediciones Científicas Universitarias. 3. ed. México, D.F. 521 p.
- Pinto, RR. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle central de Chiapas. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 303 p.
- Prins, K. 1999. ¿Cómo insertar nuevas tecnologías en sistemas de producción de familias campesinas. *Agroforestería en las Américas*. 6(21):29-31.
- Ramírez, L; Ku, VJC; Sandoval, C; Solorio, F. 2000. Producción animal con pasturas asociadas con especies arbóreas y arbustivas. In Castillo, E. ed. Curso de actualización en producción de carne y leche en el trópico con base en el pastoreo Tuxpan Veracruz, México: memoria. CEIEGT-FMVZ-UNAM, Veracruz, México. p 29-39.
- Rengifo, C; Mateos, G. 1984. La racionalidad en la toma de decisiones variable interviniente entre algunos factores sociales y el nivel tecnológico agrícola. *Agronomía Tropical* 34(4-6):115-129.
- Restrepo, SC. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 102 p.
- Sharma, PV. 2001. Promoting agroforestry practices among small farmers: a case of poplarbased systems in north-west India. In. Ibrahim, M. Comp. International symposium on silvopastoral systems. Second Congress on Agroforestry and livestock production in Latin America. San José CR. p 471-474.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 7(26):53-56.
- Toledo, JM. 1989. Plan de Investigación en Leguminosas Tropicales para el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT). Martínez de la Torre, Veracruz, México. Informe de Consultoría, Proyecto FAO: México 1781015. 82 p.
- Toledo, VM; Batiz, AI; Becerra, R; Martínez, E; Ramos, HC. 1995. la selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*. 20: 177-187.
- Torres, RJA; Martínez, PD. 1993. Descripción de gramíneas en plantaciones cítricas de Martínez de la Torre, Veracruz. Universidad Autónoma de Chapingo. 271 p.
- Valbuena, JN; Acosta, C 2007. Control de malezas dicotiledóneas en los rendimientos de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) In X Seminario de manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de alimentación animal. Maracaibo Venezuela. p 34-42.
- Villacis, J; Harvey, CA; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 10(39/40): 17-23.
- Villanueva, C. 2001. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río Virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 107 p.
- Voisin, A. 1994. Productividad de la hierba. 2 Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 499 p.
- Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, C; Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follajes arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 8(31): 31-38.

4. ARTÍCULO 2.

Ascencio, RL. 2008. Selectividad animal de especies leñosas, calidad nutritiva y degradación *in situ* de seis especies leñosas de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre de Veracruz, México. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, CR. 119 p.

Palabras clave: época seca, época lluviosa, potencial forrajero, índice de selectividad, *Diphysa robinoides*, *Bambusa vulgaris*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina americana*, *Zanthoxylum riedelianum*.

RESUMEN

Se evaluó la composición botánica de las pasturas asociadas a leñosas para compararla con la selectividad de vacas en pastoreo, durante las épocas seca y lluviosa. Se usaron cinco vacas. Los animales prefirieron especies leñosas en un 13,4% del total de la ingesta, en la época seca. Se evaluó la composición química y degradación *in situ* de materia seca (DISMS), la degradación *in situ* de proteína cruda (DISPC) y la degradación *in situ* de materia orgánica (DISMO) de seis especies arbóreas: *Diphysa robinoides*, *Bambusa vulgaris*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina americana* y *Zanthoxylum riedelianum*. Estas especies se mostraron como promisorias forrajeras en la sección 3.3.6.1. El follaje se recolectó en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México, durante las épocas seca y lluviosa. Se analizó el contenido de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA). Las especies que mostraron la cantidad más altas de PC fueron *G. sepium* con 24,2%, en la época lluviosa, y *E. americana* con 23,2% en la época seca. El contenido de PC, de las seis especies evaluadas mostraron diferencias estadísticas entre especies ($p < 0,050$). El contenido más alto de MO la tuvo *D. robinoides* con 93,1% de en la época lluviosa y *E. americana* con 93% en la misma época. El contenido de MO mostró diferencias estadísticas entre especies ($p < 0,050$). La cantidad más alta de FDN la tuvo *B. vulgaris* con 70,8%, en la época lluviosa. *B. simaruba* mostró la cantidad más alta de FDA con 45,2% en la época lluviosa. La FDN y FDA mostraron diferencias estadísticas entre especies ($p > 0,050$) pero no entre épocas. *D. robinoides* mostró el mayor potencial de degradación de materia seca con 80% en la época seca y *B. vulgaris* tuvo la menor degradación con 58,2% en la época seca. La DISMS mostró diferencias entre especies ($p < 0,050$), pero no entre épocas.

4.1 INTRODUCCIÓN

Las gramas nativas son el principal recurso forrajero del trópico mexicano, ocupando entre un 25 a un 75% de las tierras de pastoreo, y son la principal fuente de alimento para bovinos de cría y de doble propósito (Améndola *et al.* 2005, Castillo 2003). Las gramas nativas manejadas tradicionalmente con pastoreo continuo, tienen producciones anuales bajas, que van de las 7 t MS ha⁻¹ y su calidad es de regular a mala con PC de 4 a 7% y DIVMS de 45 a 55%, por lo cual, la capacidad de CA está entre 1 y 1,5 UA ha⁻¹ (Minson 1990). El bajo rendimiento forrajero de las gramas nativas se debe a la baja disponibilidad de nutrientes del suelo, nitrógeno principalmente, lo cual limita el crecimiento de las gramíneas durante el año, donde los ganaderos no acostumbran fertilizar sus potreros (Bosman *et al.* 1990).

Una de las principales ventajas al utilizar especies forrajeras leñosas, es que a diferencia de las herbáceas, la digestibilidad y calidad de proteína de las hojas casi no varía en las diferentes épocas del año (Hernández 1993). El follaje de la mayoría de las especies leñosas muestra contenido de PC, que duplica o triplica, al de los pastos tropicales y, en varios casos, también supera a los concentrados comerciales, que se utilizan en la alimentación animal (Benavides 1994). El forraje de árboles posee la característica de satisfacer las necesidades nutritivas de los rumiantes que a diferencia de los monogástricos requieren mayores cantidades de carbohidratos originados de granos y cereales (Pinto 2002).

Ibrahim *et al.* (1999) mostró que la fracción nitrogenada de *Erythrina* sp y *Gliricidia sepium*, se encuentra constituida en un 75% por NNP lo que puede ser una limitante para su uso en monogástricos, pero no en rumiantes. También, realizaron estudios para diseñar estrategias de alimentación en bovinos usando leñosas forrajeras y detectaron que el beneficio económico fue mayor usando follaje de leñosas a diferencia de otras fuentes de proteína.

El trópico mexicano posee una amplia gama de especies arbóreas que pueden ser una alternativa de alimentación, algunas podrían ser promisorias para producción de forraje que supla la deficiencia de nutrientes en las épocas críticas del año. El uso y potencial del follaje de leñosas en la alimentación animal se ha reforzado con el objetivo principal de desarrollar sistemas de alimentación alternativos, que optimicen el uso adecuado de los recursos con los que se cuente en los ranchos y así disminuir los costos de producción de los ganaderos. Los objetivos de este estudio fueron evaluar la composición botánica y la selectividad de vacas en pastoreo; y evaluar la composición química y degradación *in situ* de materia seca de seis especies leñosas en dos épocas del año.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Selectividad animal

La evaluación de la selectividad animal se realizó en la comunidad Loma del Cuajilote, ubicada en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. Las características del municipio ya fueron mencionadas en la sección 3.2.1. La metodología usada fue una adaptación de Velásquez (2004).

Se seleccionó una finca que pertenece al sistema de producción de cría de ganado. Las observaciones se realizaron en la época seca y lluviosa (mayo-agosto), en una área de 54 ha, divididas en cinco potreros de aproximadamente 10 ha cada uno. Los potreros estaban constituidos por cercas vivas y árboles dispersos. Se eligieron, por potrero cinco vacas que cumplieran con características similares de raza, edad y peso. Se caracterizó la cobertura vegetal, carga animal, días de ocupación y días de descanso.

4.2.1.1 Transectos

El área de muestreo para los transectos control fue de 50 m² (50 m de largo por un metro de ancho). El número de transectos por potrero se estimó de acuerdo al área de la finca. Se trazaron cinco transectos control que se eligieron al azar y cinco transectos vaca en cinco potreros, cada uno con un área de 10 ha aproximadamente (25 animales en época seca y 25 en época de lluvias).

Transecto control: representan la vegetación total disponible para los animales. Los puntos de observación a lo largo del transecto se determinaron con dos piezas de madera de 1 m de longitud, sobrepuestas, formando una cruz. Esta formación se ubicó a intervalos de 1,5 m, a lo largo de una cinta métrica de 50 m de longitud. Las especies herbáceas o arbustivas registradas, fueron aquellas que interceptaron cualquiera de los cuatro extremos de la cruz (hoja, rama, tallo). Se obtuvieron 4 registros en cada punto. Ante la ausencia de vegetación en cualquier punto, se registró el individuo más próximo (Ospina 2005). La cruz se puso al inicio de los 50 m, se midió 1,5 m y se dejó medio metro entre cada medición, resultando por cada transecto 33,3 puntos.

Transecto vaca: representa el área de alimentación seleccionada por los animales. En esta actividad se observó el desplazamiento de los animales en el potrero, con la finalidad de contar los bocados, y la preferencia en la selección de especies forrajeras arbóreas. Mientras se observaba a los animales, otra persona apoyaba en el registro de la frecuencia con que los

animales consumieron especies en tiempo y repetición. El conteo de bocados y la frecuencia de estos, se hizo durante 10 minutos por cada animal, utilizando un equipo de grabación para mencionar el nombre de la especie que comió, grabando las veces que fuera necesario (10 minutos o 50 metros) sin exceder el desplazamiento de 50 m. La observación se hizo a una distancia donde el animal no se percatara de la presencia de los observadores. Fue necesario utilizar binoculares para contar los bocados, ya que algunos animales se mostraban nerviosos al detectar la presencia de personas que alteraban su comportamiento. Al concluir las observaciones con un animal, se procedía a la observación del siguiente, hasta completar el número de transectos. Las observaciones se hicieron en las primeras horas de la mañana, y/o por la tarde, buscando en todos los casos que las altas temperaturas no afectaran la ingesta de forrajes.

Estas observaciones visuales confirmaron cuáles son las especies herbáceas y arbóreas que los animales prefieren durante las dos épocas del año evaluadas. La observación de especies consumidas se comparó con los datos de composición botánica, determinando el índice de preferencia de los forrajes arbóreos.

4.2.1.2 Índice de selectividad

Para calcular el índice de selectividad (IS) se digitalizó una base de datos en Excel, donde se obtuvieron porcentajes de cada especie, tanto en el transecto vaca como en el transecto control. Se dividió la proporción de cada especie en el transecto vaca, entre la proporción de cada especie en el transecto control.

Para analizar las variables asociadas a la selectividad, se utilizó estadística descriptiva, donde se calcularon la media, frecuencias relativas y absolutas. Se discriminó a las principales especies en cuatro grupos: (gramíneas, leguminosas herbáceas, malezas de hoja ancha y angosta y especies arbóreas) que presentaron más frecuencia de consumo, contra las observaciones encontradas de especies disponibles en la composición botánica. Se realizó una prueba de T para evaluar las muestras independientes y compararlas entre ambas épocas dentro de cada grupo de especies (SAS 2001).

4.2.2 Composición química y degradación *in situ* de materia seca

Los análisis químicos, la degradación *in situ* de materia seca (DISMS), degradación *in situ* de materia orgánica (DISMO) y la degradación *in situ* de proteína cruda (DISPC), se realizaron en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical

(CEIEGT) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM), ubicado en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México. Las coordenadas geográficas son 20°02' N y 97°06' O, y una altitud de 112. La temperatura y precipitación media anual son de 23,5°C y 1991 mm, respectivamente. La clasificación climática de acuerdo a Köppen, modificada por García (1988) es Af(m)w'(e) que indica un clima cálido húmedo con lluvias todo el año.

4.2.2.1 Selección animal de especies leñosas

Se observó la preferencia que el animal tenía en la selección de forraje arbóreo disponible en los potreros. Para la selección de especies analizadas, se tomaron en cuenta las siguientes variables: palatabilidad, abundancia, manejo, disponibilidad de follaje en época seca y lluviosa. Se utilizaron las que obtuvieron más repeticiones y frecuencia en las encuestas, y en las que se observó que los animales consumen con más frecuencia (sección 4.2.1). También se tomaron en cuenta las sugerencias de los productores, con base en el uso y conocimiento tradicional que tienen de los árboles y arbustos forrajeros, teniendo en cuenta indicadores de aceptación por el ganado, capacidad de rebrote, y su percepción como mejoradoras del suelo (Jiménez 2000).

Las especies arbóreas se colectaron en dos épocas del año; seca (marzo) y lluviosa (julio) de 2006. Se colectaron seis especies arbóreas que fueron: *Diphysa robinoides*, *Bambusa vulgaris*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina americana* y *Zanthoxylum riedelianum*, procedentes de diferentes fincas en los tres municipios del estudio.

Las seis muestras se colectaron de árboles sanos ubicados en potreros donde los animales pastoreaban. En la primer colecta de la época seca, se marcaron los árboles a los que se cortó el forraje, para que en la época lluviosa se colectara de los mismos árboles y sitios. Se realizaron tres cortes por cada época: al inicio de mes 5, y 15 días después. Se cortaron hojas, tallos y pecíolos, teniendo en cuenta la altura a la que el animal alcanza el follaje para comer. Se colectaron 10 submuestras y se hizo una muestra compuesta de cada especie, una vez obtenida la composición de follaje, se colocaron en bolsas de papel respectivamente identificadas.

4.2.3 Análisis químico y degradación *in situ* de los forrajes leñosos

Las muestras seleccionadas se llevaron al laboratorio del Centro de Enseñanza Investigación, Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), donde se pesaron individualmente

para determinar el porcentaje de materia seca (MS), con la finalidad de estimar todos los demás análisis en base seca. El follaje se secó a una temperatura de 60°C por 72 h, en estufa de aire forzado, para luego molerlas, en molino Wiley con criba de 1 milímetro (mm) de tamaño de partícula para el análisis químico; y de 2 mm para degradación *in situ*. A la muestra molida, se le evaluó el contenido de proteína cruda (PC) por la técnica de Kjeldahl, MS y materia orgánica (MO) de acuerdo a AOAC (1990). Los análisis de fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) se estimaron por el método de detergentes (Van Soest *et al.* 1991).

4.2.3.1 Selección de animales para degradación *in situ*

Para la evaluación de la degradación *in situ* de MS, MO, y PC, se usaron tres novillas. Cinco meses antes de la evaluación de los forrajes, las novillas fueron sometidas a cirugía ruminal permanente para implantarles cánulas flexibles de 10 cm de diámetro interno (Bar Diamond Inc, Parma Idaho USA). Los animales tenían características similares en cuanto a raza, edad y peso; la raza que se usó fue ½ Simmental x ¼ Holstein y ¼ cebú, con un peso vivo promedio de 300 kg, y aproximadamente 18 meses de edad.

Los animales fistulados estaban alimentados con forrajes nativos e introducidos, bajo condiciones de pastoreo rotacional, con una carga animal de 2 UA ha⁻¹ año⁻¹ con periodos de ocupación de 3 días y 27 de recuperación. Las gramíneas que predominaron en los potreros fueron: *Axonopus compressus*, *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*, *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria mutica*. Ya que la alimentación original antes de la evaluación podía tener un efecto negativo en la tasa de degradación del forraje incubado, los animales se sometieron a un periodo de adaptación de 10 días, con el objetivo de eliminar todos los residuos de alimento diferentes a los materiales a incubar que no habían sido digeridos, y lograr un estándar en la población bacteriana del rumen de las tres novillas (Orskov *et al.* 1980, McDonald *et al.* 2002).

La alimentación consistió en pastoreo *ad libitum*. Desde el primer día de adaptación, se proporcionó alimento balanceado comercial con un contenido de 14% de PC, y follaje arbóreo a razón del 1% del peso vivo del animal (3 kg); a partir del tercer día, se proporcionó follaje seco y molido de las seis especies arbóreas evaluadas, en una proporción del 5% (95:5) que fue aumentando en follaje arbóreo hasta alcanzar un 25% (75:25), con la finalidad de acostumarlos a la degradación de especies arbóreas. La alimentación se proporcionó una vez al día, a la misma hora, y se mantuvo hasta finalizar la evaluación.

4.2.3.2 Degradación ruminal de MS, MO y PC de especies leñosas

Para medir la cinética de la degradación ruminal de MS, MO y PC, se empleó la técnica de Orskov *et al.* (1980). Se utilizaron bolsas Bar Diamond Inc, Parma Idaho, USA, de 10x20 cm y 53 micras de tamaño de poro. Cada bolsa fue marcada de forma individual y secada a 60°C durante 72 h hasta obtener peso constante. Se pesaron en balanza analítica 5 gramos (g) de material vegetal, que se introdujo en las bolsas de nylon, pesando por duplicado cada una de las especies arbóreas. Las bolsas se cerraron con ligas de hule a una distancia de 4 cm de la boca de la bolsa, para permitir movilidad de la muestra (Vanzant *et al.* 1998). Las bolsas se introdujeron por duplicado a cada animal, por cada tiempo de incubación. Todas las bolsas se pusieron en una bolsa de corsetería, y a su vez ésta fue hidratada con agua a temperatura ambiente, después se colocaron dentro del rumen a una distancia de 40 cm de la cánula. Los tiempos de incubación fueron: 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h, de acuerdo a Orskov *et al.* (1980). Primero se introdujeron las bolsas que permanecieron en el rumen por 96 h, para posteriormente introducir las demás, en secuencia regresiva, con la finalidad de retirarlas todas del rumen al finalizar el periodo de 96 horas.

La determinación de la degradación de materia orgánica (DGRMO) y degradación de proteína cruda (DGRPC) fue a las 24 h, y se usó la técnica de Orskov *et al.* (1980). La degradación a 24 h de MO y PC se realizó con base en que la literatura reporta que la degradación de especies arbóreas es asíntota, y está se alcanza, en un promedio, a las 24 h (Pinto 2002).

4.2.3.3 Procesamiento de las muestras

Una vez concluido el tiempo de incubación, se sacaron todas las bolsas del rumen, se lavaron con agua a chorro constante hasta que salió clara, con el fin de detener la actividad microbial, y eliminar todas las partículas adheridas a la bolsa (Lindberg 1985). Posteriormente, se dejaron escurrir las bolsas; se colocaron en la estufa de aire forzado para su secado a una temperatura de 60°C por 72 h hasta alcanzar su peso constante. Posterior al secado, las muestras fueron pesadas en balanza analítica. La desaparición de MS fue estimada por diferencia entre la cantidad existente de material incubado menos la cantidad residual. Para el caso de DGRMO y DGRPC, se analizaron las concentraciones de MO y PC, respectivamente, presentes en el material incubado y residual.

Para determinar la degradación de la fracción soluble real a tiempo cero (A), se usó el mismo procedimiento de pesado y marcado de las bolsas que se incubaron en rumen (sección

4.2.3.2), pesando por duplicado 5 g de material vegetal, de cada una de las especies arbóreas. Las bolsas se colocaron en baño maría, a una temperatura 37-38°C; y recibieron agitación lenta por 30 minutos, con la finalidad de simular la temperatura y los movimientos del rumen; después se lavaron con agua, y se secaron en estufa de aire forzado a 60°C por 72 h, hasta que alcanzaron su peso constante. Después del secado, se pesó la muestra y se calculó la desaparición del material inicial menos el residual. Estos datos se usaron para determinar la fracción soluble real de (*A*).

4.2.4 Procesamiento y análisis de los datos

Los datos promedio de PC, MS, MO, FDN y FDA por especies se analizaron mediante la prueba de Duncan (SAS 2001).

Los valores de desaparición (%) de la MS a 96 h en el rumen fueron analizados en el programa NOWAY (1994); se realizó una regresión no lineal basada en la ecuación exponencial propuesta por Orskov *et al.* (1980), para obtener las constantes de degradación ruminal *a*, *b* y *c*. Los parámetros de degradación ruminal de MO y PC a 24 h, fueron estimados en porcentaje, usando el modelo matemático de Orskov *et al.* (1980):

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

Donde:

p = Degradación real después de un tiempo “*t*”

a = Intercepto en la curva de degradación de la fracción soluble en el tiempo cero

b = Fracción insoluble potencialmente degradable cuando el tiempo no es limitado

c = La constante para la tasa fraccional de degradación de “*b*”

t = Tiempo de incubación de las bolsas en el rumen.

De las constantes anteriores se derivó *B* (fracción degradable que no es soluble), la cual es definida como $B = (a + b) - A$, donde *A* es la fracción soluble que se pierde en el lavado al tiempo cero, y $a + b$ es el potencial de degradación del material evaluado.

4.2.4.1 Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar con parcelas divididas en el tiempo, donde: la parcela principal son las especies, y la sub parcela es la época. Se consideraron 6 tratamientos (especies forrajeras) duplicados, 3 réplicas (novillas), y 2 épocas de evaluación (lluviosa y seca), durante 7 evaluaciones a lo largo del tiempo: 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 hrs, haciendo un total de 504 muestras (6 x 2 x 3 x 7 x 2) (Anexo 3).

Las variables de respuesta de los tratamientos que fueron analizadas son: DISMS, DISMO y DISPC, para lo cual se estableció el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + Ts_i + e_{k(i)} + Pp_j + T_iP_j + e_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta de los tratamientos

μ = media general común de todas las observaciones

Ts_i = efecto de la i -ésima especie ($i=1,2,\dots,6$)

$e_{k(i)}$ = efecto del error experimental debido a la especie

Pp_j = efecto de la j -ésima época ($j=1, 2$)

Ts_iPp_j = efecto de la interacción especie por época

$e_{k(ij)}$ = efecto del error experimental debido a la época

Con la finalidad de encontrar diferencias entre la composición química y la época se realizó un análisis de varianza mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia al 5%. Para las características de degradación ruminal se efectuaron análisis de regresión no lineal (SAS 2001). Para verificar la relación entre las especies y la época se hizo una prueba de LS MEANS, con la finalidad de hacer comparaciones de las medias en las posibles interacciones de cada especie (SAS 2001).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Selectividad animal de especies leñosas

El área total de la finca donde se llevo a cabo la selectividad animal fue de 69 ha, de las cuales 54 ha son dedicadas a potreros para pastoreo, dividido en cinco potreros, cada potrero tenía en promedio 10 ha, en 6 ha se cultiva limón y 9 ha son de bosque. El tipo de explotación es la cría de ganado con 88 animales y una CA de 1,6 UA ha⁻¹. El sistema de pastoreo fue alterno, con periodos de ocupación de un mes y descanso de hasta tres meses entre cada potrero. Las razas de ganado que predominaron fueron cruza de Brahman, Criollo y Holstein.

En la época seca se realizaron cinco transectos control de los cuales se obtuvieron 3333,25 puntos. El componente botánico lo constituyeron 31 especies de plantas herbáceas y 17 de arbóreas y 2 arbustivas. En promedio los cinco potreros tuvieron un (85,7%) de gramíneas, predominaron principalmente las de los géneros *Paspalum* sp, *Axonopus* sp, *Cynodon* sp y *Sporobolus virginicus* (Cuadro 15).

Cuadro 15. Relación entre las gramíneas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.

Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
<i>Paspalum notatum</i>	Trencilla	21,54	20,98
<i>Axonopus</i> sp	Gramma	19,74	22,37
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Estrella	10,44	10,12
<i>Sporobolus virginicus</i>	Sabana	9,84	0,16
<i>Paspalum paniculatum</i>	Gamalote	9,81	6,01
<i>Paspalum virgatum</i>	Pasto amargo	6,27	0,23
<i>Paspalum plicatulum</i>	Arrocillo	4,29	0,84
<i>Cenchrus echinatus</i>	Pega- pega	1,47	0
<i>Andropogon microstachyus</i>	Popotillo	1,26	0,06
<i>Melinis minutiflora</i>	Melado	1,02	1,36
	Total	85,7	62,13

Se encontró un 3,2% de leguminosas herbáceas, destacando las del género *Mimosa* sp y *Desmodium* sp (Cuadro 16).

Cuadro 16. Relación entre las leguminosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.

Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	1,23	1,33
<i>Mimosa albida</i>	Zarza	0,78	0,23
<i>Desmodium incanum</i>	Pega- pega	0,57	1,27
<i>Desmodium ovalifolium</i>	SNC	0,36	0,23
<i>Centrosema pubescens</i>	Bejuco	0,27	2,53
	Total	3,2	5,59

SNC= sin nombre común.

Las malezas de hoja ancha y angosta constituyeron un 6,8% y sobresalieron *Sida* sp, *Lantana camara* y *Euphorbia heterophylla* (Cuadro 17).

Cuadro 17. Relación entre las malezas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época seca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escobilla	2,34	7,37
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escoba amarilla	1,05	6,1
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Vivorilla	0,69	0,62
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Epazotillo	0,57	0,75
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	0,36	0,39
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Hierba de burro	0,27	0
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Vivorilla	0,24	0
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Cunde amor	0,24	1,46
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Hierba mora	0,24	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Trebol amarillo	0,21	0
Solanaceae	<i>Solanum myriacanthum</i>	Berengena	0,18	0+0,58
Acanthaceae	<i>Thumbergia alata</i>	Ojo de canario	0,12	1,46
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Mozote	0,09	0+0,06
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	0,9	0,1
Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i>	Moquillo	0,06	0
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus compressus</i>	Tamarindillo	0,06	0
		Porcentaje total	6,8	18,9

En la época seca se obtuvieron 5 transectos vaca, que se repitieron en 5 potreros con diferentes animales (25 vacas en total). Se tuvo un promedio de 308 mordiscos en un periodo 10 minutos por cada vaca. Los animales prefirieron gramíneas (62,1%); leguminosas (5,6%); malezas de hoja ancha y angosta en un (18,9%); de y especies arbóreas en un (13,4%)

predominando *Parmentiera aculeata*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Citrus limon* y *Acacia cornígera* (Figura 8).

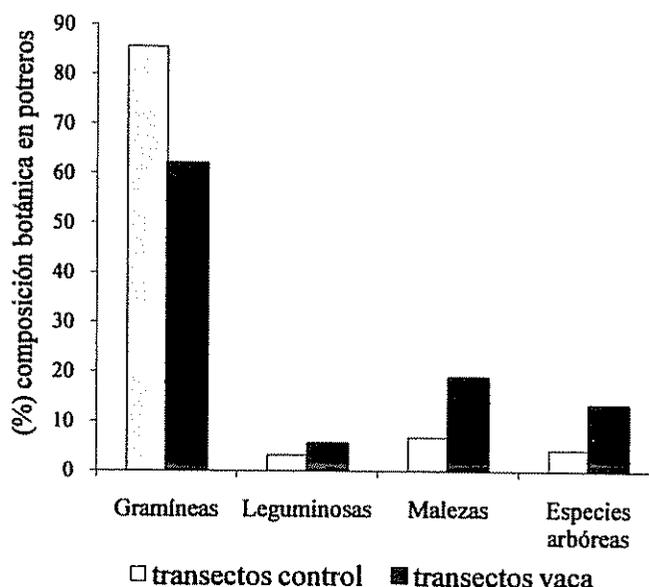


Figura 8. Relación en la cubierta vegetal en potreros asociada al transecto control y selectividad animal de especies vegetales de acuerdo al transecto vaca, en la época seca.

En la época lluviosa se realizaron 5 transectos control (3333,25 puntos). El componente botánico lo constituyeron 47 especies de plantas herbáceas y 22 de arbóreas y 2 arbustivas. En promedio los cinco potreros tuvieron un (75,7%) de gramíneas, predominaron principalmente las de los géneros *Paspalum* sp, *Axonopus* sp y *Cynodon* sp (Cuadro 18).

Cuadro 18. Relación entre las gramíneas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.

Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
<i>Paspalum notatum</i>	Trencilla	17,45	25,14
<i>Axonopus</i> sp	Gramma	25,68	29,95
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Estrella	8,68	10,28
<i>Sporobolus virginicus</i>	Sabana	6,93	0
<i>Paspalum paniculatum</i>	Gamalote	7,02	10,76
<i>Paspalum virgatum</i>	Pasto amargo	4,02	0,64
<i>Paspalum plicatulum</i>	Arrocillo	1,35	0,43
<i>Cenchrus echinatus</i>	Pega- pega	1,02	0,12
<i>Andropogon microstachyus</i>	Popotillo	0,69	0
<i>Melinis minutiflora</i>	Melado	0,54	1,59
<i>Chloris virgata</i>	Barba de indio	0,81	1,02
<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	1,62	1,37
	Total	75,7	81,3

De especies de leguminosas se encontró un 4,8%, destacando las del género *Mimosa* sp y *Desmodium* sp (Cuadro 19).

Cuadro 19. Relación entre las leguminosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.

Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
<i>Mimosa púdica</i>	Dormilona	1,35	0,45
<i>Mimosa albida</i>	Zarza	1,02	0,05
<i>Desmodium incanum</i>	Pega- pega	0,87	0,07
<i>Desmodium canum</i>	SNC	0,54	0,21
<i>Centrosema pubences</i>	Bejuco	0,42	0,83
<i>Crotalaria vitellina</i>	Cascabel	0,09	0
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Sin nombre	0,51	0,81
	Total	4,8	2,42

Las malezas de hoja ancha y angosta en la época seca (13,2%) sobresalieron *Sida* sp, *Lantana cámara*, *Asclepias curassavica* y *Amaranthus viridis*, la época lluviosa tuvo 7,9% de malezas (Cuadro 20).

Cuadro 20. Relación entre las malezas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en la época lluviosa.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escobilla	1,38	2,87
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Vivorilla	1,11	0
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escoba amarilla	0,96	1,4
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Correhuela	0,87	0,43
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	Vivorilla	0,72	0
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Cilantrillo	0,66	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Lechuguilla	0,60	0,5
Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i>	Piojo	0,57	0
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Hierba de burro	0,54	0,07
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Hierba de pollo	0,48	0,45
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	0,39	0,05
Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i>	Quelite blanco	0,36	0,55

En el transecto control de la época seca se encontró un 4,3% de especies leñosas y sobresalieron *Acacia cornigera*, *Tabernaemontana alba*, *Cedrela odorata*, *Citrus limon* y *Guazuma ulmifolia*. En la época lluviosa se encontró 6,1% de especies leñosas donde sobresalieron *Acacia cornigera*, *Tabernaemontana alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Acacia farnesiana* (Cuadro 21).

Cuadro 21. Relación entre las especies leñosas encontradas en potreros (transectos control) y las consumidas por bovinos (transectos vaca) en las dos épocas del año.

Familia	Nombre científico	Nombre	Transecto control		Transecto vaca	
			Seca (%)	Lluvia (%)	Seca (%)	Lluvia (%)
Leguminoseae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo	0,96	1,38	1,10	0,17
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	Cojon de gato	0,69	1,08	0	0
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0,57	0,36	0	0
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	0,39	0,27	1,46	0,28
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	0,21	0,36	0	0
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera	0,18	0,09	0	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	0,18	0,12	0,10	0,26
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	0,18	0,24	2,89	1,33
Leguminoseae	<i>Acacia farnesiana</i>	huizache	0,15	0,36	0,23	0,05
Leguminoseae	<i>Inga jinicuil</i>	Genecuil	0,12	0	0	0,59
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Pochote	0,09	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Sangregado	0,09	0	0	0
Leguminoseae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Majo	0,09	0,21	0	0
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>	Chicozapote	0,09	0,15	0	0
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	0,09	0,15	0	0
Leguminoseae	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	0,06	0,12	0	0
Leguminoseae	<i>Inga vera</i>	Chalahuite	0,06	0,15	0	0,21
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	0,06	0,18	0,10	0,45
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	0,03	0,09	0	0,05
Leguminoseae	<i>Acacia pennatula</i>	Espino blanco	0	0,12	0	0
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	0	0	0	0
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	0	0	1,23	1,54
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	0	0,09	0	0
Leguminoseae	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	0	0	0	0
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Hule	0	0,09	0	0
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormigo	0	0,06	0	0
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	0	0	0,68	0,09
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Ortiga	0	0	0	0
palmae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco	0	0	0	0
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	Zapote negro	0	0,06	0	0
Leguminoseae	<i>Erythrina americana</i>	Colorin	0	0,00	1,20	0,33
Leguminoseae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	0	0,00	2,18	2,11
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipan	0	0,00	0	0,81
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Manzanita	0	0,24	0	0
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Piocho	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Pimienta dioica</i>	Pimiento	0	0,03	0	0
Leguminoseae	<i>Piscidia piscipula</i>	Chigol	0	0	0	0
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	0	0,18	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	0	0	1,82	0,14
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela	0	0	0,42	0
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	0	0	0	0
			4,29	6,18	13,41	8,41

En la época lluviosa se obtuvieron 5 transectos vaca, que se repitieron en 5 potreros. El promedio de mordiscos entre las 25 vacas observadas fue de 422, en un periodo 10 minutos. Los animales prefirieron gramíneas (81,3%); leguminosas (2,4%); malezas de hoja ancha y angosta en un (7,9%) y especies arbóreas en un (8,4%) predominando *Parmentiera aculeata*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Citrus limon* y *Acacia cornígera* (Figura 9).

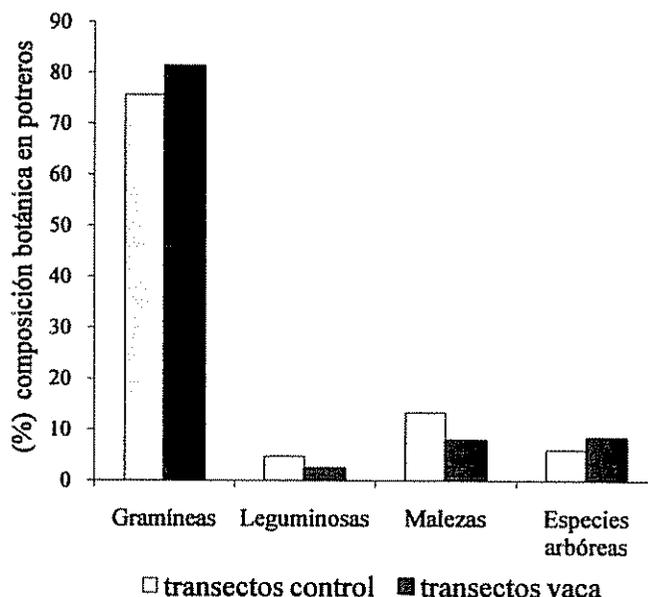


Figura 9. Relación en la cubierta vegetal en potreros asociada al transecto control y selectividad animal de especies vegetales de acuerdo al transecto vaca, en la época lluviosa.

Se encontraron diferencias estadísticas en la composición botánica que incluyen malezas entre la época seca y la lluviosa ($p < 0,050$).

El índice de selectividad mostró que el grupo de leguminosas herbáceas tuvo en mayor porcentaje de selectividad (2%) (Cuadro 22).

Cuadro 22. Índice de selectividad entre la cubierta vegetal de los potreros (transectos control) y las especies consumidas por bovinos (transectos vaca) en las dos épocas del año.

Grupo de especies	Época seca			Época lluviosa		
	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)	Índice de selectividad	Transecto control (%)	Transecto vaca (%)	Índice de selectividad
Gramíneas	85,7	62,1	1,3	75,7	81,3	0,9
Leguminosas herbáceas	3,2	5,6	0,5	4,8	2,4	2
Malezas	6,8	18,9	0,4	13,4	7,9	1,7
Especies leñosas	4,3	13,4	0,3	6,1	8,4	0,7
Total	100	100		100	100	

4.3.2 Composición química y degradación *in situ*

4.3.2.1 Composición química de los forrajes leñosos evaluados

La composición química de las especies evaluadas se presenta en el Cuadro 23. El contenido de PC, varió de un 9,5 en *B. vulgaris*, de la época lluviosa, a un 24,2 de *G. sepium* en la misma época, que es donde se observa el mayor contenido de PC, seguido por 23,2 de *E. americana* de la época seca. El contenido MO tuvo un rango de 87,6 a 93,1 en *Z. riedelianum* de la época seca y *D. robinoides* de la época lluviosa. Las concentraciones de FDN estuvieron de 36,2 de *D. robinoides* de la época seca a 70,8 para *B. vulgaris* de la época lluviosa mientras que las cantidades de FDA promediaron desde 25,8 en *D. robinoides* de la época seca, a 45,2 para la *B. simaruba* de la época lluviosa. Aquí cabe destacar la diferencia que existe en las concentraciones de PC, según especies, aunque entre épocas la diferencia fue mínima.

Cuadro 23. Composición química (%) de las especies leñosas en la época seca y lluviosa.

Especie	Época	PC	MS	MO	FDN	FDA
<i>Diphysa robinoides</i>	Seca	18,5 ^b	29,6 ^b	90,3 ^c	36,2 ^t	25,8 ^d
	Lluviosa	19,8 ^b	26,1 ^b	93,1 ^c	37,5 ^f	32,8 ^d
<i>Bambusa vulgaris</i>	Seca	9,8 ^d	32,6 ^a	88,0 ^d	66,3 ^a	36,6 ^a
	Lluviosa	9,5 ^d	30,3 ^a	91,4 ^d	70,8 ^a	41,6 ^a
<i>Bursera simaruba</i>	Seca	11,5 ^c	25,7 ^f	92,1 ^b	43,9 ^d	33,8 ^b
	Lluviosa	12,5 ^c	22,8 ^f	92,4 ^a	52,3 ^d	45,2 ^b
<i>Gliricidia sepium</i>	Seca	21,7 ^a	27,2 ^c	92,7 ^b	45,2 ^c	29,7 ^a
	Lluviosa	24,2 ^a	25,3 ^c	92,4 ^b	54,6 ^c	36,3 ^a
<i>Erythrina americana</i>	Seca	23,2 ^a	27,1 ^e	92,7 ^a	52,4 ^b	28,1 ^c
	Lluviosa	22,6 ^a	24,1 ^e	93,0 ^a	58,1 ^b	34,3 ^c
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Seca	11,0 ^c	26,8 ^d	87,6 ^e	40,5 ^e	28,1 ^c
	Lluviosa	11,7 ^c	25,4 ^d	88,5 ^e	46,8 ^c	29,0 ^e

PC= Proteína cruda, MS= Materia seca, MO= Materia orgánica, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido. Letras distintas dentro de las columnas significan diferencias entre especies. Según prueba de Duncan ($p < 0,050$).

De las cuatro familias que se evaluaron, las leguminosas fue la que tuvo los índices más altos de PC, a diferencias de las otras tres, se observaron menores cantidades de PC. La cantidad de MO, fue parecida para *B. simaruba*, *G. sepium* y *E. americana*, y menor en el caso de *B. vulgaris* y *Z. riedelianum*. El contenido de PC de las seis especies evaluadas muestran

diferencias entre especies ($p < 0,050$); así mismo existieron diferencias estadísticas en la variable época por especies ($p < 0,050$).

El contenido de MS no mostró diferencias entre especies ni entre épocas ($p > 0,050$), a diferencia del contenido de MO que mostró diferencias estadísticas entre especies y entre épocas ($p < 0,050$). Los contenidos de FDN y FDA no mostraron diferencias entre especies y épocas ($p > 0,050$).

4.3.3 Degradación ruminal de materia seca de las especies leñosas

La degradación de la MS del follaje de especies arbóreas (Cuadro 24), muestra el potencial de la degradación *in situ* ($a+b$) de los seis follajes arbóreos resultando un alto potencial para *D. robinoides* en las dos épocas del año y la especie de menor grado para *B. vulgaris* de la época seca. La menor tasa de degradación (c) para MS se observa en *E. americana*, la cual fue de $0,032 \text{ h}^{-1}$, mientras que la más alta fue con $0,082 \text{ h}^{-1}$ que correspondió a *G. sepium*. También se puede apreciar que *B. simaruba* registró la menor fracción potencialmente degradable, la fracción que no es soluble (b) (Cuadro 17).

Cuadro 24. Constantes de degradación de la MS (%) en la época seca y lluviosa, ajustados a la ecuación exponencial descrita por Orskov et al. (1980).

Especie	Época	a	b	$a+b$	c
<i>Diphysa robinoides</i>	Seca	34,1 ^a	46,0 ^a	80,0 ^a	0,0525 ^b
	Lluviosa	35,6 ^a	45,4 ^a	81,0 ^a	0,0469 ^b
<i>Bambusa vulgaris</i>	Seca	20,6 ^d	37,6 ^c	58,2 ^b	0,0361 ^b
	Lluviosa	22,8 ^d	36,4 ^c	59,1 ^b	0,0352 ^b
<i>Bursera simaruba</i>	Seca	31,2 ^c	33,6 ^c	64,8 ^b	0,0338 ^b
	Lluviosa	29,2 ^c	35,5 ^c	64,6 ^b	0,0398 ^b
<i>Gliricidia sepium</i>	Seca	31,4 ^b	46,2 ^a	77,6 ^a	0,0820 ^a
	Lluviosa	32,9 ^b	46,4 ^a	79,2 ^a	0,0638 ^a
<i>Erythrina americana</i>	Seca	33,0 ^b	43,1 ^b	76,1 ^a	0,0324 ^b
	Lluviosa	30,6 ^b	36,8 ^b	67,4 ^a	0,0428 ^b
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Seca	33,4 ^b	36,2 ^c	69,6 ^b	0,0738 ^a
	Lluviosa	31,4 ^b	38,2 ^c	69,5 ^b	0,0752 ^a

$a+b$ = potencial en porcentaje de degradación *in situ* de materia seca, a = intercepto de la curva en "y"; b = fracción potencialmente degradable en el tiempo; c = tasa de degradación (%). Letras exponenciales distintas significan diferencias entre las especies dentro de la misma época, según prueba de Duncan ($p < 0,050$).

En el Cuadro 25, se presentan las fracciones solubles reales a tiempo cero ($A=T_0$), considerando su corrección a pérdidas por lavado (%), para cada uno de los follajes evaluados.

También, se presentan valores reales corregidos de la fracción insoluble en agua, pero potencialmente degradable con el tiempo.

Cuadro 25. Parámetros de degradación ruminal in situ de la materia seca del follaje de especies arbóreas en la época seca y lluviosa al T0*.

Especie	Época	A=(T0)	a+b	B=(a+b)-A
<i>Diphysa robinoides</i>	Seca	31,0	80,0	49,1
	Lluviosa	33,0	81,0	48,0
<i>Bambusa vulgaris</i>	Seca	20,5	58,2	37,7
	Lluviosa	23,5	59,1	35,7
<i>Bursera simaruba</i>	Seca	26,7	64,8	38,1
	Lluviosa	27,5	64,6	37,1
<i>Gliricidia sepium</i>	Seca	29,2	77,6	48,4
	Lluviosa	30,7	79,2	48,5
<i>Erythrina americana</i>	Seca	27,1	76,1	49,0
	Lluviosa	26,2	67,4	41,2
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Seca	30,1	69,6	39,5
	Lluviosa	30,0	69,5	39,7

A = es la fracción soluble que se pierde en el lavado en agua al tiempo cero, B= fracción degradable que no es soluble, a+b = es el potencial de degradación del material evaluado, *T0 = tiempo cero.

D. robinoides presentó los valores más altos de pérdidas por lavado (T0) con un 33%, lo que provocó que el porcentaje de sólidos insolubles en agua, pero degradable en rumen (B), fuera de 48%, que es un valor cercano al obtenido por la misma especie en la época seca. Con relación a *B. vulgaris*, ésta especie presentó los valores más bajos (T0 20,5%), que se considera, debido a este valor bajo, un indicador de la poca disponibilidad a nivel ruminal. Así mismo lo anterior indica que la fracción que se pierde por lavado (T0), interviene alrededor del 45% en los valores de degradación potencial a 96 h para el follaje (Figura 10).

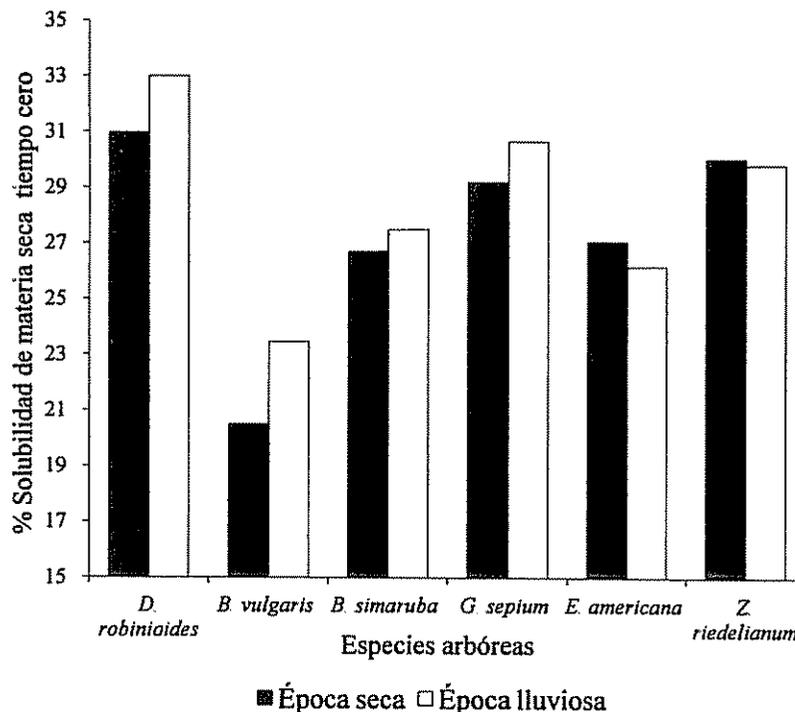


Figura 10. Solubilidad de materia seca al tiempo cero de las especies leñosas en la época seca y lluviosa.

4.3.3.1 Cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS de seis especies leñosas

El porcentaje más alto de degradación de MS se observó en *D. robinoides* con 81%, en la época lluviosa, seguido con 80% de la misma especie, en la época seca. El porcentaje más bajo fue obtenido en *B. vulgaris* con 58,2%, de la época lluviosa.

En la variable época no hubo diferencias estadísticas ($p > 0,050$), se observaron diferencias en el efecto del animal ($p < 0,050$). Las diferencias estadísticas encontradas en el efecto especie por época fueron significativas ($p < 0,050$). De este modo los datos obtenidos en este estudio demuestran las diferencias estadísticas que existen entre las diferentes especies de forrajes arbóreos y los animales usados para la incubación del follaje (Figura 11).

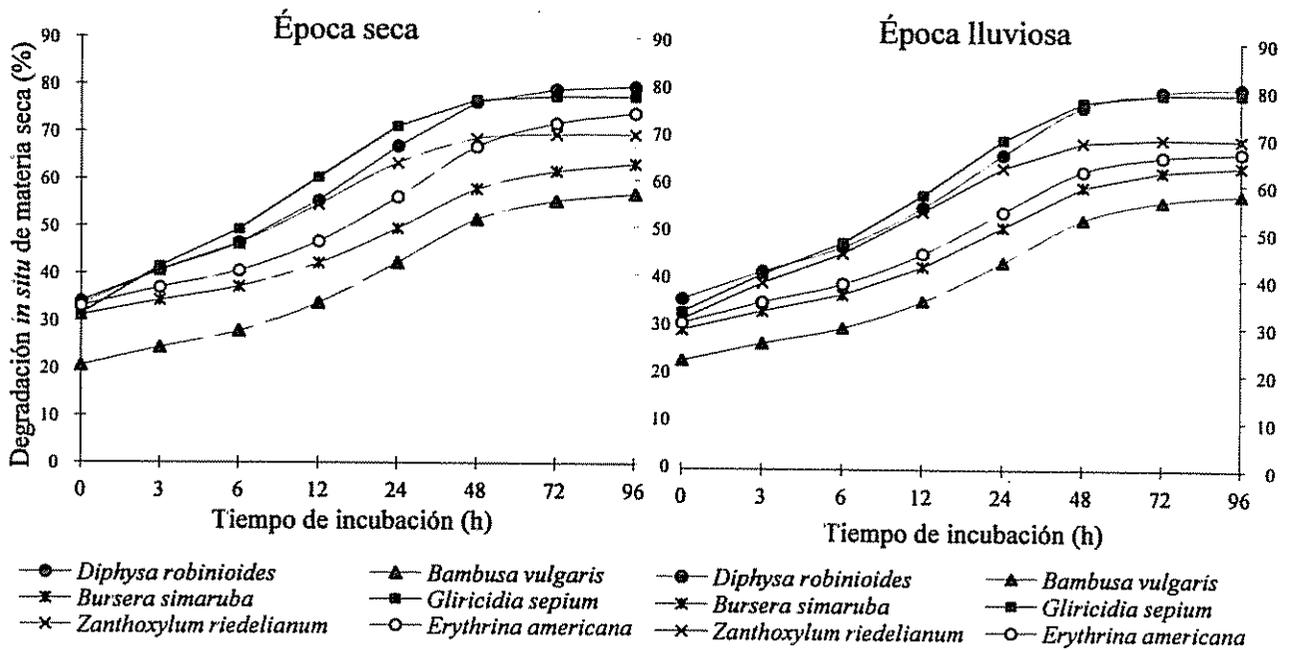


Figura 11. Degradación in situ de materia seca del follaje de especies leñosas en la época seca y lluviosa.

El efecto de la especie influyó significativamente sobre todos los parámetros de la curva de Orskov ($p < 0,050$), lo que indicó que al menos una de las especies difirió de las demás. El efecto de época no fue significativo ($p < 0,050$). La comparación de medias en la interacción especie por época fue altamente significativa para la variable a . Lo anterior implica que el efecto de la época fue distinto para al menos una especie ($p < 0,050$), el parámetro a corresponde al valor ajustado por un modelo de regresión no lineal de la degradación real en el rumen, este valor puede resultar ligeramente diferente ya que cada curva de degradación se puede comportar de manera distinta (Cuadro 26).

Cuadro 26. Medias de la variable (a) de la degradación ruminal in situ de la materia seca del follaje de especies leñosas en la época seca y lluviosa.

LSMEAN	Especie	Época	Medias (a)
1	<i>Diphysa robinioides</i>	Lluvia	35,6
2	<i>Diphysa robinioides</i>	Seca	34,1
3	<i>Bambusa vulgaris</i>	Lluvia	22,8
4	<i>Bambusa vulgaris</i>	Seca	20,6
5	<i>Bursera simaruba</i>	Lluvia	29,2
6	<i>Bursera simaruba</i>	Seca	31,2
7	<i>Gliricidia sepium</i>	Lluvia	32,9
8	<i>Gliricidia sepium</i>	Seca	31,4
9	<i>Erythrina americana</i>	Lluvia	30,6
10	<i>Erythrina americana</i>	Seca	33,0
11	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Lluvia	31,4
12	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Seca	33,4

Cuadro 27. Interacciones de la época y las especies leñosas evaluadas en la época lluviosa y seca.

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1*		0.0810	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	0.0050	0.0002	<.0001	0.0074	0.0002	0.0172
2*	0.0810		<.0001	<.0001	<.0001	0.0030	0.1542	0.0051	0.0009	0.2134	0.0047	0.4079
3*	<.0001	<.0001		0.0165	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4*	<.0001	<.0001	0.0165		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5*	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0272	0.0005	0.0156	0.0916	0.0004	0.0170	0.0002
6*	0.0001	0.0030	<.0001	<.0001	0.0272		0.0488	0.7693	0.5093	0.0335	.8042	0.0145
7*	0.0050	0.1542	<.0001	<.0001	0.0005	0.0488		0.0828	0.0140	0.8395	0.0764	0.5197
8*	0.0002	0.0051	<.0001	<.0001	0.0156	0.7693	0.0828		0.3464	0.0576	0.9637	0.0252
9*	<.0001	0.0009	<.0001	<.0001	0.0916	0.5093	0.0140	0.3464		0.0095	0.3689	0.0041
10*	0.0074	0.2134	<.0001	<.0001	0.0004	0.0335	0.8395	0.0576	0.0095		0.0530	0.6563
11*	0.0002	0.0047	<.0001	<.0001	0.0170	0.8042	0.0764	0.9637	0.3689	0.0530		0.0231
12*	0.0172	0.4079	<.0001	<.0001	0.0002	0.0145	0.5197	0.0252	0.0041	0.6563	0.0231	

Números con valor menor a 0,050 difieren estadísticamente de las demás especies ($p > 0,050$).

*1) *Diphysa robinoides* (Lluviosa); *2) *Diphysa robinoides* (Seca); *3) *Bambusa vulgaris* (Lluviosa); *4) *Bambusa vulgaris* (Seca); *5) *Bursera simaruba* (Lluviosa); *6) *Bursera simaruba* (Seca); *7) *Gliricidia sepium* (Lluviosa); *8) *Gliricidia sepium* (Seca); *9) *Erythrina americana* (Lluviosa); *10) *Erythrina americana* (Seca); *11) *Zanthoxylum riedeliamum* (Lluviosa); *12) *Zanthoxylum riedeliamum* (Seca).

4.3.4 Degradación ruminal de MO y PC a 24 h de especies leñosas

La degradación ruminal de MO, de las seis especies arbóreas, mostró que no hubo diferencias en el efecto de especie ($p>0,050$), mostró datos significativos para el efecto de época ($p<0,050$), a diferencia del efecto de época por especie ($p>0,050$). Sin embargo la especie que mostró mayor degradación *in situ* de la MO fue *G. sepium*, de la época seca con 56,3% y la especie de menor índice de degradación fue *B. vulgaris* de la época seca con 32,9%. La degradación ruminal de PC, no mostró diferencias en ninguna de las variables evaluadas ($p>0,050$). En la DISPC, se encontró que la especie con mayor degradación *in situ* fue *G. sepium*, de la época seca con 91,8%; y la especie de menor índice de degradación fue *B. vulgaris* de la época lluviosa con 62,2% (Cuadro 28).

Cuadro 28. Degradación de proteína cruda y materia orgánica a 24 h (%), de las especies leñosas evaluadas en la época seca y lluviosa.

Especie	Época	DISPC (%)	DISMO (%)
<i>Diphysa robinoides</i>	Seca	87,6 ^b	48,2 ^c
	Lluviosa	88,6 ^b	49,9 ^c
<i>Bambusa vulgaris</i>	Seca	63,4 ^e	32,9 ^f
	Lluviosa	62,2 ^c	38,2 ^f
<i>Bursera simaruba</i>	Seca	69,9 ^d	42,2 ^e
	Lluviosa	76,9 ^d	41,5 ^e
<i>Gliricidia sepium</i>	Seca	91,8 ^a	56,3 ^a
	Lluviosa	89,2 ^a	55,0 ^a
<i>Erythrina americana</i>	Seca	80,1 ^c	47,6 ^d
	Lluviosa	81,5 ^c	46,6 ^d
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Seca	78,5 ^c	52,7 ^c
	Lluviosa	83,3 ^c	52,6 ^c

DISPC = Degradación *in situ* de proteína cruda; DISMO= Degradación *in situ* de la materia orgánica. Letras diferentes significan diferencias entre especies.

4.3 DISCUSIÓN

4.3.1 Selectividad animal de especies leñosas en las épocas seca y lluviosa

Hernández y Benavides (1994) mencionan que la observación directa de los animales ha permitido identificar especies que son particularmente apetecidas estimando la importancia relativa de especies forrajeras leñosas.

El porcentaje de gramíneas encontradas en este estudio coincide con lo reportado por Bosman (1990), Castillo (2003), Ocaña (2003) y Ocaña (2003) quienes realizaron trabajos en la misma región reportaron hasta un 85% en la cobertura vegetal ocupada por pastos. Así mismo el área ocupada por malezas y gramíneas se asemeja a lo encontrado en este trabajo. Sin embargo, la cobertura vegetal cambio de la época seca a la lluviosa lo que implicó una marcada selectividad hacia las pasturas en la época lluviosa. La mayor cobertura vegetal se observó en la época lluviosa. La selectividad en las dos épocas del año se vieron afectadas por la drástica sequía en los meses de marzo a mayo lo que originó que los animales consumieran especies arbóreas, las especies que prefirieron fueron las que estaban ubicadas en cercas vivas y árboles dispersos. La presencia de arbóreas en los transectos control no coincidió con la dominancia de las especies en la finca, las que obtuvieron mayor frecuencia en destacaron *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata* y *Salix babilónica*, además de las especies de cítricos que son usadas para la producción de fruto para su venta.

Velásquez (2005) en Nicaragua, observó el desplazamiento de vacas en un potrero, con la finalidad de contar los bocados y la selección de especie arbóreas. En este trabajo la observación de especies consumidas se comparó con los datos de composición botánica. Avalos y Carrizales (1994) mencionan que los rumiantes prefieren el forraje fresco al seco, el forraje tierno al fibroso, y las hojas a los tallos, lo que fundamenta a lo observado en este trabajo, en la época seca donde las pasturas estaban deshidratadas, por eso los animales prefirieron especies leñosas que tenían más área foliar.

En estudios realizados en el sur de Veracruz, (México) con vacas F1 (Cebú x Suizo) se observó una mayor distribución de pastoreo en los horarios: de 6-11 am, y 16-19 pm, con una proporción de 34 y 38%. El pastoreo nocturno decae conforme la proporción de hoja disminuye, y como consecuencia, origina que en praderas en pésimas condiciones haya un mayor pastoreo en el día que en la noche (FIRA 1996). Lo anterior se confirma con lo

observado en la ingesta de forraje por las vacas en pastoreo, las cuales consumieron más forrajes en las primeras horas de la mañana.

Por lo tanto, el comportamiento en pastoreo es importante, pues da como resultado un efecto directo sobre la producción de animal, y su conocimiento promueve una mejor productividad y sustentabilidad del ganado (Mannetje y Jones 2000).

La selección que realizan los animales sobre la pastura es una fuente de variación cuando se cuantifica el consumo de forrajes. El problema esencial radica en que las porciones más palatables de la planta son consumidas primero; por lo que si un potrero es pastoreado por varios días, la selectividad y el consumo se modificarán a medida que disminuya la disponibilidad de forraje, y estos cambios son a su vez dependientes de la carga animal (Velásquez 2005). Lo anterior se asocia directamente a lo observado en los potreros de pastoreo, el tiempo que descansan los potreros es corto en relación a la ocupación.

Milera (1992) observó en clima tropical, que los bovinos dedican el 60 % a pastorear, el 30 % a la rumia y el 10 % al descanso, donde también ocuparon las primeras horas de la mañana y tarde para pastorear, lo que corresponde al 70 % de esta actividad en horas diurnas y el 30 % en horas nocturnas. Se dice que el ganado bovino tiene diferentes hábitos de pastoreo en comparación con otros animales domésticos; estos pastan de forma menos selectiva, consumiendo principalmente pastos, pero ramonean cualquier tipo de arbusto comestible que encuentren (Skerman y Riveros 1992).

En la conducta animal, el tiempo de pastoreo engloba diversos factores que afectan directamente al consumo, como son los factores climáticos y del propio animal. Se menciona que el tiempo de pastoreo en promedio debe ser de 9-11 horas diarias, para tener un buen consumo. Este tiempo no se debe afectar por ningún manejo en los animales (FIRA 1996). El ganado divide su día en diferentes periodos para pastar, rumiar y descansar, en general se dan entre tres y cinco periodos de pastoreo, los más largos e intensos son después del amanecer y antes del oscurecer (Hodgson 1994).

El índice de selectividad mostró el porcentaje más alto en la época lluviosa, en el grupo de leguminosas, debido a la humedad que había en el suelo, las leguminosas fueron más succulentas y por ende con mayor palatabilidad para el animal.

Sosa *et al.* (2000) menciona que el conocimiento de los hábitos alimenticios del ganado en pastoreo, así como su preferencia por ciertas especies presentes en estas áreas es fundamental en el diseño de sistemas efectivos de pastoreo, planeación y desarrollo de

prácticas de mejoramiento de las mismas. Sin embargo lo anterior se fundamenta en este estudio con la combinación con el análisis químico para determinar el valor nutricional de especies leñosas que son útiles, además esto nos sirve para detectar deficiencias nutricionales y estructurar programas de suplementación a los animales bajo libre apacentamiento durante períodos críticos.



4.4.2 Composición química de las especies leñosas evaluadas

Uno de los principales elementos a considerar, en el empleo de árboles y arbustos para la alimentación animal, es su alto contenido de nutrientes, el cual resulta en algunas ocasiones superior a los pastos tropicales (Pinto 2002). Así mismo, el uso de especies arbóreas en la dieta de los rumiantes, tiende a cobrar importancia, y en los últimos años se ha considerado una alternativa de alimentación en los trópicos (Jiménez 2000). Lo anterior justifica la importancia de cuantificar la composición química de las especies arbóreas, analizando su concentración en términos de MS, PC, MO, FDN y FDA.

La composición química de las especies arbóreas, mostró mayor contenido de PC, en las especies leguminas que se evaluaron, siendo la más alta *G. sepium* con 24,2%, de la época lluviosa, seguida de *E. americana* (23,2%) y *D. robinoides* con 19,8%, lo que demuestra que las especies leguminosas arbóreas tienen alto contenido en PC (Brown y Pitman 1991). Por otra parte tres de las especies no eran leguminosas y mostraron valores menores, como en el caso de *B. vulgaris* con 9,47%, sin embargo, y pese a que esta especie es gramínea, su contenido de PC es aceptable en comparación con otros pastos tropicales. En algunos estudios en el mismo sitio de este trabajo, con gramas nativas, se han reportado contenidos de PC menores de 8% (Castillo 2003). De este modo se observa que existen especies arbóreas con potencial forrajero, con alto contenido nutritivo, en la región.

Los valores de PC, encontrados en las especies evaluadas se asemejan a las valoradas en otras investigaciones. Es el caso de *D. robinoides* promedió 18,46%, mientras que Pinto (2002) reportó para esta misma especie 18,7% de PC.

En este trabajo se encontró 11,53% de PC en *B. simaruba*, mientras que Sosa *et al.* (2004) y Ayala *et al.* (2007) reportaron, 9,8% y 8,8% respectivamente.

El valor de *G. sepium* (24,16%), se asemeja a lo encontrado por Sosa *et al.* (2004), Ayala *et al.* (2007), Jiménez (2000), Pinto (2002) y Kaitho *et al.* (1997), quienes reportaron respectivamente 18,1%, 19,7%, 21,3%, 23,8% y 24,4%.

Así mismo la especie *E. americana* (23,15%), se encuentra dentro de los rangos reportados para este género. Jiménez (2000), Pinto (2002) y Kaitho *et al.* (1997), encontraron respectivamente 19,9%, 22,8% y 17,5%.

El contenido de MS en *B. vulgaris*, fue alto, lo que predice una cantidad alta de fibra, corroborando este efecto al calcular el contenido de FDA, donde se observa que tiene altos índices de celulosa, lo que dio como consecuencia una baja DISMS y DISPC.

Los contenidos de MO, mostraron que *D. robinoides* tuvo 93,1%, fue la especie que tuvo el valor más alto; sin embargo Pinto (2002) encontró 88,2%, lo que significa un valor diferente al aquí reportado.

De los contenidos de FDN, *B. vulgaris* con 70,78% fue la especie que mostró la mayor cantidad; por el contrario *D. robinoides* con 36,18%, fue la que tuvo en menor contenido, así mismo, Pinto (2002) reportó 31,7%, cantidad que se asemeja a la aquí encontrada. Para el caso de FDA, se observó que *B. simaruba* con 45,19%, fue la especie que mostró mayor contenido. Al respecto Sosa *et al.* (2004) y Ayala *et al.* (2007) reportaron 62,0 y 44,1% respectivamente, difiriendo el resultado aquí encontrado, con el del primer autor, y coincidiendo con el segundo. Así mismo, *D. robinoides* 25,8%, tuvo las concentraciones menores, en tanto, Pinto (2002) encontró para esta especie 23,2% de FDA.

4.4.3 Degradación ruminal de materia seca de las especies leñosas

Además de los análisis químicos, se usan indicadores más directos de la respuesta animal al uso de los alimentos. Estos incluyen estudios de digestibilidad de MS, y la cinética de la fermentación ruminal (Pinto 2002). De acuerdo al Cuadro 18, la degradación *in situ* de la materia seca de las seis especies arbóreas, mostró que *D. robinoides* tuvo 80,9%, mientras que Pinto (2002), evaluó a la misma especie con un 81,3% y 80,9%, en dos épocas del año, resultados que se asemejan a los aquí reportados. Sin embargo, la especie que mostró los niveles más bajos de degradación fue *B. vulgaris* con 58,2 %y 59,1%, en las dos épocas del año respectivamente, y aunque no se encontró reporte de investigaciones anteriores en cuanto a los variables aquí evaluadas, se podría hacer una comparación con especies de pastos que presentan características similares, como los pastos gigantes de *Pennisetum purpureum*; de este modo, Flores (1998) reportó un valor de 55,4% en DISMS.

Así mismo, se encontraron especies potencialmente degradables como *G. sepium* (79,2%), *E. americana* (76,1%), y en menor porcentaje especies no leguminosas como *Z. riedelianum* y (69,6%), *B. simaruba* (64,8%). Los parámetros de degradación coinciden o se asemejan a los reportados por Jiménez (2000), Pinto (2002) y Kaitho *et al.* (1997).

Considerando la corrección del tiempo cero, las especies que mostraron mayor pérdida en el lavado, fueron *D. robinoides* con un 33,0%, lo que deduce que el porcentaje de sólidos insolubles en agua, pero degradable en rumen. Aunque en el caso de *Z. riedelianum*, esta mostró 30,1% de pérdidas en el lavado, pero en la degradación *in situ* no mostró similitud a *D. robinoides*, de aquí se deduce que la pérdida en el lavado, no es un indicador confiable para predecir la DISMS. Con relación a *B. vulgaris*, ésta especie presentó los valores más bajos de pérdidas por lavado (20,5%), de este modo, el valor bajo es un indicador de la poca disponibilidad a nivel ruminal, lo que se confirmó luego, ya que esta especie mostró los menores porcentajes de DISMS.

En el estado de Veracruz existen diferentes variedades de bambú que tienen crecimiento precoz y además son nativas y perennes, lo cual asegura una producción foliar a lo largo del año, por lo que sería importante utilizarla como una alternativa de alimentación. Además de que se ha difundido su uso y cultivo para la construcción y conservación del suelo (Judziewicz *et al.* 1999).

4.4.4 Degradación ruminal de MO y PC a 24 h de especies leñosas

Las determinaciones de DISMO en las dos épocas del año, mostraron que algunas especies tuvieron mayor degradación, como *G. sepium* con 55,0% y *D. robinoides* con 49,9% aunque las diferencias en degradación en las dos épocas fueron mínimas. Los reportes aquí encontrados fueron inferiores a los reportados por Pinto (2000) quien encontró en *G. sepium* y *D. robinoides* 63,3 y 60,7%, respectivamente. También *E. americana* mostró 47,6% de DISMO. Al respecto Pinto (2000) reportó en *E. goldmanii* 61,7%, cantidad muy diferente a la aquí reportada. Quizá el porcentaje mayor se deba a que son de diferente género. Jiménez (2000) evaluó la DISPC de *E. berteriana* encontrando un 68,7%, y la evaluada en este trabajo mostró 81,51%. La degradación de PC, mostró que la especie con el porcentaje más alto de DISPC, fue *G. sepium* con 91,8%. Sin embargo Jiménez (2000), Kaitho *et al.* (1997) y Pinto (2000), reportaron 83,1%, 84,1% y 74,8%, la cantidad de DISPC encontrada en este trabajo supera a lo reportado por los autores antes mencionados.

En algunas especies se encontraron similitudes con las que han reportado otros autores, pero en ocasiones las cantidades degradadas de MO y PC, fueron menores o mayores, esta fluctuación podría deberse al sitio y las zonas de recolección de material evaluado.

Shem *et al.* (1995) mencionan que los alimentos con similar potencial de degradación no necesariamente tendrán la misma tasa de degradación, ya que la tasa de degradación ruminal está asociada a la actividad microbial presente en el rumen. Este hecho fue evidente si comparamos el potencial de degradación y la tasa de *B. simaruba*, especie que mostró 31,2% de potencial, pero su tasa de degradación fue baja 0,03%.

4.5 CONCLUSIONES

La hipótesis planteada de que las especies arbóreas tienen un alto contenido de nutrientes se observó al analizar los follajes de árboles que los animales prefieren o bien las que los productores mencionaron como especies promisorias forrajeras.

La hipótesis que se planteó con respecto a que los animales prefieren especies arbóreas en la época seca, fue corroborada.

La hipótesis planteada inicialmente que sugiere que los animales prefieren especies arbóreas en la época seca se cumple, al observar que los animales prefieren follaje de árboles en épocas donde la temperatura aumenta y la producción de pastos disminuye.

Las gramíneas fueron las especies que predominaron en la composición botánica de los potreros y también fueron el componente más importante de la dieta del animal.

De acuerdo a la composición química de las especies, se pudo apreciar que en la región del Centro de Veracruz, México, existen especies promisorias como forrajeras, las cuales son abundantes en las fincas ganaderas. Sin embargo, para determinar cuáles son las especies con potencial forrajero es necesario evaluar el consumo animal, manejo agronómico, producción de biomasa y respuesta animal.

Las especies arbóreas mostraron diferencias en su composición química y la calidad nutritiva, en general, fue alta, y superó a muchos de los pastos tropicales comunes en la región. Las variaciones dentro de las especies evaluadas fueron significativas, encontrándose valores de 9,5 a 23,2% en el contenido de proteína; así mismo, las variaciones en la degradación *in situ* de materia seca fueron de 58,2 a 80,9%, lo que significa que existen diferencias entre las especies, pero no entre épocas, ya que los datos obtenidos en las dos épocas del año fueron muy semejantes.

Por su valor nutricional las especies arbóreas constituyen una alternativa de alimentación en la época seca en los diferentes sistemas de producción animal.

La disminución de la degradación de *B. vulgaris* se vio afectada por la presencia FDA.

4.6 RECOMENDACIONES

Analizar la composición química de las malezas que presentan mayor preferencia por los animales para evaluar su contribución nutritiva a la dieta del animal.

Realizar una evaluación de componentes secundarios que pudieran intervenir en la digestión de las especies arbóreas que se usan con mayor frecuencia en la región Centro, de Veracruz, , suministrando diferentes porcentajes en la dieta animal, y valorar los efectos en la ganancia de peso de bovinos en condiciones de pastoreo.

Se recomienda incorporar fuentes de proteína y de energía, utilizando las especies forrajeras presentes en los sistemas de producción y que no están siendo aprovechadas adecuadamente en la alimentación animal como *Gliricidia sepium* y evitar con ello el uso de concentrado el cual representa el principal costo en el sistema de producción dedicado a la engorda.

Realizar una evaluación de la respuesta animal, usando follaje de especies arbóreas como suplemento, para examinar el potencial forrajero de las especies promisorias identificadas por los productores.

Capacitar a los productores en cuanto al uso y manejo de las especies arbóreas utilizando el follaje disponible en la región y en los mismos ranchos y así disminuir el consumo de alimentos balanceados.

Promover la introducción o aumentar la retención de la regeneración natural de especies arbóreas en los sistemas silvopastoriles para que contribuyan a la alimentación y con eso mejorar la orientación productiva y económica de la finca.

Promover el pago por servicios ambientales en la región y así asegurar la presencia y manejo de especies arbóreas en los potreros, para intensificar la ganadería, ya que esto permitiría la conservación de la zona y disminuiría la vulnerabilidad a fenómenos naturales.

4.7 LITERATURA CITADA

- Améndola, L; Castillo, GE; Pedro Arturo. Pasturas y cultivos forrajeros. México II. 2005. Ed J.M. Suttie y S.G. Reynolds en febrero de 2005.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. US.
- Avalos, FL, Carrizales, GA. 1994. Pastoreo intensivo tecnificado de praderas tropicales. Fideicomiso. Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). Banco de México. Boletín Informativo. 26: 257-262.
- Ayala, BA; Capetillo, LC; Cetina, GR; Sandoval, CC; Zapata, CC. 2007. composición química-nutricional de árboles forrajeros. Universidad Autónoma de Yucatán. 56 p.
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Programa de Agricultura Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 1 v. 3-28.
- Bosman, HG; Castillo, GE; Valles, MB; De Lucía, GR. 1990. Composición botánica y nodulación de leguminosas en pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. Pasturas Tropicales 12 (1):2-8.
- Brown, WF; Pitman, WD. 1991. Concentration and degradation of nitrogen and fibre fractions in selected tropical grasses and legumes. Tropical Grasslands, 25:305-312.
- Castillo GE. 2003. Improving a native pasture with the legume *Arachis Pintoi* in the humid tropics of México. PhD Thesis Wageningen University, The Netherlands. 157 p.
- Flores, ROI. 1998. Contribución ecológica de los taninos de especies leñosas sobre la utilización de nitrógeno por bovinos y la fertilidad del suelo. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 91 p.
- (FIRA) Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México. 1996. Pastoreo intensivo tecnificado en zonas tropicales. Boletín Informativo 29:15 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. Para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. Cuarta edición. Instituto de Geografía, UNAM. México. p 72-84.
- Hernández, DS. 1993. Evaluación del potencial forrajero de especies leñosas nativas de bosques secundarios en el Peten, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 96 p.
- Hodgson, J. 1994. Manejo de pastos teoría y practica. Editorial Diana. México D. F. p 37-39.
- Ibrahim, M; Camero, A; Camargo, JC; Andrade, H. 1999. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE In Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles (6,1999, Cali, CO). Memoria. Cali, CO. p 1-7.
- Jiménez, FG. 2000. Árboles y arbustos forrajeros de la región Maya-Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 164 p.
- Judziwicz, EJ; Clark, LG; Londoño, X; Stern, MJ. 1999. American bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington, DC, EUA. 392 p.
- Kaitho, RJ. 1997. Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Ph.D. Thesis. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 189 p.
- Lindberg, J.E. 1985. Estimation of rumen degradability of feed proteins with *in sacco* technique and various *in vitro* methods: A review. Acta Agriculturæ Scandicavica Suppl.25: 64-97.
- Mannetje, L. Jones, RM. 1990. Pasture and animal productivity of buffel grass and siratro, lucerne or nitrogen fertilizer. Tropical Grasslands 24: 269-281.

- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD and Morgan. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Ed. Prentice Hall. p 693.
- Minson, DJ. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego, California. USA. 483 p.
- Milera, M. 1992. Pastoreo y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico. Tesis Lic. Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México DF. 50 p.
- NOWAY (1994). A program for the Calculation of degradation curves (c) Chris Harbron, SASS. Rowett Research Institute. Edinburgh. Department of Agricultural & Fish for Scotland.
- Ocaña, ZE. 2003. Efecto de la carga animal sobre gramas nativas, características del suelo y producción de leche y becerros de vacas Holstein x Cebú en pastoreo intensivo en el trópico mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México. 85 p.
- Orskov, ER; Hovell, FDD; Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5:195-213.
- Ospina, HSD. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- Pinto, RR. 2002. Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle central de Chiapas. Tesis Doctor en Ciencias. Mérida, Yucatán, UADY, MX. 303 p.
- SAS (Statistical Analysis System). 2001. *Basic and Statistics*. SAS Institute Inc. SAS Campus Drive Cary. North Caroline, US.
- Shem, MN; Orskov, ER; Kimambo, AE. 1995. Prediction of voluntary dry-matter intake, digestible dry-matter intake and growth rate of cattle from the degradation characteristics of tropical foods. *Animal Science*. 60:65-74.
- Skerman, PJ; Riveros, F. 1992. *Gramíneas Tropicales: producción y protección vegetal*. FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación). Roma, Italia. 849 p.
- Sosa, REE; Sansores, LLI; Zapata, BGJ; Ortega RL. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria México*. 38(2):105-117.
- Sosa, REE; Pérez, RD; Ortega, RL; Zapara, BG. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria México*. 42(2):129-144.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597.
- Vanzant, ES; Cochran, RC; Titgemeyer, EC. 1998. Standardization of In Situ Techniques for Ruminant Feedstuff Evaluation. *Journal of Animal Science*. 76: 2717-2729.
- Velásquez, VRA. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 77 p.

ANEXOS

Anexo1. Principales familias de las especies arbóreas y arbustivas presentes en fincas, clasificadas por sistema de producción de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

	Familia	Sistemas de producción					
		Doble propósito		Cría y engorda		Cría	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1	Leguminosaeae	27	19,6	24	19,7	17	20,2
2	Moraceae	9	6,5	9	7,4	6	7,1
3	Rutaceae	9	6,5	9	7,4	5	6
4	Lauraceae	5	3,6	4	3,3	2	2,4
5	Meliaceae	5	3,6	6	4,9	3	3,6
6	Palmae	5	3,6	5	4,1	4	4,8
7	Anacardiaceae	4	2,9	4	3,3	3	3,6
8	Bignoniaceae	4	2,9	2	1,6	3	3,6
9	Cochlospermaceae	4	2,9	2	1,6	2	2,4
10	Euphorbiaceae	4	2,9	5	4,1	4	4,8
11	Myrtaceae	4	2,9	4	3,3	3	3,6
12	Poaceae	4	2,9	4	3,3	3	3,6
13	Tiliaceae	4	2,9	3	2,5	2	2,4
14	Annonaceae	3	2,2	2	1,6	3	3,6
15	Fagaceae	3	2,2	2	1,6	2	2,4
16	Sapindaceae	3	2,2	2	1,6	1	1,2
17	Apocynaceae	2	1,4	2	1,6	2	2,4
18	Bombacaceae	2	1,4	2	1,6	1	1,2
19	Burceraceae	2	1,4	1	0,8	1	1,2
20	Malvaceae	2	1,4	2	1,6	1	1,2
21	Rosaceae	2	1,4	1	0,8	0	0
22	Rubiaceae	2	1,4	1	0,8	1	1,2
23	Salicaceae	2	1,4	2	1,6	2	2,4
24	Sapotaceae	2	1,4	2	1,6	2	2,4
25	Agavaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
26	Araliaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
27	Boraginaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
28	Caprifoliaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
29	Caricaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
30	Casuarinaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
31	Cecropiaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
32	Chrysobalanaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
33	Combretaceae	2	1,4		0	0	
34	Ebenaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
35	Flacourtiaceae	1	0,7		0	0	0
36	Hamamelidaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
37	Malpighiaceae	1	0,7	2	1,6	0	0
38	Nyctaginaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
39	Oxalidaceae	1	0,7	1	0,8	0	0
40	Piperaceae	1	0,7	1	0,8	0	0

41	Platanaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
42	Polygonaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
43	Proteaceae	1	0,7		0	1	1,2
44	Rhizophoraceae	1	0,7		0		0
45	Simaroubaceae	1	0,7	1	0,8		0
46	Sterculiaceae	1	0,7	1	0,8	1	1,2
47	Ulmaceae	1	0,7	1	0,8		0
48	Verbenaceae	1	0,7	2	1,6		0
49	Solanaceae		0,0		0	1	1,2
		138	100	122	100	84	100

Anexo 2. Especies de arbóreas y arbustivas presentes en fincas ganaderas, clasificadas por sistema de producción en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Doble propósito	Cría y engorda	Cría
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	100	100	100
Leguminoseae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuete	97,1	100	100
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	91,2	100	87,5
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	82,4	72,2	87,5
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	82,4	88,9	75
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuera	76,5	83,3	100
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	73,5	72,2	50
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	64,7	61,1	25
Leguminoseae	<i>Erythrina americana</i>	Colorin	61,8	77,8	37,5
Myrtaceae	<i>Pimienta dioica</i>	Pimienta	61,8	50	25
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Sangregado	58,8	38,9	12,5
Leguminoseae	<i>Inga vera</i>	Chalahuite	58,8	38,9	25
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Pochote	55,9	55,6	12,5
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce	55,9	50	25
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	55,9	61,1	50
Leguminoseae	<i>Diphysa robinoides</i>	Amarillo	52,9	33,3	25
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Tarro	50	33,3	25
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	Zapote prieto	50	44,4	25
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Chote	50	72,2	50
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote mamey	50	16,7	12,5
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	47,1	38,9	25
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Ombigo puerco	47,1	38,9	0
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormigo	44,1	44,4	37,5
Lauraceae	<i>Persea schiedeana</i>	Chinina	44,1	11,1	12,5
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Isote	44,1	11,1	25
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	Cojon de gato	41,2	33,3	25
Leguminoseae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	38,2	33,3	37,5
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	38,2	33,3	25
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Hule	35,3	50	50
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	35,3	27,8	0
palmae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco	35,3	38,9	62,5
Fagaceae	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	35,3	16,7	12,5
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	35,3	44,4	37,5
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	32,4	44,4	50
Leguminoseae	<i>Delonix regia</i>	Framboyán	32,4	33,3	62,5
Leguminoseae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Majo	32,4	22,2	25
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela	32,4	44,4	37,5
Poaceae	<i>Bambusa longifolia</i>	Carrizo	29,4	5,6	12,5
Lauraceae	<i>Beilschmiedia anay</i>	Escalan	29,4	22,2	0
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Naranja agria	29,4	11,1	25
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i>	Tangerina	29,4	27,8	0

Leguminoseae	<i>Inga jinicuil</i>	Genecuil	29,4	27,8	12,5
Lauraceae	<i>Licaria capitata</i>	Mizanteco	29,4	22,2	0
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>	Chicozapote	29,4	33,3	37,5
Leguminoseae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo	26,5	38,9	25
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	26,5	27,8	12,5
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	26,5	5,6	12,5
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	26,5	22,2	25
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	26,5	16,7	25
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipan	26,5	11,1	25
Moraceae	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	Tepetomate	26,5	22,2	0
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	26,5	33,3	37,5
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	23,5	22,2	12,5
Palmae	<i>Attalea butyracea</i>	Coyol real	23,5	27,8	50
Leguminoseae	<i>Cajanus cajan</i>	Frijol de árbol	23,5	16,7	12,5
Leguminoseae	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	235	5,6	12,5
Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	Mata palo	23,5	33,3	87,5
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>	Palo blanco	23,5	27,8	0
Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco	23,5	11,1	0
Palmae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Coyol	20,6	27,8	37,5
Malpighiaceae	<i>Bysonima crassifolia</i>	Nanche	20,6	11,1	0
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Pino	20,6	22,2	0
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>	Melina	20,6	5,6	0
Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i>	Zapote cabello	20,6	33,3	37,5
Leguminoseae	<i>Piscidia piscipula</i>	Chigol	20,6	22,2	25
Platanaceae	<i>Platanus mexicana</i>	Álamo	20,6	16,7	12,5
Fagaceae	<i>Quercus petraea</i>	Roble	20,6	22,2	12,5
Anacardiaceae	<i>Tapirira mexicana</i>	Bienvenido	20,6	11,1	0
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	20,6	11,1	12,5
Rutaceae	<i>Citrus limetta</i>	Lima	17,6	11,1	12,5
Leguminoseae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	17,6	27,8	25
Leguminoseae	<i>Acacia pennatula</i>	Espino blanco	14,7	11,1	0
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu	14,7	27,8	0
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Ortiga	14,7	11,1	12,5
Leguminoseae	<i>Cojoba arborea</i>	Coralillo	14,7	0	12,5
Leguminoseae	<i>Erythrina folkersii</i>	Cosquelite	14,7	16,7	12,5
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote rojo	14,7	11,1	12,5
Sapindaceae	<i>Litchi chinensis</i>	Litchi	14,7	16,7	12,5
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Piocho	14,7	27,8	25
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Nim	11,8	11,1	0
Rutaceae	<i>Citrus grandis</i>	Toronja	11,8	11,1	0
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Tepalcahuite	11,8	16,7	25
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Guacamayo	11,8	16,7	0
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Cucharo	11,8	5,6	0
Leguminoseae	<i>Lonchocarpus cruentus</i>	Frijolillo	11,8	0	12,5
Moraceae	<i>Morus alba</i>	Morera	11,8	22,2	37,5
Tiliaceae	<i>Pleuranthodendron lindenii</i>	Maicillo	11,8	11,1	0
Leguminoseae	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	11,8	5,6	0
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	pomarrosa	11,8	11,1	12,5

Leguminosaeae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	8,8	16,7	0
Leguminosaeae	<i>Acacia pringlei</i>	Quebrancho	8,8	16,7	0
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambolo</i>	Carambolo	8,8	5,6	0
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	8,8	5,6	0
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojite	8,8	11,1	25
Tiliaceae	<i>Carpodiptera ameliae</i>	Hojancho	8,8	0	0
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Mirasol	8,8	11,1	12,5
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	8,8	5,6	12,5
Leguminosaeae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nacaste	8,8	16,7	0
Myrtaceae	<i>Eugenia capulli</i>	Capulin	8,8	11,1	0
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	Pemuche	8,8	5,6	12,5
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar macrophylla</i>	Liquidambar	8,8	11,1	12,5
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	8,8	11,1	12,5
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Palo de rosa	8,8	0	37,5
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8,8	11,1	0
Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Volador	5,9	22,2	12,5
Burceraceae	<i>Bursera graveolens</i>	sazafras	5,9	0	0
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Palo maria	5,9	0	0
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	5,9	0	0
Leguminosaeae	<i>Erythrina berteroana</i>	Gasparito	5,9	5,6	0
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Manzanita	5,9	0	0
Leguminosaeae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	5,9	5,6	0
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Moral	5,9	5,6	0
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo	5,9	0	0
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hoja santa	5,9	5,6	0
Leguminosaeae	<i>Pithecellobium arboreum</i>	Cañamazo	5,9	0	0
Rosaceae	<i>Pronus americana</i>	Durazno	5,9	5,6	0
Rubiaceae	<i>Psychotria micrantha</i>	Calabacillo	5,9	0	0
Palmae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma	5,9	11,1	25
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Tehuixtle	5,9	0	0
Palmae	<i>Scheelea liebmannii</i>	Coyol real	5,9	11,1	0
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Rabo lagarto	5,9	11,1	0
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipan	5,9	0	0
Annonaceae	<i>Xylopia frutescens</i>	tamarindillo	5,9	0	12,5
Leguminosaeae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	2,9	11,1	0
Leguminosaeae	<i>Calliandra houstoniana</i>	Caliandra	2,9	0	0
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle	2,9	0	0
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	Jicaro	2,9	11,1	25
Poaceae	<i>Guadua aculeata</i>	Tarro	2,9	16,7	12,5
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle negro	2,9	0	0
Proteaceae	<i>Macadamia integrifolia</i>	Macadamia	2,9	0	12,5
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Apomo	2,9	22,2	0
Leguminosaeae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Cuajilote	2,9	0	0
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Ixcahuate	2,9	0	0
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	2,9	0	0
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	Ramon	2,9	11,1	0
Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Manzano	2,9	0	0
Solanaceae	<i>Brugmansia arborea</i>	Floriphondio	0	0	12,5

Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Cascarilla	0	11,1	0
Malvaceae	<i>Hampea nutricia</i>	Tecolixtle	0	5,6	0
Leguminoseae	<i>Lennea melanocarpa</i>	Quebrache	0	5,6	0
Leguminoseae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepeguaje	0	5,6	12,5
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Manzanita	5,6	0	0
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	0	11,1	0
Boraginaceae	<i>Tournefortia glabra</i>	Cordoncillo	0	5,6	0
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Limoncillo	0	5,6	0

Anexo 3. Especies leñosas degradadas en dos épocas del año provenientes de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Especie	Época	Tiempo	Vaca 1	Vaca 2	Vaca 3
<i>D. robinoides</i>	Seca	3	43,8	45,4	44,4
	Seca	6	46,9	47,5	46,8
	Seca	12	51,6	53,5	51,1
	Seca	24	69,1	68,7	64,6
	Seca	48	78,0	78,9	77,2
	Seca	72	78,1	78,2	78,3
	Seca	96	79,4	78,3	79,6
<i>D. robinoides</i>	Lluvia	3	45,3	47,6	45,6
	Lluvia	6	45,9	47,2	47,7
	Lluvia	12	51,6	51,7	51,5
	Lluvia	24	70,6	65,8	65,1
	Lluvia	48	77,1	78,2	76,0
	Lluvia	72	80,4	78,1	78,1
	Lluvia	96	80,9	79,7	80,2
<i>B. vulgaris</i>	Seca	3	24,5	24,9	23,7
	Seca	6	28,0	29,2	27,9
	Seca	12	33,2	33,7	35,1
	Seca	24	42,6	42,4	43,6
	Seca	48	49,5	49,8	51,7
	Seca	72	54,9	54,4	56,2
	Seca	96	56,8	57,1	59,2
<i>B. vulgaris</i>	Lluvia	3	25,9	25,1	26,6
	Lluvia	6	28,9	29,3	28,5
	Lluvia	12	35,6	34,8	35,3
	Lluvia	24	43,2	44,5	43,9
	Lluvia	48	51,5	54,2	53,2
	Lluvia	72	55,6	54,8	55,4
	Lluvia	96	59,2	58,3	56,9
<i>B. simaruba</i>	Seca	3	33,5	32,0	35,4
	Seca	6	41,2	43,4	43,7
	Seca	12	42,9	45,7	44,4
	Seca	24	48,6	48,8	48,9
	Seca	48	51,9	51,5	50,3
	Seca	72	64,5	62,9	60,0
	Seca	96	65,7	62,3	66,2
<i>B. simaruba</i>	Lluvia	3	34,0	33,6	35,6
	Lluvia	6	37,6	37,0	33,4
	Lluvia	12	42,4	44,1	43,0
	Lluvia	24	50,0	53,2	52,0
	Lluvia	48	58,5	56,5	52,5
	Lluvia	72	58,2	56,9	62,1
	Lluvia	96	61,9	67,7	69,3
<i>G. sepium</i>	Seca	3	46,9	44,8	44,3

	Seca	6	52,0	47,4	48,1
	Seca	12	58,3	57,8	56,9
	Seca	24	74,3	70,8	71,4
	Seca	48	75,0	77,0	72,6
	Seca	72	77,7	78,2	77,7
	Seca	96	76,7	78,6	80,2
<i>G. sepium</i>	Lluvia	3	43,1	45,9	44,7
	Lluvia	6	46,8	48,9	46,7
	Lluvia	12	55,7	58,9	54,4
	Lluvia	24	68,1	69,5	70,6
	Lluvia	48	76,4	78,4	73,0
	Lluvia	72	79,7	80,2	77,4
	Lluvia	96	79,8	80,2	79,4
<i>E. americana</i>	Seca	3	38,1	38,4	39,0
	Seca	6	42,0	43,9	45,0
	Seca	12	47,1	49,5	49,9
	Seca	24	47,5	54,2	53,3
	Seca	48	54,6	57,6	54,9
	Seca	72	69,2	69,6	72,5
	Seca	96	73,3	66,3	72,2
<i>E. americana</i>	Lluvia	3	38,2	38,7	39,3
	Lluvia	6	39,7	40,1	39,8
	Lluvia	12	46,9	45,8	46,5
	Lluvia	24	52,5	56,5	53,4
	Lluvia	48	55,9	56,3	55,0
	Lluvia	72	57,5	73,8	57,6
	Lluvia	96	65,7	73,9	73,0
<i>Z. riedelianum</i>	Seca	3	45,4	46,0	44,0
	Seca	6	46,5	48,3	47,7
	Seca	12	50,8	53,6	50,1
	Seca	24	65,2	66,0	58,9
	Seca	48	68,3	69,0	65,4
	Seca	72	69,8	69,3	69,7
	Seca	96	68,1	69,1	72,4
<i>Z. riedelianum</i>	Lluvia	3	42,4	44,0	43,0
	Lluvia	6	42,9	47,0	43,4
	Lluvia	12	52,7	54,1	50,1
	Lluvia	24	67,6	66,2	61,2
	Lluvia	48	67,7	69,1	66,7
	Lluvia	72	67,4	69,4	68,1
	Lluvia	96	68,4	71,7	73,4

Anexo 4. Degradación tiempo “cero” de especies arbóreas en los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz.

Especie	Época	% degradación T0*
<i>D. robinoides</i>	Seca	30,9
	Seca	31,0
	Lluvia	32,9
	Lluvia	33,1
<i>B. vulgaris</i>	Seca	20,1
	Seca	20,9
	Lluvia	23,6
	Lluvia	23,3
<i>B. simarouba</i>	Seca	26,9
	Seca	26,5
	Lluvia	27,0
	Lluvia	27,9
<i>G. sepium</i>	Seca	29,3
	Seca	29,2
	Lluvia	30,7
	Lluvia	30,7
<i>E. americana</i>	Seca	27,1
	Seca	27,1
	Lluvia	26,2
	Lluvia	26,2
<i>Z. riedelianum</i>	Seca	29,9
	Seca	30,2
	Lluvia	29,7
	Lluvia	30,0

T0= % de degradación tiempo cero