

**H. Gómez Castro, D. Galdámez Figueroa, F. Guevara Hernández,
A. Ley de Coss y R. Pinto Ruiz**

**EVALUACIÓN DE ÁREAS GANADERAS EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
DE UNA RESERVA NATURAL EN CHIAPAS, MÉXICO**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **109** N.º 1 (69-85), 2013

Evaluación de áreas ganaderas en la zona de amortiguamiento de una reserva natural en Chiapas, México

H. Gómez Castro*, D. Galdámez Figueroa***, F. Guevara Hernández*,
A. Ley de Coss** y R. Pinto Ruiz*,¹

* Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico Agroforestería Pecuaria. Carretera Ocozocoautla-Villaflores, Km 84.5. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas

** Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico Ganadería Tropical Sustentable. Huehuetan, Chiapas

*** Estudiante Egresada de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas

Resumen

El propósito del presente estudio fue evaluar las áreas ganaderas de una comunidad ubicada dentro de una reserva natural en Chiapas, para lo cual se clasificaron las unidades de pastoreo, se calculó la producción primaria aérea neta y la digestibilidad del pasto predominante (*Brachiaria brizantha*), además de calcular y comparar la carga animal con la capacidad de carga de los potreros. Se identificaron tres tipos de unidades de pastoreo con relación a la densidad arbórea: Pastizal Densidad Baja (24%), Pastizal con Árboles Densidad Media (54%) y Pastizal con Árboles Densidad Alta (22%). La composición arbórea incluye principalmente cítricos como Naranja (*Citrus sinensis*), Mandarina (*Citrus aurantium*) y especies leñosas forrajeras como Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Cocoite (*Gliricidia sepium*) y Guash (*Leucaena leucocephala*). El pasto *Brachiaria brizantha* fue identificado en el 85% de los potreros recorridos. Para evaluar el efecto del tipo de unidad de pastoreo y la fecha de corte sobre la producción primaria año⁻¹ ha⁻¹ de *B. brizantha*, se aplicó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, sin hallarse diferencias significativas por efecto de unidad de pastoreo, aunque sí hubo por fecha de corte (15, 30 y 45 días), donde la producción más alta se alcanzó a los 45 días de corte (11,398 año⁻¹ ha⁻¹). El contenido de materia seca y la digestibilidad *in vitro* de *B. brizantha* no resultaron influenciados por la fecha de corte, pero sí por el tipo de unidad de pastoreo. El mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en pastizal abierto (37,9%), mientras que el pastizal de densidad media alcanzó la mayor digestibilidad (41,1%). El punto óptimo para el uso eficiente del pasto, con base en su producción y su digestibilidad fue entre los 21 y 27 días. Se identificaron un total de 547 bovinos en la comunidad, que representan 497 unidades animales y una carga animal aparente de 1,34 UA/ha. Tomando como referencia la capacidad de carga de los potreros y una asignación del 5%, cada hectárea de potrero puede sostener un máximo de 1,17 UA al día. El 45% de los productores sobre-pastorean los potreros, el 43% los sub-utiliza y solo el 12% hace un uso apropiado de los mismos. Los resultados proporcionan a las instituciones responsables de la conservación del área natural protegida, datos útiles para planificar y regular la actividad ganadera en áreas de conservación y de alta diversidad.

Palabras clave: Ganadería extensiva, productividad de pastizales, impacto de la ganadería.

1. Autor para correspondencia: pinto_ruiz@yahoo.com.mx

Abstract

Assessment of areas under livestock use in the buffer zone of a nature reserve in Chiapas, Mexico

The purpose of this study was to assess the livestock areas of a community that borders on a nature reserve in Chiapas. Pasturing units were classified, net aerial primary production was calculated as well as the digestibility of the predominant grass species (*Brachiaria brizantha*). Additionally, grazing burden was calculated and compared to the carrying capacity of the pastures. Three types of pastoral units were identified in relation to their tree density: Low Tree Density Pasture (24%), Medium Tree Density Pasture (54%), and High Tree Density Pasture (22%). Tree community composition mainly included citrus species such as orange (*Citrus cinensis*) and mandarin (*Citrus aurantium*), as well as forage trees such as *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. The grass species *Brachiaria brizantha* was identified in 85% of the pasture areas. In order to evaluate the effect of the type of pastoral unit and the cutting date on the primary production year⁻¹ ha⁻¹ of *B. brizantha*, a divided parcel design was designed with random complete blocks. No significant differences were found between types of pastoral units, but they were found between distinct cutting dates (15, 30 and 45 days), with the primary production reaching its height at 45 days (11 398 year⁻¹ ha⁻¹). Dry matter content and *in vitro* digestibility of *B. brizantha* were not influenced by the cutting date, but were influenced by the type of pastoral unit. The greatest dry matter content was obtained in Open pasture (37.9%), while the Medium tree density had the highest Digestibility (41.1%). The optimum point for grass use efficiency (found by combining highest primary production and digestibility) was found at 24 days. A total of 547 bovines were identified in the community, which represent 497 animal units and an apparent animal burden of 1.34 AU ha⁻¹. Taking the carrying capacity of pastures and an assignation of 5% as a reference, each hectare of pasture can sustain a maximum of 1.17 AU per day. Results suggest that 45% of producers overgraze their pastures, 43% underuse them, and 12% achieve an appropriate use of pastures. These data can be used by conservation institutions to plan and regulate livestock raising activities in areas of conservation and high diversity.

Key words: Extensive ranching, grassland productivity, livestock impacts.

Introducción

El estado de Chiapas, en México, cuenta con gran diversidad biológica que es favorecida por la variedad de ecosistemas que posee. Prueba de ello son sus abundantes recursos naturales, entre los que destacan la flora y fauna que se ven principalmente en las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Estos lugares son escenarios ideales para la recreación, la investigación o el turismo, sin embargo, existen indicios de que el crecimiento del área de uso ganadero en estas regiones está propiciando una amenaza para la diversidad florística en algunas ANP en Chiapas (Toledo, 2005; SEMARNAT, 2000).

Los cambios de uso en muchas de estas áreas como resultado de los diferentes asenta-

mientos humanos, frecuentemente derivan en la pérdida de recursos forestales para el aprovechamiento de maderas preciosas, cuya escasez incrementa su precio en el mercado. Posteriormente, por lo general, a las áreas desmontadas se les da un uso agrícola y/o ganadero en condiciones extensivas que genera impactos negativos sobre los recursos naturales. Si bien es cierto que actividades como la ganadería a pequeña escala (en condiciones extensivas con poca inversión en mano de obra e insumos) representa una de las principales alternativas de subsistencia de muchas comunidades rurales, también con este tipo de actividad se propicia una fuerte presión sobre las áreas de pastoreo, agrícolas y forestales. Lo anterior es importante en reservas naturales, que sin duda re-

presentan una estrategia clave para el desarrollo sostenible y para la salud ambiental del país, ya que pueden verse seriamente afectadas si no hay alguna regulación para estas actividades productivas.

Es indiscutible que la actividad ganadera en Chiapas juega un papel importante en la dinámica económica dentro de las comunidades indígenas y campesinas, pues representa el acceso a capital, productos básicos, subproductos, etc. La mayoría de estas comunidades son de propiedad ejidal y se encuentran asentadas en áreas naturales. Por lo anterior, surge la necesidad de conocer el punto de equilibrio que permita la coexistencia entre las actividades pecuarias y la conservación de las áreas naturales. De aquí radica la importancia de determinar la productividad primaria aérea neta (PPAN) en los pastizales y el número de rumiantes que puedan mantenerse en las áreas ganaderas de una comunidad, constituyen elementos básicos para el desarrollo pecuario sostenible en las ANP.

El objetivo del presente trabajo consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual de la ganadería y evaluar el efecto que tiene el tipo de unidad de pastoreo y la frecuencia de corte sobre la producción primaria aérea neta (PPAN) de *Brachiaria brizantha* en época lluviosa, y con base en la PPAN y la digestibilidad de este pasto, determinar el tiempo de recuperación óptimo de las pasturas y la eficiencia en el uso de los potreros en la comunidad en estudio para ajustar la carga animal equilibrando la oferta con la demanda de forraje y de esta forma evitar el incremento del área de potreros.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la comunidad Ash' Lum, ubicada en el área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Selva

El Ocote (REBISO). La REBISO incluye parte de los municipios de Ocozocoautla de Espinosa, Cintalapa de Figueroa, Tecpatán de Mezcalapa y Jiquipilas, y se encuentra localizada al occidente del territorio chiapaneco en la región socioeconómica Centro de Chiapas, con una superficie de 101 288 ha.

Para conocer la actividad ganadera en la comunidad se buscó información secundaria sobre la comunidad y se realizaron reuniones con autoridades comunitarias y otros actores locales. El estudio se proyectó durante la época de mayor precipitación pluvial (de julio a noviembre). Posteriormente, se realizó un taller participativo para explicar los propósitos y la utilidad que tendría el estudio. También se identificó a un grupo de productores cooperantes e informantes clave del estudio en función de su disponibilidad para participar en el estudio, y cuya participación fue determinante para el cumplimiento de los objetivos (FAO, 2001). Se aplicaron 51 entrevistas semiestructuradas (Vela, 2001) con las que se obtuvo información sobre especies forrajeras locales, así como el manejo de las áreas de pastoreo, el tamaño y estado fisiológico del ganado bovino.

Para la clasificación del tipo de pastizal se hicieron, acompañados de un informante clave, los siguientes cinco transectos (tabla 1): "Línea del Ejido", "Veinte Casas", "Francisco I. Madero", "Línea Tierra Nueva" y "El Cafetal".

A lo largo de los recorridos se tomaron, con la ayuda de un GPS, los puntos de observación para delinear los transectos en un mapa. Se realizaron de 7 a 10 puntos de observación por transecto, en los cuales se registró, el tiempo de uso y descanso de los potreros (patrones de uso de las áreas de pastoreo) y las características de los potreros, así como datos sobre la densidad arbórea de cada potrero para su clasificación (Geilfus, 1997; FAO, 2001).

Las unidades de pastoreo (UP) se clasificaron con base en su densidad arbórea de acuerdo

Tabla 1. Número de potreros y longitud del transecto en la comunidad Ash' Lum, Chiapas
 Table 1. Number of paddocks and transect length in the Ash' Lum community, Chiapas

Transecto	No. Potreros/ Transecto	Longitud (m)
1. Línea del Ejido	7	434
2. Cafetal	7	1049
3. Línea Tierra Nueva	10	544
4. Francisco I. Madero	7	2035
5. Veinte Casas	10	1741
Total	41	5803

a lo propuesto por Pérez (2006) para la clasificación de sistemas silvopastoriles. Las UP se clasificaron en unidades de baja densidad (menos de 50 árboles ha⁻¹; pastizal densidad baja = PDB), de mediana densidad (de 50 a 100 árboles ha⁻¹; pastizal de densidad media = PDM) y de alta densidad (más de 100 árboles; pastizal de densidad alta = PDA). También se registró la extensión de cada una de las UP y se eligió el lugar donde se colocarían las parcelas de exclusión en de cada UP.

Para cuantificar la PPAN (incluye el material vivo más el material muerto en pie) se utilizaron seis parcelas de exclusión, dos para cada uno de los tres tipos de UP (Haydock y Shaw, 1975). Como se mencionó anteriormente los muestreos se realizaron del mes de julio al mes de noviembre meses en los que se alcanza una precipitación media de hasta 2300 mm; el clima que predomina en la reserva es el cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano e influencia del monzón (clave Am según la clasificación de Köppen modificada por García) en la época de mayor precipitación en la región. La parcela de exclusión consistió de un área de 12 m² de *Brachiaria brizantha*. Cada una de las parcelas quedaron excluidas del pastoreo de bovinos mediante una "jaula" de malla borreguera, en el interior de la cual se hicieron tres sub-

divisiones para igual número de fechas de corte (15, 30 y 45 días).

Para evaluar el efecto del tipo de UP y la frecuencia de corte, se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo en bloques completos al azar, tomando al tipo de UP como la parcela grande y la fecha de corte como la parcela pequeña, con tres tipos de UP y tres fechas de corte.

Las cosechas se efectuaron en seis parcelas excluidas de 4x3 m, dos para cada unidad de pastoreo. Cada parcela estuvo a su vez dividida en tres subparcelas, que correspondió a las frecuencias de corte (15, 30 y 45 días). La altura de corte fue de 10 cm por arriba del suelo y la distribución de las fechas de corte se hizo de manera aleatoria.

Con base en lo propuesto por Mannetje (1978), se calculó la PPAN de las subparcelas en periodos de tiempo consecutivos con la ecuación siguiente:

$$PPAN = \sum n (Y_n - Y_{n-1})$$

donde:

PPAN = producción primaria aérea neta.

Y_n = producción media (material vivo más el material muerto en pie) muestreados en un determinado tiempo en el n-ésimo muestreo.

$Y_n - 1$ = es la producción media obtenida en el periodo previo.

n = número de muestreos.

Para determinar el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) de *B. brizantha* se utilizó el método de Van Soest et al. (1985). Se tomaron varias muestras representativas en el pastizal para después mezclarlas obteniendo así una muestra compuesta de 500 g. La digestibilidad *in vitro* del pasto se calculó con los valores obtenidos de FDA y con la ecuación sugerida por Ricci y Toranzos (1998) para gramíneas tropicales:

$$\text{Digestibilidad (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \text{FDA})$$

Para determinar el tiempo más apropiado para el uso de *B. brizantha* se graficó la PPAN y la digestibilidad con respecto a los días de corte, y así identificar el punto de intersección entre ambas variables.

El efecto del tipo de unidad de pastoreo y de la fecha de corte sobre la digestibilidad se evaluó por medio de un diseño bloques completos al azar con un arreglo factorial de 3^2 , con dos factores (tipo de pastizal y fecha de corte) y tres niveles para cada factor, el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + UP_j + F_k + UP_j * F_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Digestibilidad.

μ = Media general.

B_i = Efecto del i -ésimo bloque.

UP_j = Efecto causado por la j -ésima unidad de pastoreo.

F_k = Efecto causado por la k -ésima frecuencia de corte.

$UP_j * F_k$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima unidad de pastoreo y la k -ésima frecuencia de corte.

E_{ijk} = Componente aleatorio del error.

Se hicieron determinaciones de MS de muestras tomadas en las parcelas excluidas, para esto se cosechó una muestra de 500 g de masa vegetal en cada subparcela para posteriormente utilizar una submuestra de 200 g para secarla en una estufa de aire forzado a 60° C de temperatura por 24 horas. y pesar la muestra deshidratada hasta alcanzar peso constante (AOAC, 1980).

Se realizó un primer corte de uniformidad en las seis parcelas principales para asignarles de manera aleatoria a cada subparcela las fechas de corte (15, 30 y 45 días). Para excluir del pastoreo a los animales, se delimitaron las parcelas con una malla borreguera de 1,20m de alto, reforzada con postes resistentes al contacto con los animales en pastoreo.

La PPAN se evaluó por medio de un diseño de parcelas divididas y el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + UP_j + \xi_{ij} + F_k + \xi_{jk} + UP + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = PPAN para la i -ésima unidad de pastoreo en el j -ésimo bloque y la k -ésima fecha de corte.

μ = Media general de la variable en estudio.

ξ_i = Efecto del j -ésimo bloque.

UP_j = Efecto causado por la i -ésima unidad de pastoreo.

ξ_{ij} = Error asociado a la parcela grande (i -ésimo efecto de la unidad de pastoreo en el j -ésimo bloque) (error A).

F_k = Efecto causado por la k -ésima frecuencia de corte.

ξ_{jk} = Error asociado a la parcela chica (interacción en la i -ésima unidad de pastoreo en la k -ésima frecuencia de corte).

E_{ijk} = Componente aleatorio del error, asociado a la ijk -ésima subparcela en el j -ésimo bloque (error B).

Para evaluar las características químicas de los suelos, se realizó un muestreo y análisis en el lugar donde se instalaron las jaulas de ex-

clusión en cada potrero. Las muestras se tomaron con un barreno a una profundidad de 20 cm, en diferentes puntos seleccionados y se realizó un muestreo en zig zag para tener una muestra compuesta y representativa en una superficie de una hectárea. Se determinó el nitrógeno total (N) mediante el método semi-micro Kjeldhal, el fósforo extractable (P) por el método de Olsen y el pH mediante la relación 1:2 con agua. Los métodos citados se fundamentan en la aplicación de la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006. La humedad fue determinada en una estufa de aire forzado y la materia orgánica por el método de Walkley y Black

Las variables de suelo fueron evaluadas a través de un análisis de varianza completamente al azar, cuyo modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + UP + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta del suelo (Fósforo, Materia Orgánica, Nitrógeno y pH).

μ = Media general.

UP = i-ésimo efecto de la unidad de pastoreo.

E_{ij} = error experimental.

Inventario ganadero

Por medio de la entrevista semiestructurada se registró el número y estado fisiológico de todos los semovientes bovinos en la comunidad y con ello se calculó el número de unidades animal (1 UA = 450 Kg de peso vivo).

A partir de las 51 entrevistas que corresponde al total de los ganaderos de la comunidad, y la observación sistematizada de los potreros, se definió la distribución de la carga ganadera y las características de los sistemas de producción animal en la comunidad. El inventario ganadero se transformó en unidades animal, lo cual es requerido para calcular la capacidad de carga, o sea el número máximo de unidades animal que se pueden mantener en estas áreas sin afectar el estado ni la condición de los pastizales.

Para conocer al número de productores que hacen un uso y manejo adecuado de los potreros, se utilizó FUA del forraje, el cual indica que la carga animal (CA) es igual a la capacidad de carga (CC), esto es:

$$FUA: CA = CC$$

o cuando hay sobre o subutilización de los pastizales:

- Sobre-utilización del pastizal = $CA > CC$
- Sub-utilización del pastizal = $CA < CC$

Con esto se determinó la carga ganadera promedio y el nivel de utilización de cada uno de los productores participantes.

Todos los análisis de la información del presente estudio se llevaron a cabo mediante un software para análisis estadísticos (SAS, 2000).

Resultados y discusión

La ganadería en la comunidad Ash'Lum es la actividad productiva que ocupa el porcentaje mayor de tierra y tiene potreros distribuidos prácticamente en todo su territorio. Los potreros identificados en los transectos quedaron clasificados de la siguiente manera: el 54% resultó ser PDM; el 24% y el 22% correspondieron a PDB y PDA respectivamente. Estos resultados muestran que a pesar de la reciente expansión de la ganadería en la comunidad, aún existe aproximadamente un 30% de los potreros con cobertura arbórea.

En la tabla 2 se presentan los promedios de las densidades arbóreas por unidad de pastoreo. En el tipo PDM se obtuvo una densidad promedio de 93 árboles ha^{-1} , lo cual está por arriba de lo encontrado por Zamora et al. (2001), López et al. (2004) y Ruiz et al. (2005) en tres diferentes regiones de Nicaragua, sitios en los que se reportan densidades menores a 42 árboles ha^{-1} para UP clasificadas como PDM. Estos resultados también resultan

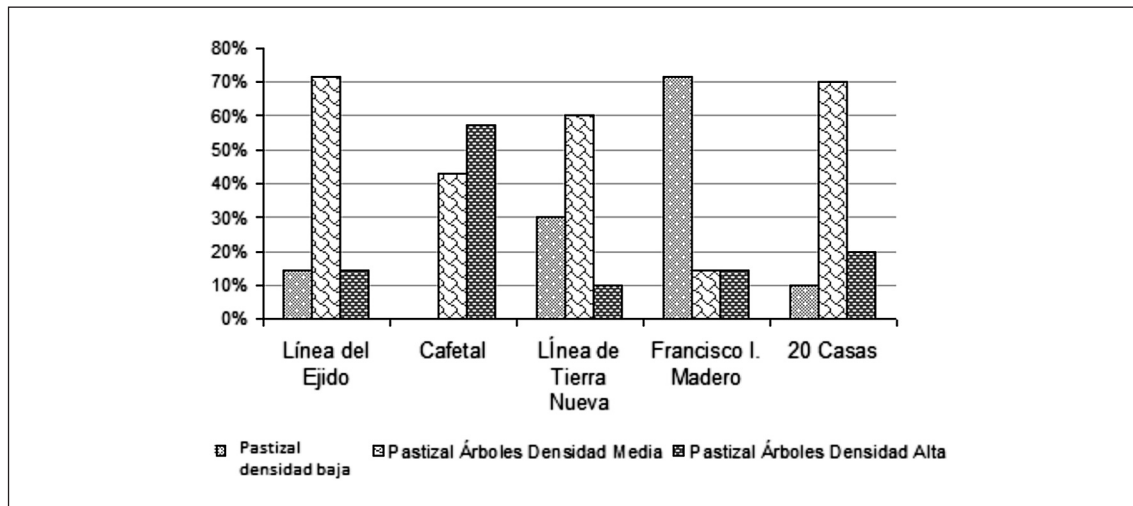


Figura 1. Tipos de unidades de pastoreo por transecto en la comunidad Ash' Lum, Chiapas.
 Figure 1. Types of grazing units per transect in the Ash' Lum community, Chiapas.

Tabla 2. Promedio de árboles por hectárea por tipo de unidad de pastoreo
 Table 2. Average of trees per hectare for type of grazing unit

Tipo unidad de pastoreo	Promedio de árboles ha ⁻¹
PDB	28
PDM	93
PDA	163

PDB = Pastizal densidad baja; PDM = Pastizal densidad media; PDA = Pastizal densidad alta.

superiores a densidades menores de 26 árboles ha⁻¹ reportados como PDM en diversas regiones tropicales de Costa Rica, como son Guanacaste, San José, San Carlos, Monte Verde y Río Frío (Harvey *et al.*, 1999; Souza de Abreu *et al.*, 2000; Villanueva, 2001; Esquivel *et al.*, 2003; Villacís *et al.*, 2003). Así también, superan la densidad de 55 árboles ha⁻¹ reportados por Pérez (2006) en Honduras.

Las altas densidades encontradas en el presente estudio están asociadas a que en los últimos 15 años se ha venido dando una conversión de bosques a áreas ganaderas, lo cual

es un fenómeno que ocasiona que las áreas de bosque convertidos en potreros se encuentran en una fase inicial o intermedia del proceso de transformación del bosque en potrero. No obstante, también contribuye el hecho de que algunos productores han favorecido la presencia de árboles en sus potreros, sobre todo de aquellas especies que mayores beneficios les representa en cuanto a sus usos (frutales, sombra para el café y forrajeras).

De acuerdo a las entrevistas aplicadas, se asume que la cobertura arbórea actual resulta de las decisiones de los productores al selec-

cionar, mantener, eliminar o sembrar árboles, que al realizar estas actividades se influye (de manera positiva o negativa) sobre la cobertura arbórea de sus potreros. Se entiende que estas decisiones pueden estar influenciadas por diversos factores como son el tipo de sistema de producción (producción de carne o de doble propósito), las condiciones socioeconómicas o ecológicas, y el conocimiento local (usos y costumbres sobre el uso de recursos forestales) (López et al., 2004). El ingreso económico obtenido por las especies frutales (mandarina y naranja principalmente), el aprovechamiento de las ramas y el uso que hacen de los árboles como leña, madera, postes muertos, así como la distribución del uso de suelo en la comunidad, son factores determinantes en esta toma de decisiones. El factor económico coincide con lo reportado por López (2007) en Nicaragua, quien manifiesta que actividades similares, cambian la estructura, composición y abundancia de la cobertura arbórea en los potreros de la comunidad.

La cobertura de los árboles se ve afectada por las condiciones ambientales y la época del año, ya que algunas actividades como el aprovechamiento de leña se realizan principalmente en la época seca, debido al fácil acceso a los sitios y que la madera no se encuentra húmeda.

Por otro lado, el bajo número de árboles en los potreros de densidad baja se asocia con el establecimiento de potreros de manera extensiva. Al respecto, Gómez et al., (2006) citan para la misma comunidad, que el crecimiento de las áreas de potreros se debe al desconocimiento del número de animales que los potreros pueden mantener y a la tendencia de incrementar el tamaño de los hatos como una forma de ahorro, lo cual convierte a la ganadería en una actividad insostenible, que provoca la rápida degradación de pastizales, lo que a su vez motiva a abrir nuevas áreas de pastoreo y disminuye la densidad de árboles en los potreros. De igual manera, Vi-

llanueva et al., (2003) refieren en un estudio similar en Costa Rica, que la variación de la cobertura y densidad de los árboles en las pasturas, se debe a decisiones del productor relacionadas con el manejo de las pasturas y el fuerte aprovechamiento (sin restitución) de árboles para satisfacer las necesidades de madera, postes, etc.

La figura 1 muestra la frecuencia de las unidades de pastoreo presentes en los transectos recorridos. Como se observa, el tipo PDM es más frecuente en tres de los cinco transectos ("Línea del ejido", "Línea Tierra Nueva" y "Veinte casas"), mientras que en los transectos restantes, en uno predomina el PDB ("Francisco I. Madero"), lo cual se debe a que son los potreros con mayor antigüedad, y en el otro ("Cafetal") prevalece el PDA, aunque son menos frecuentes, se puede asociar a los requerimientos de sombra del cultivo del café y al conocimiento de los productores sobre los beneficios que la sombra de los árboles tiene en sus cafetales, al crear un microclima propicio que reduce las exigencias del cultivo (Estívariz, 1997).

La composición arbórea y arbustiva en la mayoría de los potreros está constituida por especies frutales como Naranja (*Citrus sinensis*), Mandarina (*Citrus aurantium*), Nance (*Byrsonima crassifolia*), Guayaba (*Psidium guajava*); especies forrajeras como Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Cocoite (*Gliricidia sepium*), Guash (*Leucaena leucocephala*), y otras especies diversas como Bachté (*Acalypha mexicana*), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), Bastón de viejita (*Euphorbia cyatophora*) y Carrizo (*Lasiasis procerrina*). Estas especies han crecido de forma natural, o en algunos casos cultivadas para su aprovechamiento. Los árboles frutales como la Naranja, Mandarina y Nance son los árboles más comúnmente encontrados en los potreros. Lo que se explica por el beneficio económico que representan. Los árboles forrajeros como el Guash, Caulote y Cocoite proporcionan follaje y frutos a los animales.

En la figura 2 se presentan las tres especies de pastos encontradas en los 41 potreros monitoreados, las cuales son: Gramas nativas, *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria brizantha*, de éstas la última se encontró en el 85% de los potreros evaluados, y siempre predominó en los cinco transectos. La introducción de esta especie está asociada con apoyos gubernamentales para el establecimiento de estas praderas. A esto hay que añadir la buena aceptación que la especie ha tenido por parte de los productores, ya que la consideran de gran rusticidad, resistente a enfermedades y de alta producción. No obstante, recientemente los productores han identificado limitantes im-

portantes de esta especie para sus sistemas de producción, por no ser consumida por ovinos ni equinos, además de posibles efectos nocivos (alelopátia) sobre los árboles frutales (Burdowski, 1983; Riesco y Ara, 1994).

Otra de las especies identificadas en la comunidad fue *Cynodon plectostachyus*, que representa el 10% del total de gramíneas presentes. Esta especie aparece solo de manera importante en el transecto "Veinte Casas", y con una frecuencia del 5% se encontraron Gramas nativas en los transectos "Cafetal" y en la "Línea de Tierra Nueva", con lo que se evidencia el drástico desplazamiento de especies nativas.

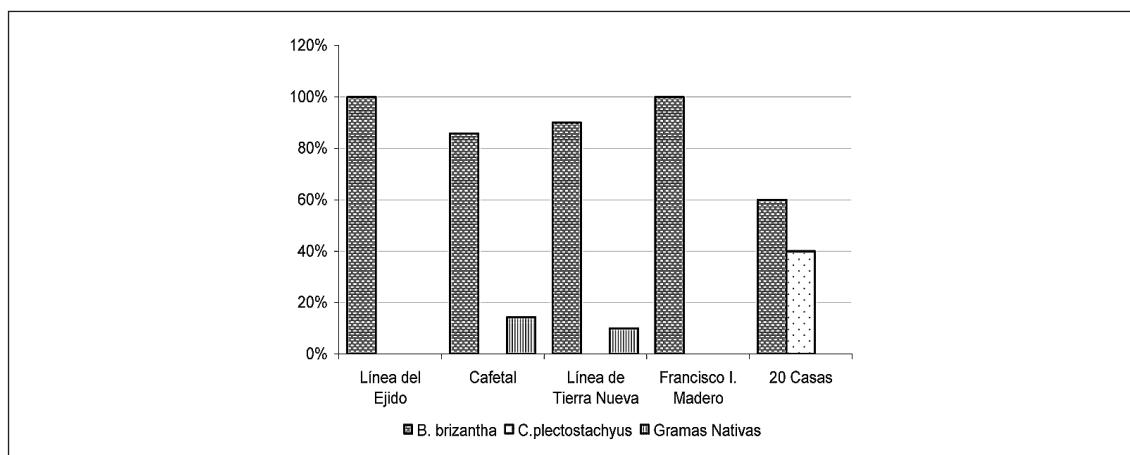


Figura 2. Gramíneas forrajeras presentes en los transectos de la comunidad Ash' Lum, Chiapas.
Figure 2. Forage grasses in the community transects at Ash' Lum, Chiapas.

La tabla 3 presenta la producción de *B. brizantha* durante la época de lluvias, en la cual se observa el efecto del tipo de UP y la fecha de corte sobre la PPAN. De acuerdo con los resultados no se observan diferencias significativas asociadas al tipo de UP. Esto contrasta con lo encontrado por Somarriba (1988), quien menciona diferencias en el rendimiento de pasturas con y sin la sombra de árboles frutales de Guayaba (*Psidium guajava*),

con un rendimiento de las pasturas menor bajo la sombra de los árboles, mientras que las pasturas a pleno sol tuvieron rendimientos superiores. Esto se explica muy probablemente por haber un mayor grado de sombra sobre las pasturas en ese estudio.

Por otro lado, el efecto de la fecha de corte resultó ser significativamente diferente para la PPAN ($MS\ ha^{-1}$), apreciándose un aumento

progresivo a medida que el intervalo entre cortes fue mayor, lo que es característico de las gramíneas forrajeras. Así, el corte realizado a los 45 días fue el que presentó la mayor producción de forraje (11397,99 kg MS ha⁻¹ año⁻¹), y el de 15 días presentó la menor producción (8588,60 kg MS ha⁻¹ año⁻¹), mientras que el de 30 días alcanzó una producción intermedia (9648,83 kg MS ha⁻¹ año⁻¹). Este

último resultado es similar a lo citado para la misma especie por Pietrosemoli et al. (1995), quien mediante cortes periódicos de 28 días obtuvo una PPAN de 9360,80 Kg MS ha⁻¹año⁻¹. El incremento en la producción de materia seca con el tiempo, se debió en parte al aumento en el contenido de lignina de sus componentes fibrosos a medida que avanzó la edad de la planta (Paredes,1982).

Tabla 3. Producción anual de materia seca del pasto *Brachiaria brizantha* por unidad de pastoreo y fecha de corte
 Table 3. Annual production of dry matter in *Brachiaria brizantha* grass per grazing unit and cutting date

Unidad de pastoreo	n	(Kg MS ⁻¹ ha ⁻¹)	E.E	CV (%)
PDB	32	9521.24 ^a	966.55	59.71
PDM	30	11459.53 ^a	953.91	49.94
PDA	29	8654.64 ^a	815.23	54.50
Fecha de corte	n	(Kg MS ⁻¹ ha ⁻¹)	E.E	CV (%)
15	52	8588.60 ^a	658.47	55.79
30	23	9648.83 ^b	1195.27	59.77
45	16	11397.99 ^c	1268.27	45.76

PDB = Pastizal densidad baja; PDM = Pastizal densidad media; PDA = Pastizal densidad alta. Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes (P<0.05). EE = Error estándar de las medias; CV = Coeficiente de Variación.

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis de suelo realizado en los potreros de la comunidad. En cuanto al pH (media en agua destilada) se advierten diferencias significativas entre las unidades de pastoreo, siendo más ácidos los suelos de PDM seguidos de PDA y PA, sin embargo de acuerdo a la norma oficial de suelos en México (PROY-NOM-021-RECNAT,2000), los tres tipos de suelos se consideran ligeramente ácidos. Por lo tanto, se puede decir que estos son suelos que no afectan el crecimiento de las plantas, puesto que

el pH con valores entre 4 y 9 no resultan perjudiciales para dicha actividad fisiológica (Jackson, 1967; Arnon et al., 1942; Jackson, 1969).

En la misma tabla 4, se observa que los potreros con mayor densidad de árboles tuvieron mayor contenido de materia orgánica, en cuanto al nitrógeno tuvieron la misma cantidad que los PDM y ambos por arriba de PDA. Los valores en el contenido de materia orgánica se encuentran dentro del rango que va del nivel bajo (4,4) en suelos de potreros PDB, a medio (7) en el suelo de potre-

Tabla 4. Efecto del tipo de unidades de pastoreo sobre las características químicas del suelo
 Table 4. Effect of grazing type units on the chemical characteristics of soil

Unidades de pastoreo	Variables del suelo				
	pH	P	MO	N	H
PDB	6.0 ± 0.03 ^c	2.0 ± 0.05 ^a	4.4 ± 0.21 ^b	0.1 ± 0.00 ^a	25.0 ± 0.32 ^c
PDM	6.3 ± 0.02 ^b	2.4 ± 0.02 ^b	5.0 ± 0.30 ^b	0.2 ± 0.02 ^b	39.1 ± 0.00 ^b
PDA	6.1 ± 0.00 ^a	2.4 ± 0.08 ^b	7.0 ± 0.12 ^a	0.2 ± 0.00 ^b	29.1 ± 0.25 ^a

Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < .05$).

PDB = Pastizal con Árboles con densidad baja; PDM = Pastizal con Árboles Densidad Media; PDA = Pastizal con Árboles Densidad Alta; P = Fósforo; MO = Materia Orgánica; N = Nitrógeno; H = Humedad.

ros PDM y PDA. Ibrahim (1994) afirma que en la mayoría de estudios realizados en zonas tropicales, se ha demostrado que los árboles y arbustos leguminosas tienen la capacidad de fijar una alta cantidad de N; lo que contribuye al mejoramiento en el nivel de N en el suelo y en el pasto (Bustamante, 1991) y que además, los potreros con árboles mejoran la cantidad de la materia orgánica, las propiedades físicas del suelo, y reducen la lixiviación. En cuanto al contenido de humedad, Casasola (2000) menciona que se conserva por más tiempo en los suelos cuando la densidad de árboles es mayor. Serrano (1991) también sostiene que la utilización de especies arbóreas multipropósito, es una alternativa para la rehabilitación de suelos marginales en el trópico, debido a la renovación constante de la fertilidad al retornar al suelo, hojas, frutos y ramas.

La tabla 5 presenta el contenido de MS y DMS de *B. brizantha* por unidad de pastoreo y por fecha de corte. Como se observa, existen diferencias significativas para ambas variables por UP, en tanto que para la fecha de corte no se encontraron diferencias significativas y tampoco para la interacción UP y fecha de corte.

El contenido de materia seca fue mayor en el PA disminuyendo significativamente en los potreros con mayor densidad de árboles, esto

concuera con Páez *et al.* (1994) y Giraldo *et al.* (1995), ya que el aumento de sombra en los pastizales reduce el contenido en MS del pasto debido a la disminución de las concentraciones de carbohidratos solubles (Alberda, 1965) y al aumento de la humedad en el pasto (Capote y Shishchenko, 1974). Sin embargo, el incremento de MS en los potreros PDM puede explicarse con base en lo que sostienen Sin Clair *et al.*, (1992) y Subramanian *et al.*, (1993), ya que la sombra moderada puede disminuir la sobresaturación lumínica, al mejorarla eficiencia en el uso de la radiación solar y compensar los efectos adversos de la sombra referidos.

Por otro lado, no se encontraron diferencias sobre el porcentaje de MS en el pasto por fecha de corte, lo que coincide con lo propuesto por León (1982), quien tampoco encontró diferencias para esta variable por la fecha de corte de *B. brizantha*, aun obteniendo un porcentaje de MS más bajo (26%) que el obtenido en este estudio (33-36%).

El rango de DMS que se presenta en la tabla 5 (38 a 41%), es inferior a los resultados publicados por Ibrahim (1994) y Pérez (1988) quienes en diferentes trabajos, mencionan una variación de 65 a 72% de digestibilidad de *B. brizantha*.

Tabla 5. Contenido de Materia Seca y digestibilidad *in vitro* de *B. brizantha* por unidad de pastoreo y fecha de corte
 Table 5. Dry matter content and *in vitro* digestibility of *B. brizantha* per grazing unit and cutting date

Unidad de pastoreo	n	MS (%)	E.E.	CV (%)	DMS (%)	n	EE	CV (%)
PDB	32	37.91 ^a	1.23	18.39	38.15 ^a	32	0.70	10.48
PDM	29	35.38 ^{ab}	1.13	17.23	41.13 ^b	30	1.22	16.26
PDA	29	33.75 ^b	0.90	14.39	39.08 ^{ab}	29	0.83	11.45
Fecha de corte	n	MS (%)	E.E.	CV (%)	DMS (%)	n	EE	CV (%)
15	52	36.44 ^a	0.94	18.59	39.49 ^a	52	0.87	15.99
30	16	36.04 ^a	1.25	16.49	40.29 ^a	16	0.63	6.70
45	22	33.93 ^a	1.19	13.95	38.00 ^a	23	0.78	9.39

Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes ($p < .05$).

PDB = Pastizal con Árboles con densidad baja; PDM = Pastizal con Árboles Densidad Media; PDA = Pastizal con Árboles Densidad Alta; M.S = Porcentaje de materia seca; E.E. = Error estándar de la media; DMS = Digestibilidad de la materia seca; CV = Coeficiente de variación.

La DMS del pasto presentó diferencias significativas por UP, observándose en la misma tabla 5 que en el pastizal con densidad baja (PDB) la DMS es significativamente menor que los pastizales con densidad media (PDM). Esto se relaciona con el reciclaje de nutrientes que realizan algunas especies arbóreas mediante la pudrición de raíces, el aporte de frutos y follaje, o la fijación de N en el suelo, ya que los árboles presentes en las pasturas reciclan nutrientes además que se conserva por mayor tiempo la humedad conforme mayor sea la densidad de árboles (Halliday, 1984).

Esta variación encontrada para las densidades arbóreas, se explica por la respuesta que presentan los pastos a la disponibilidad de agua, ya que en condiciones de baja humedad se favorece la alta transpiración y se desarrolla gran cantidad de tejido de sostén, el cual se constituye básicamente de fibras, por lo que la DMS disminuye (Quintero *et al.*, 1995).

Gil *et al.* (2005) mencionan que la gramínea debajo de la copa de los árboles es sometida

a cambios sustanciales en la cantidad y calidad de la luz que recibe. Sin embargo, la cantidad de biomasa producida por la gramínea se reduce con el sombreado, el área foliar mientras que la eficiencia fotosintética se incrementa en estas condiciones, lo que implica una mayor calidad del forraje producido en condiciones de sombra intermedia. De igual manera, la sombra del árbol reduce la temperatura foliar en la gramínea, lo que ocasiona una menor transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua.

Aunque no existen diferencias significativas en la DMS por la fecha de corte, se observa una disminución numérica gradual, que quizá pudo ser diferente si se aumenta el periodo entre muestreos o el número de estos. En la figura 3 se aprecia un comportamiento inversamente proporcional entre la DMS y la fecha de corte, es decir, que los valores más altos de DMS corresponden a una edad temprana del pasto. Resultados similares fueron presentados por Espinosa *et al.*

(2006) en un estudio con *B. decumbens*; en el cual la digestibilidad de la MS disminuyó al avanzar la edad de la planta. Ramírez et al. (2004) también obtuvieron mayor DMS de la MS en edades tempranas al evaluar el efecto de la edad de rebrote en pastos tropicales. Lo anterior es explicado debido a que la DMS de las pasturas decrece con la madurez fisiológica, de manera que el pasto próximo a la floración reduce de forma notable su digestibilidad (Smetham, 1981).

Como se aprecia en la figura 3 mientras avanza la edad de la planta también aumenta su PPAN, al mismo tiempo que disminuye la DMS, por ello se buscó identificar el punto de intersección entre ambas variables, que corresponde al momento en que la *B. brizantha* tiene una PPAN alta pero sin disminuir mucho la DMS. El punto de equilibrio se encuentra entre los 21 y 27 días de edad, periodo en el cual se aprovecha de manera óptima la PPAN y DMS, lo cual propicia un

mejor aprovechamiento de las pasturas en esta comunidad. Juárez (2002) encontró como punto óptimo de utilización de *B. brizantha* los 28 días de edad, momento en que se observó un alto consumo por los animales y un bajo contenido de fibra.

Mediante la información secundaria y la obtenida en las entrevistas talleres participativos, se estimó un total de 51 ganaderos en la comunidad, que poseen 547 cabezas de bovinos, equivalentes a 497 unidades animal. Existen 230 potreros que en total suman 413 ha y una carga animal aparente de 1,34 UA ha⁻¹.

En la tabla 6 se aprecia una variabilidad considerable entre los productores en tanto al número de hectáreas y de potreros, asimismo se observa que mientras aumenta la disponibilidad de tierras, también aumenta el número de potreros disponibles. Lo anterior hace evidente las complicaciones en el manejo, debido a que los productores carecen de áreas compactas para pastorear a sus ani-

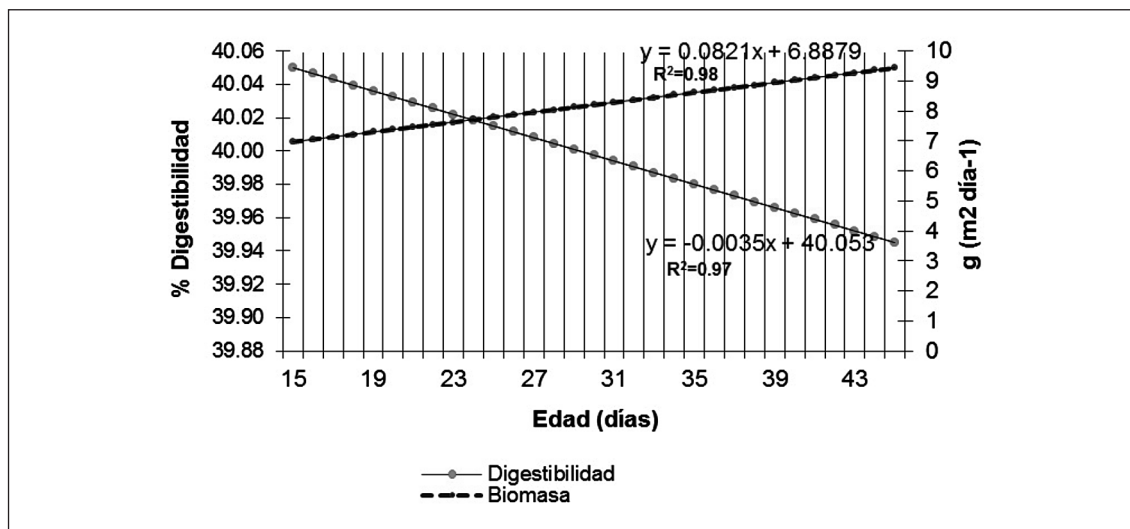


Figura 3. Relación entre la producción primaria aérea neta (PPAN) y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de *B. brizantha*.
Figure 3. Relationship between aerial net primary production (ANPP) and dry matter digestibility (DMD) of *B. brizantha*.

Tabla 6. Información sobre el manejo dado por los productores a los pastizales de la comunidad
 Table 6. Information on management practices given by producers to the community grasslands

Valor	Ha de potreros	N° de potreros/ productor	Días de pastoreo (en 2 ha)	Días de descanso	Cabezas	U A.
Mínimo	3	2	8	20	4	3.80
Máximo	20	12	45	60	30	25.90
Media \pm DE	8.26 \pm 3.49	4.69 \pm 1.93	18.2 \pm 8.37	36.1 \pm 9.85	12.67 \pm 6.25	10.90

UA. = Unidades animal; DE = Desviación estándar.

males, poseen un número variable de potreros (de 2 a 12) y de superficie por productor (de 3 a 20 ha). Los potreros en su mayoría se encuentran muy alejados entre sí, lo que provoca que algunos productores mantengan sus animales en un mismo potrero hasta por 45 días. El tiempo que se dejan descansar los potreros varía de 20 a 60 días. Esto ocasiona que se degraden los pastizales, disminuya la productividad y surja la "necesidad" de abrir nuevas áreas para potreros.

Con base en los resultados del ensayo para cuantificar la PPAN, se encontró que la productividad de potreros con *B. brizantha* es de 26.4 Kg de MS ha⁻¹ día⁻¹. Si se considera una asignación del 5% de consumo diario de forraje en base seca, resulta que en cada hectárea se pueden sostener un máximo de 1.17 UA por hectárea al día, lo cual está dentro de los rangos (de 1 a 1.3 UA ha⁻¹) que maneja la SAGARPA-PROGAN-SIEA (2003) para esta especie en el sitio de estudio.

Conclusión

Las áreas ganaderas de la comunidad Ash'lum mantienen un porcentaje alto de potreros con densidades medias y altas de árboles (PDM y PDA), aunque se observa una tendencia a la disminución de la densidad arbórea en los po-

treros que tienen más tiempo de establecidos. El tipo de unidad de pastoreo no tuvo efectos significativos sobre la PPAN, a diferencia de la fecha de corte que sí la afectó de manera significativa. Se determinó un punto óptimo para la utilización del pasto predominante en el estudio (*B. brizantha*), que para las condiciones del presente estudio fue entre los 21 y 27 días. El factor de uso del pastizal muestra una variabilidad en el uso del recurso forrajero, con un porcentaje alto de sobreutilización y subutilización (45% y 43%) y un bajo porcentaje de un factor de uso apropiado (12%).

Este trabajo proporciona a las instituciones encargadas de la conservación en dichas ANP información sobre el número de bovinos que pueden mantenerse dentro de las áreas ganaderas, sin afectar de manera irreversible los recursos forrajeros que los animales utilizan en su alimentación, y de esta forma evitar que estas áreas sean incapaces de mantener a la población bovina existente, y que debido a esto se incremente la extensión de las áreas de potreros.

Esta información es útil para la regulación del uso de las áreas ganaderas dentro de las ANP, lo cual como lo sostiene Pizzio (2001), al evaluar periódicamente la producción del pastizal permitirá ajustar la carga animal con mayor precisión y de igual manera compatibilizar la oferta y demanda de energía.

Bibliografía

- Alberda T, 1965. The influence of temperature light intensity and nitrate concentration on dry matter production and chemical composition of *Lolium perenne* L. Neth. J. Agric. Sci. 13: 335.
- Arnon DI, Jackson CM, 1942. Influence of hydrogen ion concentration on the growth of higher plants under controlled conditions. 1st ed. Plant Physiology. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. 147 pp.
- AOAC, 1980. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C., USA, 1018 p.
- Budowski S, 1983. An attempt to quantify some current agroforestry practices in Costa Rica. In: P.A. Huxley (ed.). Plant Research and Agroforestry. ICRAF, Nairobi. p. 43-62.
- Bustamante J, 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 131 pp.
- Capote S, Shishchenko SV, 1974. Investigation of physiological processes in alfalfa, clover and Rhodes grass in Cuba, with respect to conditions of lighting and root feeding. In: Biological and physiological aspects of the intensification of grassland utilization. Proc. XII Int. Grassld Congr., Moscow. 62 pp.
- Casasola CF, 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en moropotente, Esteli, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, p. 38-50.
- Espinosa VM, Ramírez DJ, 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. Revista electrónica de Veterinaria REDVET. V. 7. No. 5. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506.html>.
- Esquivel H, Ibrahim M, Harvey CA, Villanueva C, Benjamín T, Sinclair FL, 2003. Árboles dispersos en potreros de finca ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 24-29.
- Estivariz CJ, 1997. Efecto de sombra sobre la floración y producción de *Coffea arabica* var. Catu-rra, después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis de Maestría. CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 73 pp.
- FAO, 2001. Manual para el nivel de campo. Programa de análisis socioeconómico y de Género. FAO, Rome. 134 pp.
- Geilfus F, 1997. 80 herramientas para el desarrollo rural participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. IICA. SAGAR, México.
- Gil J, Espinosa Obispo N, 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistemas silvopastoriles. Revista Digital del Centro Nacional de Investigadores Agropecuarios de Venezuela.
- Giraldo LA, Botero J, Saldarriega J y David P, 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región atlántica de Colombia. *Agroforestería en las Américas*. Año 2, N° 8, p. 14.
- Gómez CH, Carmona MI, Pinto RR, Medina JF, Tirado GL, 2006. Curso-Taller "Aprovechamiento Integral de los recursos forrajeros disponibles". Informe de trabajo SEMARNAT-CONANP. Universidad Autónoma de Chiapas. Chipas. México, 18 pp.
- Halliday J, 1984. Pastos y forrajes en Guatemala su manejo y su utilización base de la producción animal. Ed. G. Ey. Guatemala, Universidad de San Carlos, 317 pp.
- Harvey CA, Haber WA, 1999. Remnant trees and conservation of biodiversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 10 (1): 155-173.
- Haydock KP, Shaw NH, 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15: 663-670.
- Ibrahim M, 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures for sustainable production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis Ph.D., Wageningen, Holanda, Wageningen Agricultural University, 129 pp.
- Jackson ML, 1967. Physiological Effects of soil Acidity and Living. 1967. R. W. Pearson & F. Adams (Eds). Agron. No. 12 Amer. Soc. Agron. Publ. Madison, Wisconsin, USA. 147 pp.

- Jackson ML, 1969. Soil Chemical Análisis. Advanced Course. 5th Editions. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, p. 83-110.
- Juárez LF, 2002. Evaluación de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos. INIFAP. México. <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/short-course1/minisite/pdf/5/evaluaci%3%a0n%20%20nutricional%20de%20gram%3%96neas%20forrajeras%20tropicales%e2%80%a6.pdf>
- León MR, 1982. Estudio de la adaptabilidad y persistencia de *Brachiaria brizantha* al pastoreo de bovinos, en Las Yaguas. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. El Cují. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd58/brachiariab.html>
- López F, Gómez R, López M, Harvey C, Sinclair F, 2004. Toma de decisiones de los productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. Encuentro 67: 80-93. Agroforestería de las Américas.
- López F, 2007. Cobertura arbórea y rentabilidad de fincas ganaderas en Rivas y Maniguas, Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas 45(68): 109-116. www.catie.ac.cr/revistas/
- Mannetje L'T, 1978. Measuring biomass of grassland vegetation. In: Mannetje, L.'T. y R.M. Jones (eds.) "Field and laboratory methods for grassland and animal production research". Cambridge: CAB. p. 151-178.
- Páez A, González ME, Pereira N, 1994. Comportamiento de *Panicum maximum* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 11: 25-42.
- Paredes A, 1982. Análisis preliminar sobre producción, distribución y valor nutritivo de la materia seca de triticales como suplemento forrajero de verano. 59 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía, Valdivia, Chile.
- Pérez SE, 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, p. 48-92.
- Pérez D, 1988. *Brachiaria brizantha*: Interesante gramínea forrajera. Información Express. Pastos y Forrajes (Cuba), p. 22-27.
- Pietrosemoli S, Faria GF, Villalobos N, 1995. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Venezuela.
- Pizzio RM, 2001. Caracterización y uso del recurso forrajero de la unidad experimental de cría vacuna de la EEA Mercedes. Día de Campo. 10° Aniversario Unidad Experimental de Cría Vacuna. EEA INTA Mercedes, Corrientes: 6-13.
- PROY-NOM-021-RECNAT, 2000. Norma Mexicana NMX-AA-091-1987 Calidad del Suelo - Terminología. Soil Quality -Terminology. 23-07-87. <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-091-1987.pdf>
- Quintero B, Clavero T, Rincón C, Villar A, Febres O, 1995. Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y la producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum Schum.* Cv. Mott). Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, 12: 81-94.
- Ramírez JL, Leonard I, López Y, 2004. Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales. Vol. 3. No. 4. Abril. <http://www.Visionveterinaria.com/art189.htm>.
- Ricci R, Toranzos M, 1998. Índice de calidad de cuatro gramíneas tropicales en cuatro estados fenológicos. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Tucuman.
- Riesco A, Ara M, 1994. Perspectivas de la Integración de Sistemas Agrosilvopastoriles. In: J. M. Toledo (ed.). Biodiversidad y Desarrollo Sostenible de la Amazonía en una Economía de Mercado. Memoria del Seminario - Taller, Pulcapa. Gobierno Regional de Ucayali, Pullpa, Perú, p. 83-107.
- Ruiz AF, Gómez R, Harvey AC, 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. TROPITECNICA-NITLAPAN Departamento de Agricultura y Agroforestería. Turrialba, CR, CATIE, 40 pp.
- SAGARPA-PROGAN-SIEA, 2003. Sistema de información agropecuaria de consulta. www.siea.sagarpa.gob.mx/siacon

- SAS Institute Inc, 2000. SAS Procedures Guide Version C. Third Edition, CARY, NC, 205 p.
- Souza de Abreu, Ibrahim MH, Harvey M, Jiménez F, 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 53-56.
- SEMARNAT, 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Selva el Ocote. 1ª edición. México, 220 pp.
- Serrano EA, 1991. Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experience. *In* DESFIL humid tropical lowlands conference. Panama City, Pan [Conference].
- Sin Clair, J., T. Shiraiwa S, Hammer. 1992. Variation in crop radiation use efficiency with increased diffuse radiation. *Crop Science* 32: 1281-1284.
- Smetham ML, 1981. En "Las pasturas y sus plantas". Langer R. H. M. Ed. Hemisferio Sur. Cap. 7. 213 pp.
- Somarrriba E, 1988. Pasture and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L.) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 6: 153-162.
- Subramanian V, Venkates K, Warlu S, Maheswari M, Narayana M, Reddy M, 1993. Influence of solar radiation and vapour pressure deficit on transpiration efficiency of rainfed sorghum. *J. Agronomy & Crops Sciece.* 171, 336-342.
- Toledo VM, 2005. Repensar la conservación ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional?. *Gaceta Ecológica. Instituto Nacional de ecología México.* 77: 67-83.
- Van Soest JP, Wine RH, 1985. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. LV. Determination of plant cell wall constituents. *J. of the A.O.A.C.* 50: 50.
- Vela F, 2001. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: María Luisa Tarrés (coord.) *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social.* Porrúa y FLACSO. México, p. 63-95.
- Villacís J, Harvey CA, Ibrahim M, Villanueva C, 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39- 40): 17-23.
- Villanueva C, 2001. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE, 107 pp.
- Villanueva C, Ibrahim M, Harvey CA, Muñoz D, 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 69-77.
- Zamora S, García J, Bonilla G, Aguilar H, Harvey CA, Ibrahim M, 2001. Principales especies arbóreas presentes en el sistema de árboles dispersos en diferentes estudios realizados en Costa Rica, Nicaragua y Panamá. *Agroforestería en las Américas* 8(31): 31-38.

(Aceptado para publicación el 19 de noviembre de 2012)