

El Colegio de la Frontera Sur

Caracterización del manejo de los sistemas ganaderos
con árboles dispersos en potreros y su relación
microclimática, en la Sierra de Tabasco

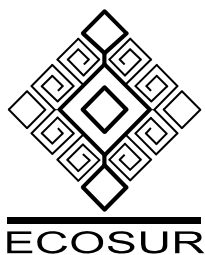
TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Cándido Martínez Encino

2012



El Colegio de la Frontera Sur

Villahermosa, Tabasco, 30 de agosto de 2012.

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de:

Cándido Martínez Encino

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

“Caracterización del manejo de los sistemas ganaderos con árboles dispersos en potreros y su relación microclimática, en la Sierra de Tabasco”

para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**.

	Nombre	Firma
Tutor	M. en C. Gilberto Villanueva López	_____
Asesor	Dr. José Nahed Toral	_____
Asesora	Dra. María Lorena Soto Pinto	_____
Sinodal adicional	M. en C. José Manuel Ruíz Rodríguez	_____
Sinodal adicional	Dr. Pablo Martínez Zurimendi	_____
Sinodal suplente	Dr. Regino Gómez Álvarez	_____

Dedicatoria

A **Dios** por haberme dado la vida y acompañado en mis salidas a campo para la toma de datos, y sobre todo, porque a pesar de haberme quedado solo contra el mundo y sentirme en un túnel sin salida, logré encontrar la luz y poder concluir este trabajo, y sé que él ha estado conmigo en todo momento y me ha acompañado a cada instante y a cada paso de mi trayectoria.

A mis papás porque son el motor e inspiración de mi vida y he llegado tan lejos gracias a su apoyo moral, comprensión, cariño y amor, pero sobre todo porque han sido una gran guía silenciosa

A mis herman@s y prim@s que siempre han estado presentes cuando más los necesito, y por pasar momentos gratos y provechosos con ellos.

Al Dr. Salvador Hernández Daumás que en paz descansa, fue una gran persona y muchas de sus grandes ideas están concretadas en este trabajo, algo que me llevaré conmigo para el resto de mis días, es que nunca debo dejar de soñar y conseguir lo que anhelo.†

A mis amig@s y compañer@s que hicieron de la maestría única e inolvidable: A Fernando Casanova, Diego Hernández, Marcos A. Col, Yanet López, Federico Reyes, Salvador Santamaría, Noé Miguel, Alfredo Núñez, Ricardo Aguilar, Luis Felipe Zamora, Crys Caro, Laura Lee, Mélani Voissin, Stephen Woroniecki y los que me faltan por mencionar.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado una beca para terminar mis estudios de Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.

A El Colegio de la Frontera Sur, que me permitió terminar la maestría, pero sobre todo porque ha sido una institución comprometida en forjar recursos humanos con conocimientos interdisciplinarios para afrontar los nuevos problemas del futuro en el sureste mexicano, y además porque ha permitido desarrollarme académicamente.

A los integrantes de mi consejo, Al Dr. José Nahed que por sus comentarios atinados y su vasto conocimiento sobre el tema fue que se llegaron a concretar muchas de las ideas, al igual que la Dra. Lorena Soto, que por su contribución y por su conocimiento sobre los sistemas agroforestales se lograron los objetivos planteados, pero sobre todo sus observaciones siempre fueron positivas así como su calidez como ser humano. Al M en C. Gilberto Villanueva, que asumió las responsabilidades de mi trabajo de investigación en este largo caminar y que se logro llegar a la meta.

A los productores: Don Mercedes, Alfonso Vera y Don Isidro Pérez del ejido Nuevo Progreso (Tenosique) Don Fernando Martínez, Don Manuel Morales de Zunú y Patastal (Tacotalpa), que fueron personas claves, además me apoyaron en mi proceso de campo, en la identificación de varias especies arbóreas existentes en los potreros, fungieron como guías de campo, asimismo coadyuvaron en la facilitación de hospedaje, alimento y transporte durante mi estancia en cada una de las localidades.

ÍNDICE	PAG.
I. INTRODUCCIÓN.....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.3.2. HIPÓTESIS.....	10
2. ARTÍCULO SOMETIDO.....	12
3. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	33
4. LITERATURA CITADA.....	36
5. ANEXO.....	42
1.MAPA DE LOCALIZACIÓN DE SITIOS.....	42
2. CARTA DE ACEPTACIÓN.....	43

I. INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco, la actividad agropecuaria más importante en términos de extensión es la ganadería bovina extensiva. Según datos del Censo de Ganadería Bovina, el hato tabasqueño se estima en 1, 727,008 cabezas en una superficie de 1, 254,288 hectáreas, que corresponde al 50.7% del territorio del estado. El número de productores se estima en 43 mil y el número de cabezas por productor en 39.7 (SEDAFOP, 2009). Estos datos suponen una fuerte contribución de los sistemas ganaderos en la economía de las familias campesinas, sin embargo, enfrentan serias limitaciones en torno a productividad y conservación de los recursos, tanto que las matrices de las principales coberturas arbóreas están en constante dinámica, ocasionando erosión, deforestación y a la par desencadenan una serie de problemáticas económicas, sociales y ecológicas (Villanueva, 2005; Harvey *et al.* 2011).

Una de las formas que se propone para disminuir los efectos adversos de la deforestación causada por este proceso de ganaderización, es conciliar los diferentes usos del suelo a través de sistemas más amigables con la naturaleza como los agroforestales que si bien son sistemas complejos, donde interactúan árboles, arbustos, cultivos, pastos y animales, pueden incrementar significativamente sus contribuciones alimentarias, económicas y sociales, además, disminuir la presión sobre los bosques (Kaimowitz, 2001; Sharrow e Ismail, 2004; Nair, *et al.* 2007).

Los sistemas agroforestales (SAF) entre ellos los sistemas silvopastoriles (SSP) se caracterizan por su capacidad de optimizar la producción del territorio a través de una explotación diversificada, en la que los árboles proveen productos como madera,

alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites, entre otras (McNeely, 2004; Shibu, 2009). Para alcanzar sus efectos benéficos; los SAF deben reunir tres atributos: productividad, es decir producir los bienes requeridos por el productor; sostenibilidad que se refiere a la capacidad del sistema para permanecer productivo en el largo plazo y adaptabilidad si el sistema es capaz de autorregularse, de coordinarse para ser compatibles, de amortiguar oportunamente las perturbaciones coyunturales adversas, o cuando se presentan cambios estructurales internos y externos (Jiménez y Muschler, 2001; Nahed *et al.* 2006).

Sin embargo, a pesar de que existe bastante información y estudios sobre este tema, en el sureste de México, hay poca información sobre la estructura de los sistemas ganaderos con árboles y su relación entre cobertura arbórea, herbácea y macrofauna del suelo en sistemas con distinta intensidad de manejo. Esta información es útil no solo para el conocimiento de los sistemas y sus interacciones, sino que puede ser útil para mejorar la base de conocimiento que permita el rediseño de estos sistemas, nuevas propuestas de manejo sustentable y la adopción más efectiva de estos sistemas a escala comercial. De igual forma, esta información puede contribuir en la experiencia para la consolidación de políticas públicas para transformar sistemas ganaderos extensivos en sistemas de producción animal más robustos como los SSP (Jiménez *et al.* 2007).

Por lo anterior, se realizó el presente estudio con el propósito de conocer por un lado las características y el manejo de los sistemas ganaderos con árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, y por otro lado conocer las relaciones de la cobertura

arbórea, herbácea y la macrofauna del suelo en relación a las condiciones de microambiente que determinan la funcionalidad del sistema.

1.1. ANTECEDENTES

En la planicie costera del Golfo de México se ubica la mayor parte del trópico húmedo mexicano, integrando los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; abarca aproximadamente el 27% de la superficie total nacional y concentra el 23% de la población (Palma *et al.* 1995). Esta región agrupa los ecosistemas naturales más ricos, diversos, intrincados y complejos que se conocen: las exuberantes selvas altas. Este tipo de vegetación cubrió originalmente unos 15 millones de hectáreas, distribuidas en su mayoría en la planicie del Golfo de México, la base de la Península de Yucatán y en una amplia porción de las montañas y las costas de Chiapas (SEMARNAT, 2003). Sin embargo, esta región se ha caracterizado por presentar un proceso acelerado de deforestación. Cairns *et al.* (2000) calculan que entre 1977 y 1992 la cobertura forestal del sureste de México disminuyó en un 28% (8.4 millones de hectáreas) a una tasa de 558,640 ha/año, lo que significa una tasa de deforestación anual de 1.9%, mientras que la superficie agropecuaria se incrementó en un 64%. Otros reportes indican tasas anuales de deforestación entre 1 y 12.4% (Cairns *et al.* 1995).

En el caso particular de Tabasco, cabe mencionar que décadas atrás tenía una exuberante flora y fauna, así como selvas y bosques. Pero debido al crecimiento poblacional, el establecimiento de sistemas de producción agropecuaria que ha impactado fuertemente sobre los recursos naturales y el cambio de uso del suelo, gran

parte de la biodiversidad en el estado se ha perdido. Cabe destacar que hasta mediados de los años 50's, el estado de Tabasco permanecía cubierto en gran parte por vegetación selvática, sin embargo, durante las últimas cinco décadas las políticas gubernamentales incentivaron el desarrollo de la ganadería extensiva particularmente en las tierras ejidales (Sánchez, 2005), resultado de una lógica productiva regulada por las normas de mercado y las altas demandas de productos cárnicos y sus derivados hacia el centro y norte del país (Toledo, 1982), que afectó la cobertura forestal natural la cual se redujo del 49% presente en 1940 al 8% en 1992 (López, 1980, Flores y Gerez 1994, Challenger 1998), y de solamente 4% a principios del siglo XXI.

Actualmente a pesar del avanzado proceso de deforestación que además de la pérdida de su riqueza biológica, se refleja en problemas de pérdida de calidad y cantidad de suelo, azolvamientos y un marcado desequilibrio ecológico, aún se observa la presencia de al menos tres sistemas silvopastoriles tales como las cercas vivas, los árboles dispersos en los potreros y en menor grado el pastoreo en plantaciones forestales, que si bien son capaces de producir leche, carne, madera y servicios ambientales que contribuyen a darle sostenibilidad y operatividad al sistema, carecen de un manejo técnico que los lleve a maximizar su producción.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presencia de árboles en los ranchos es un recurso accesible al campesino que favorece la estabilidad de la familia en las áreas rurales. Independientemente de la distribución y arreglo dentro del SSP, los árboles cumplen una función importante en el incremento en la rentabilidad de los ranchos ganaderos, al ofrecer beneficios

económicos adicionales como madera, postes, leña, y suplementos de alta calidad nutricional, como forrajes y frutos durante todo el año (Camero *et al.* 2001), además de funciones ecológicas. Velázquez (2004) mencionó que la macrofauna decrece según el grado de perturbación de los suelos: así, en sitios con mayor grado de alteración como pastizales, suelos erosionados, cultivos mixtos y jardines, se presenta menor densidad faunística, lo que convierte a la macrofauna una poderosa herramienta de evaluación y monitoreo de la calidad de suelo.

Si bien se reconoce la importancia de los árboles para los animales (Jiménez, *et al.* 2007), se ha documentado que uno de los aspectos más controversiales para la adopción de tecnologías silvopastoriles se refiere al efecto que ocasiona la presencia de éstos en los potreros sobre la producción de pasto y sobre el animal, que si bien puede ser muy positivo al proveer sombra y alimentación para el ganado a través del follaje y de frutos, especialmente durante el periodo seco, reduce la evaporación y el estrés calórico en los animales a través de la producción de sombra, mejora la productividad del suelo a través del ciclaje de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno) (Reynolds, 1995; Somarriba, 1995; Esquivel y Calle, 2002; Sharrow e Ismail 2004; Chacon y Harvey, 2006; Oelbermann *et al.* 2006; Harvey y González, 2007; Kirby y Potvin 2007; Shibu, 2009; Dube *et al.* 2009; Bambrick *et al.* 2010; Nair *et al.* 2010); la sombra de los árboles también ocasiona efectos negativos tales como la competencia por luz solar, nutrientes y agua, lo que determinará la tasa de crecimiento y el potencial de producción de pastos y cambios importantes en la composición botánica (Somarriba y Lega, 1991; Pezo e Ibrahim, 1999). Sin embargo los pastos bajo sombra moderada mejoran su relación entre fotosíntesis y respiración, es decir la eficiencia en el uso de la

luz, y presentan menos tejidos muertos, propiciando más proteína cruda y menos fibra (Cruz, 1997), esto se explica porque al bajar la temperatura y la luminosidad, la tasa fotosintética de los pastos se atenúa, pero también lo hace su tasa respiratoria, retardando su envejecimiento y manteniendo su valor nutritivo (Murtagh et al., 1987), es decir, haciendo más prolongado el aprovechamiento de pasto para los animales, caso contrario en áreas sin árboles.

Ante ello, surge la necesidad de contar con elementos de valoración que permitan discernir bajo qué condiciones la abundancia y composición de un estrato arbóreo, es capaz de mitigar los efectos detrimentales de la ganadería. Se ha planteado que un manejo adecuado de los árboles incluyendo el aprovechamiento de los maderables para la leña o vivienda, la fertilización de los frutales y las podas sanitarias y de formación, permitiría regular la cantidad de luz que alcanza el estrato herbáceo y crearía un ambiente más propicio para el crecimiento de la pastura. Sin embargo, la manutención y poda de los árboles en SSP eleva los costos de producción por jornales, herramientas e instalaciones, provocando la reticencia de los productores a instrumentar medidas de manejo de sus árboles y más aún, minimizando el número de árboles en sus potreros.

Bajo esta perspectiva, generar información sobre el manejo, el uso, la abundancia y composición arbórea en la pradera en donde se practica la ganadería extensiva permite sentar bases para la conservación de los recursos, la generación de servicios ecosistémicos que realmente sirvan al productor tanto para mejorar su calidad de subsistencia, como para conservar y mejorar el sistema hasta llegar a ser sustentable.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Identificar y caracterizar la composición y estructura arbórea, la macrofauna del suelo y las relaciones entre la intensificación del manejo y el componente arbóreo en potreros con árboles dispersos, en la zona Sierra de Tabasco.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar y caracterizar el manejo de los sistemas ganaderos con árboles dispersos en potreros en la zona Sierra de Tenosique y Tacotalpa, Tabasco.

Caracterizar el manejo, la abundancia y composición arbórea en potreros con árboles dispersos en la zona Sierra de Tenosique y Tacotalpa, Tabasco.

Determinar la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en potreros con árboles dispersos en la zona Sierra de Tenosique y Tacotalpa, Tabasco.

1.3.2. HIPÓTESIS

El grado de manejo que reciben los sistemas ganaderos en los potreros con árboles dispersos afecta a la cobertura herbácea presente.

La abundancia y composición de los árboles está dada en función del manejo que éstos reciben por parte de los productores.

La presencia de árboles en los sistemas ganaderos propicia un microclima que favorece la presencia de microorganismos en el suelo, pero el manejo a estos sistemas influye directamente en la abundancia de estos organismos.

2. ARTÍCULO SOMETIDO

En la revista Agrocienza del Colegio de Postgraduados

**DENSIDAD Y COMPOSICIÓN DE ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS EN LA
SIERRA DE TABASCO**

**DENSITY AND COMPOSITION THE SCATTERED TREES IN
MOUNTAIN RANGE OF TABASCO**

Cándido Martínez-Encino^{1*}, Gilberto Villanueva-López¹, Fernando Casanova-Lugo²

RESUMEN

Los potreros de la Zona Sierra de Tabasco, México, son manejados bajo conocimientos locales y se caracterizan principalmente por árboles jóvenes que crecen de manera espontánea y en algunos casos son sembrados y retenidos deliberadamente por el productor. Estos árboles tienen un diámetro a la altura del pecho (DAP) predominante de 20-30 cm, altura de 6-8 m, áreas de copa de 20-40 m², un fuste de 3-4 m, y buena riqueza de especies. Se hizo una descripción de la composición en Tacotalpa y Tenosique, y los datos se analizaron mediante estadística descriptiva. Se encontró una menor frecuencia de árboles adultos de 2 % y 5 %, un índice de Shannon (H') de 1.37± (0.33) y 1.61± (0.22), una dominancia (D) de 0.41± (0.13) y 0.33± (0.07), y una densidad de 48 y 93 árboles ha⁻¹, para Tacotalpa y Tenosique respectivamente. La mayoría de las especies encontradas son típicas de bosques o selvas, aunque las especies generalistas están en segundo lugar pero siguen siendo especies locales. Se concluye que la sombra no incide directamente en la disponibilidad de las coberturas herbáceas en la Sierra de Tabasco debido a la composición y estructura específica encontrada y por las variaciones por zona en manejo de los sistemas

ganaderos, así como el nivel de tecnificación; además, los valores de cobertura herbácea están directamente influido por la precipitación media anual en cada zona.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles, conocimiento local, cobertura herbácea, Tacotalpa y Tenosique.

INTRODUCCIÓN

La ganadería extensiva es una de las causas de la deforestación de la vegetación primaria en la planicie tabasqueña, debido a la alta demanda de los productos cárnicos y lácteos (Toledo *et al.*, 1995; Tudela, 1992). Actualmente, sólo hay un 8 % de selva (Prieto y Bocco, 2000) concentrada en la Zona Sierra Sur de Tabasco, colindando con el estado de Chiapas. Estos remanentes de selvas continúan en riesgo por la constante dinámica y expansión de praderas aún con los problemas financieros y económicos que enfrenta este sector. Por tanto, se plantean alternativas de producción más amigables al ambiente como los Sistemas Silvopastoriles (SSP) (Torquebiau, 2000), los cuales pueden promover interacciones biológicas y sinergias entre los componentes (pasto, animal y árboles) generando sistemas más sostenibles, robustos y resistentes a los disturbios ecológicos, ambientales y antropológicos (Masera *et al.*, 1999).

Los árboles dispersos en los potreros (ADP) son el SSP más común en la zona Sierra de Tabasco (Grande *et al.*, 2010). Estos árboles son retenidos dentro de los potreros por los productores ya que ofrecen sombra, leña, madera, forrajes y son importantes para la conservación de la biodiversidad, proveen frecuentemente hábitat y mejoran las conectividades entre paisajes (Esquivel *et al.*, 2011; Harvey *et al.*, 2011); además ofrecen beneficios ambientales como la captura de carbono, mejor calidad del agua y aire (Shibu, 2009; Nair, 2011; Casanova *et al.*, 2011). Sin embargo, estos sistemas son manejados con conocimientos locales y no son explotados eficientemente; según Jiménez *et al.* (2007), los árboles influyen negativamente en el

desarrollo de la pastura disminuyendo la productividad en la ganadería. Algunos productores mantienen árboles en el interior de los potreros y muchos de ellos son especies endémicas de los que no hay información sobre la densidad, diversidad y composición específica de los ADP, ni se conocen los usos potenciales de las especies como una forma de contribuir a la diversificación de las especies locales.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar el SSP y ADP en la zona serrana de Tabasco, México; para determinar la riqueza específica, la estructura y la densidad de los árboles dispersos, asimismo, cuantificar la importancia de la sombra mediante la evaluación de la cobertura herbácea en dos épocas del año (seca y lluvia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó de febrero a agosto del 2011 en cinco localidades de los municipios de Tacotalpa y Tenosique, en la zona Sierra Sur de Tabasco, México, entre 17° 15' y 17° 45' N y 90° 38' y 93° 46' O, con altitudes entre 50 y 1000 m (Cuadro 1). En esta zona se encuentra la mayor parte de los relictos de selva en Tabasco (Palma *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Características de la zona de estudio de la zona Sierra de Tabasco

Características biofísicas de la zona	Tenosique	Tacotalpa
Extensión territorial (km ²)	1,848	738
Localidades	Santo Tomás, Nuevo Progreso e Ignacio Allende	Villa Luz y Zunú-patastal

Tipo de vegetación	Bosque tropical lluvioso	Selva baja perennifolia
	Bosque tropical perennifolio	Selva mediana perennifolia
	Vegetación secundaria	Vegetación secundaria
Tipo de suelo	Leptosoles	Leptosoles
	Luvisoles	Fluvisoles
		Vertisoles
Precipitación media anual (mm)	3282	4014
Temperatura media anual (°C)	26.3	25.6
Temperatura máxima (°C)	30.5	29.2
Temperatura mínima (°C)	22	22

Palma *et al.*, 2007

Criterios de selección de sitios

Primero se hizo una reunión con los ganaderos de la zona para conocer quienes contaban con ADP y se les preguntó el número de árboles ha⁻¹. Después se visitaron los ranchos con ADP y se seleccionaron los que cumplían con los siguientes criterios: densidad arbórea (40 a 80 %), dap (diámetro a la altura del pecho) >10 cm, y que fueran áreas activas. Posteriormente se definieron las áreas de muestreo.

Métodos de colección y análisis de datos

Inventario florístico

Se muestrearon 16 potreros (1 ha = unidad de muestreo), seis son de la zona de Tacotalpa y 10 de la zona de Tenosique y en cada uno se contabilizaron e identificaron por nombre común y científico todos los árboles; además se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (Ht), altura del fuste (Hf) y área de copa de todos los árboles encontrados (con DAP >10 cm).

Para calcular el área de copa de los individuos arbóreos se usó la siguiente ecuación (Esquivel, 2011).

$$A = Pi * R1 * R2$$

donde A = área de la copa (m²), Pi = 3.1416, R1 = radio del eje 1 (m), R2 = radio del eje 2 (m).

Los datos del inventario arbóreo se analizaron mediante estadística descriptiva y se estimó la composición y estructura de la vegetación (densidad, abundancia y riqueza) a través de los índices de diversidad de Shannon (H') y la dominancia Simpson (D), usando la diversidad alfa por medio de ecuaciones propuestas por (Moreno, 2001). Además, en cada localidad de ambas zonas se calculó el índice de similitud de Jaccard (J'), usando los valores de la abundancia relativa, para determinar la distribución de los individuos en las diferentes especies. Para el cálculo de índice de diversidad se utilizó el software Biodiversity Pro (McAleece, 2007). El índice de Shannon se calculó con la siguiente ecuación (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum Pi \ln Pi$$

donde Pi= es la proporción de individuos encontrados en la iésima especie, ln= es el logaritmo natural

La dominancia de Simpson (D) se cálculo con la siguiente ecuación (Moreno, 2001):

$$\lambda = \sum_{Pi} 2$$

donde Pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especies i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El índice de Jaccard se calculó con la ecuación:

$$Cj = j \div a + b - j$$

donde J = es el número de especies encontradas en ambos sitios, a = el número de especies del sitio A, b = el número de especies del sitio B.

Estimación de cobertura herbácea

Se hizo a partir de la selección de 5 árboles dominantes; bajo los siguientes criterios: DAP y Ht, (en el criterio se discriminó la especie). Posteriormente debajo de cada árbol, se estableció un transecto con 3 puntos de muestreos (2 m entre puntos), orientado hacia el oeste en donde la incidencia solar es mayor. Se hicieron tomas de fotografías digitales siguiendo el transecto (gradiente de sombra) en cada uno de los 3 puntos, en total se marcaron 5 transectos con 15 puntos. Se utilizó una cámara digital (FUJIFILM FINEFIX S1600 de 15x) y un cuadrante de 0.25 m² colocados en cada uno de los puntos, para referenciar el tamaño de la muestra en las fotografías. Las imágenes se ajustaron y se procesaron con el software CobCal V 2.1 (Ferrari *et al.* 2006) y se estimaron los valores de la cobertura herbácea mediante el uso de colorimetrías, los datos se ordenaron por sitios de muestreo y por zonas; posteriormente se determinaron los valores promedio de cobertura herbácea para cada unidad de muestreo y para cada zona, en función de las dos épocas de evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los sistemas ganaderos de la región sierra de Tabasco con ADP estudiados presentaron similitudes entre los objetivos de producción, razas de bovinos, especies herbáceas, pero varían en superficie promedio por ha, entre zonas (Tenosique y Tacotalpa), el número de animales, los días de pastoreo y el nivel de tecnificación, que seguramente impactan en la cobertura herbácea

(Cuadro 1). Está documentado que entre más carga animal se introduce en un potrero y mayor sean los días de pastoreo, la cobertura herbácea tiende a ser menor.

Cuadro 1. Características generales de los sistemas ganaderos evaluados

Características de los sistemas	Tenosique	Tacotalpa
Objetivos de producción	Engorda Pie de cría Doble propósito (carne- leche)	Engorda Pie de cría Doble propósito (carne- leche)
Razas bovinas	Cebú × Suizo Pardo suizo	Cebú × Suizo
Superficie promedio (ha)	22.8 (5.7)	12.7 (3.8)
Tamaño del hato promedio	32.3 (9.8)	19.8 (5.9)
Carga animal promedio	1.4 (0.20)	1.6 (0.3)
Núm. total de animales promedio	30.4 (8.9)	20.8 (6.8)
Días de pastoreo promedio	18.3 (1.8)	7.7 (0.3)
Cobertura herbácea	Secas 50.3% (1.9) Lluvias 64.5% (1.8)	Secas 61.7% (2.2) Lluvias 73.6% (1.6)
Principales pastos (en orden de importancia)	<i>Brachiaria brizantha</i> <i>Paspalum</i> sp. <i>Pennisetum purpureum</i> <i>B. decumbens</i>	<i>B. decumbens</i> <i>Paspalum</i> sp. <i>B. brizantha</i> <i>Pennisetum purpureum</i>
Nivel de tecnificación de los	Media	Baja

potreros

Alimento	Alimento
Jornales	Jornales
Ingreso	Ingreso
Servicios veterinarios	Servicios veterinarios
Combustibles	Combustibles

Se presenta la media (\pm error estándar)

Diversidad específica

Se encontró un total de 1,216 árboles en las unidades de muestreo con un mayor número de individuos, de familias, y de especies en la zona de Tenosique, en comparación con la zona de Tacotalpa. Sin embargo al hacer un análisis de rarefacción los resultados indican que ambos números están representados equitativamente, aunque el índice de riqueza es mayor para Tenosique.

Cuadro 2. Índices ecológicos

Parámetros	Municipios	
	Tacotalpa (n= 6)	Tenosique (n= 10)
Número de individuos por hectárea	48 (8.20)	93 (17.0)
Número de familias botánicas	18	28
Número de especies en 1 ha.	11(1.0)	8 (2.0)
Índice de dominancia (D)	0.41 (0.13)	0.33 (0.07)
Índice de Shannon (H')	1.37 (0.33)	1.61 (0.22)
Equitatividad (J)	0.63 (0.14)	0.67 (0.06)

Medias (\pm error estándar).

En el cuadro 2 se muestra el índice de diversidad de Shannon (H') y el índice de dominancia de Simpson. Se observa que no se encontró ninguna diferencia significativa para ambas zonas, sin embargo la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie es alta; lo cual está fuertemente influenciado por las especies dominantes (*C. odorata* y *S. macrophylla*).

En tanto que en este estudio se encontraron 64 especies de árboles dispersos, lo cual varía ligeramente con lo reportado en Grande *et al.* (2010) quienes reportan un total de 75 especies de árboles dispersos en las pasturas. No obstante, los resultados de nuestro estudio son relativamente altos en comparación con lo reportado por (Guevara *et al.*, 1994; 1998; Harvey Haber, 1999; Harvey, 2007; Souza *et al.*, 2000; Esquivel *et al.*, 2003; Villancís, *et al.*, 2003 y Villanueva, 2004) en diversos estudios llevados a cabo en regiones tropicales. Sin embargo, muy inferiores a lo reportado por Harvey y Haber, (1999) quienes en estudios realizados en pasturas sobre remanentes de árboles en Monteverde Costa Rica, bajo condiciones del trópico húmedo, encontraron 190 especies de los cuales el 57% fueron especies de bosque primario, y 255 especies en potreros con árboles dispersos en 4 paisajes ganaderos (Harvey *et al.*, 2011).

Composición de especies y tipos funcionales

Los árboles dispersos en los potreros, se componen principalmente por el cedro (*Cedrela odorata* L.), la caoba (*Swetenia macrophylla* King), el bojón (*Cordia alliodora* Ruiz y Pav. Cham) y macuilís (*Tabebuia rosea* Bertol. DC.) con 308, 120, 174 y 101 individuos. Al hacer un análisis de frecuencia por zona, los resultados indican que para la zona de Tacotalpa el cedro (*C. odorata*) represento el 22%, bojón (*C. alliodora*) 21%, guanacaste (*Schizolobium parahyba* Vell. S.F. Blake) el 12%. Mientras que para la zona de Tenosique el *C. odorata* representó el 26%, *S.*

macrophylla 19% y *T. rosea* 10%, la mayoría de estas especies son nativas o naturalizadas, originadas a partir de regeneración natural.

En relación a los tipos funcionales el análisis muestra que de las 64 especies encontradas, 37 son especies típicas del bosque, principalmente son: *Mirandaceltis monoica* (Hemsl.) Sharp, *Cupania dentata* Glaz., *S. parahyba*, *S. macrophylla* y *C. Odorata* con 825 individuos, siendo este tipo funcional el más representativo; seguido las especies generalistas con 13 especies, entre las que destacan: *Cecropia obtusifolia* Bertol, *C. alliodora*, *Diphysa robinoides* Benth. ex Benth. & Oerst, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem., *T. rosea*) con 289 individuos. Cabe mencionar que se encontraron 4 principales especies (*Platymiscium yucatanum* Standl., *Astronium graveolens* Jacq., *Sapindus saponaria* L., *Sickingia salvadorensis* (Standl.) catalogadas como amenazadas, y los demás tipos funcionales no se presentan de manera significativa (cultivado, especialista e introducida-cultivada).

Un rasgo común a todos los sitios fue que la gran mayoría de las especies encontradas dispersas en las pasturas son nativas o naturalizadas con excepción de *Gmelina arborea* Roxb., *Tectona grandis* L. f. En mayor frecuencia se presentaron especies típicas de los bosques, mientras que las especies generalistas de áreas abiertas o perturbadas como *C. alliodora*, *T. rosea*, *G. ulmifolia*, *D. robinoides*, y *Bursera simaruba* (L.) Sarg, fueron menos frecuentes. Sánchez *et al.* 2005 indica que algunas especies tienen la capacidad de repoblar áreas degradadas debido a la misma selectividad de los productores.

Características estructurales del componente arbóreo

Se encontró para la zona de Tenosique el 89% de los árboles inventariados presentaron áreas de copa de 20 – 60 m²/ha, 6% correspondió a la clase de 60 a 80 m²/ha, 5% de 80 a 180 m²/ha y la clase de área de copa > 200 m²/ha tuvo una representatividad de 0.2%. En tanto que para la

zona de Tacotalpa la clase de área de copa 20 – 60 m²/ha es de 76%, de 60–80 es de 16%, de 80 a 180 m²/ha es de 8% y >200 m²/ha es de 0.4% (Figura 1). Cabe mencionar que la clase de área de copa 20-60 m² es más alto en Tenosique que en Tacotalpa, mientras que las demás clases de copa, es a la inversa, es decir Tacotalpa tiene valores más altos después de la clase 20-60 m². La copa de mayor tamaño (>200 m²) se presenta en menor proporción en ambas zonas, las especies de mayor tamaño y copa más grande son: (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, *Potería sapota* (Jacq.) H.E.Moore & Stearn, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb, *Piscidia communis* (Blake) I.M. Johnst y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (5% para Tacotalpa y 2% para Tenosique).

Al hacer un análisis de frecuencia por zona; la altura total predominante de los árboles fue la clase 6-10 m está representado con el 90.2% para Tenosique, y de 81% para Tacotalpa, mientras que la altura de fuste para los árboles de Tenosique de la clase 2-4 m es de 68.7%, y para Tacotalpa es de 56.5% (Figura 1).

Sin embargo a al hacer un análisis de ambas zonas. La altura de los árboles mas predominante fue la clase 6-10 m, con 39% de individuos. En relación a la clase diamétrica (DAP) predominante de las especies encontradas fue de 20-30 cm (48%) diferente a lo reportado por Grande *et al.*, (2010), quienes encontraron que la clase diamétrica (DAP) 10-20 (39.6%), siendo este el de mayor concentración, por lo que se asume que son individuos un tanto más jóvenes, en comparación con lo encontrado en este estudio. Asimismo la clase diamétrica (DAP) >41 es de 47.7% y para este estudio es de 18% y la clase diamétrica (DAP) >100 es de tan sólo 4 y 6 respectivamente.

La densidad de árboles para Tacotalpa es de 48 árb/ha (Min 24-Max 74) y para Tenosique de 93 árb/ha (Min 42-Max 212). En ambas zonas no hay significancia en los valores de equitatividad, es decir, el número de individuos de cada zona están igualmente representados en las distintas especies encontradas. A pesar de que el número de individuos en promedio para

Tacotalpa es de 48 árb/ha y para Tenosique de 93 árb/ha, esta densidad de árboles parece no tener efectos sobre la cobertura herbácea. Esto es corroborado por Casasola *et al.*, (2005) quienes recomiendan una densidad arbórea de 25 a 40 árb/ha, aunque diferente a los 125 árboles de (*C. alliodora*) dispersos en el potrero reportado por Villanueva *et al.* (2010). Asimismo, Brocque *et al.* (2009) y Villanueva *et al.* (2010) mencionan que a mediana densidad arbórea se obtienen buenos beneficios para la biodiversidad sin afectar la producción de pastos.

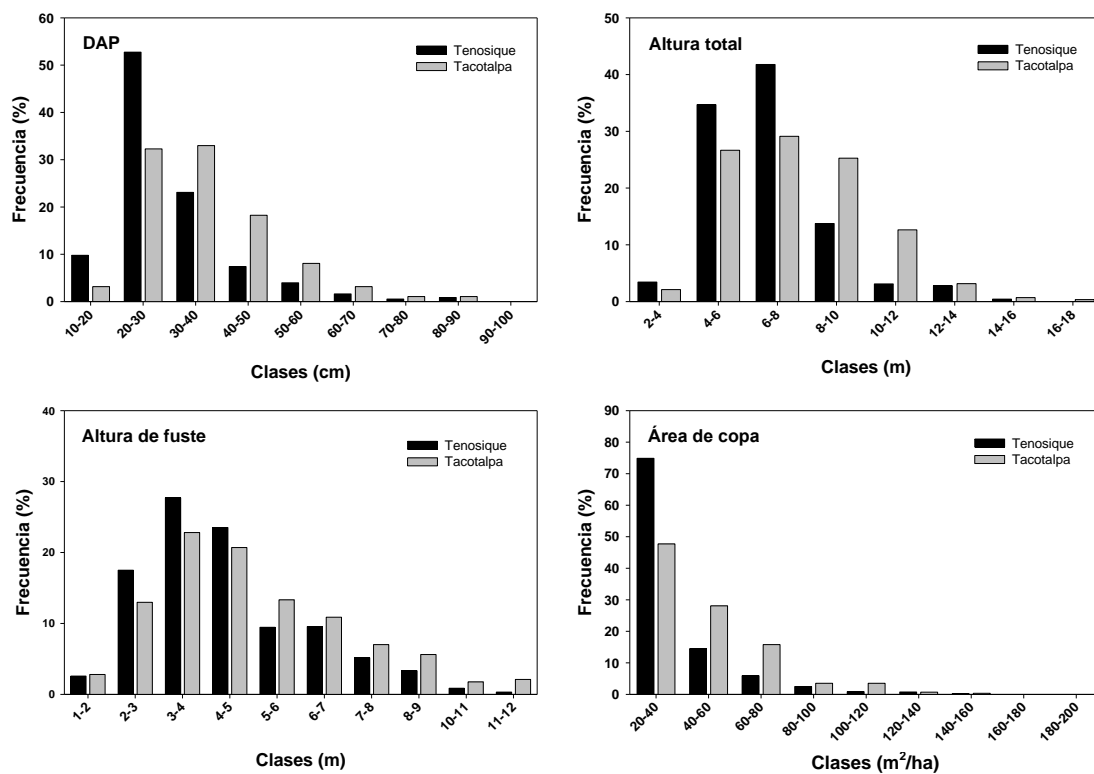


Figura 1. Frecuencias (%) de las características estructurales de las especies arbóreas en potreros con árboles dispersos en dos municipios de la Sierra de Tabasco, México

Por lo tanto, al hacer una comparación de los resultados de este estudio con lo encontrado por Grande *et al.* (2010) no hay mucha significancia en la distribución de los valores de talla, ambos estudios llevados a cabo en la misma región se encontraron árboles relativamente jóvenes, así como abundantes especies maderables de (*C. Odorata* y *S. macrophylla*), como uno de los usos

potenciales que reciben estos árboles. De igual forma, Brocque *et al.* (2009); Harvey *et al.* (2011) y Esquivel *et al.* (2011) reportan las mismas especies y los mismos usos. Lo anterior, se puede deber al manejo y a la selectividad y/o preferencias del productor por ciertas especies debido al valor comercial y/o para sus viviendas, así como de la cercanía de estas zonas de estudio con la parte boscosa del estado de Tabasco y del estado de Chiapas.

Los árboles adultos (tamaño grande en DAP y altura) se encontraron en menor frecuencia dentro de los ranchos. Esquivel *et al.* (2011) y Harvey *et al.* (2011) mencionan que la presencia de árboles adultos a una densidad mínima se considera remanentes de selvas que han dejado los mismos productores antes del establecimiento de las áreas de pasturas con la finalidad de generar sombra para sus animales, y cuando sus tallas son pequeñas no se consideran altamente competitivos para la producción de pastos (Anfinnsen *et al.*, 2009). Por el contrario, Harvey *et al.* (2003); Hall *et al.* (2011) y Esquivel *et al.* (2011) consideran importante mantener o aumentar árboles dispersos en potreros (especialmente nativos) como una estrategia para aumentar la cobertura arbórea en paisajes ganaderos, así como para que sirvan como fuentes de semillas, proporcionar hábitat y alimento a especies de fauna, además de ofrecer beneficios adicionales a los productores como madera, leña y alimento para ganado.

Incidencia de la precipitación sobre la cobertura herbácea

Se hizo una correlación de los valores de precipitación con los valores de cobertura de pastos en cada zona y en cada época de muestreo (seca y lluvia). Se encontró que los valores de precipitación inciden ligeramente en la cobertura herbácea en ambas zonas, en tanto que con la ausencia de la precipitación (secas) disminuye aún más la cobertura herbácea en ambas zonas (Figura 2). No obstante, la cobertura herbácea en Tacotalpa sigue siendo mayor que en Tenosique en ambas épocas. Lo anterior debido en parte a la alta precipitación anual registrada en la zona de

Tacotalpa (Figura 2) el tamaño reducido de los hatos ganaderos que mantienen los productores, el periodo más corto en días de pastoreo.

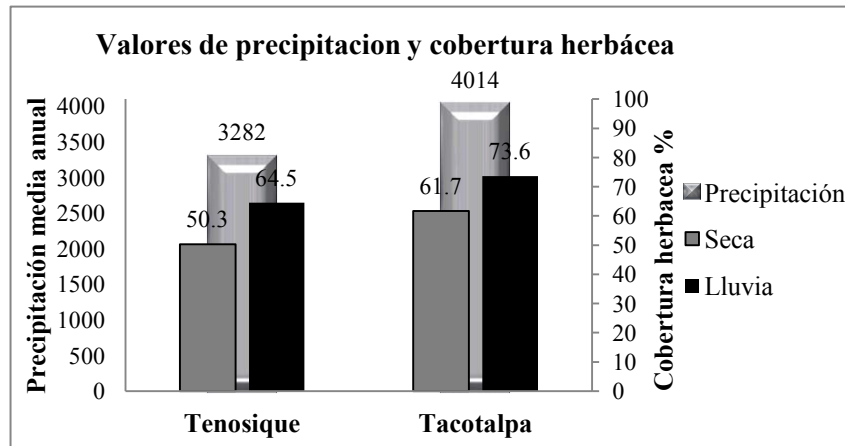


Figura 2. Comportamiento de las coberturas de pasto debajo de los árboles.

Con respecto a la cobertura de copa de los ADP en la sierra de Tabasco, los árboles jóvenes (menor talla) se presentan en mayor abundancia pero tienen menor área de copa mientras que los árboles adultos (mayor talla) presentaron copas grandes, aunque se presentan en baja frecuencia (Tenosique 5% y Tacotalpa 2%), y el tipo de variación se puede deber a la carga animal por ramoneo, así como del manejo y selectividad que reciben los árboles por parte de los productores debido a los usos como madera y leña, principalmente. Según Esquivel *et al.* (2003) esta variabilidad en cobertura arbórea se puede deber a factores como la topografía del terreno y las características del suelo, el tipo de finca y su localización, la carga animal y los objetivos y preferencias de los productores en cuanto a las leñosas, en un término más amplio.

Si bien los árboles dispersos en los potreros cumplen múltiples funciones dentro de los sistemas ganaderos y proveen tanto productos como servicios (Dronen, 1988; Sousa *et al.* 2000; Ribaski *et al.*, 2002; Durr y Rangel 2002 y Ramírez *et al.*, 2010), la importancia relativa según

los ganaderos entrevistados es la de proveer sombra a los animales particularmente durante la estación seca, además de proveer un ambiente más confortable para los animales, obtener leña y recursos económicos por la venta de la madera. A pesar de lo anterior, los ganaderos mencionaron que los árboles afectan la productividad de los pastos, principalmente cuando se tienen árboles con densas copas que producen sombra, alta densidad de plantación, el pisoteo y la compactación del suelo en el área alrededor de los árboles, además del aumento de malezas, especialmente en las zonas donde los animales descansan durante mucho tiempo. Según algunos ganaderos, los árboles también pueden influir en el crecimiento de hierba positivamente, ya que algunas especies crecen mejor bajo condiciones frías por debajo de la copa del árbol, lo cual coincide con lo reportado por Cajas y Sinclair (2001). Asimismo, mencionaron también la frecuente necesidad de podar los árboles, lo cual requiere considerable labor.

Finalmente es importante hacer mención que aunque la superficie promedio (ha) de los ranchos son menores en la zona de Tacotalpa que en Tenosique, los sistemas ganaderos mostraron una carga animal mayor en Tacotalpa, pero con menores días de pastoreo. Asimismo el nivel de precipitación es mayor en Tacotalpa, que en conjunto contribuyen a mantener una mayor cobertura de pastos en los potreros, lo que hace suponer que la cobertura herbácea está dada por las diferencias en los valores de precipitación media anual que se presentan en las zonas de estudio, así como por el manejo de los sistemas ganaderos.

CONCLUSIONES

Las características biofísicas de ambas zonas de estudio no presentan variaciones significativas con excepción de los valores promedios anuales de precipitación. De igual forma, los sistemas ganaderos mantienen similitudes en cuanto a los objetivos de producción, especies

arbóreas, herbáceas y razas de animales. Sin embargo, las condiciones de manejo del sistema en la zona de Tenosique varían en cuanto a los días de pastoreo, el tamaño del hato, el número de animales en pastoreo, que sumado a una menor cantidad de precipitación anual inciden fuertemente en la cobertura herbácea.

Los árboles dispersos en portero de la Sierra de Tabasco dominaron los árboles jóvenes de *C. odorata*, *S. macrophylla* y *C. alliodora* usados comúnmente como madera por los productores, además de la presencia de otras especies con diversos usos, y se encontraron una mayor cantidad de especies típicas de bosques que especies generalistas. Por consiguiente, la diversidad de especies dispersas en los potreros en esta región serrana, garantiza y favorece a las conectividades entre sistemas y con otros paisajes, cumpliendo con las premisas de productividad y conservación.

Por otro lado, la cobertura herbácea en la región Sierra de Tabasco, se ve más afectada por las condiciones de manejo de los animales dentro del sistema y por la precipitación media anual que por la cobertura arbórea, pues los individuos que presentaron copas grandes se presentan en baja frecuencia.

LITERATURA CITADA

- Anfinnsen, B., M. Aguilar-StØen, and A. Vatn. 2009. Actitudes de los productores ganaderos de El Petén, Guatemala, respecto a la implementación de sistemas silvopastoriles. *Agroforestería en las Américas* N° 47.
- Brocque, A. Le F., K. A. Goodhew, and C. A. Zammit. 2009. Overstorey tree density understorey regrowth effects on plant composition stand structure and floristic richness in grazed temperate woodlands in eastern Australia. *Agricultural. Ecosystem. Environmental*. 129: 17 – 27.

- Cajas, Y. S., and F. Sinclair. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53: 215–225
- Casanova, L. F., J. P. Aldana, and S. J. Solorio. 2011. Agroforestry systems as an alternative for carbon sequestration in the Mexican tropics. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17 (1): 5-118.
- Casasola, F., M. Ibrahim, y J. Barrantes. 2005. Los árboles en los potreros. Serie Cuadernos de Campo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Banco Mundial y CATIE. Managua, Nicaragua. 19 p.
- Dronen, S. 1988. Layout and design criteria for livestock windbreaks. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 22/23: 231–240.
- Durr, P A., and J. Rangel. 2002. Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. *Agroforestry Systems* 54: 99–102.
- Esquivel, H., J. Villacís; C. A. Harvey, M. Ibrahim, and C. Villanueva. 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: 17–23.
- Esquivel-Mimenza, H., M. Ibrahim, and C. A. Harvey. 2011. Dispersed trees in pasturelands of cattle farms in a tropical dry ecosystem. *Tropical Subtropical Agroecosystem* 14: 933-941.
- Ferrari, H., C. Ferrari, y F. Ferrari. 2006. CobCal v 2.1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Paraguay. <http://www.cobcal.com.ar/> (Consultado: Marzo 2011)
- Grande, D., F. de León, J. Nahed, and F. Pérez-Gil. 2010. Importance and function of scattered trees in pastures in the Sierra of Tabasco, México. *Res. J. Biol. Sci.* 5(1): 75-87.

- Guevara, S., J. Meave, P. y Casasola-Moreno. 1994. Vegetación y flora de potreros en la Sierra de los Tuxtlas, México. *Acta Bot. Mex.* 28: 1-27.
- Guevara, S., J. Laborde, and G. Sanchez. 1998. Are isolated trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19(1):34-43.
- Hall, S. J., M. S. Ashton, J. E. Garen, and J. Shibu. 2011. The ecology and ecosystem services of native trees: Implications for reforestation and land restoration in Mesoamerica. *Forest Ecology and Management.* 261: 1553-1557.
- Harvey, C. A., and W. A. Haber. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry System.* 44:37-68.
- Harvey, C.A., C. Villanueva, y J. Villancís. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10: 39-40.
- Harvey, C. A., and J. González. 2007. Agroforestry system conserves species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation* 16: 2257-2292.
- Harvey, C.A., C. Villanueva, and H. Esquivel. 2011. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management.* 261: 1664 – 1674.
- Jiménez, F.G., J. T. Nahed, y L. Soto-Pinto. 2007. Capacidades locales y silvopastoreo en Chiapas, México. *In: Jiménez, F. G., J. T. Nahed, y L. Soto-Pinto. Agroforestería Pecuaria en Chiapas. México. El Colegio de la Frontera Sur.* pp: 61-63.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Princeton Univ. Londres. 179 p.
- Masera, O., M. Astier, y S. Lopez-Ridaura. 1999. *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: el Marco de Evaluación MESMIS.* Mundiprensa, GIRA, UNAM, México D.F. 160 p.

- McAleece, N., J. Lambshead, G. Patterson, and J. Gage. 1997. Biodiversity professional (en línea). The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. <http://www.sams.ac.uk/dml- /projects/benthic/ dbpro/index.htm> (Consultado: Febrero 2012)
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- Nair, P. H. R. 2011. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. Agroforestry. System. DOI 10.1007/s10457-011-9434-z.
- Palma-López, D. J.; D. J. Cisneros, y C. E. Moreno. 2007. Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco. 3^a. Ed. ISPROTAB-FUNDACION PRODUCE TABASCO COLEGIO DE POSGRADUADOS. Villahermosa, Tabasco, México. 196 p.
- Recursos Forestales en México; resultado del Inventario Forestal Nacional, 2000. UNAM, Instituto de Geografía, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM. 2000. Investigaciones Geográficas 43: 183 – 201.
- Ramírez-Avilés, L., C.J.B. Castillo, C.A.J. Chay, y S.F.J. Solorio. 2010. Rendimiento y calidad de pasturas tropicales bajo condiciones de sombra. *In*: Velasco Z. Ma., Hernández G.A., Pérezgrovas G.A., Sánchez M.B. (eds). Los Forrajes y su Impacto en el Trópico. FMVZ-UNACH. Chiapas, México. pp: 249 – 267.
- Ribaski, J., E. de A. Menezes. 2002. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis Juliflora*) en la región semi- árida Brasileña. Agroforesteria en las Américas 9 (33 – 34): 8- 13.
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry System. 76: 1-10.

- Souza, M., M. Ibrahim, C. Harvey, and F. Jiménez. 2000. Characterization of the tree component of livestock systems in La Fortuna, San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería Américas* 7: 53-56.
- Toledo, V., A. I. Batis, y R. Becerra. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia* 20(4): 177 – 178.
- Torquebiau, E. F. 2000. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. *Life Sci.* 323: 1009 – 1017.
- Tudela, F. 1992. La modernización forzada del Trópico: El caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo. El Colegio de México, CINVESTAV, INFIAS y UNRISD, México, D.F. 475 p.
- Villanueva, C., M. Ibrahim, y C. A. Harvey. 2004. Tree resources on pastureland in cattle production system in the dry pacific region of Costa Rica and Nicaragua. *In: Mannetje, L., L. Ramirez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda and J. Ku (eds). The Importance of Silvopastoral System for Providing Ecosystem Services and Rural Livelihoods.* Universidad Autónoma Yucatán, Mérida, México, pp: 183-188.
- Villanueva, L. G., J. C. Meza, y S. D. Hernández. 2010. Efecto de la cobertura arbórea sobre la producción de pastos en un sistema silvopastoril Teapa, Tabasco. *Tópicos selectos en Agronomía Tropical.* pp. 155-64.

3. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los potreros, una agricultura incipiente, y densa vegetación selvática, así como los árboles dispersos en potreros, se encuentran comúnmente en el paisaje de la Sierra de Tabasco. El tamaño promedio de los potreros es de 22.8 (5.7) para Tenosique y 12.7 (3.8) para Tacotalpa; se encontró que los productores prefieren especies de pasto mejorado, *Brachiaria brizantha* Stapf y *B. decumbens* Stapf, respectivamente; pero siempre mantienen en segundo orden de importancia al *Paspalum* spp, este último como especie naturalizada para ambas zonas.

Por otra parte, los sistemas ganaderos evaluados son manejados bajo conocimientos locales, y en asociación con los árboles dispersos. Los resultados del estudio, indicaron que el manejo de los sistemas ganaderos entre las zonas estudiadas difiere. En la primera zona (Tenosique) la superficie promedio por productor y el número de animales es mayor (32.3 ± 9.8) (30.4 ± 8.9) y menor en la segunda zona (Tacotalpa) (19.8 ± 5.9) (20.8 ± 6.8) respectivamente. De igual forma, al hacer un análisis del nivel de tecnificación, se encontró que el manejo de estos sistemas es más bajo en Tacotalpa en comparación con la zona de Tenosique, mientras que el número de días de pastoreo sigue siendo mayor para la zona de Tenosique (18.3 ± 1.8) en Tacotalpa es bajo (7.7 ± 0.3) días. Es crucial los días de pastoreo, debido a que los animales, pueden ocasionar un sobrepastoreo y retardar la recuperación de los pastos, como es el caso de los potreros de Tenosique.

Asimismo se encontró una buena diversidad de especies de árboles en los ranchos de la Sierra de Tabasco, cercano a lo encontrado por Grande *et al.* (2011). Además se encontró una mediana densidad arbórea en la zona de Tacotalpa y alta densidad para

la zona de Tenosique. Camargo (2000) sostiene que la densidad de árboles en potreros está sujeta a los daños y mortalidad de plántulas causada por el ganado en pastoreo y a la regulación por los ganaderos mediante el uso frecuente de herbicidas o chapeas. En ambas zonas la mayoría de los árboles son jóvenes, es decir, con bajas tallas diamétricas, por otro lado se encontraron bajas frecuencias de árboles adultos que están directamente relacionados con áreas grandes de copa, y se debe en gran medida a que los productores los mantienen para sombra de los animales (Esquivel et al., 2011), cabe mencionar que la riqueza específica no se vio afectada por el manejo, sin embargo la densidad si, aunque este último está sujeta a la selectividad del productor, en tanto que la mayor frecuencia de árboles jóvenes encontrados se debe a la regeneración de las especies, y además los productores toleran ciertas especies, además hay coexistencia de fragmentos de selvas con estos sistemas de árboles dispersos en la región Sierra y según Harvey et al. (2005) este tipo de sistema puede proveer hábitats como recursos para la vida silvestre, al mismo tiempo que promueve algún grado de conectividad estructural y funcional.

Por otro lado, se reconocen que los árboles ejercen cierto efecto al suelo, al regular factores como la temperatura y la humedad y crear por lo tanto un microclima acorde con las exigencias de una gran cantidad de microorganismos. (Simón et al. 2005), y con este estudio se corrobora lo antes planteado, porque en Tacotalpa se encontró una mayor riqueza arbórea, la cual difiere con Tenosique, aunque se presenta una densidad media de árboles por hectárea, con base en los resultados obtenidos para este trabajo sobre la identificación de artrópodos, se encontró un 91% de riqueza de órdenes de artrópodos en ambas zonas (Tacotalpa y Tenosique). Asimismo, los análisis realizados

específicamente sobre artrópodos por zona, indican una diferencia significativa en el número de individuos, 697 para el orden de los himenópteros en la zona de Tenosique y 1325 individuos para la zona de Tacotalpa, en la época de lluvias, siendo los himenópteros el orden de mayor frecuencia, seguido de hemíptero 133 y 209, respectivamente. En tercer orden de importancia se encuentran los colémbolos con 123 individuos para Tenosique, mientras que para Tacotalpa fueron los Ortópteros con 191 individuos.

Las variaciones en abundancia de artrópodos se debe en gran medida al mal manejo de los sistemas ganaderos, y aunque en la zona de Tenosique hay mayor densidad arbórea, no es más diverso que en Tacotalpa, asimismo Mujeeb *et al.* (2011) menciona coincide con lo encontrado en este estudio, en donde el manejo en los sistemas ganaderos es un factor clave que contribuye a erosionar los suelos, y en consecuencia a reducir la abundancia y diversidad de la biota del suelo.

4. LITERATURA CITADA

- Bambrick, A. D., Whalen, J. K., Bradley, R.L., Cogliastro, A., Gordon, A. M., Olivier, A. and Thevathasan, N. V. 2010. Spatial heterogeneity of soil organic carbon in tree-based intercropping systems in Quebec and Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 79, 343–353.
- Cairns, M. A., and Meganck, R. A. 1995. Carbon sequestration, biological diversity, and sustainable development: integrated forest management. *Environmental Management* 18, 13–22.
- Cairns, M. A., Haggerty, P. K., Alvarez, R., De Jong, B. H.J. and Olmsted, I. 2000. Tropical Mexico's recent land-use change: a region's contribution to the global carbon cycle. *Ecological Applications*, 10, 1426-1441
- Camargo, J.C., Ibrahim, M., Somarriba, E., Finegan, B., Current, D., 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 26, 46-52
- Camero, A., Ibrahim, M., and Kass, M., 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume tree fodder in the tropics. *Agroforestry Systems* 51, 157-166.
- Chacón, L. M., and Harvey, C. A. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry Systems* 68,15–26.
- Challenger, A, 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 847 p.

- Cruz, P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C₄ perennial grass under field conditions. *Plant and soil* 188, 227-237
- Dube, F. E., Zagal, N., and Stolpe, M. Espinosa. 2009. The influence of land use change on the organic carbon distribution and microbial respiration in a volcanic soil of the Chilean Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 257, 1695–1704.
- Esquivel M, y Calle Z. 2002. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. *Agroforestería en las Américas* 9, 33 – 34.
- Flores, O., y Geréz, P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. 2ª. Edición. CONABIO y UNAM. México, D.F. 439 p.
- Harvey, C. A, and González, J. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats *Biodiversity Conservation* 16, 2257–2292.
- Harvey, C. A., F. Alpízar, F; M., Chacón, M., and R. Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between Agriculture and Biodiversity in Central America: Historical overview and Future perspectives. Mesoamerican & Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy (TNC), San José, Costa Rica.
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Esquivel, H., Gómez, R., Ibrahim, M., López, M., Martínez, J., Muñoz, D., Restrepo, C., Saénz, C.J., Villancís, J., Sinclair, L. F. 2011. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*. 261, 1664 – 1674.
- Jiménez, F. G., Nahed J. T., Soto P. L., Ferguson B., Ibrahim, M. 2007. Capacidades locales y silvopastoreo en Chiapas, México. En Jiménez, F. G., Nahed J. T., Soto

- P. L., eds. Agroforestería Pecuaria en Chiapas, México. San Cristóbal de las casas México. ECOSUR
- Jiménez, F., Muschler, R., y Köpsell, E. 2001. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. Módulo No.6. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? *In* Angelsen, C; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologic and Tropical Deforestation. Wallingford, UK, CABI. P. 1-20.
- Kirby, K. R., Potvin, C. 2007. Variation in carbon storage among tree species: implications for the management of a small scale carbon sink project. *Forest Ecology and Management*. 246, 208–221.
- López, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Colección Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 1. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- McNeely, J. A. 2004. Nature vs nurture: managing relationships between forests, agroforestry and wild biodiversity. *Agroforestry Systems* 61, 155–165.
- Mujeeb, R.P., Varma V. R., and Sileshi., G.W. 2011. Abundance and diversity of soil invertebrates in annual crops, agroforestry and forest ecosystem in the Nilgiri biosphere reserve of Wesrern Ghats, India. *Agroforestry Systems*. DOI 10.11007/s10457-011-9386-3.
- Murtagh, G.J., Hallingan, E.A., and Greer, D.H. 1987. Components of growth and dark respiration of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) at various Temperatures. *Annals of Botany*. 59,149-157

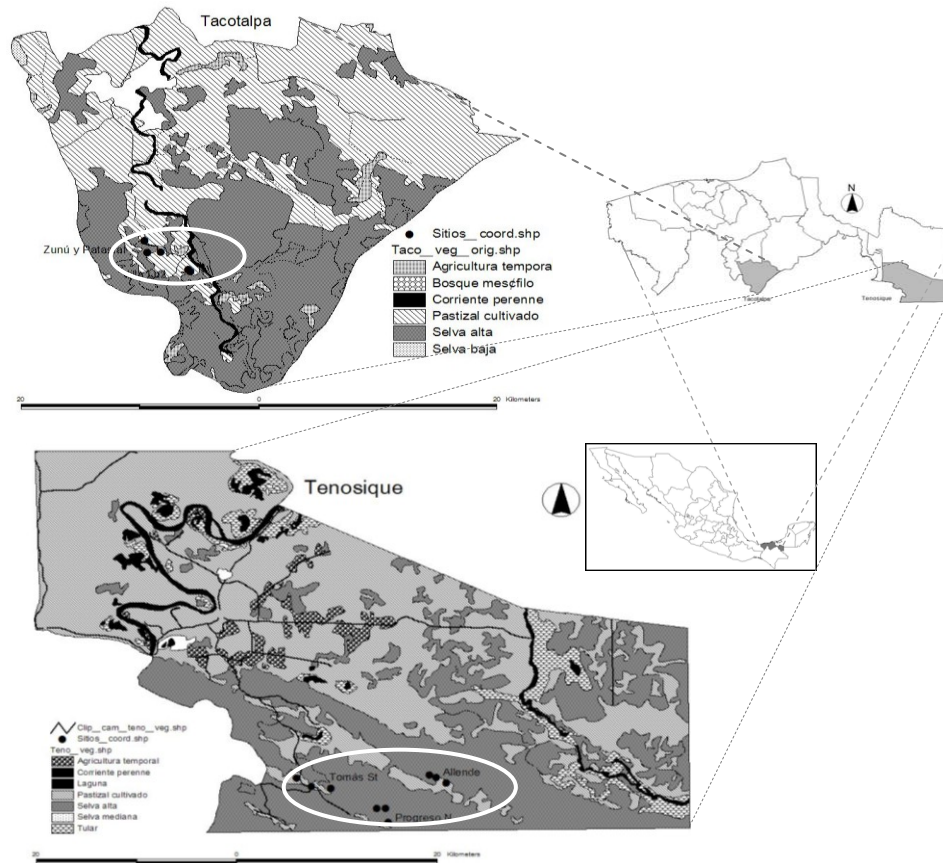
- Nahed, T. J., García, B. L., Mena, Y., and Castel, J. 2006. Use of indicators to evaluate sustainability of animal production systems. *Options Méditerranéennes. Serie A.* 70, 205-211.
- Nair, P.K.R. 2007. The coming of age of agroforestry. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87, 1613–1619.
- Nair, P.K.R., Nair, V.D., Kumar, B.M., and Showalter, J.M. 2010. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances in Agronomy* 108, 237–307
- Navas, P. A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista Medicina Veterinaria.* n.19.
- Oelbermann, M., Voroney, R. P., Thevathasan, N. V., Gordon, A. M., Kass, D. C. L., and Schlonvoigt, A. M. 2006. Soil carbon dynamics and residue stabilization in a Costa Rican and southern Canadian alley cropping system. *Agroforestry Systems.* 68, 27-36
- Palma L., D., Arce O. M., y Segura L. O. 1995. "La Educación Agropecuaria a Nivel Posgrado en el Sureste de México, Evolución y perspectiva. Propuesta del Colegio de Posgraduados-Campus Tabasco. Editado en primera Reunión en enseñanza y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Agrícola y Rural de los Estados de Veracruz y Tabasco.
- Palma-López, D. J., Cisneros, D. J., Moreno, C. E. y Rincón-Ramírez, J.A. 2007. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. 3^a. Ed. ISPROTAB-FUNDACION PRODUCE TABASCO COLEGIO DE POSGRADUADOS. Villahermosa, Tabasco, México. 196 pp.

- Pezo, D., 1999. Sistemas silvopastoriles 2da ed. --Turrialba, CR: CATIE. Proyecto Agroforestal. CATIE/GTZ. 276p.
- Pezo, D., & Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 258 p.
- Reynolds, S. G. 1995. Pasture - cattle - coconut systems. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific. Consultado 27 set. 2007. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/af298e/af298e00.htm>.
- Reynolds, S. G. 1995. Pasture-cattle-coconut systems, Bangkok, Thailand, FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.
- Sánchez, M. D., Harvey, C. A., Grijalva, A., Medina, A., Vílchez, S., y Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Revista. de Biología Tropical. 53, 387-414
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. Protección de los Recursos Naturales y Desarrollo Regionales el Sureste Mexicano.
- SEDAFOP, 2009. Gobierno del estado de Tabasco. La ganadería bovina del estado de Tabasco.
- Sharrow, S. H., and Ismail, S. 2004. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. Agroforestry System 60, 123–130.
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems. 76, 1-10.

- Simón, L., Hernández, M., Reyes, F., y Sánchez, S. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. *Pastos y Forrajes*, 28, 29-37.
- Somarriba, E. 1995. Árboles de guayaba (*Psidium guajaba* L.) en pastizales. 2. Consumo de fruta y dispersión de semillas. Turrialba (Costa Rica). 35, 329-332.
- Somarriba, E., and Lega, F. 1991. Cattle grazing under *Pinus caribaea*. 1. Evaluation of farm historical data on stand age and animal stocking rate. *Agroforestry Systems* 13, 177-185.
- Toledo A. (Coordinador). 1982. Petróleo y ecodesarrollo en el sureste de México. Centro de ecodesarrollo. México. D.F.
- Torquebiau, E. F. 2000. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. *Life Sciences* 323, 1009-1017.
- Velázquez, E. 2004. Bioindicadores de calidad de suelo basados en las poblaciones de macrofauna y su relación con características funcionales del suelo. Tesis Doctorado. UNC. 183 pp.
- Villanueva L., G. 2005. Modelos de transferencia tecnológica para la ganadería bovina en el plan Balancán-Tenosique, Tabasco. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. 172 p.

5. ANEXO

1. Mapa de Localización de sitios



Anexo 1. Mapa de localización de sitios. (Tacotalpa: Zunú y Villa Luz; Tenosique: Sto Tomás, Ign. Allende y Nuevo Progreso).

2. Carta de Aceptación

Agrociencia

Agrociencia. Guerrero # 9. Esquina Avenida Hidalgo. 56251. San Luis Huexotla. Texcoco, Estado de México.

Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Estadística. Carretera México-Texcoco, Km. 36.5. 56230. Montecillo. Texcoco, Estado de México.

23 de julio de 2012

CARTA DE RECEPCIÓN

DR. CANDIDO MARTINEZ ENCINO

E-MAIL: cmartinez@ecosur.mx

Le comunico haber recibido la siguiente contribución para iniciar el proceso editorial en la revista AGROCIENCIA.

Título: Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco.

autores: **Candido Martínez Encino, Gilberto Villanueva López y Fernando Casanova Lugo.**

Su contribución ha sido formalmente recibida, asignándole la clave: **12-238**. Copias de la misma serán enviadas a dos árbitros y a un editor, quienes evaluarán su contenido. Oportunamente se le comunicará los dictámenes respectivos.

Asimismo, le agradeceré que en toda correspondencia: a) Indique la clave asignada; b) notifique cualquier cambio de domicilio por correo electrónico.

Le recuerdo que como **autor responsable**, usted debe recabar las autorizaciones de los coautores (de haberlos) de que están conformes con el contenido de cada una de las versiones requeridas durante el proceso editorial y mantenerlos informados oportunamente de los avances respectivos. Es decir, **el suscrito sólo extenderá constancias a usted** por lo que le agradeceré que, de requerirse, sea el conducto para hacerle llegar copias a los interesados.

Finalmente le anticipo que, en caso de ser aprobada para publicación, su contribución deberá ser traducida al idioma inglés. Para tal efecto la dirección de Agrociencia ha seleccionado un grupo de traductoras que han probado su competencia en esa tarea. La traducción será asignada por el suscrito a una de ellas, en el entendido de que el pago que se convenga será hecho directamente por el autor responsable a la traductora. Ninguna persona de la oficina de Agrociencia actuará como intermediaria en los aspectos financieros involucrados.

SERGIO S. GONZÁLEZ MUÑOZ
DIRECTOR DE AGROCIENCIA

Nota: Favor de regresar el certificado de inédito debidamente **requisitado**.

❖ SSGM/yfm