



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**SISTEMAS AGRO Y SILVOPASTORILES EN EL LIMÓN, MUNICIPIO DE PASO
DE OVEJAS, VERACRUZ, MÉXICO**

MARCELO BAUTISTA TOLENTINO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

TEPETATES, M. F. ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

2009

La presente tesis, titulada: **Sistemas agro y silvopastoriles en El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México**, realizada por el alumno: **Marcelo Bautista Tolentino**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DRA. SILVIA LÓPEZ ORTÍZ

ASESOR:

DR. PONCIANO PÉREZ HERNÁNDEZ

ASESOR:

DRA. MÓNICA DE LA CRUZ VARGAS MENDOZA

ASESOR:

DR. FELIPE GALLARDO LÓPEZ

ASESOR:

DR. FERNANDO CARLOS GÓMEZ MERINO

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, 15 de julio de 2009.

CONTENIDO

| | Página |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO CONCEPTUAL | 3 |
| 2.1 Relación hombre-naturaleza..... | 3 |
| 2.2 El agroecosistema..... | 3 |
| 2.3 La agroforestería | 4 |
| 2.4 Caracterización de los sistemas agroforestales | 5 |
| 2.5 Clasificación de sistemas agroforestales | 6 |
| 2.5.1 Criterio estructural | 7 |
| 2.5.2 Criterio socioeconómico | 8 |
| 2.5.3 Criterio ecológico | 9 |
| 2.5.4 Criterio funcional | 9 |
| 2.6 Sistemas agrosilvopastoriles | 12 |
| 2.7 Sistemas silvopastoriles | 12 |
| 2.8 Cercas vivas | 13 |
| 2.9 Árboles dispersos en los potreros | 14 |
| 3. MARCO DE REFERENCIA | 15 |
| 3.1 La región Sotavento del estado de Veracruz | 15 |
| 3.2 Situación de la selva baja caducifolia | 16 |
| 3.3 Sistemas agroforestales en México | 17 |
| 3.4 Los agroecosistemas bovino y maíz en la zona de temporal del municipio Paso de Ovejas, Veracruz..... | 20 |
| 4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA | 21 |
| 5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 22 |
| 5.1 Objetivos | 22 |
| 5.2 Hipótesis | 22 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS | 23 |
| 6.1 Área de estudio | 23 |
| 6.2 Identificación de sistemas agro y silvopastoriles | 24 |
| 6.2.1 Análisis de la información | 25 |
| 6.3 Producción de biomasa vegetal de dos sistemas silvopastoriles | |

| | |
|---|-----------|
| 6.3 Producción de biomasa vegetal de dos sistemas silvopastoriles inducidos | 25 |
| 6.3.1 Sitios experimentales y tratamientos | 25 |
| 6.3.2 Muestras de <i>Panicum maximum</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Gliricidia sepium</i> | 26 |
| 6.3.3 Variables evaluadas | 28 |
| 6.3.4 Análisis estadísticos | 29 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 30 |
| 7.1 Características de los productores y de sus agroecosistemas en la comunidad El Limón | 30 |
| 7.1.1 Manejo del hato bovino | 31 |
| 7.1.2 Manejo de los potreros | 32 |
| 7.2 Sistemas agro y silvopastoriles y árboles utilizados | 34 |
| 7.2.1 Clasificación de sistemas agro y silvopastoriles | 34 |
| 7.2.1.1 Los sistemas silvopastoriles de la comunidad El Limón..... | 34 |
| 7.2.1.2 Los sistemas agrosilvopastoriles de la comunidad El Limón | 37 |
| 7.2.2 Jerarquización de sistemas agro y silvopastoriles | 39 |
| 7.2.3 Especies arbóreas utilizadas en sistemas agro y silvopastoriles | 40 |
| 7.3 Producción de biomasa vegetal de dos sistemas silvopastoriles inducidos | 45 |
| 7.3.1 Sitio <i>Panicum maximum</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> (PG) | 45 |
| 7.3.2 Sitio <i>Panicum maximum</i> y <i>Gliricidia sepium</i> (PGs) | 49 |
| 7.3.3 Sitio <i>Panicum maximum</i> (P) | 52 |
| 7.3.4 Contenido de proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de <i>Panicum maximum</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Gliricidia sepium</i> | 54 |
| 8. CONCLUSIONES | 58 |
| 9. LITERATURA CITADA | 66 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Clasificación de sistemas agroforestales con base a la estructura y arreglo de los componentes | 8 |
| 2 | Sitios experimentales, forma de manejo y descripción de los tratamientos aplicados..... | 27 |
| 3 | Especies arbóreas de mayor importancia presentes en los sistemas agro y silvopastoriles de la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 41 |
| 4 | Biomasa disponible (kg MS ha ⁻¹) por época y anual de <i>Panicum maximum</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Gliricidia sepium</i> | 45 |
| 5 | Biomasa acumulada (kg MS ha ⁻¹) por época y anual de <i>Panicum maximum</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Gliricidia sepium</i> | 46 |
| 6 | Contenido de proteína cruda (%) por época en sistemas con <i>Panicum maximum</i> solo o asociado a <i>Guazuma ulmifolia</i> o <i>Gliricidia sepium</i> manejados bajo pastoreo dirigido y tradicional | 55 |
| 7 | Contenido de fibra detergente neutro y fibra detergente ácida (%) por época, en sistemas con <i>Panicum maximum</i> solo y asociado a <i>Guazuma ulmifolia</i> o <i>Gliricidia sepium</i> , manejados bajo pastoreo dirigido y tradicional..... | 57 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Uso del suelo y vegetación en la región del Sotavento en el estado de Veracruz..... | 15 |
| 2 | Distribución porcentual de sistemas agro (SASP) y silvopastoriles (SSP) encontrados en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 34 |
| 3 | Distribución de la función de los árboles encontrados en sistemas silvopastoriles, en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 35 |
| 4 | Ganado bovino pastoreando bajo arbustos y árboles (<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Acacia pennatula</i>) dispersos en un sistema silvopastoril inducido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 37 |
| 5 | Distribución de la función de los árboles encontrados en sistemas agrosilvopastoriles, en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 39 |
| 6 | Distribución de los sitios sosteniendo sistemas agro y silvopastoriles con base al uso de las especies arbóreas dominantes, en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 40 |
| 7 | Especies arbóreas utilizadas para leña en los sistemas agro y silvopastoriles encontrados en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 43 |
| 8 | Especies arbóreas utilizadas como madera en los sistemas agro y silvopastoriles encontrados en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 44 |
| 9 | Producción de biomasa disponible de <i>Panicum maximum</i> más <i>Guazuma ulmifolia</i> bajo manejo tradicional y dirigido en el sitio <i>Panicum maximum-Guazuma ulmifolia</i> a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 47 |

| Figura | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 10 | Producción de biomasa acumulada de <i>Panicum maximum</i> asociado a <i>Guazuma ulmifolia</i> bajo manejo tradicional y dirigido a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 48 |
| 11 | Composición morfológica de <i>Panicum maximum</i> bajo manejo dirigido del sitio <i>Panicum maximum-Guazuma ulmifolia</i> a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 49 |
| 12 | Biomasa disponible y acumulada de <i>Panicum maximum</i> en el sitio <i>Panicum maximum-Gliricidia sepium</i> bajo manejo dirigido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 50 |
| 13 | Composición morfológica de <i>Panicum maximum</i> en el sitio <i>Panicum maximum-Guazuma ulmifolia</i> bajo manejo dirigido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz..... | 51 |
| 14 | Biomasa acumulada de <i>Gliricidia sepium</i> bajo manejo dirigido y tradicional en la comunidad El Limón, municipio, paso de Ovejas, Veracruz | 52 |
| 15 | Biomasa acumulada de <i>Panicum maximum</i> en monocultivo bajo manejo tradicional en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz | 54 |

SISTEMAS AGRO Y SILVOPASTORILES EN EL LIMÓN, MUNICIPIO DE PASO DE
OVEJAS, VERACRUZ, MÉXICO
Marcelo Bautista Tolentino, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2009

RESUMEN

La caracterización de los sistemas agroforestales es una buena herramienta que en su momento proporciona elementos de análisis para la toma de decisiones en sistemas de uso del suelo. El objetivo de la investigación fue caracterizar los sistemas agroforestales de acuerdo a sus componentes (agrícola, forestal y pecuario) y al principal uso de las especies arbóreas en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Además evaluar la producción de biomasa vegetal y composición química anual y por época (nortes, seca y lluvia) de los sistemas privilegio (*Panicum maximum* Jacq.) solo o asociado a guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) o a cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), bajo manejo dirigido (DR) o tradicional (TR), en un año. Se seleccionaron 24 agroecosistemas (AES) con ganadería donde se realizaron recorridos de campo y aplicaron entrevistas semiestructuradas a productores. Se identificaron un total 106 sitios de los cuales 78 se clasificaron como sistemas silvopastoriles, 26 en sistemas agrosilvopastoriles y dos fracciones de vegetación secundaria (acahual); de todos los sitios, en el 59% el componente forestal tuvo la función principal de proporcionar leña, 16.2% sombra, 11.4% forraje, 5.7% postes, 6.7% cercas vivas y 1% frutal. 70 especies arbóreas fueron identificadas. La producción de biomasa anual bajo manejo DR y TR fue $8,049.3 \pm 85.5$ y 4169.5 ± 318.5 kg MS ha⁻¹ en el sistema privilegio-guácimo, $7,122.6 \pm 94.0$ y 876.5 ± 12.6 en privilegio-cocuite, respectivamente, y $5,262.8 \pm 54$ en el sistema privilegio solo, bajo manejo tradicional. Esta producción fue alta en la época de lluvias (5233.6 ± 56.66 kg MS ha⁻¹) en todos los sistemas y formas de manejo, disminuyó en la época de nortes (2342.3 ± 27.0) y casi se detuvo durante la época seca (252.9 ± 2.0). De los tres sistemas evaluados, el sistema privilegio-guácimo presentó el mayor valor anual y por época de proteína cruda (21.8% y 23.1, época de nortes, respectivamente) y el menor contenido de fibra detergente neutro (55.2 y 55.2% época de lluvia, respectivamente). Se concluye que el sistema más común en estos agroecosistemas es el sistema silvopastoril el cual está integrado por bovinos, privilegio y árboles de distintas especies dispersas, mientras que los agrosilvopastoriles están compuestos de maíz, bovinos y especies arbóreas en cercas vivas. Además, la producción que biomasa aérea, composición morfológica y química de *P. maximum* solo o asociado a *G. ulmifolia* y *G. sepium*, puede mejorarse modificando los patrones tradicionales de pastoreo, e implementando un sistema de periodos de descanso y ocupación como en el sistema de pastoreo rotacional.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, ganado, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Panicum maximum* Jacq.

AGRO- AND SILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE COMMUNITY OF EL LIMON,
PASO DE OVEJAS MUNICIPALITY, VERACRUZ, MEXICO

Marcelo Bautista Tolentino, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2009

ABSTRACT

Characterizing agroforestry systems helps provide valuable information for decisions regarding land use. The objective of this research was to characterize the agroforestry systems in the community of El Limon, Paso de Ovejas, Veracruz, according to the presence of crops, livestock, trees, and the principle use of tree species. Annual and seasonal (windy, dry and rainy) biomass production and chemical composition of *Panicum maximum* Jacq. alone and in association with *Guazuma ulmifolia* Lam. or *Gliricidia sepium* (Jacq.) (Kunth ex Walp.) under traditional and improved grazing management over a year were quantified. Twenty-four agroecosystems containing livestock and farmers were included in the study, and farmers were interviewed using a semi-structured questionnaire, and field observations were performed. One hundred and six sites were identified, from which 78 were classified as silvopastoral systems, 26 as agrosilvopastoral systems, and two as sustained secondary succession vegetation. A total of 70 tree species were observed across all sites, and in 59% of the sites trees were primarily used for firewood, in 16.2% of the sites for shade, in 11.4% of the sites as forage, in 5.7% of the sites for fencing, in 6.7% of the sites as live fences, and in 1% of the sites as fruit production. Annual biomass production using improved or traditional methods was $8,049.3 \pm 585.5$ and 4169.5 ± 318.5 kg DM ha⁻¹ in *P. maximum-G. ulmifolia*, $7,122.6 \pm 94.0$ and 876.5 ± 12.6 in *P. maximum-G. sepium*, and $5,262.8 \pm 54$ in *P. maximum* (only using traditional methods). Biomass was higher in the rainy season across all systems and grazing management (5233.6 ± 56.66 kg DM ha⁻¹), decreased during the windy season, and almost ceased during the dry season (252.9 ± 2.0). Forage from the *P. maximum-G. ulmifolia* system had the highest annual (21.8%) and seasonal (23.1%, windy season) protein content and the lowest amount of neutral detergent fiber (55.2 annual and 55.2% during the rainy season). The silvopastoral is the most popular agroforestry system in the studied area, integrating cattle, *P. maximum* and different dispersed tree species; followed by the agrosilvopastoral system composed of corn, cattle, and different tree species used in most cases as living fences. Total above-ground vegetation biomass, components of this variable measured as the proportion of biomass present as leaves, stems, and dead matter, and the chemical composition of *P. maximum* alone or associated with *G. ulmifolia* and *G. sepium*, can be improved by modifying traditional grazing management to encompass more regular occupation and resting periods as it is in a rotational grazing system.

Key words: Agroforestry systems, livestock, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Panicum maximum*.

MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO,

A **DIOS**, por ponerme en cada lugar y momento; momentos del pasado y del presente inolvidables.

A todo aquel ciudadano mexicano, que de forma involuntaria a través de su contribución y mediante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) permitió la formación de un individuo más.

Al Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz que a través de sus académicos adoptó y formó a un discípulo más dentro de su estructura.

Al Consejo Particular:

Dra. Silvia, por su adopción, enseñanza, convivencia, dirección y confianza; sinceramente mi siempre agradecimiento para Usted.

Dr. Ponciano, por sus siempre comentarios tanto dentro como fuera del Colpos; por ser un gran guía espiritual.

Dra. Mónica, por sus enseñanzas en aulas, su siempre comprensión, y sus observaciones a lo largo del todo el proceso de elaboración de la presente tesis.

Dr. Felipe, por su apoyo y dedicación en la construcción de los instrumentos de campo y de la tesis.

Dr. Fernando Carlos, por su amistad, sus observaciones y apoyo en la elaboración de esta tesis

Al grupo de productores de El Limón participantes en parte de esta investigación, por su gran disposición y participación (Sr. Luis, Cesar, Gerardo, Rolando, Alberto, Gregorio, Leonardo, Severiano, J. Manuel, E. Antonio, J. Justino, Leobardo, Pablo, Juan, Leonel, Odilón, Joel, Roberto, Fernando, José).

A mis amig@s, cercanos y lejanos, por el tiempo y momentos compartidos (Dr. Ponciano, M.V.Z. Gonzalo, Lic. Ricardo "Richard", M.C. Teresa, Ing. Alin, Lic. Vero (la negrita), Ing. Vicky, Ing. Aurora, M.C. Adan, M.C. Sebastiana, Ing. Edgardo, Ing. Sergio, Ing. Carlos, Lic. Carlos, Lic. Luis, Ing. Rosendo, M.C. Itzel).

A los compañer@s de “causa”: Lic. Ricardo, M.C. Adan, M.C. Yalid, Ing. Jacobo, M.V.Z. Agustín, M.C. Mauricio, M.V.Z. Anabel, Ing. Rafael, Ing. Juan, Ing. Maribel, M.V.Z. Víctor Manuel, Ing. Jerónimo, Ing. Eloisa, Ing. Norma, Sr. Julián, Saray.

A los compañeros de la generación en Agroecosistemas Tropicales (2007-2009).

A Norma, Fabiola, Laura, Ángeles, Ma. de Jesús, Maribel por su apoyo en diferentes momentos.

A todas aquellas **personas** que sin querer nos hacen cambiar de actitud y pensamientos; mediante sus **ideas** o sus **acciones**, a ellas con admiración, respeto y cariño (por una humanidad mejor).

DEDICO ESTE ESFUERZO,

A los campesinos tropicales, hombres de campo, hechos de trabajo, motivados por sus sueños, formadores de su cultura, aislados silenciosos en sus territorios.

A mí Adorada madre: **Ofelia**, por su gran amor, por ser mi ejemplo de identidad propia, por su actitud ante la vida y los demás.

A mí Querido “Viejo”: **Sabino**, ejemplo en vida de sencillez y **trabajo**; gracias padre por formarme como tal, tus lecciones siempre viven en mí, por enseñarme a jamás olvidar quien soy y de donde vengo.

A mí hermana **Vicky**, por tener la función de hermana y madre al mismo tiempo, por sus consideraciones que nunca olvidare; de verdad ¡¡¡Con mucha admiración y respeto!!!!

Al Dr. **Ponciano Pérez Hernández**; por la relación profesional, académica y de consejero personal.

A mis hermanos: **Fernando, Camilo, Antonio, José Guadalupe y Artemio**. Porque siempre he soñado en tener una familia unida bajo intereses comunes, a todos los llevo conmigo siempre.

A mis hermanas: **Virginia, Maria y Hortensia**, por ser conmigo unas excelentes personas, reflejo en vida en sus diferentes matices, de mi madre.

A la familia: Gaby, Nacho, Mago, Oliver, Checo, Sabino, Neto, Juana, Lupe, Toño, Hannia, Peche, Beto, Ivonne, Liliana, Chacha, Isis, Concha, Tavo, Quicho, Florida, Karina, Erick, Temo, Valente, Fernanda, José, Poncho, Martina, Angélica, Claudia, Juan, Rosa, Bino, Genaro, Teresa, Valerio, Onésimo.

A los “limoneros”, dedicados día a día al trabajo en sus potreros y milpa.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en México se desarrolla bajo diferentes sistemas de producción desde los altamente tecnificados, algunos con cadenas de valor bien integradas, hasta el nivel de la economía campesina en ocasiones altamente vulnerable en el contexto de la economía actual y en diferentes regiones climáticas (árida, templada, cálida húmeda y cálida seca); su contribución a la producción de leche y carne nacional es en diferentes niveles, destacando la región cálida por el aporte de carne a la economía nacional (40%; Keilbach, 2005; Luna, 2006).

La región cálida ocupa el 25% de la superficie del país y concentra el 60% de los nueve millones de vacas lecheras ordeñadas en México. Aporta poco más del 20% de leche y 40% carne de la producción nacional y tiene importantes impactos económicos y sociales (Pérez *et al.*, 2003; INEGI, 2004; Rojo *et al.*, 2008). El sistema de producción predominantemente es el doble propósito con manejo extensivo o semintensivo (suplementación variable o nula), alimentación basada en pastos nativos e introducidos, en la mayoría de los casos de baja calidad y producción limitada en función de la época del año, lo que ocasiona bajos indicadores productivos y reproductivos del ganado y baja productividad por unidad de superficie (Sosa *et al.*, 2004; Keilbach, 2005; Martínez *et al.*, 2005).

La variedad de condiciones edáficas, topográficas, climáticas, interacciones animal-planta y sociedad-naturaleza ha dado paso a una gran variedad ecosistemas y agroecosistemas tropicales con riqueza importante de recursos naturales, sobre todo una gran diversidad de especies vegetales. Mucha de la vegetación existente es fuente valiosa de alimento para el ganado y fauna silvestre, especialmente en la época seca; sin embargo, su uso y aprovechamiento es limitado (Levy *et al.*, 2002; Musálem, 2002; Bobadilla, 2005; Palma, 2005; Villa *et al.*, 2008).

En la búsqueda de sistemas de producción sustentables, los sistemas agro y silvopastoriles (SASP y SSP) desarrollados en diferentes centros de investigación con especies vegetales exóticas y nativas muestran ser ventajosos a mediano y

largo plazo por las diferentes interacciones ecológicas y económicas que se dan entre los componentes leñosos y no leñosos del sistema (Nair, 1997). Un ejemplo de estos sistemas en la zona centro de Veracruz, son las áreas dedicadas al pastoreo donde los pastos resistentes a sequías prolongadas, como el *Panicum maximum* Jacq., *Hypharremia rufa* (Nees) Stapf, *Axonopus* spp., *Paspalum* spp., *Desmodium* spp. y *Calopogodium* spp. con frecuencia se asocian a especies arbóreas con diferentes capacidades de colonizar nuevas áreas como resultado de la sucesión secundaria, dando paso a sistemas agro y silvopastoriles inducidos (Ocaña *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2006; Nieto *et al.*, 2006).

Actualmente la transferencia de modelos de SASP y SSP desarrollados en centros de investigación no se han adaptado a las necesidades de los productores debido a que en su construcción su participación ha sido nula (Altieri, 1999). Sin embargo, las prácticas agroforestales en las fincas agropecuarias ha permanecido desde mucho tiempo atrás, producto de la coevolución sociedad-naturaleza. Con base en anterior, la presente investigación se realizó con el objetivo de identificar, clasificar y jerarquizar los posibles SASP y SSP que se manejan en el centro de Veracruz, tomando como sitio de estudio la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México, y evaluar la productividad de dos SSP inducidos.

La presente investigación consta de nueve capítulos. En el primero se presenta la introducción del tema en investigación, describiendo el contexto del trabajo de investigación y los objetivos. En el segundo se desarrolla el marco conceptual que respalda dicha investigación. El tercero describe el marco de referencia. En el cuarto se menciona la problemática que rodea a la investigación. En el quinto se indican los objetivos a los que está dirigido la investigación. En el sexto establecen los materiales y métodos seguidos en el transcurso de la investigación. En el séptimo se muestran los resultados y discusión de la investigación. En el octavo se señala las conclusiones. Finalmente en el noveno se muestra la literatura citada en el escrito.

II. MARCO CONCEPTUAL

La idea central de este capítulo es mencionar los principales conceptos en los que se sustenta la presente investigación: Sistemas agro y silvopastoriles en los agroecosistemas con ganadería de El Limón, Paso de Ovejas, Veracruz.

2.1 Relación hombre-naturaleza

Las relaciones entre el hombre y la naturaleza inician desde su aparición como ser pensante, organizado, que da inicio a actividades agrícolas rústicas, en el periodo Neolítico o Edad Nueva de Piedra hace 10, 000 años. Alrededor de esta fecha surge la agricultura y posteriormente la domesticación de animales como prácticas formales, provocados por periodos de escasez de alimentos y sustentados en experiencias biológicas sobre hábitos de plantas y animales, lugares preferidos para su desarrollo, periodos de reproducción y épocas anuales de mayor disponibilidad de alimento (Granados y Florencia, 1996). Las anteriores experiencias recordadas y razonadas forman la base del conocimiento cultural empírico del hombre antiguo y contemporáneo. A partir de este periodo la humanidad ha controlado, dirigido y aprovechado las características de diferentes ecosistemas para obtener productos útiles por medio del manejo de poblaciones vegetales y animales, promoviendo así, el desarrollo humano (Granados y Florencia, 1996). El hombre al transformar a la naturaleza se transforma a sí mismo originándose cambios en su vida y en el entorno (Cervantes, 2006). Dichas interacciones han generado a lo largo de un proceso histórico diferentes agroecosistemas dinámicos en producción vegetal y animal.

2.2 El agroecosistema

El agroecosistema (AES) conceptualmente es interpretado por una gran diversidad de autores como ecosistemas naturales semi-domesticados, modificados o sitios de producción agrícola con la finalidad de obtener alimentos y otros satisfactores para el ser humano a través del tiempo, desarrollados como respuestas adaptativas a diversas condiciones biológicas, físicas, sociales y políticas que se dan en un contexto histórico y geográfico, en donde los flujos de energía y nutrientes son alterados de forma significativa por el hombre, la diversidad animal y vegetal es

manipulada y reducida, y por lo tanto, su estabilidad es menor en comparación con el ecosistema (Mariaca, 1995; Ruiz, 1995; Altieri, 1999; Gliessman, 2002; Vargas, 2008).

Por su composición agrícola, forestal y pecuaria en un mismo espacio, dentro de los AES se encuentra un grupo de sistemas que involucran diversas tecnologías de manejo agroforestal, con la finalidad de dar un uso más completo al suelo, conocidos como sistemas agroforestales (SAF; Torquebiau, 2000). Para los fines de la presente investigación el concepto de agroecosistemas fue dirigido a dos sistemas agrícolas en específico, el sistema maíz (milpa) y potrero (pastizal) relacionados de forma recíproca y en donde uno ejerce una alta influencia en el otro en el lugar de estudio.

2.3 La agroforestería

El Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) definió a la agroforestería como un nombre colectivo para los sistemas y tecnologías del uso de la tierra donde los perennes leñosos (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) se usan en las mismas unidades de manejo con cultivos agrícolas y animales en alguna forma de arreglo espacial-temporal, donde se dan interacciones ecológicas y económicas entre los diferentes componentes (Nair, 1997).

A su vez, Musálem (2002), consideró a la agroforestería como una combinación interdisciplinaria e integradora de diversas técnicas ecológicamente viables, donde se manejan especies arbóreas, cultivos alimenticios y animales en forma simultánea o secuencial, manteniendo a largo plazo la productividad, mediante prácticas de manejo compatibles a la población local. Ospina (2006) después de realizar un análisis retrospectivo de diversas conceptualizaciones de agroforestería la define como una interdisciplina, una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, desarrollada fundamentalmente por culturas agroforestales en tierras tropicales, en donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción

biodiversa, libre de agroquímicos y duradera con predominio y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones totalmente de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones sociales y económicas de bienestar, equidad y justicia. Actualmente, la agroforestería es empleada en ocasiones como sinónimo de sistemas agroforestales por diversos autores. En general, existen diversos sistemas agroforestales en las diferentes regiones ecológicas y geográficas del mundo (Nair, 1997).

2.4 Caracterización de los sistemas agroforestales

Para entender, evaluar y mejorar los sistemas agroforestales a través de planes de acción, es necesario caracterizarlos; dicha caracterización se entiende como la identificación de características de las tecnologías agroforestales en contextos regionales, locales y comunitarios (Ospina, 2006); y proporciona elementos de análisis para la toma de decisiones en sistemas de uso del suelo complejos en estructura, manejo y función. A continuación se mencionan brevemente dos metodologías desarrolladas para la caracterización de sistemas agroforestales.

La metodología implementada por el ICRAF denominada “metodología de diagnóstico y diseño” se desarrolla en cinco etapas: prediagnóstico, diagnóstico, diseño y evaluación, planeación e instrumentación; se aplica a nivel macro (región, país), medio (comunidad, pueblo, cuenca) y micro (unidades de manejo familiar) y se basa en la identificación de necesidades básicas, problemas para satisfacer tales necesidades e intervención apropiada.

Montagnini (1986) desarrolló una metodología de caracterización de sistemas agroforestales en cuatro pasos: caracterización de un área, selección de sistemas agroforestales, manejo y evaluación de sistemas agroforestales, y difusión de sistemas agroforestales. Esta metodología describe y analiza aspectos físicos, biológicos y sociales relevantes para planificar alternativas apropiadas.

Ospina (2006) planteó que para la caracterización agroforestal es necesario descifrar las relaciones entre tres niveles: región o subregión, finca o territorio comunitario y tecnología agroforestal. Cada nivel debe ser analizado a partir de cuatro criterios de caracterización agroforestal, los cuales son complementarios: a) criterio socioeconómico, aborda aspectos sociales, culturales y económicos, b) criterio estructural, contiene características físicas de mayor duración y permanencia, c) criterio ecológico, relacionado a aspectos de conservación y deterioro de la naturaleza y d) criterio funcional, referido a los productos y servicios generados.

De acuerdo a lo anterior, la caracterización de sistemas agroforestales o tecnologías agroforestales consiste en la descripción analítica e integral de sus características socioeconómicas y biotécnicas (composición, estructura, funcionamiento y capacidad de conservar recursos naturales) que permitirán evaluar y tomar decisiones de acuerdo a necesidades particulares.

2.5 Clasificación de sistemas agroforestales

La clasificación de sistemas agroforestales consiste en la asignación de categorías o tipificación para el análisis sistemático de tecnologías agroforestales en regiones y fincas (Ospina, 2006). El objetivo de una clasificación es proveer un marco práctico para la síntesis y análisis de información acerca de los sistemas actuales y el desarrollo de los nuevos, evaluarlos y mejorarlos (Pérez, 2008).

Al inicio de la historia de la clasificación de los sistemas agroforestales varios autores tomaron en cuenta solo un criterio de clasificación, por ejemplo el rol de los componentes o el arreglo temporal de ellos (Nair, 1997). Años después, Ospina (2006) agrega otros aspectos a la clasificación mencionada por Nair (1997). Los sistemas agroforestales según los dos autores arriba citados pueden ser categorizados bajo diferentes criterios o bases.

2.5.1 Criterio estructural

Basado en el tipo de componentes, su distribución, el arreglo espacial, la estratificación vertical y el arreglo o dinámica temporal y mencionan que bajo esta base se reconocen tres tipos de componentes agroforestales (leñoso, no leñoso y animal), de acuerdo al tipo de componentes imperantes se determina el tipo de sistema al que pertenece (Cuadro 1). Torquebiau (1990), planteó las siguientes categorías de arreglos espaciales de acuerdo a tipo de componentes agroforestales: a) disposición horizontal de componentes vegetales: 1) mezclada (sin orden geométrico o aleatoria) y 2) zonal (fila, faja, cuadro, círculo, zigzagueante; b) densidad vegetal en el plano horizontal: 1) densa y 2) esparcida; c) disposición vertical aérea de componentes vegetales: 1) biestrato y 2) multiestrato; d) disposición vertical terrestre-acuático de componentes vegetales: 1) suelo (sumergido, si es acuático) y 2) subsuelo; e) disposición del componente animal: 1) libre y 2) confinado; y f) densidad animal en el plano horizontal: 1) alta y 2) baja.

El acomodo o arreglo temporal depende de la dinámica cronológica de los componentes de la tecnología agroforestal, la cual está afectada por las características biológicas de los componentes, condiciones edafoclimáticas y manejo agroforestal, en donde el sistema presenta salidas y entradas, parciales o totales de los componentes (Huxley, 1983). Así, Ospina (2000), dice que una tecnología agroforestal debe ser clasificada temporalmente de acuerdo a la dinámica de los componentes leñosos y no leñosos; dichos arreglos son interpretados de la siguiente manera: a) simultáneo, la presencia de los componentes leñoso y no leñoso se da simultáneamente durante el tiempo de existencia del sistema; b) concomitante, el componente vegetal no leñoso coincide al final del tiempo del componente leñoso; c) intermitente, presencia continua del componente leñoso mientras el componente no leñoso aparece y desaparece de manera regular en el sistema; d) de relevo, cuando al final del componente vegetal leñoso se encuentra el componente vegetal no leñoso y después se encuentra nuevamente el leñoso; e) superpuesto, el componente vegetal no leñoso se superpone parcialmente al inicio del tiempo del

componente leñoso (Huxley, 1983; Kronik, 1984; Nair, 1985; Montagnini, 1986; Torquebiau, 1990; Ospina, 2006; Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de sistemas agroforestales con base a la estructura y arreglo de los componentes.

| Naturaleza de los componentes | Arreglo de los componentes |
|---|---|
| Agrisilvicultura (cultivos, árboles y arbustos). | En espacio: Denso mixto (huertos caseros). |
| Silvopastoriles (cultivos, ganado, pasturas y árboles). | Dispersos (la mayor parte de los sistemas de arboles en los potreros). |
| Agrosilvopastoriles (cultivos, árboles y presencia temporal de ganado). | Franjas (anchura de la franja de más de un árbol). |
| Otros (parcela de árboles de uso múltiple, apicultura con árboles, acuicultura con árboles, etc.). | En tiempo: Linderos (árboles en las orillas de parcelas y campos). Coincidente, secuencial, concomitante, sobrepuesto e interpolado. |

Fuente; Nair, 1997

2.5.2 Criterio socioeconómico

Se refiere al nivel social, tecnológico y de producción, el cual da origen a las siguientes dos categorías: 1) autoabastecimiento: sistemas de producción en grupos de personas de nivel subsistencia en fincas pequeñas donde la transmisión del conocimiento se da vía pláticas y vivencial, la propiedad de la tierra es individual, familiar o colectiva, los dueños residen en la unidad productiva y trabajan la tierra y 2) comerciales: unidades productivas de medianas a grandes, en las cuales el origen del conocimiento de manejo es vía capacitación y asesoría externa, la tierra es propiedad privada, los productos se comercializan de forma local, regional, nacional o internacional (Nair, 1997; Ospina, 2006).

2.5.3 Criterio ecológico

Nair (1997) menciona que es la condición ambiental y adaptabilidad ecológica de los sistemas, con base en el supuesto de que ciertos tipos de sistemas pueden ser más apropiados para ciertas condiciones ecológicas (conjunto de sistemas agroforestales para tierras áridas y semiáridas, tierras altas tropicales, trópicos húmedos de tierras bajas, etc.). Por otro lado, Ospina (2006) establece que el criterio ecológico está dirigido al tipo de recurso natural que conserva la tecnología agroforestal (definida más adelante; capacidad de acumulación de biomasa, conservación de la biodiversidad, conservación del suelo o agua, capacidad de regulación climática) mientras satisface necesidades básicas locales o regionales.

2.5.4 Criterio funcional

Nair (1997) menciona que es la función o papel del sistema, generalmente condicionado por los componentes leñosos de servicios o protección (cortinas rompevientos, cinturón de protección, conservación de suelos, aumento de la productividad del sistema, regulación microclimática, etc.). Al criterio funcional Ospina (2006) agrega que está determinado por los productos (madera, forraje, frutas; productos alimenticios de origen animal o vegetal, materiales de uso artesanal o industrial) principales de la tecnología agroforestal y que dicha denominación se realiza para la tecnología agroforestal en su conjunto. En consecuencia, la función se determina por el propósito principal por el cual se diseña, instala y maneja la tecnología agroforestal (así se generen otros productos y servicios).

A su vez Musálem (2002), clasificó a los sistemas agroforestales en secuenciales y simultáneos. Los sistemas agroforestales secuenciales son aquellos en los que se observa una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; los cultivos anuales permanecen simultáneamente con las plantaciones de árboles, hasta que el follaje de éstos se encuentra desarrollado; un ejemplo es la agricultura migratoria y los sistemas taungya. La primera comprende sistemas de subsistencia orientadas a satisfacer las necesidades básicas (alimento, combustible y habitación), manejados bajo prácticas de roza-tumba-quema. En el sistema

taungya, árboles y cultivos crecen de manera simultánea en el periodo de establecimiento de las especies forestales con el objetivo de disminuir costos de producción del sistema. Los sistemas simultáneos, consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales, perennes y ganadería (árboles maderables, frutales o de uso múltiple, ganado o huertos caseros).

A diferencia de los sistemas agroforestales secuenciales (con interacción cronológica), en los simultáneos (con interacción directa) los componentes agrícolas y arbóreos se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema. Ejemplos típicos de sistemas agroforestales simultáneos son: 1) árboles en asociación con cultivos perennes (cocoteros en asociación con árboles maderables); 2) árboles en asociación con cultivos anuales (maíz, frijol, soya en asociación con árboles fijadores de nitrógeno); 3) huertos caseros mixtos (chinampas, campos levantados en áreas pantanosas); 4) sistemas silvopastoriles (pastizales con presencia de *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*); 5) asociaciones de árboles con pastos (pastizales con presencia de especies como *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, etc.); 6) pastoreo en plantaciones forestales y frutales (plantaciones en crecimiento para madera, frutales y ganado); 7) plantaciones en línea (mezcla de árboles, cultivos y animales en surcos alternos o árboles podados para cercos) y 8) cercos vivos (producción de postes vivos para sostener alambre de púas, obtención de leña, forraje, sombra, etc. Musálem, 2002).

En el sentido de la clasificación de los sistemas agroforestales aún mencionando lo anterior, Ospina (2006) considera que este proceso está en construcción. Además desde su punto de vista menciona que la clasificación debe realizarse mediante la asignación de categorías articuladas y jerárquicas (Ospina, 1994). Es necesario que cada categoría esté determinada por elementos comunes, diferentes para cada una de ellas. En la categoría superior se encuentra el sistema agroforestal, determinada por el tipo biológico de componentes presentes; en la categoría intermedia tecnología agroforestal, determinada por el tipo de acomodo espacio-temporal de los componentes; en la categoría inferior se encuentra la practica agroforestal para

reconocer especificidades locales y culturales de manejo agroforestal (Ospina, 2000).

Así el sistema agroforestal es el conjunto de asociaciones o arreglos agroforestales donde se encuentran especies del componente vegetal leñoso y no leñoso (sistema agrosilvícola), o componente vegetal leñoso, no leñoso y animal (agrosilvopastoril). Cada uno agrupa tecnologías agroforestales, que son el arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo mejoradas en ocasiones por la intervención o innovación científica. La clasificación de las tecnologías agroforestales son: cercas vivas, árboles en linderos, barrera rompevientos, cultivo en franjas, árboles en contornos o terrazas, tira de vegetación en contorno, lote multipropósito, huerto de plantación frutal, huerto familiar, árboles en pasturas, bancos de proteínas, sistema taungya, rastrojo o barbecho, sistema chagra, entre otras (Ospina, 2006).

Las prácticas agroforestales, son las asociaciones específicas de componentes agroforestales, con disposición detalladas de especies, acomodo espacio-temporal y manejo agroforestal particular de una localidad y cultura. Una práctica agroforestal es una tecnología agroforestal local. Cada tecnología agroforestal incluye distintas prácticas agroforestales. Por ejemplo, el huerto familiar es una tecnología agroforestal y el huerto familiar de los emberas del departamento de Chocó, Colombia, es una práctica agroforestal debido a que presenta una composición florística y faunística, arreglo y manejo específico relacionado con dicha cosmovisión (Ospina, 2006).

Como se ha observado a lo largo de este tema, los sistemas agroforestales y las tecnologías agroforestales son diversas e igual los criterios de clasificación; la idea central de este tema es mencionar como la clasificación de sistemas agroforestales ha evolucionado de acuerdo al criterio del clasificador y al avance que se ha obtenido en cada clasificación; para los fines de esta investigación se eligió trabajar con los siguientes sistemas agroforestales: agrosilvopastoril (SASP) y silvopastoril (SSP) presentes en los agroecosistemas maíz (*Zea mays*) y potrero (pastizal)

respectivamente, sistemas predominantes en la región de estudio y altamente relacionados (Jiménez *et al.*, 2008).

2.6 Sistemas agrosilvopastoriles

Los sistemas agrosilvopastoriles son una modalidad de sistema agroforestal, en los cuales prepondera la agricultura, combinándose árboles o arbustos y cultivos agrícolas con presencia temporal de ganado, generalmente bovino (los animales se mantienen en sitios de cultivo en descanso alimentándose principalmente de residuos de cosecha de maíz, pastos invasores y herbáceas con potencial forrajero en invierno y en la época seca), estas estrategias de manejo de los recursos están organizadas en función de los ciclos agrícolas en pequeñas parcelas. En estos sistemas agroforestales las especies arbóreas presentan diferentes arreglos espacio-temporal (su arreglo no obedece a un esquema rígido, sino que está en función del espacio disponible, gusto del productor, forma de la parcela, distribución de los suelos, fuentes de agua y las pendientes) y sus usos o fines van de uno a diversos; las especies arbóreas están presentes en bajas densidades dentro de los campos con cultivo o en los bordes (Escobar, 1996; Román, 1997; Botero y Russo, 1999; Jiménez *et al.*, 2008).

2.7 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles, son sistemas de uso del suelo en que las especies arbóreas son transplantadas o dejadas crecer en diversos arreglos espaciales. Se combinan con ganado y producción de pastos en la misma unidad de tierra, superficie o área, manejados en rotaciones o por estaciones sujetos a condiciones climáticas y disponibilidad de pastos y material de ramoneo dentro de un sistema holístico e integral (Combe y Budowski, 1979; Manidool, 1984; Bustamante y Romero, 1991; Escobar, 1996; Roman, 1997; Pérez y Linares, 2008). Algunos ejemplos de especies arbóreas en los sistemas silvopastoriles son *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, *Guazuma ulmifolia* Lam., entre otras (Musálem, 2002).

Los sistemas silvopastoriles incluyen una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas con diferentes grados de manejo que varían de sistemas silvopastoriles nómadas extensivos hasta sistemas forrajeros de alta intensidad con diferente arreglo horizontal, vertical y producción de gran cantidad de biomasa (Nair, 1997). Dentro de los sistemas silvopastoriles, de acuerdo a su manejo se pueden identificar distintas formas, dependiendo de la función del árbol o arbusto. a) sistemas intensivos el cual comprende 1) bancos de proteínas en los cuales el follaje de las especies leñosas se corta periódicamente y se proporciona a los animales o los animales entran a ramonear por periodos de tiempo controlados o dirigidos, y 2) postes o cercos vivos, en los que la especie arbórea se deja crecer en los linderos y divisiones de cada uno de los potreros, su finalidad pueden ser como forraje, leña, postes o sombra, entre otros usos (Nair, 1997); b) sistemas extensivos por el manejo que se le da a la especie arbórea, incluyendo 1) sistema ramoneo, consumo del follaje (hojas y algunos tallos tiernos), frutos y vainas directas de especies leñosas, y 2) el sistema de pastoreo, consumo de plantas herbáceas, en donde las leñosas se encuentran dispersas o agregadas y tienen diferentes funciones. En estos sistemas los árboles muchas veces tienen también funciones de producción de madera, frutas, leña, sombra, entre otros usos (Nair, 1997).

2.8 Cercas vivas

Las cercas vivas son líneas de árboles o arbustos en los perímetros o linderos de las parcelas, potreros, fincas y caminos con el objetivo de delimitar las propiedades o parte de ellas, áreas de trabajo e impedir o controlar el paso de animales y de personas. Esta tecnología agroforestal es también conocida como seto. Además, las cercas vivas proporcionan otros productos (forraje, madera, leña, frutas, abonos verdes, postes, estantes y alimento) y servicios (sombra, control de la erosión, captura de carbono, fijación de nitrógeno, diversidad paisajista, refugio y alimento para avifauna, fuente de semillas) lo cual la convierte en una tecnología muy común en Centroamérica. Con frecuencia se utilizan especies como *G. sepium*, *Bursera simaruba* Jacq. Ex L., *Spondias purpurea* L., *Tabebuia rosea* (Bertol.) A.DC., *Tectona grandis* L.f., *Cedrela odorata* L., *Erythrina* spp., *G. ulmifolia* y *Yucca elephantipes*

Regel. El uso de cercas vivas resulta más económico que la utilización de cercas muertas o cercas con postes de concreto. Además, constituye una forma de reducir la presión sobre los bosques o selvas para obtener leña o postes, contribuyendo a la diversificación del sistema (Limongi, 2002; Ospina, 2006; Ascensio, 2008; Pérez, 2008).

2.9 Árboles dispersos en los potreros

Los árboles dispersos son aquellas especies arbóreas que el productor ha plantado o retenido deliberadamente dentro de una área ganadera y se han dejado cuando se limpia o se prepara un terreno para que provea un beneficio o función específica de interés para el productor tales como sombra, follaje o frutos para los animales, madera, leña, postes y generar ingresos (sobre todo si son especies de interés comercial). Representan una amplia riqueza de especies, abundancia y una diversidad de arreglos que difieren de región en región o de finca en finca (Villanueva *et al.*, 2007). Su arreglo no obedece un esquema rígido, sino que está en función del espacio disponible, el gusto o criterio del productor, la forma de la parcela, etc. La densidad de árboles encontrados bajo esta tecnología va de los 8 a 42 árboles por ha, lo cual depende directamente del manejo y las condiciones biofísicas y socioeconómicas de los productores ganaderos. En este contexto, los sistemas intensivos presentan menores densidades de árboles en potreros que los sistemas menos intensificados (Jiménez, 2000; Cajas y Sinclair, 2001; García, 2001; Zamora *et al.*, 2001; Villacís *et al.*, 2003).

Aunque esta tecnología agroforestal es muy común en muchas regiones tropicales, existe poca información sobre ellos. Algunas de las especies arbóreas encontradas en potreros son: *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *G. ulmifolia*, *T. rosea*, *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. Cham., *Psidium guajava* L., *B. simaruba*, *C. odorata*, *Mangifera indica* L., *Tamarindus indica* L., *G. sepium*, *Ficus cotinifolia* Kunth, entre otras. Los árboles dispersos en pasturas y cultivos se encuentran ampliamente distribuidos en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas (Musálem, 2002; Pérez, 2006).

III. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se describe los aspectos estructurales (fisiografía) y funcionales (acción antrópica) de la región y comunidad relacionadas con el objeto de estudio. Así como se mencionan trabajos de temas de la misma área de investigación.

3.1 La región Sotavento del estado de Veracruz

La región Sotavento comprende 4,022 km² y está ubicada en la parte centro-sur de la entidad veracruzana; colinda al norte con la región capital (Xalapa), al este con el Golfo de México, al oeste con la región de las montañas y al sur con la región del Papaloapan. Los municipios que la integran son: La Antigua, Boca del Río, Cotaxtla, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Paso de Ovejas, Puente Nacional, Soledad de Doblado, Tlalixcoyan, Úrsulo Galván y Veracruz (COPLADEVER, 2005). Como en la mayoría de las regiones del estado el uso del suelo está orientado hacia actividades agropecuarias, por lo que una gran parte de la extensión territorial está dedicada a pastizales y cultivos (75%); solo el 17 % del territorio aún está cubierto por selva (Figura 1). En esta región se encuentra localizada la localidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, lugar en donde se realizó la presente investigación (Del Ángel, 1991; COPLADEVER, 2005).

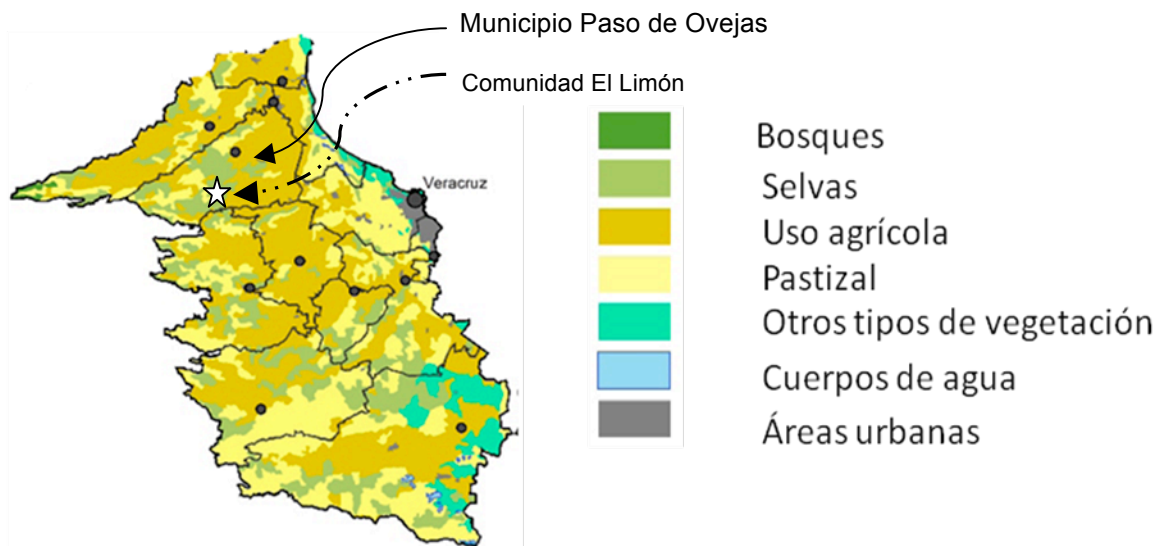


Figura 1. Uso del suelo y vegetación en la región del Sotavento en el estado de Veracruz (Fuente: COPLADEVER, 2005).

3.2 Situación de la selva baja caducifolia

La selva baja caducifolia es el ecosistema que ocupa la mayor superficie a nivel mundial (40%). En México representa alrededor del 60% de la vegetación tropical (García *et al.*, 2005). Se denomina selva baja porque la altura de los árboles predominantes en promedio es de 8 m, y no sobrepasan los 15 m; el término caducifolias se refiere a que la mayoría de los árboles de estos ecosistemas pierden sus hojas en la época seca. Estos ecosistemas son uno de los menos valorados y conocidos (Leyva, 2006).

La selva baja caducifolia fue la vegetación natural de la zona centro del estado de Veracruz; actualmente la mayoría se ha transformado a vegetación en diferente estadio sucesional, predominando la vegetación en sucesión secundaria o acahual (Ezcurra, 2004; Leyva, 2006). La simplificación del paisaje ha ocasionado una disminución en la diversidad vegetal y animal (CCA, 1997). Actualmente solo se observa en corredores de vegetación riparia, fragmentos de terrenos no aptos para actividades agrícolas tales como las cimas de los cerros, laderas de mucha pendiente alejados de los accesos carreteros e inaccesibles por su topografía (los cuales presentan dificultades para la ocupación y el desarrollo socioeconómico) y zonas inundables o pedregosas (Guevara *et al.*, 2005; Mendoza *et al.*, 2005).

Una de las principales causas de pérdida de la selva baja caducifolia en México es la conversión de grandes extensiones de este ecosistema diversificado a agroecosistemas simplificados como los pastizales o cultivos agrícolas.

En el 2002 los agroecosistemas predominantes en la zona de temporal del municipio de Paso de Ovejas (municipio en donde se localiza la comunidad El Limón) fueron bovinos manejados principalmente en sistema de doble propósito, maíz (*Zea mays* L.), papaya (*Carica papaya* L.), mango (*M. indica*), sorgo escobero (*Sorghum vulgare* var. *Technicum*), chile (*Capsicum annuum* L.) y tamarindo (*T. indica*). Por otra parte, en la zona de riego existe caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), maíz, chile,

papaya, bovinos, mango y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Gallardo, 2002; LICPAS, 2008).

3.3 Sistemas agroforestales en México

De acuerdo con Torres y Grande (2008) los estados donde más trabajos se han realizado en sistemas agroforestales son: Veracruz (22%), Chiapas (12.6%), Estado de México (11.9%), Tabasco (11.9%), Yucatán (10.1%) y otros (31.5%). Los sistemas agroforestales que han sido abordados son sistemas silvopastoriles (81.6%), agrosilvopastoriles (15.3%) y otros sistemas (3.1%). Las especies animales evaluadas son: bovinos (33.6%), ovinos (25.2%) y con menor frecuencia caprinos, equinos, porcinos y aves (41.2%).

Algunos ejemplos de sistemas agroforestales aplicados exitosamente en la región tropical de Puebla, Veracruz y la Península de Yucatán, desarrollados por la Universidad Autónoma Chapingo a través del Programa de Maestría en Agroforestería y otros por el Programa Nacional de Investigación sobre Sistemas Agroforestales del INIFAP se señalan en Musálem (2002). Rojas (1995) en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, estudió la factibilidad financiera de una plantación comercial de cedro rojo (*C. odorata*) en sistemas agroforestales; después de 22 meses de evaluación, observó buena adaptación y crecimiento de esta especie y buena rentabilidad del programa por sus diversos beneficios adicionales. Cervantes *et al.* (1996), estimaron y analizaron la rentabilidad del sistema agroforestal café-bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) en la región de Zihuateutla, Puebla, mediante indicadores de rentabilidad financiera, valor actual neto, relación beneficio-coste y tasa interna de rentabilidad; determinando al sistema anterior rentable, y donde el componente bracatinga fue el que más apoyó al sistema.

Uribe (1999) caracterizó el sistema tradicional agroforestal café-plátano-cítricos, en Tlapacoyan, Veracruz, a través del análisis del comportamiento de sus componentes, su estructura y función. Encontró un sistema complejo y dinámico, de arquitectura vegetal propia, flujos de energía y nutrientes complicados, estructura productiva

diversificada con café, plátano y cítricos. Dicho sistema presentó una flexibilidad en el manejo de sus componentes a través del tiempo, así como una enorme riqueza social y cultural.

Heredia (1999), evaluó la producción de biomasa de *G. sepium* bajo dos alturas de poda (50 y 100 cm) y a cuatro intervalos (4, 8, 12 y 24 semanas) en la estación experimental de agroforestería Ixtacuaco, Veracruz. Determinó que la mejor frecuencia de poda fue a 8 semanas y una altura de 100 cm con producción de biomasa de 8.782 ton ha⁻¹. Malagón (1999), en un agroecosistema localizado en las Choapas, Veracruz, evaluó como mejor alternativa económica los agroecosistemas: ganadería extensiva, plantación forestal de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) y un sistema silvopastoril eucalipto con ganado de engorda; como metodología consideró el análisis de balance de nutrientes, flujo de nutrientes, análisis financiero y análisis económico. El sistema silvopastoril fue la mejor opción financiera y económica con respecto a los otros dos sistemas evaluados.

Aguirre *et al.* (2008) evaluaron el establecimiento y desarrollo de ocho especies arbóreas en un sistema agrosilvopastoril: *T. rosea*, *Swietenia macrophylla* King, *C. odorata*, *E. cyclocarpum*, *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl., *T. grandis* y el componente *Sorghum vulgare* L., en Puerta de Mangos, municipio de Santiago Ixcluintla, Nayarit, México; aplicaron dos riegos quincenales solo en época de seca y dos fertilizaciones al año. Persistencia, altura de la planta, diámetro de tallo, diámetro de copa para las arbóreas y producción de grano y de forraje para el sorgo fueron las variables consideradas más importantes. La especie *E. cyclocarpum* tuvo una mayor pérdida de planta (89.6%) en el periodo de establecimiento con respecto a las demás especies evaluadas; en altura de la planta *P. tomentosa*, *C. odorata*, *E. cyclocarpum* y *G. melina* superaron al resto de arbóreas; en diámetro de tallo, *G. melina* y *P. tomentosa* al resto de las leñosas. La inclusión de *S. vulgare*, cumplió la perspectiva de optimizar el suelo del sistema agroforestal.

Maldonado *et al.* (2008) durante la primera etapa de su proyecto caracterización de sistemas SSP más representativos del estado de Tabasco, y mediante recorridos en toda la entidad (pastizal-sabana; plantaciones: coco-maderables-cítricos-etc.), determinaron como sistemas SSP predominantes a: árboles dispersos en potreros (60), bancos de proteína (2), cercos vivos (117), linderos (7), pastoreo en acahuales (2), pastoreo en callejones (1) y pastoreo en plantaciones (64), concluyendo que en el estado de Tabasco existen sistemas SSP naturales e inducidos que deben ser caracterizados para su posterior difusión.

Rosales *et al.* (2008) en la región Sur y Costa Sur de Jalisco identificaron los distintos sistemas agroforestales; mediante recorridos sistematizados de campo, encuestas y transectos en los años 2005 y 2006, en los municipios de Cihuatlán, La Huerta, Cuautitlán de García Barragán, Casimiro Castillo, Villa Purificación, Autlán de Navarro, El Grullo, El Limón, Tonaya, Tuxcacuesco, Tolimán y Zapotitlán de Vadillo. Identificaron 13 prácticas agroforestales: taungya; cultivos en callejones; árboles de usos múltiples en tierras de cultivo; combinación cultivos y plantaciones; huertos caseros; árboles para conservación y recuperación de suelos; cinturones de protección y rompevientos, setos vivos; árboles en pastizales; banco de proteína; cultivos de plantación con pastura y animales; huertos caseros con animales; apicultura con árboles (entomoforestería); bosques de usos múltiples y agricultura migratoria.

La información anterior muestra que los sistemas agroforestales en la modalidad de sistemas agro y silvopastoriles han empezado a ser identificados, caracterizados y evaluados a nivel centro de investigación y finca por diferentes investigadores de diversos centros de investigación en el país, con la finalidad de desarrollar agroecosistemas con plantas y animales sustentables.

3.4 Los agroecosistemas bovino y maíz en la zona de temporal del municipio Paso de Ovejas, Veracruz

En la zona de temporal del municipio de Paso de Ovejas, los productores agrícolas trabajan en dos agroecosistemas típicos de la región: el maíz solo y el asociado temporalmente a frijol, mango, pipián (*Curcubita argyrosperma* Hort. ex L.H. Bailey); y sistemas ganaderos con bovinos (Leyva, 2006; LICPAS, 2008). El agroecosistema maíz en la zona alta o de lomeríos del municipio es de temporal, en el que se utilizan insumos variables de acuerdo a las posibilidades económicas de los productores, actividades bien definidas a lo largo del ciclo del cultivo, mano de obra familiar, o bajo un sistema de mano-vuelta, actividad llevada a cabo generalmente por productores ejidatarios; en este sistema parte de la producción es conservada para el autoconsumo y la excedente vendida a otras familias de la comunidad o de otras comunidades; una mínima cantidad de grano es proporcionado a los animales de traspatio (aves y cerdos) y al ganado bovino en producción en la época seca. La extensión total sembrada en este municipio con maíz en el ciclo primavera/verano de 2007 fue de 5,009 ha de las cuales se cosecharon 4,059 ha con una producción de 9,857 toneladas y un rendimiento de 2.43 ton ha⁻¹ (SEDARPA, 2007; LICPAS, 2008).

El agroecosistema bovino en este municipio, es practicado por dos grupos de productores, ejidatarios y pequeños propietarios, ambos con sistemas de doble propósito en pastoreo extensivo. Los pequeños propietarios poseen en la mayoría de los casos potreros en las zonas bajas y lomeríos lo cual les permite tener cierta flexibilidad en épocas críticas como son las sequías y las inundaciones al mover su ganado de un sitio a otro de acuerdo a las necesidades del ganado y a la situación de la época. Los ejidatarios poseen pocas cabezas de ganado y bajo número de hectáreas. Estas características han ocasionado que este tipo de productor diversifique sus actividades intra y extrafinca; el manejo sanitario, nutricional y reproductivo de los animales es mínimo lo cual provoca producciones bajas por hectárea por año. En el 2005 este agroecosistema ocupó 19,756 ha, produjo 880,530 L de leche y 467.98 ton de carne; el número de cabezas de ganado bovino fue 10,094 (SEDARPA, 2007).

IV. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La ganadería bovina en el sistema de doble propósito (SDP) desarrollada ampliamente en las regiones tropicales secas y subhúmedas de México y del estado de Veracruz, presenta diversos problemas en el uso y manejo del recurso vegetal y animal (Rivas y Holman, 2002; Pérez *et al.*, 2003; Camacaro *et al.*, 2004; Gómez *et al.* 2002; Sosa *et al.*, 2004; Palma, 2005; Magaña *et al.*, 2006; Rojo *et al.*, 2009). En la zona seca del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, los productores agrícolas trabajan en dos agroecosistemas típicos de la región, la milpa y el potrero (SDP). En ambos agroecosistemas los productores realizan una integración en el uso y manejo del recurso vegetal y animal con la finalidad de obtener diferentes productos y servicios (sistemas agro y silvopastoriles; Leyva, 2006).

En la región de estudio existe poca información relacionada con la caracterización de los sistemas agro y silvopastoriles presentes en el sistema milpa y potrero, respectivamente, lo cual limita a las instituciones encargadas en realizar investigación en el área agrícola con enfoque sustentable para diseñar estrategias de manejo y mejora de dichos sistemas (Altieri, 1999; Musálem, 2002; Couttolenc *et al.*, 2005; Palma, 2005; Torres y Grande, 2008).

Posterior a la caracterización de los sistemas agro y silvopastoriles, es necesario evaluarlos para conocer su productividad de biomasa vegetal, con la finalidad de sistematizar dicha información y determinar lo que pasa a través de determinado periodo de tiempo.

Por lo tanto, esta investigación se realizó con la finalidad de conocer ¿Qué sistemas agro y silvopastoriles predominantes tienen los productores de “El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz en sus fincas? y ¿Cuál es la productividad anual y por época (nortes, seca y lluvias) de *Panicum maximum* Jacq. asociado a las leñosas *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y *Guazuma ulmifolia* Lam.?

V. OBJETIVOS E HIPOTESIS

5.1 Objetivos

Caracterizar los sistemas agroforestales de acuerdo a sus componentes agrícola, forestal y pecuario, conocer la diversidad de especies arbóreas dentro de estos sistemas y la percepción de su uso por los productores en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

Evaluar la producción de biomasa vegetal y composición química anual y por época (nortes, secas y lluvia) de biomasa vegetal de los sistemas *Panicum maximum* Jacq. solo o asociado a *Guazuma ulmifolia* Lam. o a *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y determinar la composición morfológica de *P. maximum* bajo manejo dirigido o tradicional en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

5.2 Hipótesis

El principal sistema agroforestal de acuerdo a la estructura de los componentes en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz es el silvopastoril, donde el principal uso del componente forestal es forrajero.

La producción anual y por época (nortes, seca y lluvias) de biomasa vegetal de los sistemas silvopastoriles *Panicum maximum* Jacq.-*Guazuma ulmifolia* Lam. y *P. maximum*-*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. es mayor a la del sistema de pastoreo basado solo en *P. maximum* bajo manejo dirigido con respecto al manejo tradicional.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

Se eligió trabajar en la comunidad El Limón, porque dentro de los recorridos realizados en la zona de temporal del municipio de Paso de Ovejas, en búsqueda de sitios representativos con presencia de asociaciones de *P. maximum-G. ulmifolia* y *P. maximum-G. sepium*, tuvo en su agroecosistema potrero, la cantidad y forma necesarias de individuos de ambas especies leñosas para realizar el presente estudio. De manera adicional, se decidió, entrevistar a productores de esta comunidad y realizar recorridos de campo porque dentro de sus sistemas de producción cotidianos, trabajan con los agroecosistemas ganado bovino y milpa, dos sistemas de producción predominantes y altamente relacionados en la región.

La comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, se ubica en las coordenadas 96° 29' 48.24" Longitud O y 19° 14' 50.73" Latitud N, a 167 msnm. La topografía del lugar está dominada por lomeríos (relieves ondulados-planos en la parte este de la localidad), laderas de poca pendiente (barrancas, laderas y pequeños cerros en la parte oeste) y pequeños valles. Los tipos de suelos predominantes en la región son barrial, tierra negra, tierra amarilla, cascajillo, arenosos poco profundos, pedregosos y con bajo contenido de materia orgánica (López, 2008; Google Heart, 2009). Se caracteriza por tener una vegetación natural de selva baja caducifolia, de la cual predomina la vegetación secundaria o acahual con especies como: *G. ulmifolia*, *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *E. cyclocarpum*, *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth., *Diphysa carthagenensis* Jacq., *Ipomea wolcottiana* Rose, *Tabebuia crhyantha* Jacq. G. Nicholson, *Leucaena lanceolata* S. Watson, *G. sepium* (Leyva, 2006). El clima es tipo Aw^o (w)(i)g, representa el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano y con precipitación pluvial media anual no mayor a 1000 mm (García, 1973). El Limón, cuenta con una población total de 301 habitantes, de los cuales 154 son hombres y 146 mujeres. Su grado de marginación es alto (índice de marginación de -0.667) y los principales patrones de uso del suelo son la ganadería bovina y el cultivo de maíz (CONAPO, 2005).

Este trabajo se realizó de octubre de 2007 a octubre de 2008 y fue dividido en dos estudios: en el primero, se identificó, clasificó y jerarquizó los sistemas agro y silvopastoriles en los agroecosistemas potrero y milpa de la zona de estudio y en el segundo, se evaluó la productividad de tres agroecosistemas ganaderos de la comunidad.

6.2 Identificación de sistemas agro y silvopastoriles

Para caracterizar los sistemas agro y silvopastoriles en primer lugar se recurrió al comisariado ejidal y al agente municipal como informantes clave con la finalidad de obtener información de las personas que podrían ser incluidas en el estudio. Se buscó trabajar con ejidatarios y propietarios activos los cuales tuvieron como características principales terreno y ganado (experiencia en la actividad ganadera), una vez identificada la muestra inicial de productores se eligió a otros siguiendo la técnica bola de nieve (Goodman, 1961). De acuerdo a lo anterior, se aplicó una encuesta a 24 productores con entrevistas semiestructuradas. Con la entrevista, se recabaron los siguientes datos de la finca: tamaño, tamaño de cada uno de las divisiones (potreros y milpas), número de divisiones, especie animal, orientación productiva, manejo, también se obtuvo información detallada sobre el manejo de los SSP y SASP encontrados y la relación que existe entre los agroecosistemas ganado y maíz; y de los diferentes estratos de especies vegetales: nombre común, uso, forma biológica, estrato y número de individuos por especie.

Para complementar la información obtenida en las entrevistas y posterior a estas se realizaron recorridos de campo en la finca de cada productor en los cuales se realizó observaciones en cada subdivisión de la finca (potrero y milpa) en que pastorea el ganado (llamado sitio). Durante estos recorridos se buscó confirmar información proporcionada por los productores durante las entrevistas; y además se realizó un censo de especies y densidades de árboles en cada sitio.

La determinación de la diversidad vegetal arbórea de los potreros (SSP) y cultivos de maíz (SASP) se realizó mediante el índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), que refleja la heterogeneidad de una comunidad (en este estudio el concepto

comunidad se utilizó como sinónimo de los sistemas SSP o SASP) sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006; Somarriba, 2001).

6.2.1 Análisis de la información

Los sistemas agroforestales encontrados en la localidad El Limón, se clasificaron de forma general en dos grandes grupos: sistemas silvopastoriles (leñosas, pastos y animales) y agrosilvopastoriles (leñosas, cultivos y presencia temporal de animales), y de forma específica se les agregó un prefijo; este se determinó con base a la función principal o uso (leña, sombra, cercos vivos, forraje, frutales, utensilios, alimento y arbustivas) que se da a las especies leñosas (árboles y arbustos) predominantes dentro de cada sistema según Nair (1997). Terminada la clasificación, se procedió a jerarquizar los sistemas encontrados, con base a su predominancia determinada por el prefijo.

La información obtenida en las entrevistas y recorridos de campo se complementó y contrastó con la consulta a trabajos realizados en la región de estudio (Leyva, 2006), personas involucradas en trabajos similares (M.C. Alfonso Suárez Islas, estudiante de Doctorado, Programa de Botánica), e información bibliográfica de la región y otros trabajos sobre uso de la flora presente en potreros, milpas y acahuals realizados en el estado de Veracruz y en las regiones tropicales de México. Los nombres científicos y autoridades del listado de especies vegetales locales están basados en la nomenclatura de la base de datos computarizada TROPICOS del Missouri Botanical Garden (2008).

6.3 Producción de biomasa vegetal de dos sistemas silvopastoriles inducidos

6.3.1 Sitios experimentales y tratamientos

Se eligieron dos sistemas silvopastoriles inducidos independientes que ocurren frecuentemente en el área de estudio, la asociación *Panicum maximum* Jacq.-*Guazuma ulmifolia* Lam. (PG) y la asociación *P. maximum*-*Gliricidia sepium* (Jacq.)

Kunth ex Walp. (PGs). La denominación de sistemas inducidos es porque su presencia es resultado del manejo realizado por los productores en sus potreros. De cada sistema se escogió un área representativa ubicada en dos potreros de diferentes productores (dos productores), consultando y considerando la aceptación del productor a participar. Adicionalmente se eligió un sistema con solo *P. maximum* como referente de comparación (P). En ninguno de los sistemas se aplicó fertilización y riego.

Dentro de cada sistema se marcaron dos áreas experimentales de 400 m²; en una de ellas se permitió el pastoreo tradicional (TR) cuyos periodos de ocupación y descanso fueron a criterio del productor, mientras que la otra fue cercada y se le aplicó un tratamiento experimental consistente en cosechar la biomasa aérea presente cada 28 días, simulando el pastoreo del ganado (DR). En los tratamientos con manejo DR (PG y PGs) se realizaron muestreos cada 28 días de la biomasa acumulada de *P. maximum* y *G. ulmifolia*, antes y después de cada periodo de ocupación; la utilización de los potreros fueron simulados mediante la cosecha manual total de *P. maximum* y el follaje de *G. ulmifolia*. En el sitio P, solo se consideró el manejo TR (Cuadro 2).

6.3.2 Muestreos de *Panicum maximum*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*

Para evaluar la producción de biomasa de *P. maximum* en cada área experimental, se posesionaron aleatoriamente 10 círculos de muestreo de 0.75 m². En las parcelas con manejo TR, debido a la presencia continua de animales por periodos largos de pastoreo, fue necesario ubicar estos círculos de muestreo en pequeñas exclusiones circulares de 1 m². Por lo anterior, en este tipo de manejo se tomaron 10 pares de muestras, una dentro de cada exclusión individual y otra adyacente a ésta. En cada círculo de muestreo se cosechó toda la biomasa aérea del pasto a 5 cm del suelo.

La biomasa acumulada mensual en el manejo TR se estimó restando a la biomasa presente dentro de la exclusión de 1 m² la biomasa presente fuera de la exclusión del muestreo anterior. En el manejo TR la biomasa acumulada se cosechó cada 7 días por el periodo que estuvieron los animales presentes; en el manejo DR, se cosechó

cada 28 días. La biomasa acumulada mensual se calculó de manera directa en el manejo DR, mientras que en el manejo TR fue la sumatoria de los cortes semanales.

En el tratamiento PG-TR se midió el follaje de 10 guácimos simulando el ramoneo cada 7 días mientras existió ganado pastoreando. En el caso del tratamiento PG-DR se cosechó el forraje de los arbustos cada vez que se muestreó el pasto, cortando con las manos el follaje disponible de 10 guácimos, simulando el ramoneo (se cortaron ramas tiernas y hojas grandes).

Cuadro 2. Sitios experimentales, forma de manejo y descripción de los tratamientos aplicados.

| Sitio | Forma de manejo | Tratamiento |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|
| <i>Panicum maximum</i> (P) | Tradicional | P-TR |
| <i>P. maximum-G. ulmifolia</i> (PG) | Tradicional | PG-TR |
| | Dirigido | PG-DR |
| <i>P. maximum-G. sepium</i> (PGs) | Tradicional | PGs-TR |
| | Dirigido | PGs-DR |

En el sitio PGs, la biomasa producida por *G. sepium* se midió al inicio del experimento (septiembre de 2007), después de la época de lluvias (antes de la senescencia de las hojas; marzo de 2008) y terminada la siguiente época de lluvia (término de la evaluación del sistema; septiembre de 2008) mediante la poda total de 20 arbustos en exclusiones de 400 m² para manejo TR y DR con una altura promedio de planta de 1.5 m. En este sistema el propósito de medir la producción de biomasa total de *G. sepium* fue determinar en simulación al manejo que el productor realiza cada año en sus potreros con presencia de *G. sepium* la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo mediante su chapeo o poda. La determinación del N se realizó con base a la fórmula:

$$\%N = PC/6.25$$

Donde:

%N= Porcentaje de Nitrógeno

PC= % de proteína cruda

6.25= Factor de conversión

En los tratamientos con manejo TR de los sitios P, PG y PGs, se tomó nota de la carga animal y los periodos de ocupación y descanso que el productor implementó en cada sitio.

6.3.3 Variables evaluadas

Biomasa disponible (BD). Es la cantidad de forraje presente antes del inicio de cada pastoreo (kg MS ha⁻¹), calculado con base a los muestreos realizados antes del pastoreo en cada uno de los sitios. En el sitio PG la biomasa disponible de la especie *G. ulmifolia* se sumó a la de *P. maximum* para estimar la biomasa forrajera total por hectárea; en el caso del sitio PGs la biomasa de *G. sepium* no se sumó a la cantidad de forraje del privilegio, solo se consideró como la cantidad de biomasa que se incorporó al sistema. En todos los tratamientos se cosechó y pesaron 10 muestras de *P. maximum* en círculos de 0.75 m² en fresco, y se obtuvieron tres submuestras de 100 g, las cuales se secaron a 60 °C por 48 h; para *G. ulmifolia* se simuló el ramoneo de 10 arbustos, las muestras se pesaron en fresco, se seleccionaron y secaron tres submuestras de 50 g de igual manera que el pasto. Para el cocuite la biomasa del arbusto bajo manejo TR y DR se determinó en tres diferentes fechas mediante poda total de 20 individuos en cada ocasión, en un área de 400 m².

Biomasa acumulada (BA). Es el forraje acumulado de la gramínea y del arbusto en determinado periodo de tiempo (kg MS ha⁻¹), calculado con base a la siguiente fórmula:

$$BA = FCDE - FCFE$$

Dónde:

BA= Biomasa acumulada (kg MS ha⁻¹)

FCDE= Forraje cosechado dentro de la exclusión (kg MS ha⁻¹).

FCFE= Forraje cosechado fuera de la exclusión en muestreo anterior (kg MS ha⁻¹).

La estimación de la biomasa acumulada total por hectárea en el sitio PG fue similar a lo realizado para la biomasa disponible (suma biomasa *P. maximum* y *G. ulmifolia*). En PGs la biomasa de *P. maximum* y *G. sepium* se consideraron por separado. Para

los tratamientos con manejo DR, en los sitios P, PG y PGs la biomasa acumulada de *P. maximum* y *G. ulmifolia* fue la misma a la biomasa disponible.

Composición morfológica (CM). Es la cantidad de tallo, hoja y material muerto expresado en porcentaje (%), determinada en submuestras de 100 g de biomasa disponible y acumulada de *P. maximum*, de cada tratamiento, en cada muestreo.

Contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Se tomaron muestras de 100 g de follaje de cada especie, se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta alcanzar peso constante, posteriormente se molieron en un molino Wiley con criba de 1 mm. Se determinó por duplicado PC, FDA y FDN del *Panicum maximum*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*; la determinación de PC se realizó por el método de micro Kjeldahl (Bateman, 1970); la FDN y FDA por método de Van Soest (1985).

6.3.4 Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos en las dos fases de la presente investigación se analizaron con estadística descriptiva. Los resultados de esta investigación se muestran bajo una modalidad descriptiva. Es decir, no se hicieron comparaciones estrictas en el caso de la fase experimental entre tratamientos.

Fase uno: identificación, clasificación y jerarquización de sistemas agro y silvopastoriles encontrados en los agroecosistemas potrero y milpa; la información obtenida en las entrevistas semiestructuradas y recorridos de campo se capturó y procesó en el programa Microsoft Office Excel 2007 y el software Statistica 6.1, se determinaron medias, desviaciones estándar y se elaboraron gráficos y cuadros.

Fase dos: evaluación de producción de biomasa vegetal de los sistemas *Panicum maximum*-*G. ulmifolia* y *P. maximum*-*G. sepium*; la información obtenida en esta fase se capturó y procesó en el programa Microsoft Office Excel 2007. Se calcularon medias y desviaciones estándar, se elaboraron gráficos y cuadros de las variables producción biomasa disponible y biomasa acumulada de *P. maximum*, *G. ulmifolia* y *G. sepium* y la composición morfológica de *P. maximum*.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se describe el manejo y uso de los agroecosistemas potrero y milpa de los 24 productores entrevistados, los subsistemas agro y silvopastoriles encontrados en ellos, las especies arbóreas presentes en los anteriores sistemas agroforestales; y finalmente la evaluación productiva de dos asociaciones (SSP): *P. maximum-G. ulmifolia* y *P. maximum-G. sepium* durante la épocas de nortes, seca y lluvias.

7.1 Características de los productores y de sus agroecosistemas en la comunidad El Limón

El 62.5% de los productores agrícolas entrevistados en la comunidad El Limón tienen un régimen de tenencia de pequeña propiedad (PP); el porcentaje restante corresponde al régimen ejidal (E). La superficie promedio de estos tipos de tenencia fue mayor en PP (27.6 ± 18.2 ha) con respecto a la ejidal (11 ± 8.2 ha). Estos valores son diferentes a los encontrados por Gallardo (2002) en la región de estudio quien reportó valores mayores para productores en PP (82.5 ha) y menores en productores E (9.6) a nivel municipio.

La edad promedio de los productores fue 58 ± 14 años, valor similar a los 56 años encontrado por Leyva (2006) en productores de otra comunidad de la misma región de estudio; este valor refleja la edad avanzada de los agricultores en comunidades rurales y es importante a considerar cuando se desea invertir en este tipo de productor vía capacitación y transferencia de tecnología. Además, la escolaridad es baja (3.7 ± 2 años; García *et al.*, 2005; Keilbach, 2005).

La diversificación de agroecosistemas en la comunidad El Limón es baja; todos los productores entrevistados practican la ganadería de doble propósito y una gran parte de ellos la asocian con el cultivo maíz (83.3%). La superficie destinada para ganado y maíz es 14.6 ± 10.7 y 3.8 ± 3.1 ha, respectivamente. Esta asignación de superficie de ambos AES con respecto a la extensión total de las fincas es similar a lo encontrado por Gómez *et al.* (2002) en sistemas de ganadería de doble propósito semiextensivos en la Depresión Central de Chiapas, México. El cultivo de maíz se

realiza para satisfacer tres propósitos: autoconsumo, venta y uso del rastrojo en la alimentación del ganado; esto último se consume de forma directa en el barbecho o como suplemento mezclado con maíz molido. Aunque todos los productores entrevistados se emplean en sus agroecosistemas, el 100% tiene actividad extrafinca como la venta de su mano de obra dentro y fuera de la comunidad, lo cual es similar a lo encontrado en productores con bovinos de doble propósito en el estado de Morelos (Chalatte, 2006).

7.1.1 Manejo del hato bovino

Las características de manejo de los hatos encontrados corresponden al sistema de ganado bovino de doble propósito (SDP), con cruces de *Bos taurus* x *Bos indicus*, en los que la inversión en manejo e insumos es mínima. Las condiciones de este sistema son similares a las de sistemas encontrados en diferentes regiones tropicales de México (Gómez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2003; Magaña *et al.*, 2006). La flexibilidad y compatibilidad de esta actividad en relación a las otras actividades que los productores practican, así como la baja inversión en insumos y mano de obra, le ha permitido ser una de las actividades con mayor viabilidad y estabilidad dentro del diseño y manejo de sus agroecosistemas (Hernández, 2001).

En la época de lluvias la alimentación de los animales está basada en especies como *P. maximum*, *Hypharrenia rufa* (Nees) Stapf, *Axonopus* spp., *Paspalum* spp., *Bouteloba* spp., y follaje de especies arbóreas arbustivas como *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *G. ulmifolia*, *L. lanceolata*, *L. leucocephala*. Este patrón de comportamiento en la alimentación de los bovinos coincide con lo encontrado por Carranza *et al.* (2003) en agroecosistemas en condiciones similares, en donde los animales complementan su alimentación con hojas de especies arbóreas dispersas en los potreros.

La época de estiaje es crítica para la ganadería debido a la prolongada ausencia de lluvias durante la cual la producción de gramíneas disminuye o cesa. La alimentación del ganado en esta época se basa principalmente en gramas de los géneros ya

mencionados y además se complementa con rastrojo de maíz, hierbas asociadas y vainas (frutos maduros) de especies arbóreas como *A. pennatula*, *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *D. carthagenensis* y *E. cyclocarpum*. La utilización de vainas no es una actividad dirigida por los productores; se da de manera fortuita cuando el ganado las encuentra en los potreros y las levanta del suelo junto con la hojarasca de algunos árboles. Este aprovechamiento de las vainas realizado por el ganado no es bien visto por los productores ya que consideran que contribuye al enmalezamiento de potreros. Las semillas de las vainas consumidas son escarificadas en su paso por el tracto digestivo, transportadas y dispersadas con las excretas resultando en germinación de machones con plantas de distintas especies.

El manejo de los animales se hace en corrales rústicos cercados con alambre de púas, en su mayoría con madera muerta de especies arbóreas locales como *L. acapulcense*, *D. carthagenensis*, *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *A. pennatula*, *C. cacalaco*, *Esenbeckia* J. Barbosa Rodríguez, y *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaudich.

Los productores realizan una ordeña al día, por las mañanas de forma manual con apoyo del becerro. Durante parte del día el becerro es mantenido pastoreando junto con la vaca después del ordeño, y es encerrado por las tardes para que la vaca produzca y almacene leche para el siguiente ordeño, actividad conocida por los productores como “arrejado”. El destete de los becerros generalmente coincide con el término de la lactancia de la vaca (7 a 9 meses de edad del becerro). La producción de leche es una actividad importante; sin embargo, en situaciones en las que las vacas disminuyen la producción (individual o en grupo) los productores suspenden la ordeña y permiten que los becerros consuman toda la leche.

7.1.2 Manejo de los potreros

En la región de estudio la época seca inicia en opinión de los entrevistados en el mes de noviembre y termina en mayo; la lluviosa comienza en junio y termina en octubre, con lluvias intermitentes. Ambas épocas determinan de manera general el manejo de los potreros y de los animales.

Todos los productores entrevistados practican el pastoreo extensivo rotacional lento, donde el cambio de los animales de un potrero a otro es realizado cuando el productor considera que la cantidad de biomasa de los pastos es mínima, por lo que los tiempos de utilización y descanso son irregulares y a criterio del productor.

El inicio del pastoreo en los potreros generalmente se hace después del comienzo del periodo de lluvias, entre los meses de julio a diciembre cuando el pasto ha crecido lo suficiente (ha alcanzado más o menos un metro de altura). Los productores con cargas de animales bajas y que no poseen parcelas de cultivos mantienen el pastoreo durante casi todo el año en sus potreros, en algunos casos llegan a rentar pastos de otros productores tanto dentro de la comunidad como fuera de ella, lo que ha hecho en parte posible el mantenimiento de la actividad ganadera. Los productores que siembran maíz, durante la época seca o estiaje (febrero-abril) mueven su ganado al sitio recién cosechado, evitando con ello la renta de pastos al aprovechar los residuos de cosecha y la vegetación que crece asociada al maíz (generalmente gramas nativas y hojas anchas).

Ningún productor barbecha, fertiliza, ni riega sus potreros, debido a las condiciones agroecológicas poco propicias, como alta pedregosidad y ausencia de infraestructura de riego; y socioeconómicas, como baja capacidad económica y reducida infraestructura productiva. La escasa entrada de nutrientes al sistema potrero (nula aplicación de fertilizantes) y la práctica del sobrepastoreo ponen en riesgo la sostenibilidad de este sistema. Con base a lo anterior es común observar una alta presencia de especies herbáceas no consumidas por el ganado sobre todo en partes del terreno con pendiente o con alta pedregosidad.

El chapeo de los potreros es realizado por el 37.4% de los productores entre enero y mayo, con mayor frecuencia de abril a mayo (62.6%) debido a que las condiciones de sequía facilitan esta actividad. El 62.5% de los productores en el mes de mayo y después del chapeo queman los potreros. La decisión de hacer esta práctica está sujeta a la cantidad de biomasa disponible para los animales; si es baja prefieren no

realizarla. Durante la época de lluvia el 100% de los productores controla las malezas con herbicidas.

7.2 Sistemas agro y silvopastoriles y árboles utilizados

7.2.1 Clasificación de sistemas agro y silvopastoriles

En las 24 fincas estudiadas se encontraron 106 sitios en uso con presencia de especies arbóreas, de los cuales, 78 se clasificaron como sistemas silvopastoriles, 26 en sistemas agrosilvopastoriles y dos fracciones de vegetación secundaria (Figura 2), de acuerdo a la clasificación propuesta por Nair (1997) y otros autores (Ospina, 2006; Pérez, 2008). La superficie de los sitios con SSP fue 13.6 ± 10.6 y 3.1 ± 3 ha en SASP. Con base a lo anterior la superficie total que abarcó esta investigación fue 427.5 ha.

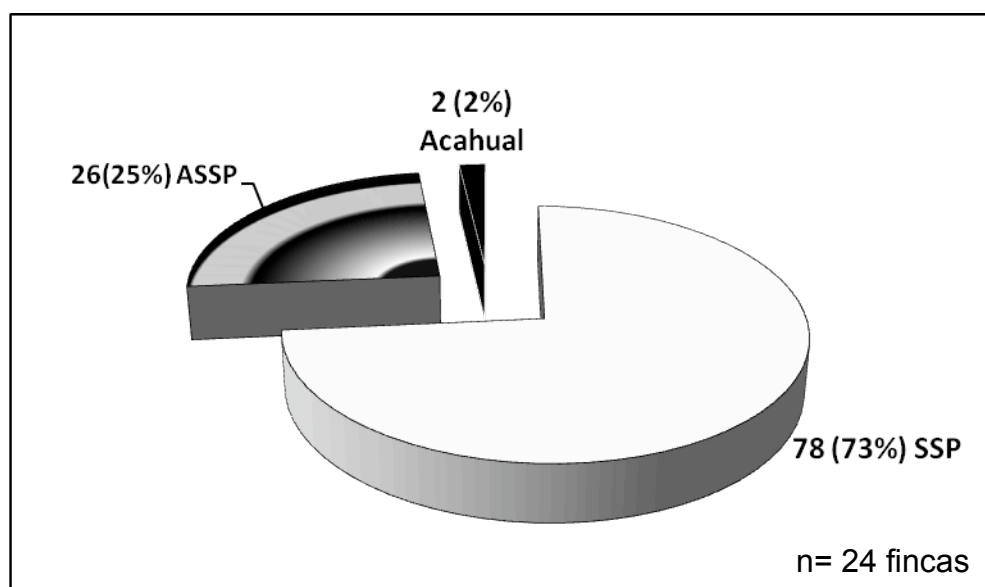


Figura 2. Distribución porcentual de sistemas agro (SASP) y silvopastoriles (SSP) encontrados en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.2.1.1 Los sistemas silvopastoriles de la comunidad El Limón

Los sistemas silvopastoriles encontrados integran árboles multipropósito, los cuales están principalmente asociados a pastos nativos (*Bouteloua* spp., *Paspalum* spp. y *Axonopus* spp.) o introducidos (*P. maximum* e *H. rufa*), con presencia de ganado bovino la mayor parte del año (*Bos taurus* x *Bos indicus*). El 100% de estos sistemas de producción bovina tienen como propósito principal producir leche y carne, y como

propósitos secundarios producir leña (60.3%), sombra (14.1%), forraje (14.1%), madera (6.4%) y cercos vivos (5.1%; Figura 3). Dentro de los sistemas con producción de leña dos también tenían el propósito de conservar la especie no arbórea *Bromelia pinguin* L. (cardón) de la que utilizan el tallo tierno (llamado “borreguito”) para la alimentación humana.

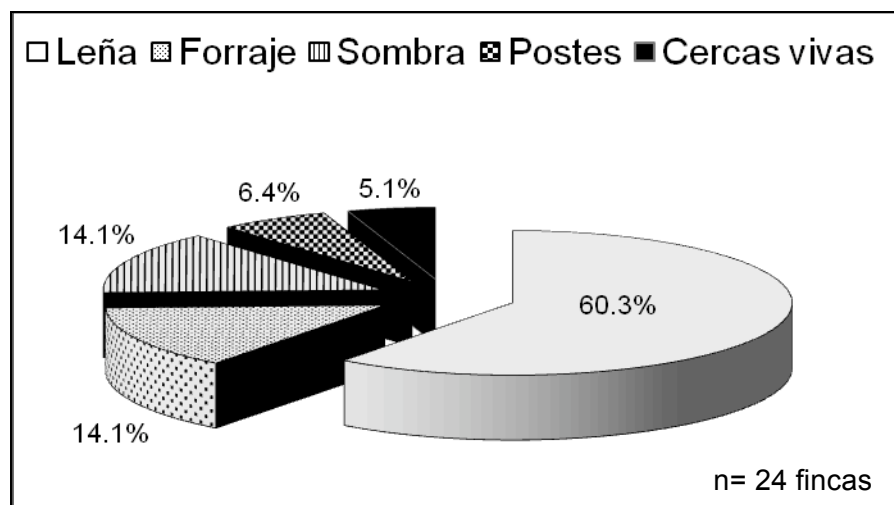


Figura 3. Distribución de la función de los árboles encontrados en sistemas silvopastoriles, en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

De los 78 SSP encontrados, 79.2% tuvieron presencia de árboles dispersos en potreros, 8.3% árboles simultáneos en cercas y dispersos en potrero, y el 12.5% presentó árboles agregados (manchones) dentro del potrero. La densidad de árboles presentes en los sitios producto de la suma de árboles en cercos y dentro en su caso fue 178 ± 103 individuos ha^{-1} . Densidades menores de especies arbóreas (8.6 árboles ha^{-1}) fueron reportadas por Esquivel *et al.* (2003) en potreros localizados en Cañas, Guanacaste, Costa Rica; Cajas y Sinclair (2001) en cuatro microrregiones del trópico seco de Colombia (17.8 ± 7 árboles ha^{-1}); Harvey *et al.* (1999; 25 individuos ha^{-1}) en Monteverde, Costa Rica; Villanueva *et al.* (2007; 51 ± 6 individuos ha^{-1}) y a la citada por Casasola *et al.* (2001) en sistemas silvopastoriles tradicionales con presencia de *A. pennatula* (82 individuos ha^{-1}) y *Quercus* spp. (42 individuos ha^{-1}). Las especies arbóreas encontradas en los potreros, dentro de una clasificación de estratos bajo, medio y alto fueron ubicados en la última categoría (edad adulta).

El índice de diversidad en los SSP fue 0.87 ± 0.24 indicando que la diversidad biológica de estos sistemas es baja, esto es, existen especies entre las que se encuentran espinillo blanco (*A. cochliacantha*), guácimo (*G. ulmifolia*), tehuixtle (*C. cacalaco*), flor de día (*T. crhysantha*), frijolillo (*Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby), huizache (*A. pennatula*), moral (*C. tinctoria*), moreno (*C. mangense*) y quebracha (*D. carthagenensis*) con gran cantidad de individuos (mayor dominancia) y otras con baja cantidad; este valor es menor a los $1.67 \pm .0075$ determinado por Villanueva *et al.* (2007) en árboles dispersos en potreros con *Brachiaria brizantha* en la región de Esparza, Costa Rica. La dominancia de las especies encontradas en el estudio realizado sintetiza varios años de selección, adopción, adaptación y semidomesticación de estas plantas que resisten las condiciones edáficas, climáticas y ecológicas de la región (Toledo *et al.*, 2008).

El manejo de las especies arbóreas es mínimo. Estas crecen sin podas, fertilización, ni aislamiento del pastoreo; ya que son consideradas solo como apoyo a la producción de la finca, no son valoradas de manera estricta de acuerdo al producto o servicio que aportan; el productor las conserva para obtener leña (Figura 7), sombra (*Ehretia tinifolia* L., *C. tinctoria*, *C. mangense*, *F. cotinifolia*), postes y estantes (*L. acapulcense*, *C. tinctoria*, *D. carthagenensis*) y cercas vivas (*C. mangense*, *Bursera* spp., *C. cacalaco*, *G. sepium*, *Luehea candida* (DC.) Mart.). También algunas otras especies arbóreas tales como *L. acapulcense*, *C. tinctoria*, *C. odorata*. se utilizan en la construcción de la vivienda, incluso para obtener madera para venta o autoconsumo (*C. odorata*, *T. rosea*, *T. crhysantha*, *D. carthagenensis*), uso alimenticio (*I. wolcottiana*, *B. pinguin*, *Yucca elephantipes* Regel, *Persea americana* L., *Terminalia catappa* L., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kurth, *T. indica*, *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, *Nopalea dejecta* (Salm-Dyck) Salm-Dick), como medicinales (*Croton glabellus* L., *G. ulmifolia*, *Bursera* spp., *Randia monantha* Benth.) y en menor frecuencia como ornamental (*T. crhysantha*).

Algunas especies arbóreas y arbustivas locales son utilizadas de forma estacional y no deliberada en la alimentación del ganado ya sea por su follaje (*G. ulmifolia*, *L.*

lanceolata, *Brosimum alicastrum* Sw., *L. leucocephala*) o por sus frutos (vainas; *C. cacalaco*, *A. cochliacantha*, *C. mangense*, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *A. pennatula*; Figura 4) en la época lluviosa y seca.



Figura 4. Ganado bovino pastoreando bajo arbustos y árboles (*Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Acacia pennatula*) dispersos en un sistema silvopastoril inducido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.2.1.2 Los sistemas agrosilvopastoriles de la comunidad El Limón

Se encontraron 26 sitios con SASP donde los componentes árbol, cultivo, pasto y animal, se presentan en distintos momentos del año y donde el principal componente agrícola es el maíz de temporal. La siembra de maíz es una actividad estrechamente ligada a la ganadería y con gran importancia en la época de estiaje, porque además de utilizar los barbechos mediante el pastoreo directo, parte del maíz cosechado es molido y proporcionado como complemento para animales en producción (leche) o animales enfermos. El maíz se cultiva entre junio y enero, y en la subsecuente época seca se permite el acceso del ganado bovino para consumir principalmente el rastrojo de maíz, la vegetación herbácea asociada (mezcla de hierbas, gramíneas y hoja ancha) y el follaje de árboles que rebrotaron después de derramarlos antes de la siembra del maíz. En esos momentos la disponibilidad de forraje en los sistemas

silvopastoriles (potreros) es prácticamente nula por lo que el ganado es movido a parcelas de barbecho.

El tipo de SASP de acuerdo a la función de los árboles encontrados se muestran en la Figura 5; del total de SASP, el 57.1% tuvieron árboles con propósito de producir leña, valor que coincide con lo encontrado en los SSP; un 3.6% representó al cultivo de mango como componente arbóreo principal asociado temporalmente con maíz y ganado. En los SASP las especies arbóreas se conservan bajo diferentes arreglos espaciales y a diferencia de los SSP, el 66.7% como cerca vivas (indicando que los productores conservan en mayor proporción árboles en los linderos de sus milpas); el 12.5% mantiene árboles dispersos en sus milpas y el 4.1% tienen árboles agregados dentro del cultivo. La baja presencia de especies arbóreas dispersas en las milpas se debe al interés del productor por mantener una alta productividad del maíz.

La especies arbóreas arbustivas predominantes en los sistemas agrosilvopastoriles fueron: *C. cacalaco*, *G. ulmifolia*, *C. mangense*, *C. tinctoria*, *A. cochliacantha*, *S. atomaria*, *D. carthagenensis*, *N. dejecta*, *S. purpurea*, *Acanthocereus pentagonus* (L.) Britton & Rose, *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. y *T. indica*. La densidad de árboles para estos sistemas fue 57.3 ± 7.2 , valor inferior a los 199 determinado por García *et al.* (2001) en áreas de cultivo con maíz y frijol en el municipio Ilobasco, El Salvador. El índice de diversidad en estos sistemas fue 0.8 ± 0.27 , indicando una baja diversidad y alta certidumbre. El valor del índice obtenido en este estudio es menor al obtenido por Ceccon *et al.* (2002; $H=1.2$) en un acahual el noreste de la Península de Yucatán en un clima cálido subhúmedo. Interacciones más fuertes entre cultivos y animales han sido reportados en Asia, en donde los residuos de cosechas, pastos nativos y mejorados, leguminosas herbáceas y árboles multipropósito son consumidos por lo animales, los cuales a su vez, incorporan a los cultivos nutrientes a través de las heces y proporcionan el servicio de tracción a productores agrícolas de pequeña escala mejorando así, la sostenibilidad del sistemas mayor (finca; Devendra, 2002; Devendra and Thomas, 2002; Devendra and Sevilla, 2002).

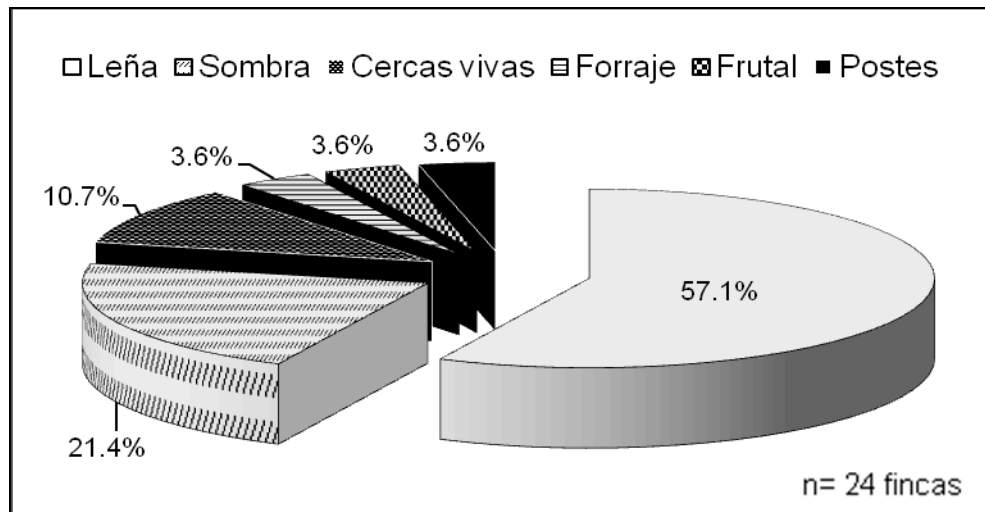


Figura 5. Distribución de la función de los árboles encontrados en sistemas agrosilvopastoriles, en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.2.2 Jerarquización de sistemas agro y silvopastoriles

En la mayoría de los sistemas agro y silvopastoriles encontrados el propósito principal de las especies arbóreas es producir leña (64 sitios); este sistema es relevante porque la leña aún es una fuente de energía importante para cocinar y en ocasiones para elaborar pan en el medio rural y suburbano, y la obtención de este recurso energético se ha vuelto cada vez más difícil para los productores (Leyva, 2006). Algunos productores (59%) consideran importante mantener áreas con rodales de árboles espontáneos o acahuals maduros para abastecerse de productos maderables y no maderables. El segundo propósito es proporcionar sombra para animales y personas (16.2%), seguido de la producción de forraje (11.4%), cercos vivos (6.6%), madera para postes (3.6%), y en último lugar la producción de frutas (1%; Figura 6).

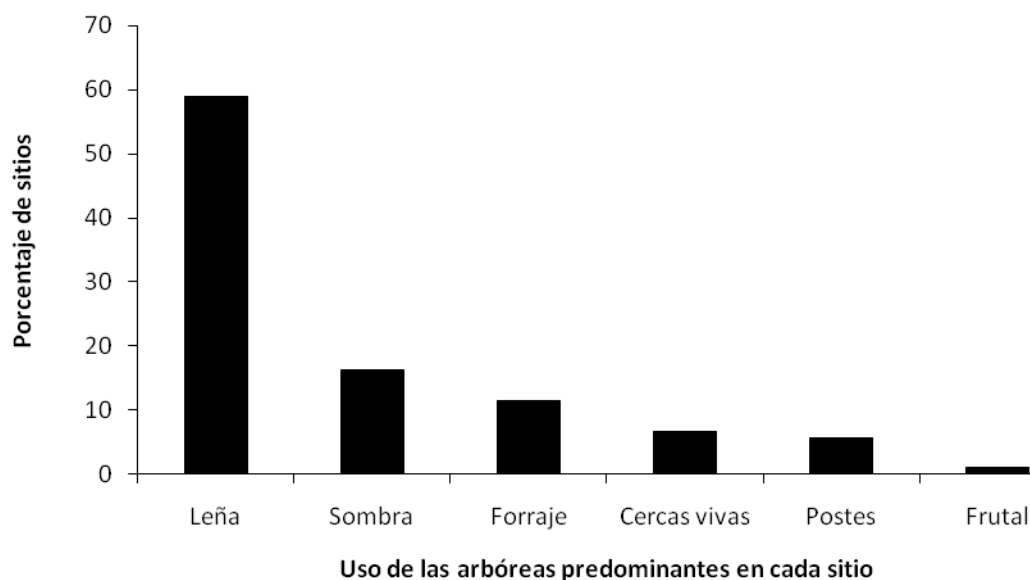


Figura 6. Distribución de los sitios sosteniendo sistemas agro y silvopastoriles con base al uso de las especies arbóreas dominantes, en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.2.3 Especies arbóreas utilizadas en sistemas agro y silvopastoriles

Se encontraron un total de 70 especies arbóreas pertenecientes a 32 familias (Cuadro 3). Este número fue superior a lo determinado por Carranza *et al.* (2003) en pastizales de una región con características climáticas similares (19 especies). Por su parte Couttolenc *et al.* (2005) reportaron 22 especies en potreros, vegetación natural y áreas de cultivo en el municipio de Camarón de Tejeda, Veracruz. Mientras que Cob *et al.* (2003) reportaron 31 especies en la región milpera del municipio Yaxcabá, Yucatán. En concordancia con lo encontrado en la presente investigación Pinto *et al.* (2005) reportaron 65 especies en la región Central e Istmo-Costa del estado de Chiapas, en tanto que Jiménez *et al.* (2008) en potreros de la montaña norte de Chiapas encontraron 60 especies y Sosa *et al.* (2000) reportaron 59 especies en un bosque secundario joven en el ejido Bacalar, Quintana Roo. Otros autores han reportado número de especies mayores a los de este estudio en distintos sistemas (Avendaño y Acosta, 2000; Acosta, 2002; Levy *et al.*, 2002; Navarro y Avendaño, 2002; Esquivel *et al.*, 2003; López *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Especies arbóreas de mayor importancia presentes en los sistemas agro y silvopastoriles de la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

| Nombre común | Nombre científico | Familia | Frecuencia |
|----------------|---|--------------------|------------|
| Espino blanco | <i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. Willd. | Fabaceae | 24 |
| Guácimo | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Sterculiaceae | 24 |
| Tehuixtle | <i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonpl. | Fabaceae | 24 |
| Flor de día | <i>Tabebuia crhysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson | Bignoniaceae | 23 |
| Frijolillo | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 23 |
| Huizache | <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. | Fabaceae | 22 |
| Moral | <i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaudich | Moraceae | 22 |
| Moreno | <i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose | Fabaceae | 21 |
| Quebracha | <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq. | Fabaceae | 21 |
| Frutillo | <i>Ehretia tinifolia</i> L. | Boraginaceae | 20 |
| Guaje de indio | <i>Leucaena lanceolata</i> S. Watson | Fabaceae | 20 |
| Guayabillo | <i>Calyptranthes schiedeana</i> O. Berg | Myrtaceae | 20 |
| Cañamazo | <i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth. | Fabaceae | 19 |
| Patancán | <i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose | Convolvulaceae | 19 |
| Mulato | <i>Bursera</i> spp. Jacq. Ex L. | Burceraceae | 18 |
| Nopal | <i>Nopalea dejecta</i> (Salm-Dyck) Salm-Dyck | Cactaceae | 18 |
| Ciruelo | <i>Spondias purpurea</i> L. | Anacardiaceae | 17 |
| Tamarindo | <i>Tamarindus indica</i> L. | Fabaceae | 17 |
| Cornezuelo | <i>Acacia collinsii</i> Saff. | Fabaceae | 15 |
| Cruzeta | <i>Acanthocereus pentagonus</i> (L.) Britton & Rose | Cactaceae | 14 |
| Cocuite | <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. | Fabaceae | 13 |
| Higuera | <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth | Moraceae | 13 |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> L. | Anacardiaceae | 13 |
| Roble | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A.DC. | Bignoniaceae | 13 |
| Algodoncillo | <i>Luehea candida</i> (DC.) Mart. | Tiliaceae | 12 |
| Cedro | <i>Cedrela odorata</i> L. | Meliaceae | 12 |
| Borreguillo | <i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk. | Sapindaceae | 11 |
| Jonote | <i>Heliocarpus</i> spp. | Tiliaceae | 11 |
| Nacaxtle | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. | Fabaceae | 11 |
| Tepehuaje | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr. | Fabaceae | 11 |
| Órgano | <i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb. | Cactaceae | 10 |
| Moquillo | <i>Cordia dentata</i> Vahl | Boraginaceae | 9 |
| Palma de coyol | <i>Acrocomia mexicana</i> Karw. Ex Mart. | Arecaceae o Palmae | 8 |
| Camaroncillo | <i>Wimmeria pubescens</i> Radlk. | Celastraceae | 7 |
| Carne de perro | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng | Cochlospermaceae | 7 |
| Palo canelilla | No identificado | | 7 |
| Tetlaltín | <i>Comocladia engleriana</i> Loes | Anacardiaceae | 7 |
| Guaje | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | Fabaceae | 7 |

Además de la lista indicada en el cuadro 3, seis productores mencionaron tener las siguientes especies: limón (*Citrus x limón* (L.) Osbeck), pochote (*Ceiba aesculsifolia* (Kuth) & Britten Baker f.), quina (*Croton glabellus* L.), tres hojas (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav. Cham.), palo amarillo (no identificado); cinco: aceitillo (*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Plach), cardón (*Bromelia pinguin* L.); cuatro: huesillo (*Esenbeckia* J. Barbosa Rodríguez), palo San Juan (no identificado); tres: gateado (*Astronium graveolens* Jacq.), izote (*Yucca elephantipes* Regel), ojite (*Brosimum alicastrum* Sw.); dos: ixtle (*Agave angustifolia* Haw.), palma (*Sabal mexicana* Mart.), palo banco (*Gyocarpus jatrophifolius* Domin.), palo meco (NIPT); uno: aguacate (*Persea americana* L.), almendro (*Terminalia catappa* L.), chico zapote (*Manilkara sapota* Van Royen), guanabana (*Anona muricata* L.), mata gallina (*Eufornia filifolia* (E. Fourn.) Redder), nanche (*Byrsomina crassifolia* (L.) Kurth), pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose), yoal (*Genipa americana* L.), cabello de ángel (*Calliandria grandiflora* (L. Hér.) Benth.), jícaro (*Crescentia alata* Kurth), piñón (*Jatropha* spp.), teca (*Tectona grandis* L.f.), epazotillo (no identificado) y cruzetillo (*Randia monantha* Benth.).

En orden jerárquico, las familias más importantes fueron: Fabaceae (16 especies), Cactaceae (4 especies) y Anacardiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae y Moraceae (tres especies cada una). El uso más común de las especies arbóreas y arbustivas fue: leña (32 especies) resultado que coincide con el determinado por González *et al.* (2003) como principal uso de árboles en la región de Tierra Caliente, Michoacán; sombra (31 especies); forraje (13 especies); cercas vivas (19 especies); postes (25 especies); alimento (11 especies); frutal (11 especies); medicinal (3 especies) y fabricación de utensilios (2 especies). Aunque es importante aclarar que muchas especies que tienen una función principal también pueden estar brindando otro producto o servicio clasificado como secundario.

La distribución de preferencias de especies arbóreas utilizadas para leña en los sistemas agro y silvopastoriles encontrados se muestra en la Figura 7. Para este uso solo se mencionan algunas especies. A opinión de los productores cuando no les es posible obtener leña de este tipo de arboles cualquier rama seca es utilizada como

combustible. Ante la importancia y escasez de este recurso, Antonio *et al.* (2006) determinaron en un estudio realizado en San Juan Pajapan, Veracruz que dos factores importantes en el acceso y formas de uso al recurso leña son el contexto social y las relaciones de poder (tipo de tenencia de la tierra) entre los miembros de las comunidades rurales (Cecelski *et al.*, 1980).

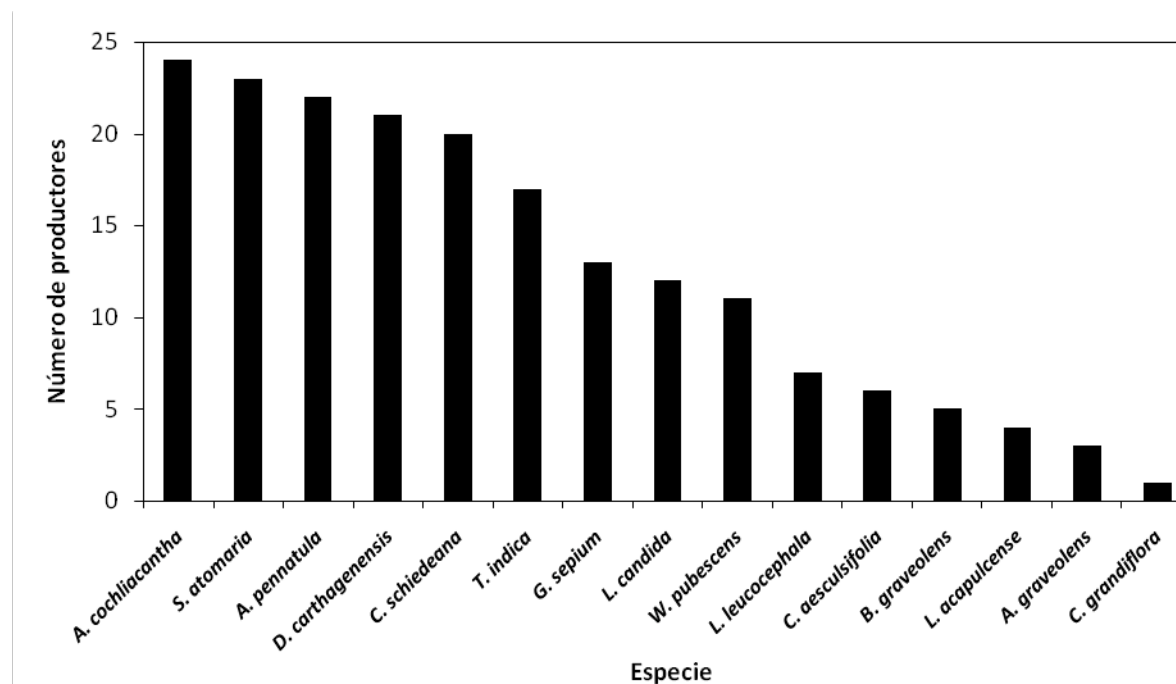


Figura 7. Especies arbóreas utilizadas para leña en los sistemas agro y silvopastoriles encontrados en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

Entre las diferentes especies arbóreas utilizadas para madera destacan Cañamazo (*L. acapulcense*), utilizado como materia prima para horcones de casas o galeras; moral (*C. tinctoria*), se obtienen tablas muy resistentes; roble (*T. rosea*), del cual se elaboran polines y vigas; nacaxtle (*E. cyclocarpum*), madera utilizada para la fabricación de mesas, sillones y puertas; moquillo (*C. dentata*), cedro (*C. odorata*), gateado (*A. graveolens*), aceitillo (*B. graveolens*) y flor de día (*T. crhysantha*; Figura 8). Pese a la importancia que representa este grupo de especies arbóreas, la presencia de algunas de ellas tanto en potreros como en las milpas es baja. Por ejemplo, *L. acapulcense* es una especie altamente preferida por los productores para madera pero el número de individuos por sitio identificado es escaso ya que las semillas de esta especie sufren de alta predación por gorgojos brúchidos, lo que

compromete su regeneración natural. En el campo, los brinzales (plantas de 30 a 150 cm altura) de esta especie son sumamente escasos.

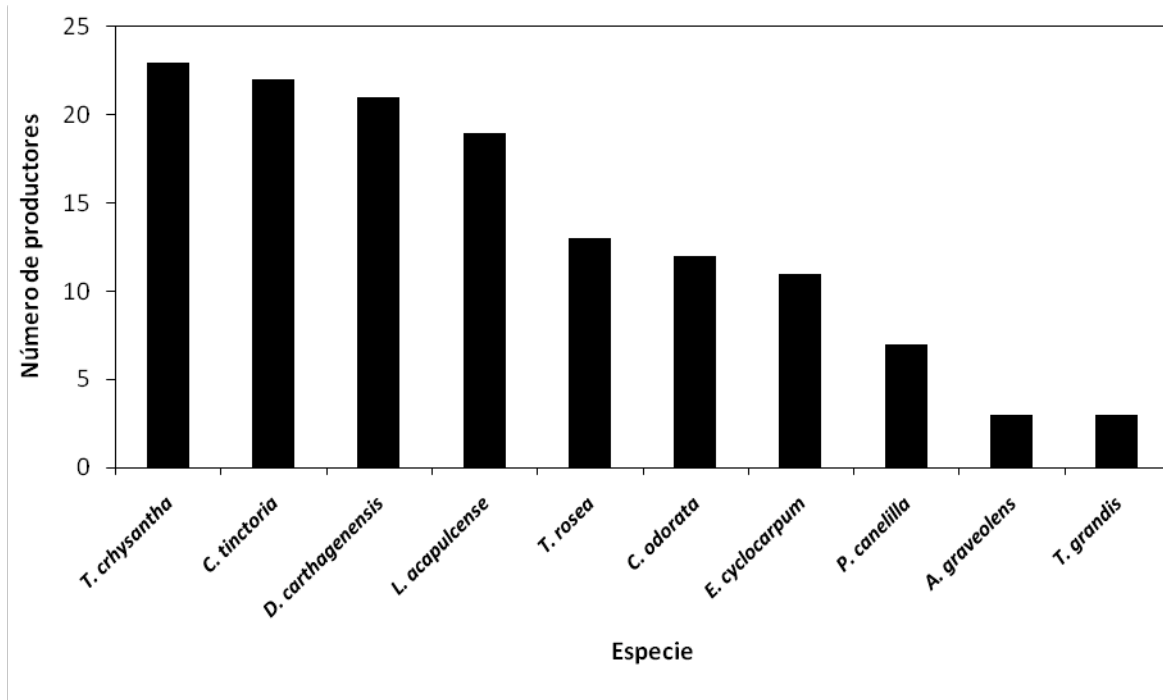


Figura 8. Especies arbóreas utilizadas como madera en los sistemas agro y silvopastoriles, encontrados en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

Finalmente, con base a los resultados obtenidos en las entrevistas y observaciones directas sobre el uso y manejo de los recursos vegetales, implementado por los productores en sus agroecosistemas potrero y milpa, se puede deducir que el conocimiento sobre el uso de las especies arbóreas locales es amplio, el cual hasta cierto grado condiciona las distintas densidades de especies en ambos agroecosistemas, ya que unas son más preferidas sobre otras. A la vez, en ocasiones pareciera que el productor no valorara los productos y servicios proporcionado por los árboles, hasta que estos le proporcionan ingresos económicos ya sea vendiéndolos o evitando comprarlos.

7.3 Producción de biomasa vegetal de dos sistemas silvopastoriles inducidos

7.3.1 Sitio *Panicum maximum* y *Guazuma ulmifolia* (PG)

La producción total anual de BD de *P. maximum* más *G. ulmifolia* bajo manejo TR y DR fue $9,700 \pm 780.5$ y $8,049 \pm 585.5$ kg MS ha⁻¹, respectivamente. La máxima producción de BD se registró en la época de nortes bajo manejo TR ($5,338.6 \pm 826$ kg MS ha⁻¹) y la mínima en la época de seca (322.6 ± 1.9) bajo manejo DR (Cuadro 4).

Cuadro 4. Biomasa disponible (kg MS ha⁻¹) por época y anual de *Panicum maximum*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*.

| Manejo | Especie | Lluvia | Nortes | Seca | Total anual |
|------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Sitio P | | | | | |
| TR | <i>P. maximum</i> | 4463.73 (892) | 4582.6 (2132) | 0.0 | 9,046.4 (3,024) |
| Sitio PG | | | | | |
| TR | <i>G. ulmifolia</i> | 31.09 (7.18) | 39.57 (5.29) | 0.0 | 70.7 (12.47) |
| DR | | 107.8 (13.2) | 36.9 (7.79) | 0.0 | 144.7 (20.9) |
| TR | <i>P. maximum</i> | 3914.7 (75.0) | 5298.9 (820.5) | 416.4 (208) | 9630 (1103) |
| DR | | 5225.8 (167.1) | 2425.8 (344.5) | 252.91 (126.4) | 7904.58 (638) |
| Sitio PGs | | | | | |
| TR | <i>P. maximum</i> | 2666.2 (188.7) | 0.0 | 0.0 | 2666.2 (188.7) |
| DR | | 4672.3 (514.5) | 2230.6 (264.5) | 219.76 (109.8) | 7122.6 (889) |
| TR | <i>G. sepium</i> | 626.00 (66.79) | 442.25 (0) | 123.0 (128.74) | 1191.25 (195.53) |
| DR | | 708.92 (58.30) | 532.10 (0) | 144.77 (123.9) | 1385.79 (182.2) |

Para la variable biomasa acumulada (BA) de *P. maximum* más *G. ulmifolia* la producción de biomasa total fue de $4,169.5 \pm 318.5$ y $8,049.3 \pm 585.5$ kg MS ha⁻¹, bajo manejo TR y DR, respectivamente. En la época lluviosa bajo manejo DR se registró la máxima producción de BA ($5,333.7 \pm 58.2$ kg MS ha⁻¹); sin embargo, en la época de seca tanto BD y BA registraron escasa producción en ambos tratamientos y especies (Cuadro 5). La baja producción de biomasa en ambas especies podría estar relacionada a que el déficit de humedad en el suelo inhibe la asimilación de

CO₂, debido al cierre de los estomas, disminuyendo así la actividad fotosintética con una severa reducción del crecimiento y rendimiento de la planta (Muraoka, 2000).

Cuadro 5. Biomasa acumulada (kg MS ha⁻¹) por época y anual de *Panicum maximum*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*.

| Manejo | Especie | Lluvia | Nortes | Seca | Total anual |
|------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Sitio P | | | | | |
| TR | <i>P. maximum</i> | 3342.5 (30.8) | 746.8 (22.8) | 0.0 | 5262.9 (53.73) |
| Sitio PG | | | | | |
| TR | <i>G. ulmifolia</i> | 19.04 (0.177) | 15.36 (0.03) | 0.0 | 34.4 (0.207) |
| DR | | 107.8 (1.58) | 36.9 (0.13) | 0.0 | 144.7 (1.71) |
| TR | <i>P. maximum</i> | 1485.6 (24.97) | 2326.9 (27.07) | 322.57 (6.85) | 4135.0 (58.89) |
| DR | | 5225.8 (56.66) | 2425.8 (12.31) | 252.91 (1.96) | 7904.6 (70.93) |
| Sitio PGs | | | | | |
| TR | <i>P. maximum</i> | 876.5 (12.64) | 0.0 | 0.0 | 876.5 (12.64) |
| DR | | 4672.3 (79.97) | 2230.6 (12.09) | 219.76 (1.84) | 7122.6 (93.9) |
| TR | <i>G. sepium</i> | 626.00 (66.79) | 442.25 (0) | 123.0 (128.74) | 1191.25 (195.53) |
| DR | | 708.92 (58.30) | 532.10 (0) | 144.77 (123.9) | 1385.79 (182.2) |

TR= Pastoreo tradicional, DR= Pastoreo dirigido; ()= Desviación estándar

Los valores obtenidos de BA total en este sitio son mayores a los encontrados por Manríquez *et al.* (2008) en un sistema silvopastoril con *P. maximum* y *G. ulmifolia*, quienes reportaron en periodos de 30 días de descanso producciones de biomasa de 1 346 kg MS ha⁻¹ durante la época de nortes, pero similares a los determinados por Villa *et al.* (2008) en un sistema silvopastoril parecido al anterior, con producciones de biomasa de 4 039.5 kg MS ha⁻¹ en periodos de pastoreo-ramoneo cada 28 días en época de lluvias. En sistemas monocultivo de *P. maximum*, Juárez *et al.* (2002) encontraron producciones bajo riego en cortes a 35 días de 3,000 kg MS ha⁻¹ con dosis de fertilización con N de 100 kg ha⁻¹. Martínez (2001) encontró producciones de *P. maximum* en diferentes localidades del trópico mexicano, en cortes a las seis semanas en temporada de seca y lluvia de 198/3,899 en Arriaga, Chiapas; 935/1,799 en Balancán, Tabasco; 5,230/4,777 en Chetumal, Quintana Roo; 283/1,487 en Isla, Veracruz; 1,112/4,617 en Loma Bonita, Oaxaca; 1,548/4,927 en Martínez de la

Torre, Veracruz; 1,400/5,000 en Paso del Toro, Veracruz y 668/2,674 kg MS ha⁻¹ en Tizimin, Yucatán, respectivamente. La producción de BD a largo del año estuvo en función de la cantidad precipitación, luz y temperatura durante las tres épocas (nortes, secas y lluvias; Manchado, 1996; Figura 9).

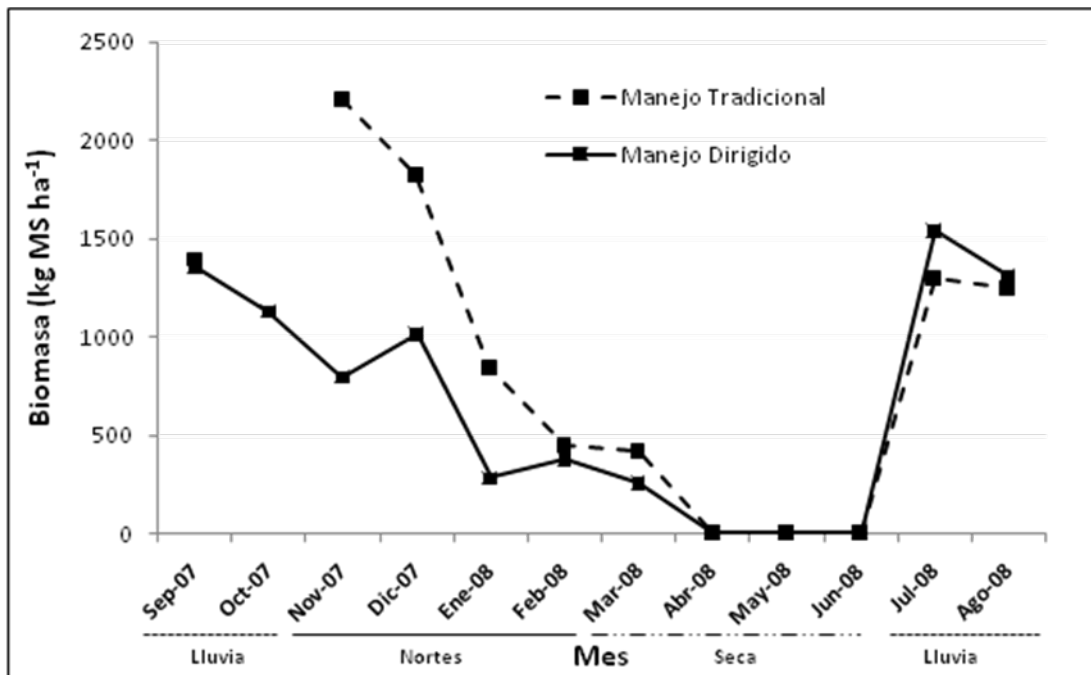


Figura 9. Producción de biomasa disponible de *Panicum maximum* más *Guazuma ulmifolia* bajo manejo tradicional y dirigido en el sitio *Panicum maximum-Guazuma ulmifolia* a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

La producción de BA de *P. maximum* más *G. ulmifolia* fue baja a inicio de año (nortes), escasa en la época de seca y relativamente alta en la época lluviosa. La tendencia de acumulación de biomasa estuvo determinada por la intensidad de pastoreo y por la precipitación a lo largo de los muestreos (Figura 10), indicando producciones de materia seca del *P. maximum* y *G. ulmifolia* variables, en función de la época del año y de la edad de rebrote (Leite *et al.*, 1996).

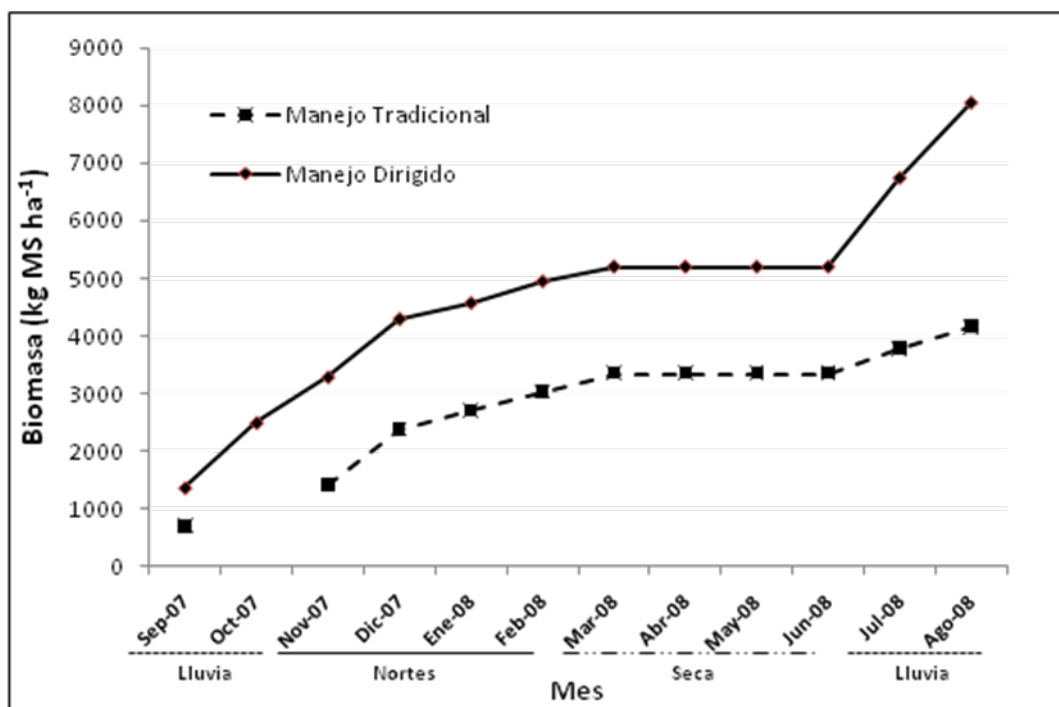


Figura 10. Producción de biomasa acumulada de *Panicum maximum* asociado a *Guazuma ulmifolia* bajo manejo tradicional y dirigido a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

La composición morfológica de *P. maximum* varió a través del año. Con manejo TR el componente más abundante fue material muerto (36.3%), seguido por tallo (34.3%) y hoja (21%); la mayor proporción con respecto a hoja y tallo se registró en la época seca (65.5%). Con manejo DR la proporción de tallo fue baja (14.5%) en todo el año presentándose proporciones mínimas en la época seca (1.92%). El componente hoja en el manejo TR fue baja (20.9%) en todo el año con un rango de 27.8 a 12.4%, sin embargo, en el manejo DR este componente fue alto (51.3%) en todo el año, con un rango de 40.8 a 70.2% registrándose, un mayor porcentaje en la época de nortes (70.2%).

El componente material muerto fue mayor en manejo TR (36.6%) con respecto a manejo DR (29.1%) en todo el año. Su mayor producción se registró en la época seca bajo manejo TR y DR (65.5 y 57.7%, respectivamente). La diferencia en la relación hoja tallo entre tratamientos demostró que la calidad del forraje fue siempre mayor en el tratamiento DR con respecto a TR a lo largo de la duración del estudio (Figura 11). Los resultados obtenidos en la variación en la composición morfológica

en ambos tratamientos pudieran estar determinada por la frecuencia e intensidad con que fue defoliado *P. maximum* (Ávila *et al.*, 2006).

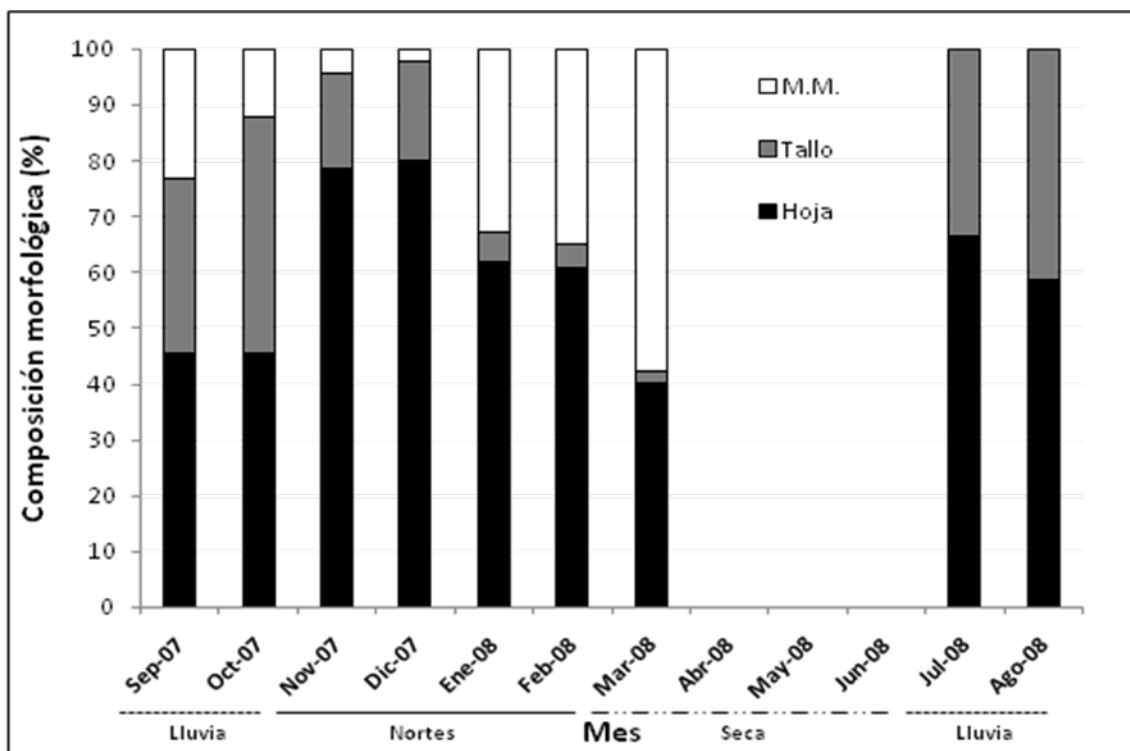


Figura 11. Composición morfológica de *Panicum maximum* bajo manejo dirigido del sitio *Panicum maximum-Guazuma ulmifolia* a lo largo de los muestreos en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.3.2 Sitio *Panicum maximum* y *Gliricidia sepium* (PGs)

La producción total de BD y BA de *P. maximum* en este sitio bajo manejo DR fue $7,122.6 \pm 94$ kg MS ha⁻¹. Los rendimientos de materia seca obtenidos son mayores a los reportados por Fernández *et al.* (2004), quienes obtuvieron producciones de biomasa de $2,640$ kg MS ha⁻¹ en cortes realizados cada 28 días de *P. maximum*. La tendencia de la producción de BD y BA estuvo de acuerdo a la cantidad de humedad (lluvias) presentes durante el año; la producción BD y BA bajo manejo DR, se detuvo y volvió escasa en la época seca (219.8 ± 1.8 kg MS ha⁻¹) por falta de humedad, mientras que alcanzó su pico máximo de producción en la época de lluvias ($4,672.3 \pm 79.9$ kg MS ha⁻¹) y disminuyó en la época de nortes (557.4 kg MS ha⁻¹) debido a la presencia de bajas temperaturas y poca intensidad luminosa (Figura 12).

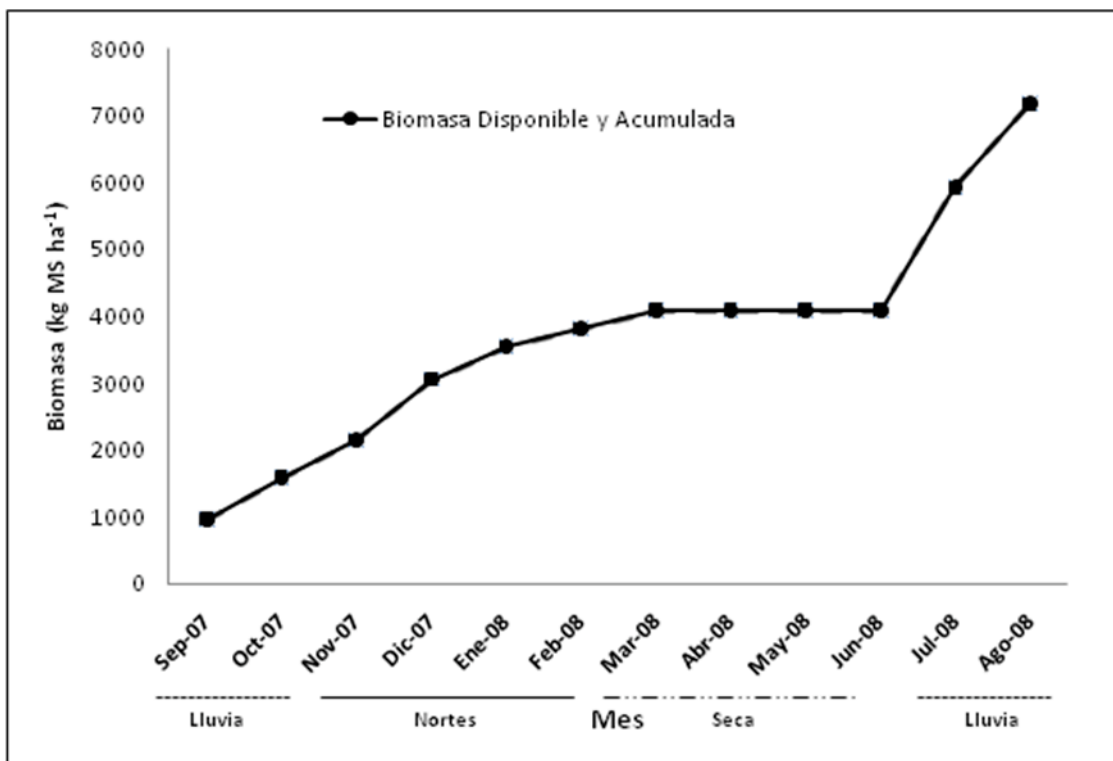


Figura 12. Biomasa disponible y acumulada de *Panicum maximum* en el sitio *Panicum maximum-Gliricidia sepium* bajo manejo dirigido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

La composición morfológica anual de *P. maximum* en este sitio fue 58.8% hoja, 28.4 % tallo y 12.7% material muerto, bajo manejo DR (Figura 13). Se observó una mayor cantidad de hoja y tallos en la época de lluvias (59% y 39.2%, respectivamente) y una baja cantidad de material muerto (1.7%) para esta época. La mayor proporción de hojas en el manejo DR pudo estar influenciado por la edad de corte del pasto, en cortes más frecuentes la planta incrementa el porcentaje de hojas a través de la aparición de nuevos hijos y a la necesidad que tiene la planta por crear las sustancias necesarias para su desarrollo (Romero *et al.*, 1998).

En el manejo TR, *P. maximum* tuvo una gran proporción de tallos (62.8%) con respecto a hoja (24.1%) y material muerto (12.8%). El tipo de manejo realizado por el productor (manejo TR) en este tratamiento determinó en gran medida la calidad de *P. maximum* pastoreado, (baja intensidad y frecuencia de pastoreo propicio la

siempre alta presencia de pasto con mayor cantidad de material lignificado; Ávila *et al.*, 2006).

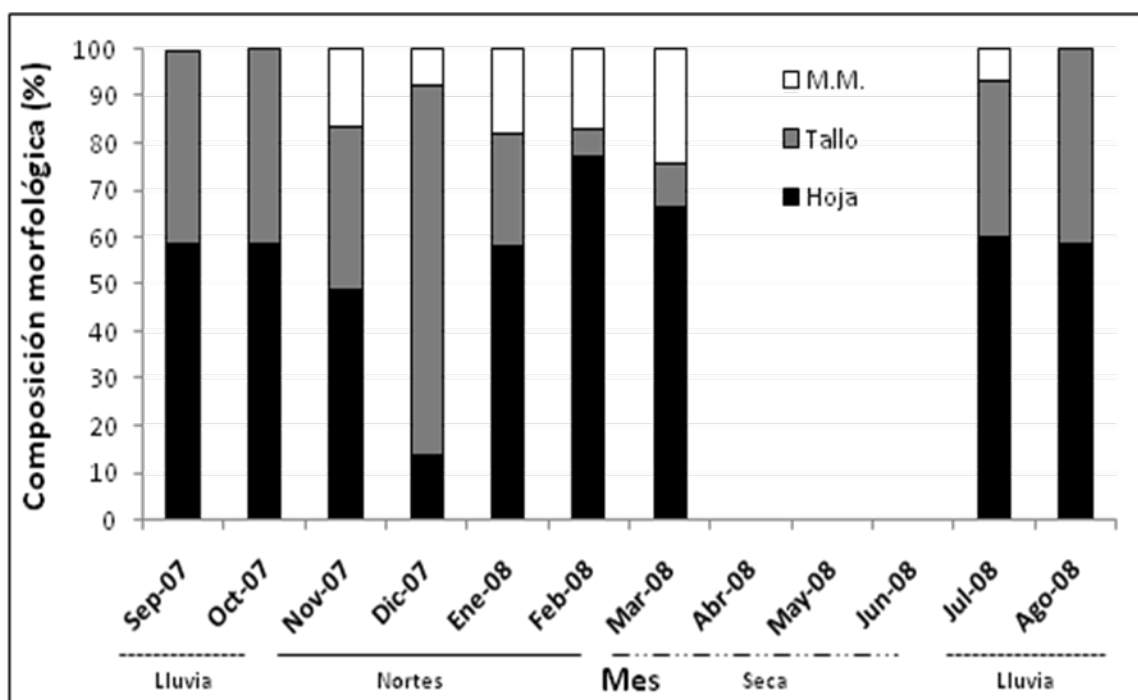


Figura 13. Composición morfológica de *Panicum maximum* en el sitio *Panicum maximum-Guazuma ulmifolia* bajo manejo dirigido en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

La BD total anual de *Gliricidia sepium* (sitio PGs) mediante poda total de los arbustos fue $1,191.2 \pm 195.5$ y $1,385.8 \pm 182.2$ kg MS ha⁻¹ bajo manejo TR y DR, respectivamente; con una densidad de 500 plantas ha⁻¹, a una altura promedio de 1.5 m. Estos resultados son mayores a los encontrados por Palma (1997; 521 ± 60 Kg MS ha⁻¹) en una plantación de *G. sepium* cosechada a 72.6 ± 3.0 cm de altura con 40,000 plantas ha⁻¹, (Figura 14).

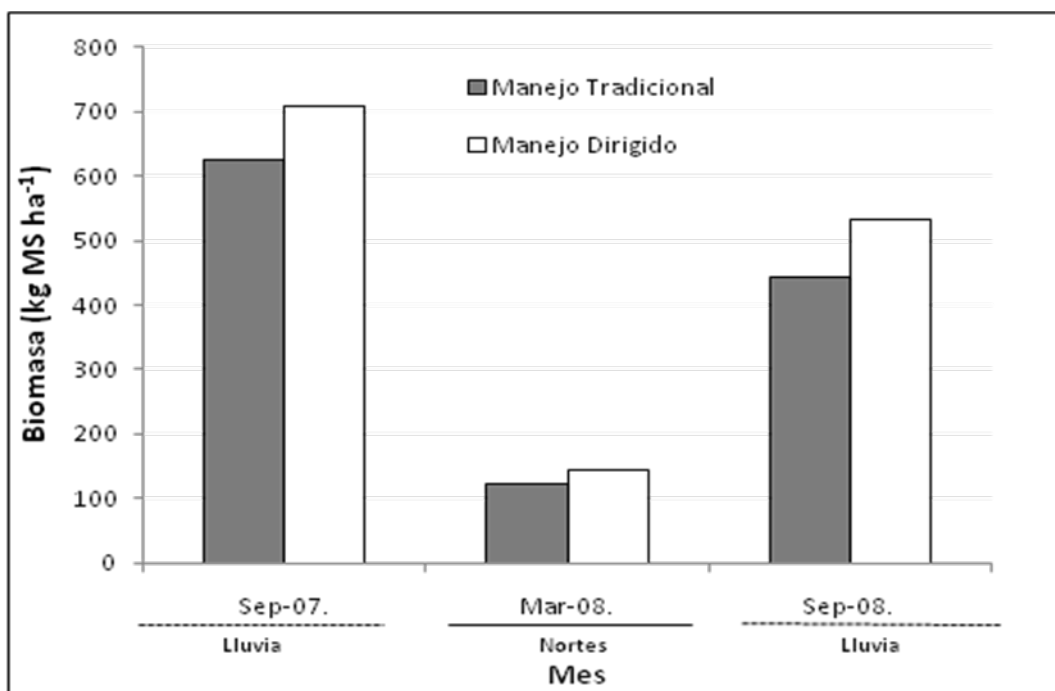


Figura 14. Biomasa acumulada de *Gliricidia sepium* bajo manejo dirigido y tradicional en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

Con base a los resultado en producción de materia seca, *G. sepium* bajo manejo TR y DR produjo 19.0 ± 3 y 23.0 ± 3 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente. La producción de N obtenida en este estudio de *G. sepium* fue baja comparada a la obtenida por Camacaro *et al.* (2004), quienes reportaron producciones de N a densidades de 4,000 y 8,000 plantas de *G. sepium* ha⁻¹ de 90 y 140 Kg. La escasa producción de N obtenida pudiera estar condicionada por mezclar y analizar juntos tallos y hojas, baja densidad de plantas ha⁻¹ y las bajas condiciones de humedad que caracterizan a la región de estudio (Muofhe y Dakota, 1999), ya que la cantidad media de PC obtenida para *G. sepium* en este estudio fue 10.1%.

7.3.3 Sitio *Panicum maximum* (P)

La biomasa acumulada total de *P. maximum* bajo manejo TR, fue $5,262.8 \pm 53.7$ kg MS ha⁻¹ (Cuadro 4), la máxima producción de BA de *P. maximum* se observó en la época lluviosa ($3,342.5 \pm 30.8$) y la mínima en época seca (0 kg MS ha⁻¹). Estos resultados fueron mayores a los obtenidos por Verdecia *et al.*, (2008), con producciones de $3,400$ kg MS ha⁻¹ en periodo lluvioso y de $1,020$ kg MS ha⁻¹ en la

época seca con cortes realizados cada 30 días. Sosa *et al.* (2008) determinaron producciones de materia seca similares en la época de lluvia de *P. maximum* (4,000 kg de MS ha⁻¹), al igual que Bustamante *et al.* (1998) quienes determinaron producciones de la misma especie cercanas a 5,700 kg MS ha⁻¹, bajo un régimen de 75 % de luz. El comportamiento de la producción de BA disminuyó al aumentar los días en pastoreo y al disminuir la precipitación a lo largo de los muestreos (Figura 15).

La proporción promedio del componente tallo durante el año fue 35.4%, siendo alta en la época de nortes (47.9%) y media en la época de lluvias (22.5%); el componente hoja tuvo una proporción media al año de 35.1%, observándose una tendencia contraria a la de tallo, siendo alta en lluvias (39.5%) y disminuyendo en nortes (30.8%). Finalmente, material muerto tuvo una proporción media anual de 29.6%, en la época de lluvias la proporción de material muerto fue 37.9% y en nortes 21.3%. La alta presencia de material muerto en *P. maximum* en este sitio podría estar asociada al inicio tardío del pastoreo, al incremento en el grosor y la longitud del tallo, así como una mayor senescencia de las hojas cuando el pasto envejece (Romero *et al.*, 1998).

Con base a lo anterior, se puede deducir que la calidad del pasto durante el pastoreo fue baja, dado la relación hoja tallo, dicha calidad es observada en el contenido de proteína cruda encontrada en *P. maximum* (6.6%) en este sistema. Novoa (1983), mencionó que a medida que la planta crece y madura hay un aumento en el rendimiento de materia seca, pero al mismo tiempo hay un incremento en el contenido de fibra cruda, fibra detergente neutra, lignina y celulosa, mientras que ocurre una disminución en el contenido de proteína y digestibilidad. Leite *et al.* (1996) consideraron que la mejor época de corte para *P. maximum*, considerando la producción de materia seca y calidad de la gramínea, se da entre los 28 y 84 días.

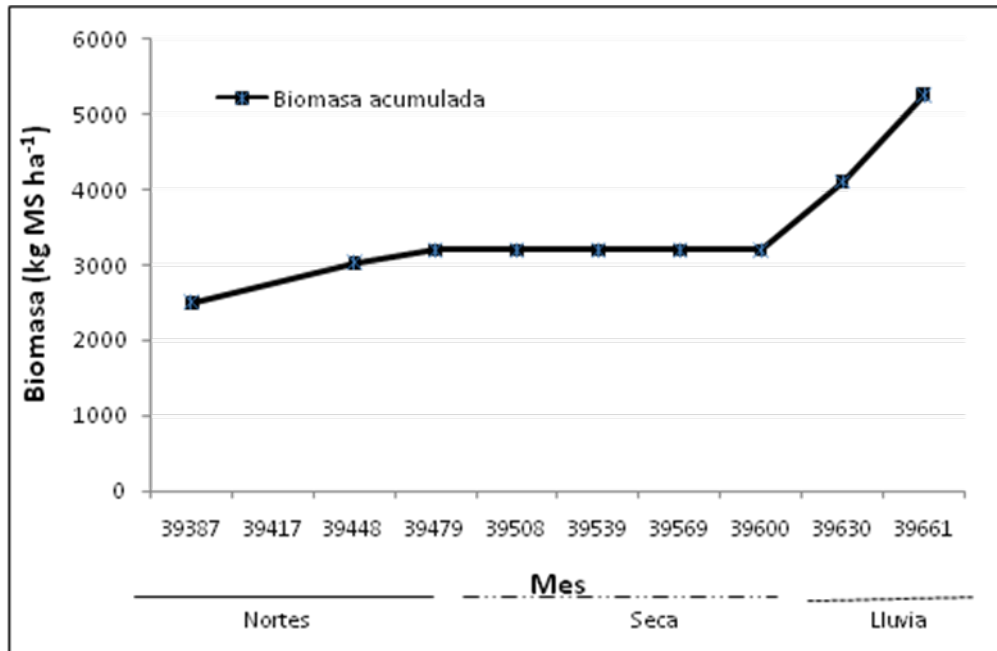


Figura 15. Biomasa acumulada de *Panicum maximum* en monocultivo bajo manejo tradicional en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

7.3.4 Contenido de proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de *Panicum maximum*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*

El contenido máximo y mínimo de PC de *G. ulmifolia* en este estudio fue, en la temporada de nortes bajo manejo TR y DR (17.5 y 13.4%; Cuadro 6), respectivamente. Estos valores son similares a los determinados por Carranza (2003; 12.5%) en una selva baja caducifolia del trópico seco en Tuxcacuesco, Jalisco; a los obtenidos por López (2008; 12.5%) con follaje de *G. ulmifolia* cosechado en un banco de forraje y a los reportados por López *et al.* (2008) quienes determinaron 13.7% de PC en *G. ulmifolia* en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo; Bobadilla (2005) reportó en plantas de *G. ulmifolia* 15.1% de PC colectadas en el sur del estado de Yucatán, Giraldo (1999; 17%) y a los descritos por Benavides (1999; 15.6%).

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda (%) por época en sistemas con *Panicum maximum* solo y asociado a *Guazuma ulmifolia* o *Gliricidia sepium*, manejados bajo pastoreo dirigido y tradicional.

| Especie | Manejo | Lluvia | Nortes | Seca | Promedio |
|---------------------|-------------|--------|--------|------|--------------|
| Sitio P | | | | | |
| <i>P. maximum</i> | Tradicional | 5.9 | 6.90 | 0 | 6.40 |
| Sitio PG | | | | | |
| <i>G. ulmifolia</i> | Tradicional | 15 | 17.5 | 0 | 16.25 |
| | Dirigido | 15.38 | 13.41 | 0 | 14.40 |
| <i>P. maximum</i> | Tradicional | 5.7 | 5.6 | 4.6 | 5.30 |
| | Dirigido | 6.8 | 7.6 | 6.5 | 6.97 |
| Sitio PGs | | | | | |
| <i>P. maximum</i> | Tradicional | 6.3 | 0 | 0 | 6.30 |
| | Dirigido | 7.3 | 7.59 | 7.59 | 7.49 |
| <i>G. sepium</i> | Tradicional | 8.1 | 0 | 11.7 | 9.90 |
| | Dirigido | 10.4 | 0 | 10.1 | 10.25 |

Gliricidia sepium tuvo en promedio 10.1% de contenido de PC, el mayor valor se registró en la época seca (11.7%) bajo manejo TR, y el menor en la época lluviosa (8.1%) bajo el mismo manejo; el bajo contenido de PC obtenido en *G. sepium* en ambos tratamientos (TR y DR) podría estar relacionado con la incorporación de materia seca procedente de tallos en las muestras analizadas. Generalmente el contenido de PC en hojas de cocuite es alto. Por ejemplo Valle *et al.* (2004) en asociaciones de *G. sepium* con *Cenchrus ciliaris* determinaron 18.6% PC en Miacatlan, Morelos, México en un clima cálido húmedo; Pinto *et al.* (2005) encontraron 24.2% en muestreos realizados en la época seca en la zona fronteriza de Chiapas, México, a través de simulación de pastoreo; González *et al.* (1997) en el Municipio de Bejuma, estado de Carabobo, Venezuela determinaron 26% de PC; Araque *et al.* (2006) encontraron con rebrotes de *G. sepium* de 3, 6, 9 y 12 meses encontraron de 20.6 a 28.3% de PC en plantas utilizadas como cercas vivas en Urachiche, Yaracuy, Venezuela; Galindo *et al.* (2005) en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Cuba, en hojas de cocuite determinaron 28.5% de PC.

El contenido de PC de *P. maximum* en promedio anual en los tres sitios evaluados (P, PG y PGs) fue 6.5%, registrándose el mayor valor en la época de nortes (7.6%) bajo manejo DR en el sitio PG; lo anterior sugiere que defoliaciones más frecuentes son a menudo más deseables para la utilización de *P. maximum* de mayor valor nutritivo (Fernández *et al.*, 2004); en la época seca, *P. maximum* bajo manejo tradicional en el sitio PG tuvo el menor contenido de PC (4.6%) de todos los tratamientos, esta cantidad de PC pudo estar asociado al déficit de humedad presente en el suelo y a la alta dominancia de hojas senescentes e incremento del porcentaje de tallos (aumento del contenido de lignina) elementos que afectan la digestibilidad y PC de los pastos (Torregoza *et al.*, 2004).

El bajo contenido de PC en la época lluviosa de *P. maximum* en este estudio podría estar afectado por el periodo de lluvias, el cual según Fernández *et al.* (2004) produce un proceso de dilución en el que la relación proteína cruda/compuestos químicos disminuye, debido al crecimiento alcanzado por el pasto, favorecido por las condiciones climáticas durante este periodo. El contenido de PC de *P. maximum* encontrado en este estudio fue menor al determinado por Fernández *et al.* (2004) quienes determinaron 9.0% PC en guinea con edad de rebrote de 4 semanas en época de lluvias. González *et al.* (1997) reportó 13% de PC en *P. maximum* asociado a *Citrus sinensis*, pastoreado por ovinos. Sin embargo, fue similar al encontrado por Carranza *et al.* (2003) quienes determinaron 5.4% de PC en *Panicum maximum* en una selva baja caducifolia en el estado de Jalisco, México.

P. maximum y *G. sepium* presentaron en la época de lluvias y bajo manejo TR el máximo contenido de FDN (80.2% y 77.5%) respectivamente y *G. ulmifolia* en la época de nortes (45.1) bajo manejo TR (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido de fibra detergente neutro y fibra detergente ácida (%) por época, en sistemas con *Panicum maximum* solo y asociado a *Guazuma ulmifolia* o *Gliricidia sepium*, manejados, bajo pastoreo dirigido y tradicional.

| Especie | Fibra | Pastoreo | Lluvia | Nortes | Seca | Promedio |
|---------------------|-------|----------|--------------|--------|-------|--------------|
| Sitio P | | | | | | |
| <i>P. maximum</i> | FDA | TR | 49.75 | 0.00 | 89.01 | 69.38 |
| | FDN | TR | 67.93 | 0.00 | 68.94 | 68.44 |
| Sitio PG | | | | | | |
| <i>G. ulmifolia</i> | FDA | TR | 21.94 | 18.34 | 0.00 | 20.14 |
| | FDN | TR | 37.88 | 45.01 | 0.00 | 41.45 |
| | FDA | DR | 20.70 | 23.99 | 0.00 | 22.34 |
| | FDN | DR | 36.92 | 41.67 | 0.00 | 39.30 |
| <i>P. maximum</i> | FDA | TR | 51.04 | 52.06 | 54.75 | 51.55 |
| | FDN | TR | 72.55 | 79.16 | 77.27 | 75.86 |
| | FDA | DR | 48.64 | 44.97 | 45.76 | 46.46 |
| | FDN | DR | 78.54 | 70.53 | 70.53 | 73.20 |
| Sitio PGs | | | | | | |
| <i>P. maximum</i> | FDA | TR | 52.67 | 0.00 | 0.00 | 52.67 |
| | FDN | TR | 84.18 | 0.00 | 0.00 | 84.18 |
| | FDA | DR | 51.62 | 41.71 | 42.49 | 45.27 |
| | FDN | DR | 73.23 | 76.65 | 67.20 | 72.36 |
| <i>G. sepium</i> | FDA | TR | 50.05 | 0.00 | 56.21 | 53.13 |
| | FDN | TR | 77.75 | 0.00 | 75.31 | 76.53 |
| | FDA | DR | 49.19 | 0.00 | 42.49 | 45.84 |
| | FDN | DR | 69.67 | 0.00 | 67.20 | 68.44 |

FDA= Fibra Detergente Ácida; FDN= Fibra Detergente Neutra; TR= Manejo Tradicional; DR= Manejo Dirigido.

En lo general la concentración media de FDN en *P. maximum* y *G. sepium* estuvo por arriba del 50%. La alta concentración de FDN en *P. maximum* estuvo afectada por el manejo del pastoreo implementado por el productor ya que éste generalmente es realizado cuando la edad del pasto es madura (Aranda y Hernández, 2001). Con respecto al alto contenido de FDN en *G. sepium* éste pudiera estar determinado por la inclusión de tallo junto con hoja en las muestras analizadas. Finalmente *G. ulmifolia* presentó un contenido medio de 40.4% de FDN en este estudio lo cual relacionado al buen contenido de PC (17.5%) la convierte en una especie forrajera de gran interés como complemento proteínico en la alimentación del ganado bovino.

VIII. CONCLUSIONES

El sistema agroforestal más importante en los agroecosistemas con producción pecuaria en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz fue el sistema silvopastoril; en alta proporción este sistema se encuentra asociado a un componente agrícola, pecuario y forestal (sistemas agrosilvopastoriles). Ambos tienen una densidad alta de especies arbóreas que brindan productos y servicios a la ganadería y a la comunidad. Estos sistemas por la forma de alternar el uso de ambos durante el año están muy relacionados; mientras los sistemas silvopastoriles tienen mayor uso en la época húmeda, los agrosilvopastoriles son utilizados mayormente durante la época seca.

La existencia de árboles en los sistemas encontrados es más producto de la sucesión natural que por el diseño de los productores. Sin embargo tienen una gran participación en la economía de las familias sobre todo por sus productos como leña y madera para postes. Las especies más importantes encontradas por su abundancia y usos económicos en ambos agroecosistemas fueron: *Acacia cochliacantha*, *Guazuma ulmifolia*, *Caesalpinia cacalaco*, *Tabebuia rosea*, *T. crhysantha*, *Diphysa carthagenensis* y *Lysiloma acapulcense*. Estas y otras especies se encuentran asociadas a los pastos y cultivos ocupando distintos espacios en la misma unidad de suelo, sin embargo, su presencia no es reflejo del valor y manejo que los productores le dan a esa vegetación.

La productividad de los sistemas evaluados fue máxima durante el periodo de lluvias (Julio a Septiembre), se redujo considerablemente durante la época de nortes, y ceso en la época seca. Bajo las condiciones de esta investigación, la producción de materia seca anual y por época fue mejor en el sistema *Panicum maximum-Guazuma ulmifolia* bajo manejo dirigido al igual que la composición morfológica y calidad de la misma. La calidad de biomasa aérea vegetal de *Panicum maximum* bajo manejo tradicional fue considerablemente pobre, porque presento una mayor proporción de tallos y material muerto, y por consiguiente, la calidad nutricional del

forraje fue baja. Este comportamiento tiene notables efectos detrimentales en la ganadería, no solo de la comunidad bajo estudio, sino de toda la región del Sotavento que comparte el mismo tipo de clima y fisiografía. Con base a los resultados encontrados en esta investigación, se concluye que la producción de biomasa aérea vegetal composición morfológica y química de *Panicum maximum* solo o asociado a *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*, puede mejorarse modificando los patrones tradicionales de pastoreo, e implementando un sistema de periodos de descanso y ocupación como en el sistema de pastoreo rotacional.

IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, R.I. 2002. Vegetación y flora del municipio de Xico, Veracruz, México. Tesis para obtener el título de Licenciado en biología. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz, México. 100 p.
- Aguirre, J., Ramos, A., Gómez, A. Huerta, R. Magaña, R., y Bugarim, J. 2008. Evaluación agronómica de un sistema agrosilvopastoril en suelos degradados de la Llanura Costera de Nayarit. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 15-24.
- Altieri, A.M. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 325 p.
- Antonio, N.X., Purata, V.S., y Treviño, G.E. 2006. Análisis social y espacial del uso de leña en el trópico mexicano. Ciencia UANL IX(2): 135-142.
- Aranda, I.E., y Hernández, S.D. 2001. Valor nutritivo de los forrajes. En: Memorias del diplomado "La productividad animal en pastoreo". H. Cárdenas, Tabasco, México. pp. 48-70.
- Ascencio, R.L. 2008. Caracterización de especies leñosas en sistemas ganaderos, de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México. Tesis *Magister Scientiae* en Agroforestería Tropical. Programa de educación para el desarrollo y la conservación escuela de posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 119 p.
- Araque, C., Quijada, T., D'Aubeterre, R., Páez, L., Sánchez, A., y Espinoza F. 2006. Bromatología del matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. Zootecnia Tropical 24(4): 393-399.
- Avendaño, R.S., y Acosta, R.I. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. Madera y Bosques 6(1): 56-71.
- Avila, R., Ferrando, C.A., y Namur, P. 2006. Composición morfológica de cuatro especies megatérmicas sometidas a diferentes intensidades de defoliación estival y de longitud de diferimiento. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2 p.
- Bateman, J.V. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Editorial Herrero-Hermanos. 468 p.
- Benavides, J.E. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Memorias de la primera conferencia electrónica, Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Dirección de producción y Sanidad Animal. Abril-septiembre. FAO, Roma, 1999. pp. 367-394
- Botero, R. y Russo, R.O. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Memorias de la primera conferencia electrónica, Agroforestería para la Producción Animal en

- América Latina. Dirección de producción y Sanidad Animal. Abril-septiembre. FAO, Roma, 1999. pp.171-195
- Bobadilla, H.A.R. 2005. Características nutrimentales de ocho arbóreas forrajeras nativas de la República Mexicana. En: XXIX Congreso Nacional de Buiatría, del 11 al 13 agosto de 2005. Puebla, Puebla. 6 p.
- Bustamante, J. y Romero, F. 1991. Producción Ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas agropastoriles. Carta de Rispal. No. 20 Turrialba, Costa Rica. pp. 3-11.
- Bustamante, J., Ibrahim, M., y Beer, J.1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. Avances de Investigación 5(19): 11-16.
- Cajas, J. and Sinclair, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral system on seasonally dry pastures in the caribbean región of Colombia. Agroforestry systems 53:215-225.
- Camacaro, S., Garrido, J.C., y Machado, W. 2004. Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebbek* y su transferencia a las gramíneas. Zootecnia Tropical 22(1): 49-69.
- Carranza, M.M.A., Sánchez, V.L.R., Pineda, L.M.R., y Cuevas, G.R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. Agrociencia. 37(002): 203-210.
- Casados, M.L.A., Valles, B.M., Rodríguez, J.J., Castillo, E.G., y Honrak, J.L.L. 2005. Efecto de la carga animal sobre los componentes del pastizal nativo en el trópico húmedo de Veracruz, México. En: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. BIOTAM Nueva Serie. Edición Especial. pp. 446-448.
- Casasola, F., Ibrahim, M., Harvey, C., y Kleinn, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 8(30):17-20.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1997. Regiones ecológicas de América del Norte: Hacia una perspectiva común. Comisión para la Cooperación Ambiental. Canadá. 63 p.
- Ceccon, E., Olmsted, I., y Campo, A.J. 2002. Vegetación y propiedades del suelo en bosques tropicales secos de diferente estado regeneracional en Yucatán. Agrociencia 36(005): 621-631.
- Cecelski, E., Dunkerley, J., and Ramsay, W. 1980. Household energy and poor in the third world. Resources for the future, Inc., USA. 152 pp.
- Cervantes, C.O., Zamudio, S. F., Serrano, G.E., Musálem, M.A., y Torres, P.J.A. 1996. Evaluación financiera de un sistema agroforestal en la región de Zihuatetla, Puebla. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-10.

- Cervantes, M.E. 2006. La relación humanidad-naturaleza desde la perspectiva del Marxismo clásico fundador. En: memorias, Conferencia Internacional La obra de Carlos Marx y los desafíos del siglo XXI. La Habana Cuba. 7 p.
- Chalate, M.H. 2006. Los agroecosistemas con ganado bovino de doble propósito en el estado de Morelos, México. Tesis, Maestro en Ciencias. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México. 119 p.
- Cob, U.J.V., Granados, S.D., Arias, R.L.M., Álvarez, M.J.G., y López, R.G.F. 2003. Recursos forestales y etnobotánica en la región milpera de Yucatán, México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(1): 11-16.
- Combe, J. y Budowski, G. 1979. Classification of traditional agroforestry techniques in workshop on traditional agroforestry systems in Latin America. Turrialba, C. R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. pp. 17-47.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2005. II Censo de población y vivienda 2005. Veracruz Ignacio de la Llave: Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación por localidad, 2005. <http://www.conapo.gob.mx/>. Consultado, Mayo, 2009.
- COPLADEVER (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Veracruz). 2005. Estudios regionales para la planeación, información básica. Región VI, SOTAVENTO. Gobierno del estado de Veracruz. Veracruz, México. 23 p.
- Couttolenc, B.E., Cruz, R.J.A., Cedillo, P.E., y Musálem, M.A. 2005. Uso local y potencial de las especies arbóreas en camarón de Tejada, Veracruz. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11(001): 45-50.
- Del Ángel, P.A.L. 1991. Manejo de recursos agro-ganaderos en la zona inundable de Veracruz Central. Tesis, Maestría en Antropología Social. Departamento de Ciencias Sociales y Políticas. División de Estudios Sociales. Universidad Iberoamericana. México D.F. 224 p.
- Devendra, C. 2002. Crop-animal systems in Asia: future perspectives. Agricultural Systems 71(1-2): 179-186.
- Devendra, C. and Thomas, D. 2002. Crop-animal interactions in mixed farming systems in Asia. Agricultural Systems 71(1-2): 27-40.
- Devendra, C. and Sevilla, C.C. 2002. Availability and use of feed resources in crop-animal systems in Asia. Agricultural Systems 71(1-2): 59-73.
- Escobar, F.C.A. 1996. La abeja sin aguijón: perspectivas de manejo y utilización. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 14 p.
- Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C.A., Villanueva, C., Benjamin, T. y Sinclair, F. L. 2003. Árboles dispersos en los potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Americas 10(39): 24-29.

- Ezcurra, E. 2004. Pobreza extrema de campesinos, causa de la destrucción de bosques: INE. La Jornada. Instituto Nacional de Ecología. México. D.F. Sección de Política <http://www.jornada.unam.mx/2004/11/01/006n1pol.php?origen=politica.php&fly=1>. Consultado, Mayo, 2009.
- Fernández, J.L., Benítez, D.E., Gómez, I., Souza, A., y Espinosa, R. 2004. Rendimiento de materia seca y contenido de proteína bruta del pasto *Panicum maximum* vs likoni en un suelo vertisol de la provincia Granma. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38(4): 417-422.
- Galindo, J., Delgado, D., Pedraza, R., y García, D.E. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. Pastos y Forrajes 28(1): 59-68.
- Gallardo, L.F. 1998. Estudio de los agroecosistemas con producción bovina en el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México. 77 p.
- Gallardo, L.F. 2002. Los agroecosistemas de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana: una propuesta para la caracterización y el análisis tipológico de la agricultura regional. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México. 194 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. México.
- García, E. 2001. Árboles dispersos dentro de cultivos anuales en el municipio de Ilobasco, El Salvador. Agroforestería en las Américas 8(31): 39-44.
- García, E., Jaime, M., Mejía, B., Guillen, L., Harvey, C.A. 2001. Árboles dispersos dentro de cultivos anuales en el municipio de Ilobasco, El Salvador. Agroforestería en las Américas. 8(31: 39-44.).
- García, R.A., Mendoza, R.K.I., y Galicia, S.L. 2005. Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México (Parte B). Investigaciones Geográficas 56: 77-100.
- Giraldo, V.L.A. 1999. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. En: Memorias de la primera conferencia electrónica, Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal. Abril-septiembre, FAO, Roma, 1999. pp. 201-215.
- Giron, C.Y.S. and Sinclair, F.L. 2001. Characterization of multiestrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. Agroforestry Systems 53: 215-225.
- Gliessman, S.R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sustentable. LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. 349 p.

- Gómez, C.H., Tewolde, A., Nahed, T.J. 2002. Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en la zona centro del estado de Chiapas, México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 10(3): 175-183.
- González, A., Herrera, Y., Mora, M., y Entrena, I. 1997. Uso del matarratón *Gliricidia sepium* en la alimentación de ovinos pastoreando bajo cubierta de cítricos. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 122-123
- González, G.J.C., Madrigal, S.X., Ayala, B.A., Juárez, C.A., y Gutiérrez, V.E. 2006. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán, México. Livestock Research for Rural Development. *Volume 18, Article #109*. Retrieved July 9, 2009, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>
- Goodman, A. Leo. 1961. Snowball Sampling. The Annals of Mathematical Statistics, Vol. 32: 148-170.
- Google™ Earth. 2009. 2009 Technologies; 2009 Tele Atlas. Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO.
- Granados, S.D., y Florencia, L.R.G. 1996. Agroecología. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 371 p.
- Guevara, S., Laborde, J., y Sánchez, R.G. 2005. Los árboles que la selva dejó atrás. Interciencia 30(10): 595-601.
- Harvey, C.A., Haber, W.A., Solano, R., y Mejía, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿Herramientas para la conservación? Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 3 p.
- Heredia, V.M. 1999. Producción de biomasa en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo diferentes regímenes de manejo. Tesis de Maestro en Ciencias en Agroforestería para el desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 51 p.
- Hernández, E.R., Gallardo, F., López, S., Pérez, P., y Sol, A. 2008. Composición de la dieta de ganado bovino apacentando en sitios con vegetación secundaria en la región centro de Veracruz. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 178-195.
- Hernández, H.J., López, O.S., Villarruel, F. M., Lorea, H. F., Torres, R. J. 2006. Vegetación nativa de los agostaderos de la comunidad San Julián Veracruz: Importancia y potencial para la producción animal. En: Memorias de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. 10-12 de julio. México D.F. Archivo electrónico. 3 p.
- Hernández, L.. 2001. Historia ambiental de la ganadería en México. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México. 276 p.
- Hernández, U.A. 2001. Crecimiento y producción de materia seca de *Panicum maximum* Jacq. Bajo distintos niveles de luminosidad. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Úrsulo Galván, Veracruz, México. 38 p.

- Huxley, P.A. 1983. The role of trees in agroforestry. In: Plant research and agroforestry. Nairobi, Kenya. 8 to 15 april 1981. World Agroforestry Center. p. 3-12.
- Ibrahim, M., Camero, A., Camargo, J.C., Andrade, H. 1999. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Esperiencias del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. En: Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia. pp. 1-7.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2004. Anuários Estadísticos de los Estados, 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 197 p.
- Jiménez, F.G., López, C.M., Nahed, T.J., Ochoa, G.S., y Jong, B. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria Mexicana 39(2): 199-213.
- Juárez, L.F.I., Montero, L.M., Serna, G.C., y Canudas, L.E.G. 2002. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos. "La Posta" Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz, México. 27 p.
- Keilbach, B.N.M. 2005. Ganadería campesina en el centro de Veracruz ¿Qué se puede esperar del PROGRAM? En: Memorias, libro Ganadería, Sustentabilidad y Desarrollo Rural. Septiembre de 2005. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 303 p.
- Kronick, J. 1984. Temporal analysis of agroforestry systems for rural development. Agroforestry Systems 2(3): 165-176.
- Kú, V.J., Ramírez, A.L., Jiménez, F.G., Alayón, A.J., Ramírez, C.L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Sánchez M.D., y Rosales M.M. (editores). Agroforestería para la producción animal en América Latina, Roma, Italia. pp. 231-258.
- Leite, G.G., Costa, N.L., y Gomes, A.C. 1996. Curvas de crecimiento e composicao química de *Panicum maximum* cv. Vencedor. Pasturas Tropicales 18(3): 37-41
- Leyva, B.V. 2006. Uso, extracción y manejo de los acahuals de la Selva Baja Caducifolia en las localidades Acazónica y Paso de Ovejas de la zona Sotavento del estado Veracruz. Tesis, Maestro en Ciencias. Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México. 114 p.
- Levy, T.S.I., Aguirre, R.J.R., Martínez, R.M.M., y Durán, F.A. 2002. Caracterización del uso tradicional de la flora espontánea en la comunidad Lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. Interciencia 27(10): 512-520.
- LICPAS (Línea de Investigación del Colegio de Postgraduados en Agroecosistemas Sustentables). 2008. Diagnóstico Transdisciplinario en los Municipios de Cárdenas, Tabasco y Paso de Ovejas, Veracruz. Documento Ejecutivo. Proyecto Integrador, Investigación en Agroecosistemas para el Desarrollo Rural Sustentable en Diferentes Regiones Fisiográficas de México. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates Manlio Fabio Altamirano. 53 p.

- López, C.C. 2008. Uso actual, potencial y clasificación campesina de tierras agrícolas en la comunidad de Angostillo, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. Reporte Técnico. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz pp. 42.
- López, H.M.A., Rivera, L.J.A., Ortega, R.L., Escobedo, M.J.G., Magaña, M.M.A., SÁngines, G.J.R. y Sierra, V.A.C. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México* 46(2): 205-215.
- López, G.A.M., Williams, L.G., and Manson, R.H. 2008. Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124:160-172.
- López, H.V.M. 2008. Composición química y consumo voluntario de Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y pasto taiwan (*Pennisetum purpureum*) por ovinos tropicales. Tesis, Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. 63 p.
- Luna, M.E. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 2006. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>. 45 p. Consultado, Febrero, 2009.
- Malagón, M.M.P. 1999. Balance de nutrientes, flujos energéticos y valoración económica de las opciones pastoril. Silvícola y silvopastoril, en las Choapas, Veracruz. Tesis de Maestro en Ciencias en Agroforestería para el desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 165 p.
- Maldonado, M., Grande, D., Cabrera, S., Hernández, S., Reyes, F., y Pérez, G.F. 2008. Sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 49-59.
- Manchado, R. 1996. Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de *Andropogon gayanus* CIAT-621, bajo condiciones de manejo intensivo. Efecto de la época y el año. *Pastos y Forrajes* 19:121
- Manidool, C. 1984. Silvo Pastoral Systems in Thailand. International Symposium on pastures in the tropics and subtropics. Tropical Agriculture Research Series No. 18 pp. 187-194.
- Manríquez, M.L.Y., López, T.Z.G., Olguín, P.C., Díaz, R.P., Ortega, J.E., y Pérez, H.P. 2008. Evaluación de un sistema silvopastoril bajo pastoreo simultaneo de bovinos en la zona centro de Veracruz. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 189-195.
- Mariaca, M.R. 1995. Agroecosistema concepto central en la agroecología: búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo. En: Loera *et al.*, (eds.). *Agroecología y desarrollo sustentable*. Segundo Seminario Internacional de Agroecología Chapingo, Méx. 29-31 de marzo: 102-113.
- Martínez, R.J.L., Aguilar, B.U., Vázquez, C.D.L., y Pérez S.J.M. 2005. El comercio de la leche de bovino y subproductos en la región montañosa del centro de Veracruz. En:

- Memorias, Libro Ganadería, Sustentabilidad y Desarrollo Rural. Septiembre de 2005. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 303 p.
- Martínez, T.J. 2001. Demografía y dinámica poblacional de zacate guinea (*Panicum maximum*) en un potrero de la región central de Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. Orizaba, Veracruz, México. 60 p.
- Magaña, M.J.G., Ríos, A.G., y Martínez, G.J.C. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. En: XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la AMPA, Tampico, México. 14 (3): 105-114.
- Montagnini, F. 1986. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en el trópico. San José Costa Rica. OET, OICD, DHR. 622 p.
- Muofue, M., and Dakota, F. 1999. Nitrogen nutrition in nodulated plants of the shrub tea legume *Aspalathus linearis* assessed using N natural abundance. Plant and Soil 209(2): 181-186.
- Muraoka, T. 2000. Mejoramiento del uso del agua en la agricultura: El papel de las técnicas nucleares. ARCAL Ed. Takashi Muraoka. Piracicaba: Cena. 131 pp.
- Musálem, S.M.A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2):91-100.
- Nair, P.K. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 543 p.
- Navarro, P.L.C., y Avendaño, R.S. 2002. Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México. Polibotánica 14:67-84.
- Nieto, M.J., Manríquez, M.Y., López, O.S., Gallardo, L.F. 2006. Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.): una opción para la producción de forraje en la ganadería del sistema terrestre de Lomeríos en el centro de Veracruz. En: Memorias de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. 10-12 de julio. México D.F. Archivo electrónico. 3 p.
- Novoa, B.A.R. 1983. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en los trópicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 133. P.
- Ocaña, Z.E., Castillo, G.E., y Valles, M.B. 2007 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. BOVINOTECNIA, BOLETÍN TÉCNICO VIRTUAL. 13(05):1-9.
- Ospina, A.A. 2000. Contribución al conocimiento de los criterios de clasificación y caracterización de los sistemas agroforestales. Monografía. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Fundación Ecovivero. Palmira, Colombia. 262 p.

- Ospina, A.A. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Editorial, Asociación del colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano –ACASOC. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. 238 p.
- Palma, J.M. 1997. Establecimiento de *Gliricidia sepium* en el trópico seco con alta densidad de siembra. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 5(1):5-6.
- Palma, G.J.M. 2005. Los sistemas silvopastoriles en la producción pecuaria (experiencias en el trópico seco). En: XIX Reunión de la Asociación latinoamericana de Producción Animal y XXXIII de la Reunión Mexicana de Producción Animal. Universidad de Colima. Tamaulipas Méx. pp. 23-31.
- Palacios, W.A. 2008. Plantas combustibles. Enciclopedia de las plantas Útiles del Ecuador. Quito, Ecuador. pp. 83-85
- Pérez, H.P., López, O.S., Álvarez, A.C., Ortega, J.E., Rojo, R.R., y Gallegos, S.J. 2003. Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en la Ganadería Bovina de Doble Propósito. En: Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. 1ª Ed. Colegio de Posgraduados. México. pp. 91-104
- Pérez, N. y Linares, T. 2008. Sistemas agroforestales: una propuesta para la caracterización y evaluación de sistemas silvopastoriles. [En línea]. 1º de diciembre de 2008. [3 de abril de 2009]. Cali Colombia. www.agroforesteriaecologica.com 17 p. Consultado, Febrero, 2009.
- Pinto, R.R., Martínez, B., Velazco, R., Gómez, H., Medina, F.J., Hernández, A., Vázquez, J., Carmona, I., Fegurson, B., Alemán, T., Carmona, J., y Pezo, D. 2005. Características nutricionales de arbóreas forrajeras de la región fronteriza de Chiapas. En: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. pp. 365-367.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. Interciencia 31(8): 583-590.
- Rivas, L. y Holman, F. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. En: Curso Internacional de Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito. Veracruz, México. 38 p.
- Rojas, M.H. 1995. Análisis de factibilidad financiera de una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en sistemas agroforestales en los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 p.
- Rojo, R.R., Vázquez, A.J.F., Pérez, H.P., Mendoza, M.G.D., Salem, A.Z.M., Albarrán, P.B., González, R.A., Hernández, M.J., Rebollar, R.S., Cardoso, J.D., Dorantes, C.E.J., y Gutiérrez, C.J.G. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Tropical Animal Health Production 41: 715-721.

- Román, M.M.L. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena leucocephala* en un banco de proteína para ovinos. Tesis, Maestría en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. Colima, México. 76 p.
- Romero, C.S. medina, R., y flores, R. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo Tocuyo, Estado Falcon. Revista Zootecnia Tropical 16:41.
- Rosales, J.J., Cevallos, J.M., Hernández, F. 2008. La diversidad de sistemas agroforestales en el Sur y las Costa Sur de Jalisco. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 57-67.
- Ruiz, R.O. 1995. Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico En: Loera *et al.*, (eds.). Agroecología y desarrollo sustentable. Segundo Seminario Internacional de Agroecología Chapingo, Méx. 29-31 de marzo. pp. 102-113.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca (SEDARPA). 2007. <http://www.oedrus-veracruz.gob.mx/>. Consultado, Mayo, 2009.
- Shannon, C.E., and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU.144 p.
- Somarriba, E. 2001. El análisis y mejoramiento de las plantaciones lineales de una finca. Agroforestería en las Américas 8(30): 55-58.
- Sosa, R.E.E., Sansores, L.L.I., Zapata, B.G.J., y Ortega, R.L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. Técnica Pecuaria 38(2): 105-117.
- Sosa, R.E.E., Pérez, R.D., Ortega, R., y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Técnica Pecuaria en México 42(2): 129-144.
- Sosa, R.E.E., Cabrera, T.E., Pérez, R., y Ortega, R.L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Técnica Pecuaria en México 46(4): 413-426.
- Toledo, M.V., Bassols, B.N., Frapolli, G.E., y Chaires, A.P. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos. Interciencia 33(5): 345-352.
- Torquebiau, E.F. 1990. Los conceptos de la agroforestería: una introducción. ICRAF, Nairobi, Kenya. 45 p.
- Torquebiau, E.F. 2000. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. E.F. Torquebiau / C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences 323 (2000) 1009–1017
- Torregoza, L., Cuadrado, H., y Vega, A. 2004. Producción, composición química y digestibilidad del Pasto *Bachiaria erecta* en diferentes épocas de edades de rebrote.

<<http://www.tiripana.org.co/imagen-turipana.publicaciones.gif>> [Fecha de consulta: Mayo de 2009].

- Torres, R.J.A. y Grande, C.D. 2008. Algunas estadísticas relevantes de las reuniones mexicanas sobre sistemas agro y silvopastoriles (1999-2006). En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 336-341.
- TROPICOS ®. 2009. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 18 Jun 2009. <http://www.tropicos.org/>. Consultado, Junio, 2009.
- Uribe, G.M. 1999. Caracterización Agronómica y Evaluación Socioeconómica del Sistema Tradicional Agroforestal café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. Tesis de Maestro en Ciencias en Agroforestería para el desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 179 p.
- Valle, J.L., Palma, J.M., y Sangines, G.L. 2004. Biomasa y composición nutricional de la asociación *Cenchrus ciliaris-Gliricidia sepium* al establecimiento. Rev. AIA. 8(2): 78-85.
- Van Soest, P.J. 1985. Analysis or forage and fibrous foods. Laboratory manual for animal science. Cornell University (N.Y., EE.UU.) No. 613. 165 p.
- Vargas, M.M. 2008. Curso: introducción a los agroecosistemas; introducción ecológica. Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. pp. 14
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Leonard, I., Pascual, Y., y López, Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv Tanzania. Revista Electrónica de Veterinaria IX(5): 1-9.
- Villa, H.A., López, O.S., Ortega, J.E., y Vargas, S., 2008. Producción de un sistema silvopastoril basado en *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Panicum maximum* en la zona centro de Veracruz, México. En: IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles; "Estrategias ambientalmente amigables". 12-16 de mayo de 2008. Universidad Autónoma de Colima. Colima, México. pp. 68-74.
- Villacís, J., Harvey, C.A., Ibrahim, M., y 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): 17-23.
- Villanueva, C., Tobar, D., Ibrahim, M., Casasola, F., Barrantes, J., y Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 3 p.
- Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C., y Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follajes arbóreos en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 8(31): 31-38.