

ISSN 1022-7482

AGROFORESTERÍA

N°47 2009

EN LAS AMÉRICAS

www.catie.ac.cr/revistas/



**Interacciones ganado-pastizal-árboles
en los sistemas silvopastoriles**



CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y España.

Director General José Joaquín Campos

Créditos

Dirección técnica: John Beer

Editores técnicos invitados: Danilo Pezo, Graciela Rush, Francisco Casasola

Editora técnica: Lorena Orozco

Corrección de estilo: Elizabeth Mora

Asistente: Marianella Sanabria

Diagramación: Rocío Jiménez, Comunicación, CATIE

Correspondencia

Agroforestería en las Américas
CATIE 7170
Cartago, Turrialba 30501
Costa Rica
Tel.: (506) 2558-2408
Fax: (506) 2558-2045
Correo electrónico: agrofor@catie.ac.cr
Internet: [//www.catie.ac.cr/revistas/](http://www.catie.ac.cr/revistas/)

No. 47 2009
Impresión Comercial La Nación
2500 ejemplares

Agroforestería en las Américas no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en sus páginas. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución.

Se autoriza la reproducción parcial o total de la información contenida en esta revista siempre y cuando se cite la fuente.

Comité Editorial Operativo

John Beer

Director División de Investigación y Desarrollo

Eduardo Somarriba

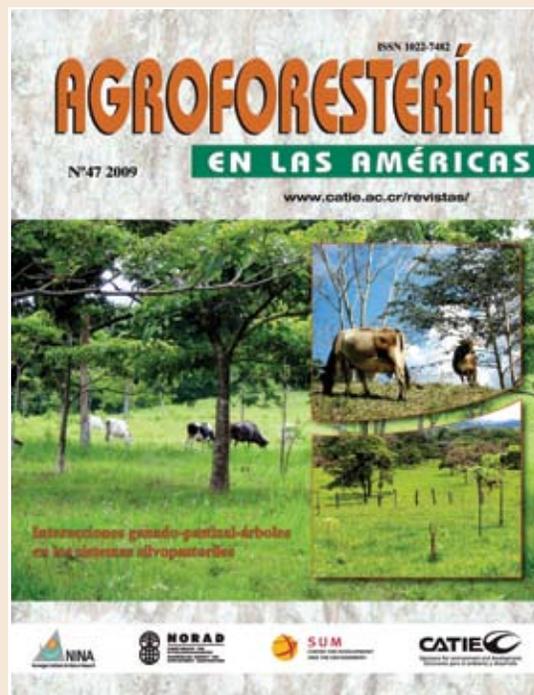
Coordinador de Investigación, CATIE

Muhammad Ibrahim

Líder del Programa GAMMA, CATIE

Guillermo Detlefsen

Consultor Agroforestal, CATIE



Índice

Editorial

Los pastizales seminaturales de América Central
Un recurso forrajero poco estudiado

Danilo A. Pezo..... 4

Agroforestales en América..... 6

Foro

Rol de los pastizales seminaturales en las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua
Percepciones de productores e investigadores

Danilo Pezo, Sonia Ospina 7

Avances de Investigación

Procesos ecológicos asociados con el pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles

Graciela Rusch, Christina Skarpe 12

Actitudes de los productores ganaderos de El Petén, Guatemala, respecto a la implementación de sistemas silvopastoriles

Bente Anfinsen, Mariel Aguilar-Støen, A. Vatn..... 20

Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala

Patricia Colón, Tamara Benjamín, Danilo Pezo, Maricel Piniero, Mariel Aguilar Støen..... 27

Incorporación del conocimiento local en sistemas de producción ganadera

Maricel Castillo Piniero y Mariel Aguilar-Støen..... 36

Evaluación de la selectividad animal de plantas herbáceas y leñosas forrajeras durante dos épocas en la zona alta del municipio de Muy Muy, Nicaragua

Néstor Pineda, Edward Pérez, Fabio Vásquez 46

Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua

Raúl Velásquez-Vélez, Danilo Pezo, Christina Skarpe,
Muhammad Ibrahim, Jairo Mora, Tamara Benjamín 51

La conducta del ganado con respecto a la distancia a los árboles en Muy Muy, Nicaragua

Anders Riis Nilsen, Christina Skarpe, Stein Moe..... 61

Composición de los pastizales seminaturales en el sistema silvopastoril de Muy Muy, Nicaragua

Sonia Ospina, Graciela Rusch, Muhammad Ibrahim, Bryan Finegan, Fernando Casanoves..... 68

Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua

Ma. Jimena Esquivel, Celia A. Harvey, Bryan Finegan, Fernando Casanoves,
Christina Skarpe, Andreas Nieuwenhuyse..... 76

¿Cómo Hacerlo?

¿Cómo determinar las especies forrajeras que prefieren los animales en una pastura con composición florística compleja?

Danilo A. Pezo y Christina Skarpe 85

Reseñas 94

Publicaciones Agroforestales 96

Agenda Agroforestal 98

Agroforestería en las
Américas
Nº 47, 2009



Para determinar la selectividad de la dieta en bovinos se utilizan animales fistulados. (Foto: Programa de Pastos y Forrajes, CIAT)



Para la recolección de información y análisis de datos sobre conocimiento local es necesario usar varios métodos que se complementen y ayuden a verificar la información generada (Foto: Proyecto PACA, CATIE)



Ubicación de los transectos para la colecta de datos sobre composición botánica (Foto: Proyecto PACA, CATIE)

Los pastizales seminaturales de América Central Un recurso forrajero poco estudiado

La mayor parte de los 13,2 millones de hectáreas cubiertas de pastos en América Central son de origen antropogénico; pero de estas, entre 50 y 80% se encuentran degradadas. En la región, la presencia de pastizales naturales como vegetación de sabanas es mínima y ocurre principalmente en El Petén (Guatemala). En estas pasturas degradadas se da una composición florística compleja, con gramíneas y leguminosas herbáceas, arbustivas y arbóreas, así como muchas otras especies herbáceas y leñosas de valor forrajero y otras que definitivamente se pueden considerar como malezas. Las especies presentes en estos pastizales semi-naturales incluyen vegetación espontánea que aparece luego de la apertura del bosque y especies invasoras a las pasturas sembradas, como parte de un proceso de sucesión.

Los esfuerzos para el mejoramiento de la productividad animal a partir de pasturas en América Central con frecuencia se han basado en el establecimiento de gramíneas introducidas originarias de África. Esto se ha debido, quizás, al poco conocimiento del potencial de los pastizales semi-naturales para sostener la productividad o complementar las pasturas sembradas. En el año 2003, el Norwegian Institute for Nature Research (NINA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) unieron esfuerzos con otras instituciones como el Centre for Development and the Environment (SUM) de la Universidad de Oslo, para estudiar los pastizales semi-naturales de América Central. Así nació el proyecto “Mejoramiento del valor forrajero de pasturas degradadas en América Central: conocimiento local, respuestas al pastoreo, y diversidad de especies y paisajes”, más conocido como Proyecto Pasturas de Centroamérica (PACA). El proyecto contó con el apoyo económico de la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD). En buena medida, los hallazgos de este proyecto se complementaron con los del proyecto “Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas de América Central”, también

liderado por el CATIE, el cual tuvo el apoyo financiero del Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega.

El Proyecto PACA enfocó su trabajo de investigación en los siguientes tópicos:

- (a) Conocimiento local acerca de la adaptación de plantas forrajeras a diferentes gradientes ambientales, y grado de preferencia por bovinos.
- (b) Conocimiento local relacionado con los usos múltiples y servicios provistos por las especies nativas presentes en los pastizales semi-naturales.
- (c) Visión, conocimientos, percepciones y prácticas de manejo que aplican los productores, y cómo encajan los sistemas silvopastoriles biodiversos en el concepto de manejo productivo y funcional de las fincas ganaderas.
- (d) Uso del concepto ‘tipos funcionales de plantas’ para predecir el comportamiento de especies forrajeras en sistemas silvopastoriles.
- (e) Relación entre el patrón de distribución espacial de la composición botánica de las pasturas y su diversidad, con la selectividad que hacen los bovinos en pastoreo.
- (f) Relación entre la diversidad presente en los pastizales semi-naturales y los procesos ecosistémicos como retención de humedad en el suelo, productividad primaria neta de biomasa aérea, captura de carbono y tasas de mineralización de nutrientes.

En este número especial de la Revista Agroforestería en las Américas se incluyen resultados de investigación que responden a los primeros cinco tópicos listados. Tales investigaciones son producto del esfuerzo desarrollado por un grupo interdisciplinario de investigadores, así como de estudiantes de licenciatura de universidades de América Central y de estudiantes de maestría del CATIE y de universidades noruegas.

En la sección ‘Foro’, se ofrecen entrevistas a dos productores y dos investigadores nicaragüenses, con el interés de conocer sus percepciones sobre la importancia y el

rol de los pastizales seminaturales en los sistemas de producción ganadera de ese país. Asimismo, se busca identificar en qué medida los investigadores hemos prestado atención a esa forma de uso de la tierra tan importante para la ganadería de la región. Un artículo de revisión analiza los sistemas silvopastoriles desde un punto de vista ecológico, enfatizando las interacciones entre los animales y la vegetación. Se sugiere que el reto es encontrar una forma de manejo para estos sistemas que permita mantener la productividad primaria de la vegetación y de los animales que la utilizan. El artículo siguiente analiza la riqueza en composición botánica de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas y la diversidad funcional en los pastizales semi-naturales, bajo dos condiciones de paisaje y diferentes manejos del pastoreo; además, se ha tratado de determinar el efecto diferencial de la época del año sobre la diversidad en diferentes condiciones de paisaje. En la misma sección se revisa el potencial de regeneración natural de las especies de árboles y arbustos más comunes en potreros que están bajo manejo de pastoreo.

Posteriormente se presentan dos artículos que estudian la selectividad animal sobre las especies presentes en los pastizales semi-naturales, y cómo varían las preferencias con la época del año y el régimen de manejo del pastoreo. Ambos estudios cubren las tres condiciones de paisaje predominantes en una zona ganadera fuertemente dependiente de los pastizales semi-naturales para la alimentación de los animales. En la misma sección se incluyen artículos que evalúan, el primero, el impacto de la presencia de árboles en pastizales semi-naturales sobre el comportamiento ingestivo de los animales, y los

dos siguientes; el conocimiento local y la percepción de los productores sobre el rol de los sistemas silvopastoriles y de las quemadas como herramienta de manejo en pastizales semi-naturales y de sabana. A diferencia de los estudios incluidos en las secciones anteriores, los cuales se desarrollaron en la zona central de Nicaragua, los dos últimos se condujeron en El Petén (Guatemala).

Los artículos finales evalúan metodologías empleadas para la evaluación de la selectividad animal en sistemas de pasturas con vegetación diversa y compleja, como es el caso en los pastizales semi-naturales de América Central; se hace énfasis en la practicidad de los métodos utilizados en el proyecto PACA. Por último, se revisan diversas herramientas metodológicas para documentar el conocimiento local cuando se estudian sistemas ganaderos en general, y aquellos dependientes de los pastizales semi-naturales en particular.

Todos estos estudios vienen a llenar un vacío de información importante sobre el manejo de pastizales semi-naturales de América Central; sin embargo, las opciones metodológicas que se ofrecen bien pudieran ser usadas en otras latitudes, más allá de la región. Estoy seguro de que los lectores encontrarán información relevante para sus trabajos, y que la lectura de los mismos estimulará la reflexión sobre la necesidad de estudiar más estos recursos forrajeros tan importantes para la producción animal en la América Tropical.

Danilo A. Pezo
Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente
CATIE

Agroforestales en América

Leendert 't Mannetje (1926- 2008)

El pasado 18 de febrero del 2008 falleció en Holanda el doctor Mannetje, a la edad de 74 años.

Leender 't Mannetje nació en Alemania en el año de 1926. En 1958 obtuvo su grado de M. Sc. en Ciencias Agrícolas en la Universidad de Wageningen, Holanda, y un año después se fue a vivir a Australia, donde trabajó como investigador superior en CSIRO. Allí amplió su experiencia científica y llegó a convertirse en un investigador muy respetado en el área de las pasturas tropicales. Durante los primeros años de su trabajo generó la metodología de rangos de peso para medir la composición botánica de las pasturas. Además realizó estudios sobre la taxonomía y las relaciones con *Stylosanthes* spp., trabajo con el cual obtuvo el grado de Ph. D. de la Universidad de Queensland, Australia. Luego, durante dos años trabajó con el MARDI en Malasia, en el desarrollo y mejoramiento de pastos.

En Narayan, examinó el papel de la mejora de los pastizales en la producción y reproducción animal, así como sobre la ganancia de peso vivo. Fue uno de los primeros en documentar la importancia del rendimiento de la hoja verde en la mejora de ganancia de peso vivo. Además, realizó estudios sobre las necesidades de nutrientes de las plantas y los animales en suelos deficientes en fósforo.

En 1981, regresó a los Países Bajos, como Profesor y Director del Departamento de Producción Vegetal Agrícola y Ciencia de Pastizales en Wageningen University Research (WUR), donde formó parte del personal hasta su jubilación en 1995. Desde 1982 enfocó

su trabajo en leguminosas promisorias y asociados de pastos con leguminosas, así como producción animal y mejoramiento de la eficiencia de utilización de N en pasturas de clima templado. Leender 't Mannetje fue un prolífico escritor a lo largo de su carrera. Escribió varios capítulos de libros y editó el conocido libro *Medición de la vegetación de pastizales y de producción animal*, publicado en 1978. También editó el volumen de Forrajes de la Serie PROSEA (Plant Resources of South East Asia) y colaboró de manera ininterrumpida con la Sociedad Australiana de Pasturas Tropicales desde su creación. Participó en la edición del libro *Carbon Sequestration in Tropical Grassland Ecosystems*, el cual fue publicado en el 2008.

Entre 1970 y 1971 fue editor de la revista *Tropical Grasslands*, presidente de la Sociedad Australiana de Pasturas en 1978 y miembro de su Comité Ejecutivo durante seis años. Fue un firme defensor de la revista *Tropical Grasslands*, donde con frecuencia publicó artículos; de hecho, en los últimos cuatro años de su vida publicó a razón de un artículo por año.

El Dr. 't Mannetje influenció también el trabajo en pasturas tropicales en América Latina, tanto a través del asesoramiento a varios de sus estudiantes latinoamericanos, como a estudiantes holandeses que realizaron su investigación en América Latina, así como por labores de asistencia técnica que desarrolló en América Central, México y Sur América. Además fue un conspicuo colaborador del CATIE a través del proyecto de esta institución con la Universidad Agrícola de Wageningen.

Rol de los pastizales seminaturales en las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua

Percepciones de productores e investigadores

Danilo Pezo¹, Sonia Ospina²

RESUMEN

En este artículo se presentan entrevistas efectuadas a dos productores y dos investigadores nicaragüenses para conocer sus percepciones sobre la importancia y el rol de los pastizales seminaturales en los sistemas ganaderos predominantes en Nicaragua. Tanto los productores como los investigadores coinciden en la fuerte dependencia de la ganadería nicaragüense sobre este tipo de vegetación pues -según afirman- apenas un 5% de las pasturas incluyen especies cultivadas. Los investigadores también señalan lo poco estudiados que han sido estos pastizales. Los productores reconocen que no saben los nombres de algunas de las especies presentes y tampoco su valor forrajero. Los productores y los investigadores coinciden en la complementariedad entre pastizales seminaturales y pasturas sembradas, haciendo énfasis en la importancia de las leñosas multipropósito como fuentes de forraje y frutos, y de las leguminosas herbáceas nativas como fuentes de alimento, especialmente en el período seco.

Palabras claves: Pastizales, producción animal, productores ganaderos, conocimiento indígena, forrajes, plantas forrajeras, plantas leñosas.

Role of seminatural grasslands in livestock systems of Nicaragua: perceptions of farmers and researchers

ABSTRACT

Interviews with two livestock farmers and two pasture researchers from Nicaragua were conducted to determine their perceptions on the importance and role of seminatural grasslands in the predominant livestock systems of Nicaragua. Both farmers and researchers agreed on the strong dependence of the Nicaraguan livestock industry on this type of vegetation, as only 5% of the pastures are covered by improved grasses. The researchers also emphasize the limited studies done on seminatural grasslands. Farmers admit that they cannot name some of the species present in their pastures and do not know their forage value. Both producers and researchers are convinced that seminatural grasslands and sown grasses are complementary. They stress the importance of multipurpose woody perennials as sources of fodder and fruit and of native herbaceous legumes as animal feed, particularly during the dry season.

Keywords: Pastures, animal production, cattle producers, local knowledge, fodder, fodder plants, woody plants.

Con el fin de conocer el rol de los pastizales naturales en fincas ganaderas, se llevó a cabo un trabajo de investigación ecológica en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Dos de los productores colaboradores fueron entrevistados, con miras a captar sus percepciones en cuanto a la relevancia de los pastizales seminaturales³ en los sistemas de producción bovina que ellos manejan. Además, para contar con la perspectiva de investigadores que han trabajado en el tema de pasturas, se entrevistó a dos profesionales con experiencia en la zona.

Los productores entrevistados fueron los señores Adolfo Roque y Luis Rocha, ambos mayores de 50 años de edad y nacidos en sus fincas respectivas; por tanto, sus apreciaciones sobre los pastos y árboles son producto de una larga experiencia. Los investigadores fueron el M.Sc. Martín Mena, Investigador Nacional de Pastos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Nicaragua y el M.Sc. Álvaro González, Profesor de la Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería de Rivas (Nicaragua). El primero ha desarrollado sus trabajos de investigación en pasturas, no sólo en Muy

¹ Co-Coordenador, Proyecto Pasturas de Centroamérica (PACA). CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: dpezo@catie.ac.cr

² Estudiante de doctorado en agroforestería. CATIE/Universidad de Gales (Bangor). Correo electrónico: sospina@catie.ac.cr

³ Se entiende por 'pastizal seminatural' el tipo de vegetación que se utiliza bajo pastoreo y que ha emergido luego de la deforestación o se ha derivado por sucesión, después de la siembra de una pastura. Otros autores las denominan como pasturas nativas, o incluso pasturas naturalizadas, las cuales contrastan con las pasturas cultivadas en que en estas últimas dominan las especies introducidas.

Muy sino también en otras áreas de importancia para la producción ganadera de Nicaragua, y el segundo hizo su tesis de maestría en Muy Muy. En su tesis el M.Sc. González comparó la producción de biomasa forrajera de gramíneas en monocultivo y asociadas con la leguminosa maní forrajero, y de estas con los pastizales seminaturales como tratamiento de control.

PERCEPCIONES DE LOS PRODUCTORES

Cambios en las pasturas con el tiempo

¿Han cambiado mucho sus potreros?

L. Rocha: *Antes el pasto jaragua y el Asia⁴ cubrían una gran proporción de la finca. Tal vez los sembró mi papá antes que yo naciera, pues recuerdo haberlos visto en la finca desde que era niño. Había una parte de la finca con mucho jaragua, donde hasta llegaban los venados a comer. Claro, en esa época teníamos menos vacas. Pero lo cierto es que poco a poco han ido desapareciendo esos pastos, y lo que se ve ahora en la mayoría de mis potreros es grama.*

A. Roque: *El jaragua era la especie que más se veía en los potreros desde cuando yo recuerdo. Mi papá debe haberlo sembrado. Ahora, casi el 80% de mis potreros tienen grama con un poco de jaragua. El 20% restante está en pastos mejorados que yo he sembrado más recientemente.*

¿Por qué cree que se han dado esos cambios? ¿Por qué ahora hay más grama?

L. Rocha: *Las tierras se han desgastado con el tiempo y los pastos, al igual que los cultivos, se van cansando. La grama aguanta más al pastoreo fuerte, mientras que el jaragua y el Asia se pierden con ese manejo. Además, tengo una mala experiencia con siembras de pasto Asia en mi finca: ¡no pegó casi nada! Quién sabe si la semilla estaba mala.*

A. Roque: *Cuando se meten muchas vacas y se le da duro a un potrero, aparece la grama, esta crece y no se pierde, siempre y cuando uno la sepa manejar no dejando que las vacas se lo coman todo, pues siempre debe quedar algo de hojas después de cada pastoreo.*

Bondades de los pastizales seminaturales

¿Qué le gusta de la grama? ¿Tienen alguna ventaja sus potreros de grama?

L. Rocha: *La grama es muy buena durante el invierno, y también se recupera bien en la época seca; pero claro, produce menos que la brizanta⁵ Por supuesto, el crecimiento después del pastoreo depende de cómo se manejen los potreros, porque si se pastorea hasta que “terreen”⁶, ¡hasta el brizanta se va a perder!*

A. Roque: *Si la grama, incluyendo el pasto jaragua se maneja bien, puede usarse todo el año. Manejar bien es tener baja la pastura antes de que empiece la seca, pues si se deja alta cuando el jaragua va a florear (fines de octubre), entonces el pasto se madura, se seca, y ya no es bueno para las vacas..*

Por lo que nos cuenta, usted está convencido de que los pastizales seminaturales son muy buenos. ¿Usted los reemplazaría por los pastos introducidos a la zona en los últimos años, como por ejemplo las brachiarias?

L. Rocha: *No, claro que sembraría algunas áreas con esos pastos nuevos, y por cierto ya lo he hecho. Pastos como el marandú⁷ son muy buenos y producen más que la grama si los suelos son buenos, e incluso se mantienen verdes durante parte del verano bajo esas condiciones. En cambio, la grama se comporta mejor en zonas con suelos duros y más pedregosos. También probé el pasto Libertad⁸, pero se me perdió en tres años, se fue secando poco a poco y creo que no es buena para el verano. En áreas bajas “charcalosas”⁹, el marandú no trabaja bien, pero ahí me funciona el pará caribe¹⁰. Antes, ahí sólo crecían navajuela¹¹ y otras especies que crecen en suelos encharcados, pero que las vacas no comen. Si tuviera el dinero, cambiaría la mayor parte de mis pasturas de grama, sembrando las variedades nuevas de pastos y las manejaría con potreros más pequeños.*

A. Roque: *Donde vea que se pueden dar mejor los pastos nuevos (p.e. marandú, Libertad), por supuesto que los sembraría, pero uno no se debe olvidar que cuando se siembran esos pastos también tiene que mejorarse el manejo.*

⁴ jaragua (*Hypparhenia rufa*), Asia (*Panicum maximum*), grama (*Paspalum notatum*, *P. conjugatum* y *P. centrale*)

⁵ Cuando los productores hablan de brizanta se refieren a la *Brachiaria brizantha*, independientemente del cultivar o variedad

⁶ Expresión usada para referirse al pastoreo excesivo; la vegetación queda a ras del suelo, e incluso quedan espacios a suelo desnudo

⁷ *Brachiaria brizantha* cv. marandú

⁸ *B. brizantha* cv. Libertad

⁹ Que se encharcan fácilmente

¹⁰ Según investigadores de CORPOICA (Turipaná, Colombia), corresponda a una variedad de *Brachiaria arrecta*, o pasto tanner

¹¹ *Cyperus* sp.



Luis Rocha (foto: Proyecto PACA, CATIE)

Diversidad de pastizales seminaturales

¿Hay muchas especies que crecen en sus pastizales seminaturales?

L. Rocha: *Sí, hay muchas, pero la verdad que no las conozco todas. Puedo reconocer sólo algunas leguminosas que son frecuentes aquí, y le puedo decir con qué nombre las conocemos. También conozco algunas de las malezas, pero la verdad además de la grama, reconozco pocas especies que crecen bajo esas condiciones y que coma el ganado. Algunas que he visto se las comen las vacas, no les sé el nombre.*

¿Y de los árboles que crecen en esos pastizales seminaturales?

L. Rocha: *Bueno, no en todos los potreros hay árboles. En los potreros que están cerca de la casa hay menos árboles. Parece que en esa zona hay mucha piedra y suelo muy duro, pero además como las vacas pasan más tiempo ahí, quizás han dañado los arbolitos. En el resto de los potreros sí hay mucho carao, madero negro, guácimo, genízaro y roble macuelizo¹², entre otros. Durante el verano, algunas veces desramo algunos árboles que sé que le gusta al ganado. En el verano, las vacas buscan las vainas de genízaro; por eso yo trato de aumentar los árboles de genízaro en mis potreros... les digo a los trabajadores que cuando hacen las chapeas no corten esos*

arbolitos. El follaje de madero negro también lo comen mis vacas, pero las hojas se caen cuando los árboles echan su flor. Recientemente he empezado a cortar el madero negro de manera más regular para dar a mis vacas en fresco, y también lo he incluido en los ensilajes que he preparado.

A. Roque: *En mi finca predominan los árboles nativos como el genízaro, guanacaste, pochote y cedro¹³. Estos me dan madera, postes y leña; además algunos de los que tengo en la finca sirven para alimentar el ganado. El uso de árboles para madera es un tanto difícil en la zona, pues ahora hay veda para la corta del cedro, pochote y caoba. A pesar de la veda, es posible cortar algunos árboles con permiso de las autoridades, pero los mecanismos para la aprobación son complicados y hay que ir hasta Matagalpa para conseguir los permisos. Una cosa importante con los árboles en los potreros es que los pastos que crecen bajo ellos se mantienen verdes más tiempo durante el verano. Esto ayuda mucho, pues aquí el período seco es largo y duro.*

PERCEPCIONES DE LOS INVESTIGADORES

Importancia de los pastizales seminaturales en los programas de investigación en forrajes

¿Cuán importantes son los pastizales seminaturales para la ganadería de Nicaragua y de Muy Muy en particular?

M. Mena: *En Nicaragua es muy variable, pero bien podemos decir que menos del 5% de las fincas en el país dependen exclusivamente de pasturas cultivadas; en el resto de fincas, los pastizales seminaturales representan desde 50 a 90%, y en muchas puede ser incluso el 100%.*

A. González: *En la zona alta del municipio de Muy Muy ha habido un cambio importante hacia el uso de gramineas mejoradas, quizás porque las mismas permiten sostener cargas más altas, pero todavía es poca el área que está cubierta por esas especies. Aún cuando no estoy muy familiarizado con las fincas de la parte baja en el municipio, me parece que la proporción de pastizales seminaturales sigue siendo mayoritaria en ellas.*

¿En su trabajo de investigación ha evaluado los pastizales seminaturales?

M. Mena: *Mi trabajo ha estado fuertemente orientado a la evaluación del nuevo germoplasma forrajero*

¹² carao (*Cassia grandis*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genízaro (*Albizia saman*), roble macuelizo (*Tabebuia rosea*); guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), pochote (*Pachira quinata*), cedro (*Cedrella odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*).

¹³ Genízaro (*Albizia saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), pochote (*Pachira quinata*), cedro (*Cedrella odorata*)

de gramíneas y leguminosas multipropósito, tomando como elemento de comparación las pasturas de los productores, las que en buena medida están constituidas por pastizales seminaturales, con predominancia del pasto jaragua.

A. González: *En mi tesis de maestría evalué en la zona alta (600 – 750 msnm) del municipio de Muy Muy el flujo de nutrientes en pastizales seminaturales y en pasturas de gramíneas introducidas (p.e. Brachiaria brizantha cv. Toledo, Panicum maximum cv. Tanzania y Cynodon nlemfuensis), con y sin maní forrajero (Arachis pintoi). En mi estudio, los pastizales seminaturales prácticamente constituyeron el tratamiento testigo.*

Ustedes indican que los pastizales seminaturales han sido el tratamiento control en su trabajo, para compararlos con las especies introducidas. ¿Conoce de otros estudios en Nicaragua donde ecólogos, taxónomos u otros científicos hayan estudiado los pastizales seminaturales?

M. Mena: *He conocido de muy pocos estudios en Nicaragua que traten de entender las funciones que tienen las especies nativas en sistemas de pasturas. He visto más estudios orientados a identificar las leguminosas nativas, mayormente herbáceas, presentes en los potreros, pero hay muy pocos trabajos relacionados con las gramíneas y otras familias.*

A. González: *A decir verdad he encontrado mucha literatura sobre especies de gramíneas cultivadas, pero he visto muy poco sobre los pastizales seminaturales de América Central. Creo que falta mucha información sobre las bondades y limitaciones de los pastizales seminaturales en los sistemas de producción que se manejan en zonas como Muy Muy o Rivas, donde constituyen el tipo de pastizal mayoritario.*

Entre los estudios revisados, ¿recuerda usted que haya algunos en que se trate de identificar cuáles especies presentes en los pastizales seminaturales son consumidas por los animales?

M. Mena: *Desde mi punto de vista, los trabajos efectuados por el Proyecto PACA en Muy Muy son los primeros que se han realizado en el país sobre ese tema.*

A. González: *No conozco que se haya hecho ese tipo de estudios en Nicaragua.*



Adolfo Roque (foto: Proyecto PACA, CATIE)

Bondades y limitaciones

Algunos sostienen que hay ventaja de los pastizales seminaturales sobre las pasturas cultivadas en los períodos secos. ¿Está de acuerdo con esa afirmación?

M. Mena: *No; más bien nuestros estudios muestran lo contrario. Por ejemplo en las pasturas seminaturales con dominancia de jaragua, en los meses de noviembre a diciembre esta especie ya floreció y se secó por senescencia; en cambio, varias especies de Brachiaria pueden mantenerse verdes aún hasta fines de febrero¹⁴.*

A. González: *Es importante considerar que cada pastura tiene sus ventajas, y se debe buscar la complementariedad con el uso de los diferentes tipos de pasturas. Además, hay que tener cuidado de aplicar a cada pastura el manejo más adecuado, en especial en cuanto a la carga animal asignada. Por otro lado, al momento de diversificar las pasturas, es necesario seleccionar tanto el sitio como la pastura que mejor se adapte a la condiciones de sitio, teniendo en cuenta que el costo de establecimiento de estas pasturas mejoradas es alto. También es importante valorar el establecimiento y manejo de leñosas que logran mantener sus hojas en el período seco y que son una alternativa para la escasez de forraje en este período, ya que algunas de las especies dentro de las pasturas seminaturales tienden a reducir drásticamente la biomasa forrajera en el período seco. Por otra parte, las gramíneas introducidas que*

¹⁴ En Muy Muy, el período seco se extiende de noviembre a mayo.

logran mantenerse verdes durante ese período reducen la disponibilidad de biomasa comestible, y esta es de bajo valor nutritivo.

Eso puede ser cierto para las gramíneas y otras especies herbáceas, pero ¿qué nos puede decir de otros tipos de especies?

M. Mena: Bueno, muchas especies arbustivas y algunas herbáceas, tanto leguminosas como de otras familias, logran permanecer verdes durante buena parte del período seco y, por lo tanto, constituyen la fuente principal de alimentación del ganado, pues las gramíneas se encuentran muy maduras y con bajo valor nutritivo. En pastizales seminaturales con buena proporción de leñosas palatables y manejadas con carga relativamente bajas, se ven animales con buena condición corporal al final del período seco.

A. González: Bueno, varias de esas especies están en las cercas vivas, tales como el madero negro y el jiñocuabo (*Bursera simaruba*), y además de su función de sostener el alambre, los productores reconocen que el ganado las come, incluso en el caso del jiñocuabo que tiene un sabor y hasta olor desagradable. Por otro lado, dentro de los potreros hay árboles que aportan frutos y follaje, pero también proveen sombra. Eso valoran los productores, pero tratan de controlar la densidad, porque no quieren que la presencia de muchos árboles afecte el crecimiento del pasto.

¿Y qué pasa con las leguminosas herbáceas? ¿Los productores les reconocen valor, favorecen mantenerlas en los potreros?

M. Mena: Posiblemente la contribución de las leguminosas herbáceas sea baja en la época de lluvias, pero es relativamente alta en el período seco; especialmente en el Pacífico de Nicaragua. Además los productores de esa zona les reconocen un valor forrajero importante a varias de esas leguminosas herbáceas, pues en potreros que las tienen, los animales se mantienen en buena condición durante el período seco. Tal es el caso del *Calopogonium muconoides*, que es conocido localmente como “bejuco engordador”.

A. González: Voy a hablar más de mis observaciones que de la percepción de los productores, pues no he conversado con ellos sobre ese particular. Al evaluar las pasturas mejoradas en asocio con maní forrajero, prácticamente no se encuentran leguminosas herbáceas nativas.

Aparentemente su lugar ha sido ocupado y dominado por el maní. En las pasturas de gramíneas mejoradas en monocultivo sí se encuentran las leguminosas herbáceas nativas, pero su contribución en peso a la biomasa disponible es muy poca. En los pastizales seminaturales se observan varias leguminosas herbáceas, pero también es pequeña su contribución a la biomasa disponible.

Usted menciona que en su trabajo ha hecho más énfasis en la evaluación de especies introducidas. ¿Cuál ha sido la actitud de los productores ante esas nuevas especies? ¿Están tratando de cambiar todo o están buscando la complementariedad con los pastizales seminaturales que ellos poseen?

M. Mena: Mi percepción es que ellos están buscando introducir en sus fincas las especies mejoradas con miras a paliar el déficit de forraje en el período seco y aumentar la productividad, incluso en el período de lluvias; pero muy rara vez van a pretender remplazar el 100% de los pastizales seminaturales, sobre todo por que los costos de la semilla y el establecimiento de nuevas pasturas son altos.

Potencial de extrapolación de los resultados obtenidos por el proyecto PACA a otras zonas de Nicaragua

El proyecto PACA hizo bastante esfuerzo en Muy Muy. ¿Hasta qué punto la condición de esa localidad o el tipo de vegetación de pastizales seminaturales se repiten en otras zonas y, por tanto el esfuerzo desarrollado podría beneficiar a otras zonas de Nicaragua?

M. Mena: Creo que la información generada en principio podría beneficiar a los productores de la región intermedia del país, donde se concentra más del 50% del hato nacional. Cuando hablo de la zona intermedia me refiero a las áreas ganaderas de los departamentos de Boaco, Chontales y algunas partes de Matagalpa. Igualmente aquellas zonas que están más cerca de lo que se conoce como las Regiones Autónomas del Atlántico de Nicaragua.

A. González: Las condiciones de Rivas se asemejan más a la zona baja del municipio de Muy Muy. Quizás una diferencia es que en los pastizales seminaturales de Rivas hay más presencia de pasto jaragua. En este sentido considero que el estudio realizado en Muy Muy sí se puede aplicar a las condiciones de Rivas, ya que permitirá evaluar in situ el rol de las pasturas seminaturales y de las gramíneas introducidas en la producción ganadera.

Procesos ecológicos asociados con el pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles

Graciela Rusch¹, Christina Skarpe²

RESUMEN

El trabajo es una revisión bibliográfica sobre los factores y procesos ecológicos que intervienen en la interacción entre los herbívoros y la vegetación. Esta interacción está definida por el régimen de pastoreo (el grado de selectividad del forraje, la frecuencia y la intensidad de pastoreo) y el tipo de respuestas de las plantas. Se distinguen dos tipos fundamentales de respuestas. Las primeras se manifiestan en alta disponibilidad de recursos y se caracterizan por una alta capacidad de rebrote y de crecimiento. Las segundas se dan en sitios pobres: donde la capacidad de crecimiento es baja y presentan atributos que les confieren resistencia contra la herbivoría y el desgaste físico. Estas diferencias en respuestas tienen consecuencias sobre la productividad primaria neta y las tasas de mineralización de la materia orgánica. El productor -al manejar la carga, el tiempo de ocupación y de descanso de los potreros - maneja los componentes fundamentales del régimen de pastoreo; es decir, el grado de selectividad que el ganado ejerce al pastorear, la cantidad de material vegetal que permanece luego de un período de pastoreo y el tiempo que las plantas necesitan para recuperarse después del pastoreo.

Palabras claves: Sistemas silvopastoriles, pastoreo, factores ecológicos, relaciones planta animal, intensidad de pastoreo, respuesta de la planta.

Ecological processes associated with grazing and their relation to silvopastoral systems

ABSTRACT

The study consists of a literature review about the ecological factors and processes involved in plant-herbivore interactions. These interactions are determined by the grazing regime, (i.e., the degree of forage selectivity and the frequency and intensity of grazing) and by the type of plant response to herbivory. Two fundamental types of responses can be distinguished. The first is appears where there is high availability of resources high resource availability and is characterized by high re-sprouting and growth capacity. The second, in resource-poor environments, have low growth rates and present defense attributes against herbivory and physical damage. These differences in responses have consequences on the net primary production and on rates of organic matter decomposition. By managing the grazing pressure and the grazing and resting periods, the farmer manages the fundamental components of the grazing regime, i.e., the degree of forage selectivity, the amount of vegetation remaining after a grazing period and the time plants need to recover from grazing.

Keywords: Silvopastoral systems, grazing, ecological factors, plant/animal relationships, grazing pressure, plant response.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son sistemas agroforestales diseñados y manejados para la producción de árboles y de sus productos, como el forraje para el ganado, mediante el cual los árboles y la pastura se manejan como un sistema integrado (Klopfstein et ál. 2008). Los SSP cumplen funciones múltiples, proveen retornos económicos y, al mismo tiempo, crean un sistema de producción sustentable con muchos beneficios ambientales (González-Hernández y Rozados-Lorenzo 2008, Harvey et ál. 2005). Los SSP en los trópicos subhúmedos pueden mejorar la producción del ganado debido a funciones de los árboles, como la provisión de sombra (Restrepo et ál. 2004, Souza de Abreu et ál. 2000), la

prolongación del período de producción de los pastos y el incremento de la fertilidad del suelo (Belsky 1993). En este sistema, el ganado es un componente fundamental; por ello es necesario comprender los efectos del pastoreo sobre la composición y la función del sistema y los mecanismos por los cuales se producen cambios. La evidencia acumulada por la ecología sobre las relaciones entre los herbívoros y la vegetación constituye un marco de referencia teórico sólido para entender los principios fundamentales de los efectos de los herbívoros sobre los procesos del ecosistema a distintos niveles y, en particular, sobre la vegetación a nivel de la planta individual, de las poblaciones y de las comunidades de especies (Frank 1998).

¹ Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Noruega. Tel: +47 73 80 14 00, Fax: +47 73 80 14 01. Correo electrónico: graciela.rusch@nina.no (autora para correspondencia)

² Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@ihm.no

Este trabajo ofrece una síntesis de la literatura disponible respecto a los factores y procesos ecológicos que intervienen en la interacción entre los herbívoros y la vegetación, con énfasis en el componente herbáceo, e ilustra cómo el manejo del pastoreo puede afectar a las plantas, la composición de las pasturas y los procesos fundamentales del ecosistema. Específicamente, este trabajo:

- a) Describe las características del régimen de pastoreo como factor ecológico fundamental en la interacción vegetación-herbívoro.
- b) Presenta los efectos del pastoreo sobre el medio físico, sobre la vegetación a nivel de planta y de la comunidad vegetal, y sobre procesos del ecosistema.
- c) Pone en perspectiva estos conocimientos en el marco del manejo del SSP.

El régimen de pastoreo

El régimen de pastoreo se caracteriza por: i) el grado *selectividad* del herbívoro (Belovsky 1997), ii) la *frecuencia* con que la vegetación es defoliada³ (Dorrrough et ál. 2004) y iii) la *intensidad*, entendida como la cantidad de material vegetal consumido (Miller-Goodman et ál. 1999). Estas características constituyen la base de los efectos de los herbívoros sobre la vegetación y sobre el ecosistema. Los impactos de los herbívoros en la vegetación dependen del balance entre el grado de selectividad del animal (es decir, la magnitud relativa en que las distintas especies o ecotipos sufren pérdidas de tejido) y las diferencias entre las especies en cuanto a su capacidad para recuperar los tejidos (Augustine y McNaughton 1998).

Selectividad

Al pastorear, los herbívoros tienen la capacidad de seleccionar determinadas áreas de vegetación (Wilmshurst et ál. 2000), determinadas especies (Velásquez et ál. 2009, Aastum 2006) y determinadas partes de las plantas (Bergman et ál. 2000) para cubrir sus requerimientos alimentarios (Van der Wal et ál. 2000) y balancear la cantidad y calidad de la biomasa que consumen (Wilmshurst et ál. 2000). La *selectividad* del forraje depende de varios factores, algunos de ellos se asocian con las características del animal y otros con las de la vegetación. Las características del animal tienen que ver, principalmente, con sus requerimientos energéticos y nutricionales en general y varían con la carga animal (Sevi et ál. 1999), el sexo (Main 2008), la edad (Coppedge y Shaw 1998), la especie (Heroldova 1996), el tamaño del cuerpo y de la boca (Belovsky 1997), el tipo de sistema digestivo (D'Mello 1992), el tipo de plantas consumidas (Codron

et ál. 2007) y la capacidad para metabolizar compuestos secundarios (Iason y Palo 1991).

Entre las características principales de las plantas, la abundancia de la especie es determinante (Aastum 2006), así como la apariencia (es decir, cuán vistosas o distinguibles son las plantas), el contenido de nutrientes esenciales (Skarpe et ál. 2000), la presencia de estructuras y compuestos químicos de defensa (Cooper y Owen-Smith 1985, 1986) y las características y distribución de especies acompañantes (Augustine y McNaughton 1998). Además de su abundancia, las especies pueden diferir en el grado de accesibilidad para el ganado, el cual depende de características morfológicas -como la distribución de la biomasa en altura- que determinan la cantidad de forraje que puede ser ingerido por unidad de tiempo (Laca et ál. 1994). En general, los animales al pastorear seleccionan material vegetal con una alta relación hojas/tallo, ya que las hojas poseen un valor nutritivo más alto. Por eso es que el animal generalmente rechaza las pasturas altas y maduras (Davison et ál. 1985). El grado de aceptabilidad varía con la especie animal y con las características del herbívoro antes mencionadas. En general, los rumiantes emplean más tiempo en procesar el alimento pero requieren plantas de alta calidad, ricas en proteína y energía. Los no rumiantes, en cambio, pasan una gran cantidad de alimento por el sistema digestivo y toleran grandes cantidades de forraje de menor calidad (Demment y van Soest 1985).

Frecuencia

La frecuencia del pastoreo indica la longitud del período entre defoliaciones consecutivas que puede sufrir una planta y establece el período para la recuperación de la biomasa foliar. La capacidad de rebrote es una característica propia de cada especie (Vesk y Westoby 2004a y b). El número, la vitalidad y la longevidad de los meristemas de rebrote y la capacidad de crecimiento determinan la rapidez con que la planta restituye los tejidos foliares. Esta es una característica fundamental que se asocia con la tolerancia a la defoliación (Augustine y McNaughton 1998).

Para el rebrote, la planta utiliza, en parte, recursos almacenados en órganos subterráneos y en la biomasa foliar remanente. La biomasa foliar producida durante el rebrote es la que más contribuye a la fotosíntesis y al crecimiento durante el período de recuperación (Briske 1996). Por lo tanto, este período es determinante para

³ Término utilizado en forma general para referirse a la pérdida de material vegetal.

el balance energético de la planta. Cuando la frecuencia de defoliación es mayor que el período de recuperación, a largo plazo se afecta la persistencia de la especie en el sistema.

Intensidad

La intensidad del pastoreo se refiere a la cantidad de material foliar eliminado (Miller-Goodman et ál. 1999). La altura de la vegetación después de la defoliación y el porte de la planta suelen ser buenos indicadores de la intensidad de pastoreo (Díaz et ál. 2006). Cuando la intensidad de pastoreo es alta, la vegetación tiende a tomar un porte rastrero y la biomasa verde se concentra próxima al suelo, de modo que una buena parte resulta poco accesible para el animal. Esta estrategia ha sido considerada como la forma de defensa más efectiva de las especies herbáceas contra los herbívoros (Oosterheld y McNaughton 1991).

Efectos del pastoreo sobre el ambiente físico

El animal, al pastorear, modifica las condiciones del ambiente y el nivel de recursos disponibles para otros organismos. Uno de los procesos importantes se relaciona con los cambios en la disponibilidad de luz, la cual aumenta a nivel del suelo cuando el animal consume biomasa vegetal (Altesor et ál. 2005). La remoción de biomasa también tiene consecuencias sobre la temperatura de la superficie del suelo (Honda y Katoh 2007). El cambio en la disponibilidad de luz y de la temperatura son dos factores que afectan el proceso de regeneración vegetativa (Quinn y Holt 2008) y la germinación de las semillas (Insausti y Grimoldi 2006). Otros efectos físicos importantes tienen que ver con las propiedades físicas del suelo. Por medio

del pisoteo y la remoción de materia orgánica, el pastoreo puede causar compactación y pérdida de calidad de la estructura del suelo (Drewry et ál. 2008).

Respuestas de las plantas al pastoreo

Las distintas especies de plantas difieren fundamentalmente en su respuesta a la pérdida de tejidos por la defoliación; algunas tienen capacidad de restituir los tejidos rápidamente, en tanto que otras tienden a reponerlos más lentamente. Estas diferencias se relacionan con el nivel de recursos disponibles para el crecimiento de la planta (agua, nutrientes, luz). Las plantas adaptadas a ambientes con buenos niveles de recursos muestran altas tasas de captura y de uso de recursos, lo que resulta en tasas altas de crecimiento relativo (Grime et ál. 1997) (Cuadro 1). En algunas especies, las plantas defoliadas pueden producir mayor cantidad de biomasa que las no defoliadas ('crecimiento compensatorio', según McNaughton 1983). Este aumento del crecimiento promovido por la defoliación (Agrawal 2000) depende directamente de los atributos de las especies que permiten altas tasas de rebrote y de captación de recursos, y se asocia con el grado de adaptación de la especie a tolerar pérdidas de biomasa.

Por el contrario, las plantas adaptadas a condiciones de disponibilidad de recursos crónicamente bajas se caracterizan por una estrategia conservadora, con tasas bajas de crecimiento y de captación de recursos, y con atributos –p.e., dureza de las hojas - que les ayudan a retener los tejidos ante el daño físico y la defoliación (Grime et ál. 1997, Díaz et ál. 2004, Cuadro 1). Otras características de las plantas que tienden a disminuir el consumo

Cuadro 1. Atributos morfológicos y químicos de las plantas asociados con la forma de utilización de recursos según disponibilidad

Atributo	Suelos fértiles	Suelos poco fértiles
Tasas de circulación de nutrientes en la planta	Alta	Baja
Concentración de nutrientes en hojas (N, P, K, Ca y Mg)	Alta	Baja
Capacidad de crecimiento	Alta	Baja
Capacidad de mantener el rendimiento con nutrientes limitados	Baja	Alta
Plasticidad de raíces y tallos	Alta	Baja
Longevidad	Baja	Alta
Resistencia de las hojas a herbívoros generalistas (invertebrados) y al daño físico	Baja	Alta
Palatabilidad	Alta	Baja

Fuente: Grime et ál. (1997)

del animal es la presencia de ciertas estructuras como espinas en hojas, tallos y frutos, vellosidad y presencia de glándulas urticantes (Cornelissen et ál. 2003). En algunas plantas también existe una variedad de metabolitos secundarios (p.e., compuestos fenólicos – tales como los taninos - y diversos alcaloides) que actúan como defensa contra los herbívoros (Kaplan et ál. 2008).

Efecto del pastoreo sobre la composición florística y funcional de la vegetación

El régimen de pastoreo puede modificar en forma considerable la composición funcional y florística de la vegetación, por efectos de la defoliación (Rusch y Oesterheld 1997). Los herbívoros interactúan, a su vez, con los procesos naturales que causan cambios en la composición florística. Estos procesos se relacionan con la colonización del espacio y de los recursos por parte del conjunto de especies disponibles en la región (Eriksson y Eriksson 1998). Por ejemplo, después del desmonte o del establecimiento de una pastura, a medida que transcurre el tiempo va aumentando la cantidad de propágulos que acceden al sitio y las probabilidades de establecimiento de la flora autóctona y naturalizada. Así, el cambio hacia el *tacotal*⁴, por ejemplo, es el resultado natural de una sucesión hacia la vegetación de bosque, típica de la región. Asimismo, al crearse espacios abiertos en la cobertura vegetal se facilita el establecimiento de plantas por semillas (Rusch y Fernández-Palacios 1995); lo mismo sucede al modificarse las relaciones de competencia entre las especies por efectos de la defoliación selectiva (Augustine y McNaughton 1998). Si el SSP tiene una historia corta, como es el caso de una pastura reciente, el proceso de colonización junto con el pastoreo producirá cambios en la abundancia relativa de las especies, dependiendo del grado de consumo y de las estrategias de persistencia y regeneración de las especies.

Para poder generalizar acerca de los efectos del pastoreo sobre la composición florística, más allá de las relaciones filogenéticas entre las especies que conforman la flora local, es importante identificar los atributos o rasgos de las especies que persisten en los sistemas bajo pastoreo en distintas regiones (Díaz et ál. 2006). Hasta el momento, se han identificado pocos rasgos comunes generalizables a través de diversas condiciones climáticas, edáficas y de manejo, excepto el porte bajo, la forma de crecimiento rastrera, la concentración de una proporción importante de la masa foliar próxima

al suelo (Díaz et ál. 2006), la presencia de meristemas de crecimiento en una zona protegida del consumo y del pisoteo (Alados et ál. 2004) y la proliferación de especies anuales o de ciclo corto en sistemas muy disturbados (Hunt et ál. 2004).

Con el tiempo, los cambios de la composición florística pueden resultar en comunidades de vegetación considerablemente distintas a las originales, en donde pueden prevalecer especies que toleran y/o que se recuperan bien del pastoreo, o bien, que son poco consumidas (Augustine y McNaughton 1998). Con frecuencia, el proceso de degradación de pasturas se asocia a estos cambios, cuando bajo un cierto nivel de recursos disponibles y en competencia con otras especies, las de mayor valor forrajero no logran restituir el material foliar ni las reservas necesarias para el rebrote entre defoliaciones consecutivas. En consecuencia son remplazadas por otras menos consumidas o mejor adaptadas al régimen de manejo imperante (Chase et ál. 2000). Cuando el régimen de defoliación es muy frecuente, el pastoreo tiende a favorecer el establecimiento de especies anuales o de ciclo corto (Cooper y Huffaker 1997, Ospina et ál. 2009).

El pastoreo también puede afectar la composición arbórea del SSP por sus efectos sobre la regeneración de los árboles. El reclutamiento de árboles puede verse seriamente afectado por el ganado que consume sus frutos, ramonea las plántulas y árboles pequeños y daña las plántulas por pisoteo (Esquivel et ál. 2009).

Funciones del ecosistema asociadas al pastoreo

La relación entre la vegetación, ya sea establecida naturalmente o cultivada, y el ganado no es unidireccional; es decir, no debe entenderse simplemente como el efecto del ganado sobre las plantas, sino que se trata de una interacción en donde las repuestas de la vegetación determinan, a su vez, la conducta de pastoreo del ganado (Figura 1). La forma en que la vegetación responde al pastoreo puede resultar en procesos de retroalimentación en donde la interacción entre la selectividad del ganado y la respuesta de la vegetación se refuerzan (Frank et ál. 2002). En este proceso, el pastoreo induce cambios que resultan en la dominancia de especies que toleran la defoliación, que tienen altas tasas de crecimiento relativo, con capacidad de utilizar rápidamente los recursos que se hacen disponibles con el pastoreo, de alta palatabilidad y valor forrajero (Figura. 1).

⁴ Vegetación secundaria en estadios sucesionales tempranos; también conocido en América Central como charral o guamil.

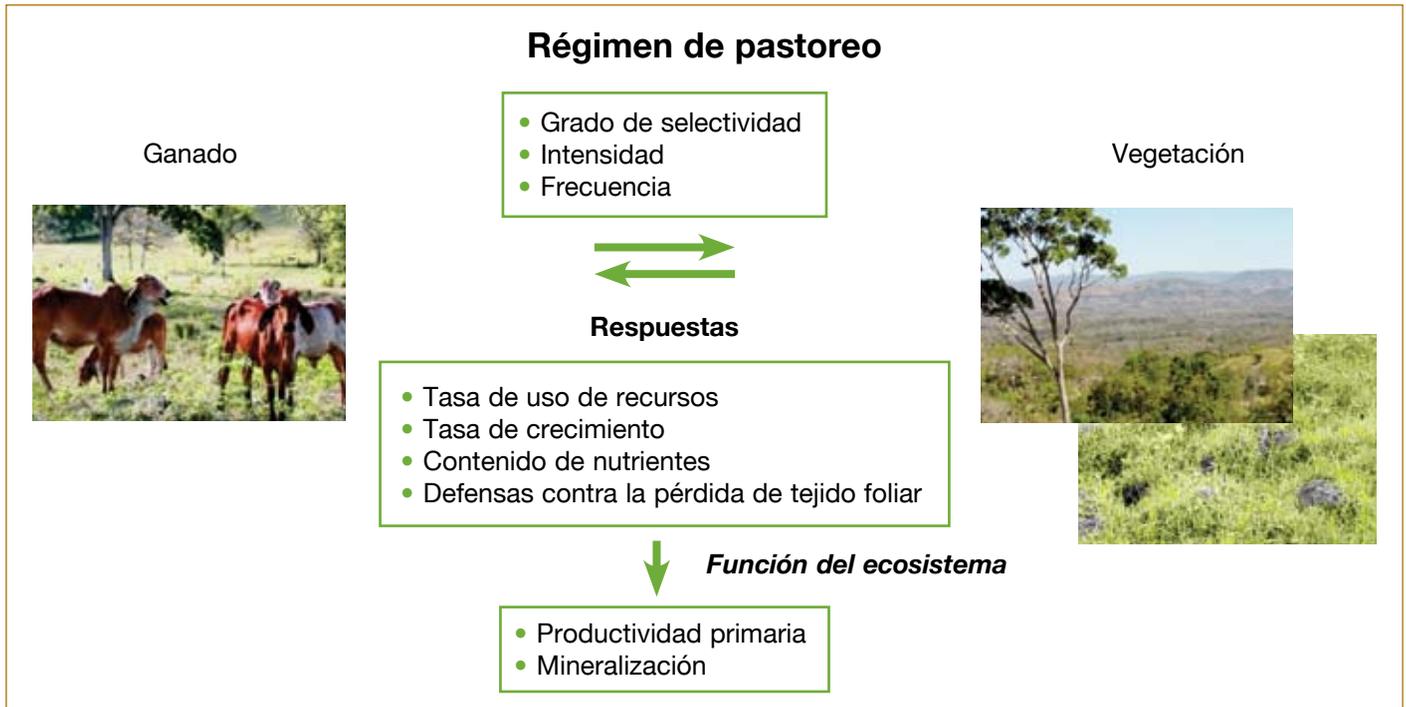


Figura 1. Interrelaciones entre la vegetación y el ganado

Estos factores tienen efectos importantes sobre los procesos del ecosistema. Los atributos que le confieren a las plantas la capacidad de hacer un uso rápido de los recursos y de mantener tasas altas de crecimiento determinan, al mismo tiempo, una alta productividad primaria (Frank 2005). Estos atributos de las plantas repercuten también sobre los procesos de mineralización en el suelo ya que las características foliares que confieren altas tasas de crecimiento relativo también resultan en una calidad alta de la broza en el mantillo, lo que acelera la tasa de descomposición del material vegetal (Cornelissen et ál. 2004), y puede, por este mecanismo, aumentar la disponibilidad de nutrientes disponibles para la vegetación. Además de acelerar las tasas de descomposición, el pastoreo puede acortar los ciclos de mineralización a través de la deposición de orina y de heces (Cochran et ál. 2000) y de la incorporación de material vegetal al suelo por el pisoteo (McNaughton et ál. 1997); además, puede aumentar la disponibilidad de nitrógeno para las plantas en forma de aminoácidos (Henry y Jefferies 2002).

Una alternativa a este sistema de retroalimentación positiva entre el pastoreo, la calidad de la biomasa vegetal, la productividad primaria y los procesos de descomposición de la materia orgánica resulta cuando las comunidades vegetales son dominadas por especies con una capacidad limitada de restituir la biomasa

fotosintética y en las que predominan las estrategias de conservación de recursos y de defensa contra la pérdida de biomasa por el consumo (Grime et ál. 1997). Es decir, cuando las plantas poseen características morfológicas o químicas que tienden a reducir el ramoneo, se interrumpe el vínculo positivo y de retroalimentación positiva entre el pastoreo y las respuestas de la vegetación al ramoneo.

También se dan interacciones fuertes entre el ganado, la vegetación herbácea y los árboles, las cuales son importantes para la función del SSP. Estas interacciones son complejas y mediadas por el sombreado de los árboles que disminuye la disponibilidad de luz y el nivel de evapotranspiración de la vegetación herbácea (Fernández et ál. 2007) y por los efectos sobre el contenido de nutrientes en el suelo. Los árboles, por medio de la captura de nutrientes en las capas profundas del suelo y la deposición de hojarasca, pueden redistribuir nutrientes de los horizontes más profundos a la superficie (Belsky 1993, Vetaas 1992). En este caso, también los atributos funcionales de los árboles -como la capacidad de fijar nitrógeno, la profundidad y el volumen de suelo explorado por las raíces y la caducidad de la biomasa foliar (hojas perennes o caducas) - tienen importancia tanto para los procesos asociados a la recirculación de nutrientes como para el sombreado de la vegetación herbácea y de los animales.

El ganado, interactúa con estos factores y puede afectar la vegetación herbácea al seleccionar áreas de pastoreo y de descanso que se relacionan con la presencia de los árboles (Nilsen et ál. 2009). De este modo se dan diferentes grados de consumo, de desgaste por pisoteo y otros daños físicos y de deposición de orina y heces en áreas con y sin árboles.

Consideraciones para el manejo del SSP

El primer desafío para manejar un sistema de producción ganadera es la identificación del régimen de pastoreo y la composición de la vegetación que permite el mantenimiento a perpetuidad de la producción primaria y del ganado a un determinado nivel de inversión de trabajo y recursos. Para el manejo del SSP se requiere regular el régimen de pastoreo, ya que es el factor ecológico más importante que vincula la vegetación con el ganado. Estas relaciones son válidas tanto para un sistema dominado por vegetación espontánea como para sistemas fuertemente intervenidos, como una pastura sembrada. Lo primero a considerar es el potencial del conjunto de especies disponibles para mantener una productividad alta y, al mismo tiempo, tolerar el pastoreo cuando se tienen en cuenta las propiedades de los suelos y las condiciones de clima. En general las especies de porte rastrero toleran más el pisoteo y la defoliación, por lo cual se establecen bien en los sistemas de pastoreo; sobre todo cuando estos son intensos y relativamente frecuentes. También, debido a la forma de distribución de la biomasa foliar próxima al suelo, estas especies son capaces de aprovechar condiciones de alta disponibilidad de luz, por lo cual es de esperar que proliferen mejor en las zonas abiertas de la pastura y menos en las sombreadas.

El segundo aspecto es el manejo del pastoreo. Mediante la regulación de la carga, de los períodos de descanso y ocupación, así como de la cantidad de biomasa vegetal remanente en el potrero, el productor maneja los componentes esenciales del régimen de pastoreo. La carga instantánea determina el grado de *selectividad* del ganado por el forraje. A cargas altas, la posibilidad de consumir desproporcionadamente las especies más preferidas es menor, y por lo tanto retarda o impide la dominancia en la pastura de las especies menos consumidas.

El período de descanso del potrero determina la *frecuencia* del impacto del pastoreo y el tiempo de recuperación de la vegetación. El período de recuperación necesario depende de las especies, pero también de las condiciones de crecimiento; así, el período deberá ser más largo en suelos pobres y durante la época de seca. Si los tiempos

de descanso son más cortos que el tiempo de recuperación de las especies deseables, estas tienden a ser remplazadas por especies poco preferidas anuales o de ciclo corto, características de sitios muy disturbados. En condiciones de aridez y de suelos pobres es de esperar -en general e independientemente del pastoreo - que se establezcan especies de menor valor forrajero y que tienden a retener los tejidos (p.e., con defensas estructurales) (Milchunas y Lauenroth 1993). Aún cuando la vegetación se reemplace o enriquezca con especies forrajeras mejoradas, los resultados serán pobres si las especies introducidas están poco adaptadas a las condiciones del medio físico y al régimen de pastoreo que maneja el productor.

La cantidad de biomasa verde que permanece en el potrero luego de un período de pastoreo es importante para la recuperación de la vegetación. Las especies de porte erecto tienden a perder una mayor proporción de biomasa que las de crecimiento rastrero y tienen, en general, menor tolerancia al desgaste físico. Las especies rastreras, en cambio, regulan a través de su forma de crecimiento la cantidad de biomasa remanente, pero suelen tener limitaciones de productividad (Altesor et ál. 2005), aunque no necesariamente; McNaughton (1985) encontró altas tasas de productividad de vegetación con forma de crecimiento rastrero en potreros sometidos a pastoreo intenso.

Es importante identificar a nivel de potrero y de finca si existen procesos de retroalimentación positiva entre el régimen de pastoreo y las respuestas de la vegetación para asegurar una vegetación productiva, estimulada por el pastoreo; o si por el contrario, el pastoreo inicia procesos que derivan en cambios en la composición de la vegetación y que resultan en sistemas de baja productividad primaria y/o baja calidad forrajera. Una forma de identificar los procesos negativos es observar si se dan cambios importantes en la composición de las pasturas, si se detecta un aumento en la importancia de herbáceas de hoja ancha y/ o de especies anuales. Debido a su forma de crecimiento, las especies de hoja ancha por lo general son menos tolerantes al pastoreo; la presencia de especies anuales suelen ser indicadoras de sobrepastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Danilo Pezo, a Diego Tobar y a un revisor anónimo del grupo GAMMA por la lectura y los comentarios que contribuyeron a mejorar considerablemente este manuscrito. Le agradecemos a Sonia Ospina las fotos de la Figura 1.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aastum, MI. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Thesis M.Sc. Trondheim, NO, Norwegian University of Science and Technology. 43 p.
- Agrawal, AA. 2000. Overcompensation of plants in response to herbivory and the by-product benefits of mutualism. *Trends in Plant Science* 5: 309-313.
- Alados, CL; El Aich, A; Papanastasis, VP; Ozbek, H; Navarro, T; Freitas, H; Vrahnakis, M; Larrosi, D; Cabezudo, B. 2004. Change in plant spatial patterns and diversity along the successional gradient of Mediterranean grazing ecosystems. *Ecological Modelling* 180: 523-535.
- Altesor, A; Oesterheld, M; Leoni, E; Lezama, F; Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179: 83-91.
- Augustine, DJ; McNaughton, SJ. 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: Herbivore selectivity and plant tolerance. *Journal of Wildlife Management* 62: 1165-1183.
- Belovsky, GE. 1997. Optimal foraging and community structure: The allometry of herbivore food selection and competition. *Evolutionary Ecology* 11: 641-672.
- Belsky, AJ. 1993. Influences of trees on savanna productivity: tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. *Ecology* 75: 922-932.
- Bergman, BA; Cheng, J; Classen, J; Stomp, AM. 2000. In vitro selection of duckweed geographical isolates for potential use in swine lagoon effluent renovation. *Bioresource Technology* 73(1): 13-20.
- Briske, DD. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. *In* Hodgson, J; Illius, AW (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, UK, CAB International. p. 37-68.
- Chase, J; Leibold, M; Simms, E. 2000. Plant tolerance and resistance in food webs: community-level predictions and evolutionary implications. *Evolutionary Ecology* 14: 289-314.
- Cochran, VL; Pugin, JA; Sparrow, SD. 2000. Effects of migratory geese on nitrogen availability and primary productivity in subarctic barley fields. *Biology and Fertility of Soils* 32: 340-346.
- Codron, D; Lee-Thorp, JA; Sponheimer, M; Codron, J. 2007. Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. *European Journal of Wildlife Research* 53: 100-111.
- Cooper, SM; Owen-Smith, N. 1985. Condensed tannins deter foraging by browsing ungulates in a South African savanna. *Oecologia* 67: 142-146.
- _____; Owen-Smith, N. 1986. Effects of plant spinescence on large mammalian herbivores. *Oecologia* 68: 446-455.
- Cooper, K; Huffaker, R. 1997. The long-term bioeconomic impacts of grazing on plant succession in a rangeland ecosystem. *Ecological Modelling* 97: 59-73.
- Coppedge, BR; Shaw, JH. 1998. Bison grazing patterns on seasonally burned tallgrass prairie. *Journal of Range Management* 51: 258-264.
- Cornelissen, J; Lavorel, S; Garnier, E; Díaz, S; Buchmann, N; Gurvich, D; Reich, P; ter Steege, H; Morgan, H; van der Heijden, M; Pausas, J; Poorter, H. 2003. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- Cornelissen, JHC; Quested, HM; Gwynn-Jones, D; Van Logtestijn, RSP; De Beus, MAH; Kondratchuk, A; Callaghan, TV; Aerts, R. 2004. Leaf digestibility and litter decomposability are related in a wide range of subarctic plant species and types. *Functional Ecology* 18: 779-786.
- Davison, TM; Cowan, RT; Shepherd, RK; Martin, P. 1985. Milk production from cowsgrazing on tropical grass pastures. 1. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on the pasture and diet. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 25: 505-514
- Demment, M; van Soest, PJ. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. *American Naturalist* 125: 641-672.
- Díaz, S; Hodgson, JG; Thompson, K; Cabido, M; Cornelissen, JHC; Jalili, A; Montserrat-Marti, G; Grime, JP; Zarrinkamar, F; Asri, Y; Band, SR. 2004. The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science* 15: 295-304.
- _____; Lavorel, S; McIntyre, S; Falczuk, V; Casanoves, F; Milchunas, DG; Skarpe, C; Rusch, G; Sternberg, M; Noy-Meir, I; Landsberg, J; Wei, Z; Clark, H; Campbell, BD. 2006. Plant trait responses to grazing - a global synthesis. *Global Change Biology* 12: 1-29.
- Dorrrough, J; Ash, J; McIntyre, S. 2004. Plant responses to livestock grazing frequency in an Australian temperate grassland. *Ecography* 27: 798-810.
- Drewry, JJ; Cameron, KC; Buchan, GD. 2008. Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing - a review. *Australian Journal of Soil Research* 46: 237-256.
- D'Mello, JPF. 1992. Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 38: 237-261.
- Eriksson, O; Eriksson, Å. 1998. Effects of arrival order and seed size on germination of grassland plants: Are there assembly rules during recruitment? *Ecological Research* 13: 229-239.
- Esquivel, MJ; Harvey, CA; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C; Nieuwenhuys, A. 2009. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:76-84.
- Fernández, ME; Gyenge, JE; Schlichter, TK. 2007. Balance of competitive and facilitative effects of exotic trees on a native Patagonian grass. *Plant Ecology* 67-76.
- Frank, DA. 1998. Ungulate regulation of ecosystem processes in Yellowstone National Park: Direct and feedback effects. *Wildlife Society Bulletin* 26: 410-418.
- _____; Kuns, MM; Guido, DR. 2002. Consumer control of grassland plant production. *Ecology* 83: 602-606.
- _____. 2005. The interactive effects of grazing ungulates and aboveground production on grassland diversity. *Oecologia* 143: 629-634.
- González-Hernández, MP; Rozados Lorenzo, MJ. 2008. Pasture production and tree growth in agroforestry systems of Northwest Spain. *In* Batish, DR; Kohli, RK; Jose, S; Singh, HP. (Eds.). *Ecological basis of agroforestry*. Boca Raton, Florida, Taylor and Francis Group, LLC. p. 361-376.
- Grime, J; Thompson, K; Hunt, R; Hodgson, J; Cornelissen, J; Rorison, I; Hendry, G; Ashenden, T; Askew, A; Band, S; Booth, R; Bossard, C. 1997. Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos* 79: 259-281.

- Harvey, CA; Villanueva, C; Villacis, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vélchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, E; López, F; Lang, I; Sinclair, FL. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystems & Environment* 111: 200-230.
- Henry, HAL; Jefferies, RL. 2002. Free amino-acid, ammonium and nitrate concentrations in soil solutions of a grazed coastal marsh in relation to plant growth. *Plant Cell and Environment* 25: 665-675.
- Heroldova, M. 1996. Dietary overlap of three ungulate species in the Palava Biosphere Reserve. *Forest Ecology and Management* 88: 139-142.
- Honda, Y; Katoh, K. 2007. Strict requirement of fluctuating temperatures as a reliable gap signal in *Picris hieracioides* var. *japonica* seed germination. *Plant Ecology* 193: 147-156.
- Hunt, R; Hodgson, JG; Thompson, K; Bungener, P; Dunnett, NP; Askew, AP. 2004. A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. *Applied Vegetation Science* 7: 163-170.
- Iason, GR; Palo, RT. 1991. Effects of birch phenolics on a grazing and a browsing mammal - a Comparison of hares. *Journal of Chemical Ecology* 17: 1733-1743.
- Insausti, P; Grimoldi, AA. 2006. Gap disturbance triggers the recolonization of the clonal plant *Ambrosia tenuifolia* in a flooding grassland of Argentina. *Austral Ecology* 31: 828-836.
- Kaplan, I; Halitschke, R; Kessler, A; Sardanelli, S; Denno, RF. 2008. Constitutive and induced defenses to herbivory in above- and below-ground plant tissues. *Ecology* 89: 392-406.
- Klopfenstein, NB; Rietveld, WJ; Carman, RC; Clason, TR; Sharrow, S, H; Garrett, G; Anderson, BE. 2008. Silvopasture: An agroforestry system in the overstory. *Agroforestry Journal. Agroforestry.net*.
- Laca, EA; Distel, RA; Griggs, TC; Demment, MW. 1994. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. *Ecology* 75: 706-716.
- Main, MB. 2008. Reconciling competing ecological explanations for sexual segregation in ungulates. *Ecology* 89: 693-704.
- McNaughton, SJ. 1983. Compensatory plant-growth as a response to herbivory. *Oikos* 40:329-336.
- _____. 1985. Ecology of a grazing ecosystem: The Serengeti. *Ecological Monographs* 55: 259-294.
- _____; Banyikwa, FF; McNaughton, MM. 1997. Promotion of the cycling of diet-enhancing nutrients by African grazers. *Science* 278: 1798-1800.
- Milchunas, DG; Lauenroth, WK. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327-366.
- Miller-Goodman, MS; Moser, LE; Waller, SS; Brummer, JE; Reece, PE. 1999. Canopy analysis as a technique to characterize defoliation intensity on Sandhills range. *Journal of Range Management*. 52: 357-362.
- Nilsen, AR; Skarpe, C; Moe, SR. 2009. La conducta del ganado con respecto a la distancia a los árboles en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:61-67.
- Oesterheld, M; McNaughton, SJ. 1991. Effect of stress and time for recovery on the amount of compensatory growth after grazing. *Oecologia* 85: 305-313.
- Ospina, S; Rusch, GM; Ibrahim, M; Finegan, B; Casanoves, F. 2009. Composición de los pastizales seminaturales en el sistema silvopastoril de Muy Muy, Nicaragua. *Revista Agroforestería de las Américas* No. 47:68-75.
- Quinn, LD; Holt, JS. 2008. Ecological correlates of invasion by *Arundo donax* in three southern California riparian habitats. *Biological Invasions* 10: 591-601.
- Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, CA; Harmand, HM; Morales, M. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 41-42: 26-36.
- Rusch, G; Fernández-Palacios, JM. 1995. The influence of spatial heterogeneity on regeneration by seed in a limestone grassland. *Journal of Vegetation Science* 6: 471-426.
- Rusch, GM; Oesterheld, M. 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grassland. *Oikos* 78: 519-528.
- Sevi, A; Casamassima, D; Muscio, A. 1999. Group size effects on grazing behaviour and efficiency in sheep. *Journal of Range Management*. 52: 327-331.
- Skarpe, C; Bergström, R; Bråten, AL; Danell, K. 2000. Browsing in a heterogeneous savanna. *Ecography* 23: 632-640.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, CA; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Revista Agroforestería en las Américas* 7: 23-32.
- Van der Wal, R; Madan, N; van Lieshout, S; Sormann, C; Langvatn, R; Albon, SD. 2000. Trading forage quality for quantity? Plant phenology and patch choice by Svalbard reindeer. *Oecologia* 123: 108-115.
- Velásquez-Vélez, R; Pezo, D; Skarpe, C; Ibrahim, M; Mora, J; Benjamín, T. 2009. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:51-60.
- Vesk, PA; Westoby, M. 2004a. Sprouting by plants: the effects of modular organization. *Functional Ecology* 18: 939-945.
- _____; Westoby, M. 2004b. Sprouting ability across diverse disturbances and vegetation types worldwide. *Journal of Ecology* 92: 310-320.
- Vetaas, OR. 1992. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. *Journal of Vegetation Science* 3: 337-344.
- Wilmshurst, JF; Fryxell, JM; Bergman, CM. 2000. The allometry of patch selection in ruminants. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 267: 345-349.

Actitudes de los productores ganaderos de El Petén, Guatemala, respecto a la implementación de sistemas silvopastoriles¹

Bente Anfinnsen², Mariel Aguilar-Støen³, A. Vatn⁴

RESUMEN

El presente artículo analiza el nivel de implementación de opciones silvopastoriles como parte de los sistemas de producción ganadera en El Chal, Petén, Guatemala. Se exploraron las actitudes de los productores/as acerca de los sistemas silvopastoriles y los factores que influyen en las decisiones y acciones relacionadas con el uso de este tipo de sistemas de producción. La investigación muestra que el proceso de toma de decisiones de los productores se puede explicar mediante el análisis de problemas de manejo de recursos naturales, basado en un marco teórico de sistemas complejos y economía institucional clásica. En esta investigación se utilizaron tanto métodos cualitativos como cuantitativos en la toma y análisis de datos. Todos los productores en la muestra tienen actitudes positivas a la implementación de sistemas silvopastoriles, lo cual se comprueba con la existencia de al menos una opción silvopastoril en sus sistemas de producción. Sin embargo, los niveles de implementación presentan gran variación entre los productores. Las decisiones de los productores se explican por una combinación de factores, por lo que para promover la implementación de esta tecnología es importante tener un diálogo con los productores y entender sus motivaciones y el contexto en que éstas se dan. No se observaron factores biofísicos que parezcan limitar el nivel de implementación. Ese hecho hace que el potencial de los sistemas silvopastoriles diversificados sea muy prometedor en fincas ganaderas.

Palabras claves: Sistemas silvopastoriles, sistemas de producción, producción animal, productores ganaderos, adopción de innovaciones.

Cattle farmers' attitudes toward the implementation of silvopastoral systems in Peten, Guatemala

ABSTRACT

The article analyzes the current level of implementation of silvopastoral options by cattle farmers in El Chal, Petén, Guatemala. It also discusses their attitudes toward these types of diversified production systems and the factors influencing their decisions and actions. This study demonstrates that farmers' decision-making process can be explained by a framework for analyzing resource-use problems, based on complex systems theory and classical institutional economics. The investigation used both qualitative and quantitative methods in its data collection and analysis. All farmers interviewed showed positive attitudes toward the implementation of silvopastoral systems, and they all already use at least one silvopastoral option in their production systems. The levels of implementation do, however, vary greatly among farmers. The farmers' decision making is influenced by a combination of factors. To promote adoption of such new production technologies, it is therefore important to have a dialogue with farmers and understand their motivations and the specific context in which they are operating. The results show that biophysical factors seem not to limit the implementation, which that indicates the promising potential for diversified silvopastoral systems on cattle farms.

Keywords: Silvopastoral systems, production systems, animal production, cattle farmers, adoption of innovations.

INTRODUCCIÓN

En Centroamérica, más de nueve millones de hectáreas (72% del área de tierras agrícolas) se emplean para ganadería (FAO/World Bank 2001), y al menos la mitad de esta área se considera degradada (Szott et ál. 2000). El área de pasturas se incrementa anualmente entre 4-9%. La degradación de pasturas afecta la productividad

del sistema y, por ende, el bienestar de millones de personas en la región y contribuye a la rápida expansión de este tipo de uso del suelo, en muchos casos a expensas del bosque. A pesar de esta situación, las iniciativas para promover una producción más sostenible entre los productores ganaderos han sido limitadas (CATIE-NORAD 2002, FAO/World Bank 2001).

¹ Basado en Anfinnsen (2006).

² Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Ås. Correo electrónico: bente.anfinnsen@gmail.com (autora para correspondencia)

³ Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Ås, and Centre for the Development and the Environment, University of Oslo.

⁴ Department of International Environment and Development Studies, Norwegian University of Life Sciences, Ås.

Los sistemas silvopastoriles son formas de uso de la tierra que tienen como meta diversificar la producción y aumentar los beneficios sociales, económicos y ambientales de los sistemas de producción animal, a través de la generación de servicios ecosistémicos. En estos sistemas, se introducen deliberadamente árboles y/o arbustos en las áreas (potreros) donde se manejan el pasto y los animales (Nair 1989, Schroth et ál. 2004). La evidencia sugiere que este tipo de sistemas de producción son potencialmente sostenibles en términos ecológicos, pero además rentables en términos económicos; y encima de eso contribuyen a la reducción de riesgos a nivel de finca (Dagang y Nair 2003, World Bank 1996). A pesar de esto, la implementación de sistemas silvopastoriles ha avanzado lentamente entre los productores ganaderos de la región centroamericana. Surge, entonces, la pregunta ¿Por qué los productores ganaderos no han adoptado en mayor medida los sistemas silvopastoriles?

El objetivo de esta investigación fue explorar el nivel de implementación de sistemas silvopastoriles que los ganaderos tienen en sus sistemas de producción, sus preferencias acerca de los mismos y los factores que influyen en las actitudes y acciones de su adopción. También se busca demostrar que un marco de análisis basado en la teoría de sistemas complejos y economía institucional clásica puede ayudar a entender el proceso de toma de decisiones de los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio

La zona de investigación se ubica entre los 89°30' y 89°45' longitud oeste y 16°35' y 16°46' latitud norte, y cubre un área de 200 km² en los municipios de Santa Ana, San Francisco y Dolores, departamento de El Petén, Guatemala. La zona donde se desarrolló el estudio tiene una población de 3800 habitantes. El ecosistema natural en la región es bosque subtropical húmedo (CATIE-NORAD 2002). Durante el año hay una época larga de lluvias y una época seca de duración cambiante entre diciembre y mayo. La precipitación promedio es 1796 mm y la temperatura promedio es de 26°C (CATIE-NORAD 2002).

Entre los años 1960 a 2000, la población de El Petén aumentó aproximadamente de 25.000 a 366.700 habitantes. Durante los últimos 40 años, más o menos el 42% del bosque de El Petén ha sido convertido a tierra agrícola y pasturas (INE 2002). La ganadería extensiva es la actividad económica dominante en la zona

(CATIE-NORAD 2002), a pesar de la variación de topografía y suelos. En el sitio se encuentran cuatro paisajes diferentes: sabana, planicie aluvial, paisaje ondulado y quebrado. La profundidad y fertilidad del suelo varía mucho, aun dentro de cada finca (Fenger 2005).

El marco de análisis y variables estudiadas

El marco analítico de problemas de manejo de recursos que se empleó fue desarrollado por Vatn (2005). Este marco se inspira en la economía institucional clásica y en los trabajos de Ostrom (1990), Oakersson (1992) y Ostrom et ál (1994). Para la presente investigación se agregaron elementos de Ajzen (1991), con el objetivo de considerar también el proceso psicológico relacionado con la conversión de actitudes a acciones.

La hipótesis principal era que todas las categorías de factores en el marco de análisis influirían en las actitudes y acciones de los productores. Para operacionalizar el marco de análisis se seleccionaron variables independientes medibles o que se pueden registrar dentro de cada categoría de factores (los rectángulos en la Figura 1). Las variables potenciales de cada categoría fueron identificadas a partir de estudios teóricos y empíricos (Dagang y Nair 2003, Pattanayak et ál. 2003, Shriar 2001, Current et ál 1995). La selección final se hizo a lo largo del trabajo de campo lo que permitió evaluar las variables más relevantes en el contexto específico del área de estudio. Las variables independientes que se incluyeron en cada categoría fueron:

Atributos del recurso y de la tecnología: tamaño del ható, edad promedio de los potreros, uso de la quema como parte del manejo de los potreros, proporción del área de potreros con pastos mejorados, si produce leche o no, densidad de ganado con respecto al área de potreros (carga animal).

Características del productor y de su familia: nivel de educación del productor y de los miembros del grupo familiar, número de miembros de la familia que trabajan en la finca.

Instituciones sociales: relación del productor con otros productores con respecto al manejo de los árboles, intercambio de lo aprendido de sus padres acerca de los árboles, participación en organizaciones sociales (cooperativa), posesión de título de propiedad, acceso al mercado, distancia al mismo, si tiene carro.

Conocimiento local, información y experiencia: número de años que el productor ha trabajado en su finca, número de fuentes formales de información acerca de árboles (programas de asistencia técnica u otras fuentes), número de puntos que el productor recibe según un índice de conocimiento sobre árboles.

Control del comportamiento percibido / oportunidades y recursos necesarios: disponibilidad de tiempo para trabajar con sistemas silvopastoriles, acceso a asistencia técnica y financiamiento, acceso a semillas de árboles.

Mediante un análisis cualitativo se identificaron los factores que influyen en el proceso de toma de decisiones; para ello se construyeron índices que cuantifican las actitudes y acciones. El índice que denota el nivel de implementación de sistemas silvopastoriles está conformado por los siguientes componentes: (i) la complejidad de los agroecosistemas y la generación de servicios ambientales, los cuales se cuantificaron con la metodología del proyecto GEF/Silvopastoril (Murgueitio et ál. 2003); (ii) el cambio en la densidad de árboles en los potreros durante los últimos 5 y 10 años; (iii) las consideraciones tomadas en cuenta para el manejo y el número de usos de productos de árboles reportados y observados. Este índice refleja las acciones de los productores.

El índice que evalúa las actitudes de los productores acerca de la implementación de sistemas silvopastoriles se basa en lo expresado por ellos en cuanto a los beneficios y desventajas de los árboles y la escogencia de una imagen de satélite de entre un grupo que muestra potreros con densidades variables de árboles. Se aplicó un análisis de factores y de correlación para diseñar los índices y probar su sensibilidad. Los índices se usaron como variables dependientes en el análisis de regresión.

Colección de datos

Los datos del estudio provinieron de varias fuentes; entre ellas, a) datos existentes (una encuesta socioeconómica administrada a 80 productores, imágenes de satélite y un mapeo de campo hecho por el proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas); b) entrevistas estructuradas aplicadas en el campo (31); c) caminatas de transectos con entrevistas semi-estructuradas (6); d) un grupo de discusión; e) entrevistas no estructuradas y observación participativa con productores ganaderos de la zona y f) entrevistas semi-estructuradas con cinco organizaciones que trabajan en la región. Para efectos de triangulación, facilitación y complementación se

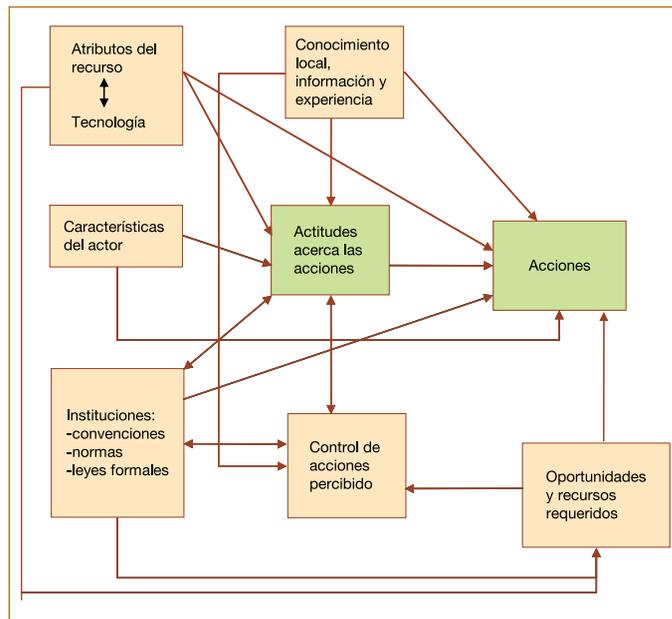


Figura 1. Marco de análisis del régimen de manejo de recursos naturales

utilizaron múltiples métodos de análisis. El análisis combina métodos cualitativos (*grounded theory, coding* y análisis de narrativas) y métodos cuantitativos (estadística descriptiva, análisis de correlación, regresión *stepwise* y análisis de factores). Todas las variables utilizadas en el análisis cualitativo se recopilaron usando parámetros estandarizados (de la encuesta socioeconómica, el mapeo del campo o entrevistas estructuradas).

RESULTADOS

¿Qué nivel de implementación de sistemas silvopastoriles se da hoy en día en El Petén?

¿Cuál es la actitud de los productores hacia los sistemas silvopastoriles?

Los datos confirman que los productores en la muestra (n = 31) tienen algún elemento silvopastoril (árboles dispersos, cercas vivas, bosquetes) en sus sistemas de producción, el cual les reporta algún beneficio social, económico y/o ambiental. Los beneficios mencionados por los productores se resumen en la Figura 3. Sin embargo, los niveles de implementación y de beneficios recibidos presentan gran variación entre productores. Potencialmente, todos los productores podrían disfrutar de más beneficios que los que obtienen hoy en día. Un patrón interesante que se observó es que, salvo unas pocas excepciones, los productores solamente emplean los productos de los árboles para auto-consumo en el hogar y como factores de producción en la ganadería. Muy pocos aprovechan los productos de los árboles (frutos, leña, resinas) con fines de comercialización.

Esta tendencia coincide con las observaciones de Shriar (2001) en El Petén, quien afirma que esto sucede por la falta de mercados para frutas y otros productos de especies perennes y el alto riesgo de sembrar cultivos con altos costos de producción, como el tomate o la piña.

Hay una diferencia importante entre los sistemas de producción dirigidos a la comercialización, los que se limitan a la producción para auto-consumo y los que usan opciones silvopastoriles como factores de producción. Tales estrategias de producción tienen potencialidades importantes para aumentar los beneficios del productor, pero el contexto es el que determina la estrategia que sigue el productor y, en consecuencia, tiene un impacto sobre la manera en que se podrían promover los sistemas silvopastoriles. El presente estudio apunta a que la producción para comercialización de productos de árboles es relativamente insignificante. Por tanto, las iniciativas orientadas a promover la adopción de sistemas silvopastoriles deben tomar en cuenta las estrategias y el contexto dentro del cual trabajan los productores. El Banco Mundial discute lo mismo en su reporte acerca de los costos y beneficios de la adopción de opciones agroforestales en Centroamérica y el Caribe (Current et ál 1995, World Bank 1996). También Dagang y Nair (2003) analizaron la importancia de considerar el contexto en que toma decisiones el productor.

Entre los beneficios derivados de los árboles que los productores mencionaron destacan, en primer lugar, productos que tienen una utilidad concreta (leña, postes, madera o frutas) pero también mencionaron otros menos tangibles, como la relación entre los árboles y la lluvia, la producción de oxígeno y el albergue y alimento para animales silvestres. Lo anterior demuestra que los productores también valoran los servicios ambientales que los árboles proveen.

Según lo expresado por la mayoría de los productores, sus actitudes (la manera en que valoran los sistemas silvopastoriles) corresponden a un nivel de adopción más alto de lo que se observa en la realidad de sus fincas. Por ejemplo, entre las imágenes de satélite de potreros con densidades diferentes de árboles, la mayoría de los productores prefieren las imágenes que presentan cercas vivas y bastantes bosquetes y árboles dispersos (Figura 2), pero los potreros típicos de los productores en la zona tienen árboles mucho más dispersos (menores densidades de árboles). Sólo tres de los productores entrevistados consideran que tener árboles en los potreros tiene más desventajas que beneficios.



Figura 2. Imagen de satélite que muestra el potrero que la mayoría de los productores prefirieron

Más del 30% de los productores mencionaron los siguientes beneficios asociados con los árboles en potreros: sombra para los animales, leña para el uso de la casa, postes para cercas muertas, forraje para los animales (frutas, semillas y hojas), cercas vivas, frutas para el consumo de la familia y algo de sombra para el pasto y animales (Figura 3). La única desventaja mencionada por más del 30% de los productores es que demasiada sombra interfiere con el crecimiento del pasto (Figura 4). Entre los que mencionaron esa desventaja, muchos especificaron, sin embargo, que depende de la especie de árboles. Las caminatas en los transectos confirmaron el alto conocimiento de los productores acerca las diferentes especies de árboles y sus usos.

¿Qué factores influyen en la adopción de sistemas silvopastoriles por parte de los productores? ¿Qué factores son importantes para que las actitudes se conviertan en acciones?

En la Figura 5 se resaltan las variables que resultaron significativas en el análisis de regresión *stepwise* con *backwards elimination*, con un nivel de confianza de 0,90. Hay variables de todas las categorías de factores que influyen directa o indirectamente sobre las actitudes y acciones; por eso, el marco de análisis puede ser útil para entender el proceso de toma de decisiones de los productores. Tal proceso es bastante complejo; no se puede encontrar una solución sencilla que explique por qué el nivel de implementación de sistemas silvopastoriles no es más alto. No hay una variable o una razón que explique la decisión de implementación de sistemas silvopastoriles; en este sentido, la recomendación

de Pattanayak et ál (2003) y de Shriar (2001) acerca de incluir un espectro amplio de variables en estudios de adopción de tecnologías agrícolas por parte de los productores, es totalmente válida. Para promover la adopción de tecnologías es importante tener un diálogo con los productores y entender sus motivaciones y pensamientos, pues las decisiones de los productores se explican por una amplia combinación de factores.

Los resultados parecen indicar que algunas variables influyen en direcciones contrarias sobre las actitudes y las acciones implementadas por los productores. Algunas de estas contradicciones son fáciles de explicar. Por ejemplo, los resultados apuntan a que los productores con potreros más viejos tienen actitudes más negativas, pero acciones más favorables hacia la implementación de árboles en potreros. Los datos cualitativos indican que la manera más común de establecer un potrero nuevo en la zona es botar el bosque o el guamil, quemar, posiblemente cultivar maíz unos años y después establecer pasto y dejar que los árboles deseados crezcan. Esa tradición de manejo resulta en que los potreros jóvenes normalmente tienen muy pocos árboles, mientras los más viejos tienen la cantidad de árboles que el productor decidió dejar. Entonces, es lógico pensar que la edad de los potreros y las acciones de los productores se correlacionan positivamente. La correlación negativa entre la edad de los potreros y las actitudes se puede explicar, probablemente, con la relación que existe entre la edad de los potreros y la cantidad de árboles presentes en los mismos. Los productores con potreros jóvenes, donde todavía no hay la cantidad de árboles deseada, están anuentes a establecer más árboles. Una mayor parte de los productores con potreros viejos, en cambio, ya tienen la cantidad de árboles que ellos consideran ideal, aunque esta cantidad sea poca.

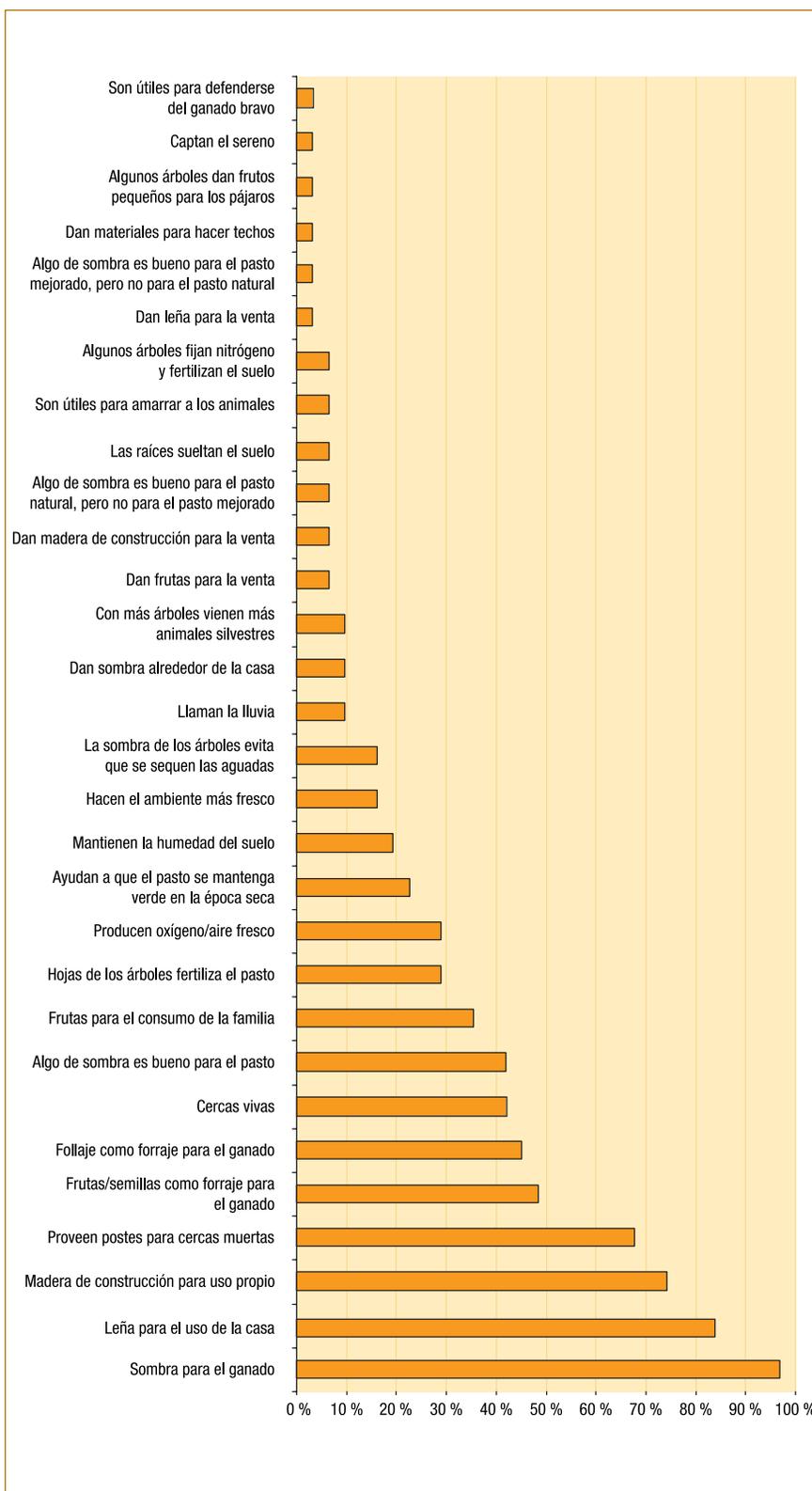


Figura 3. Beneficios de los árboles en potreros mencionados por los productores ganaderos

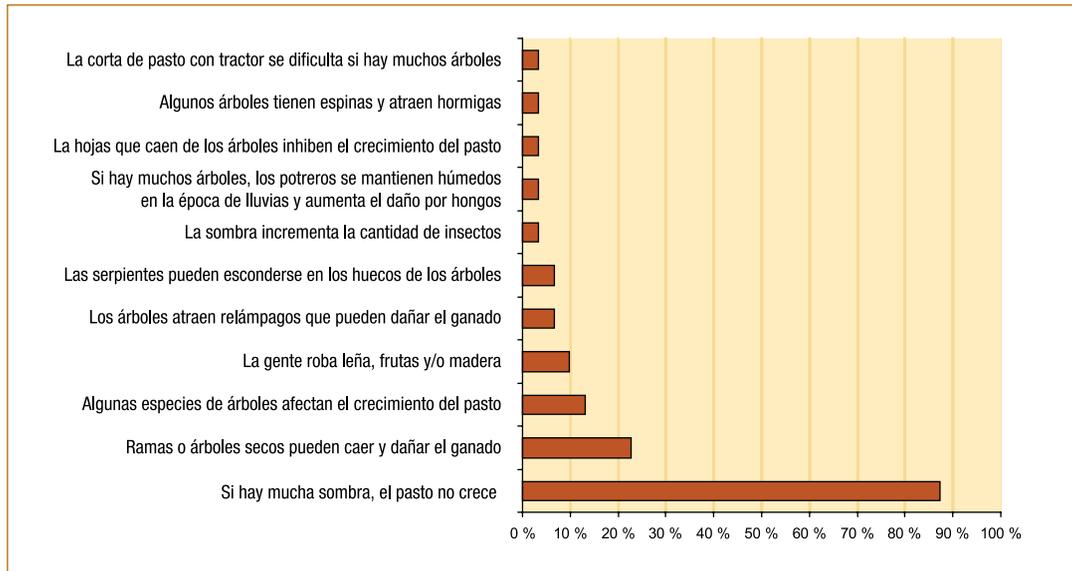


Figura 4. Desventajas de los árboles en potreros mencionadas por los productores ganaderos

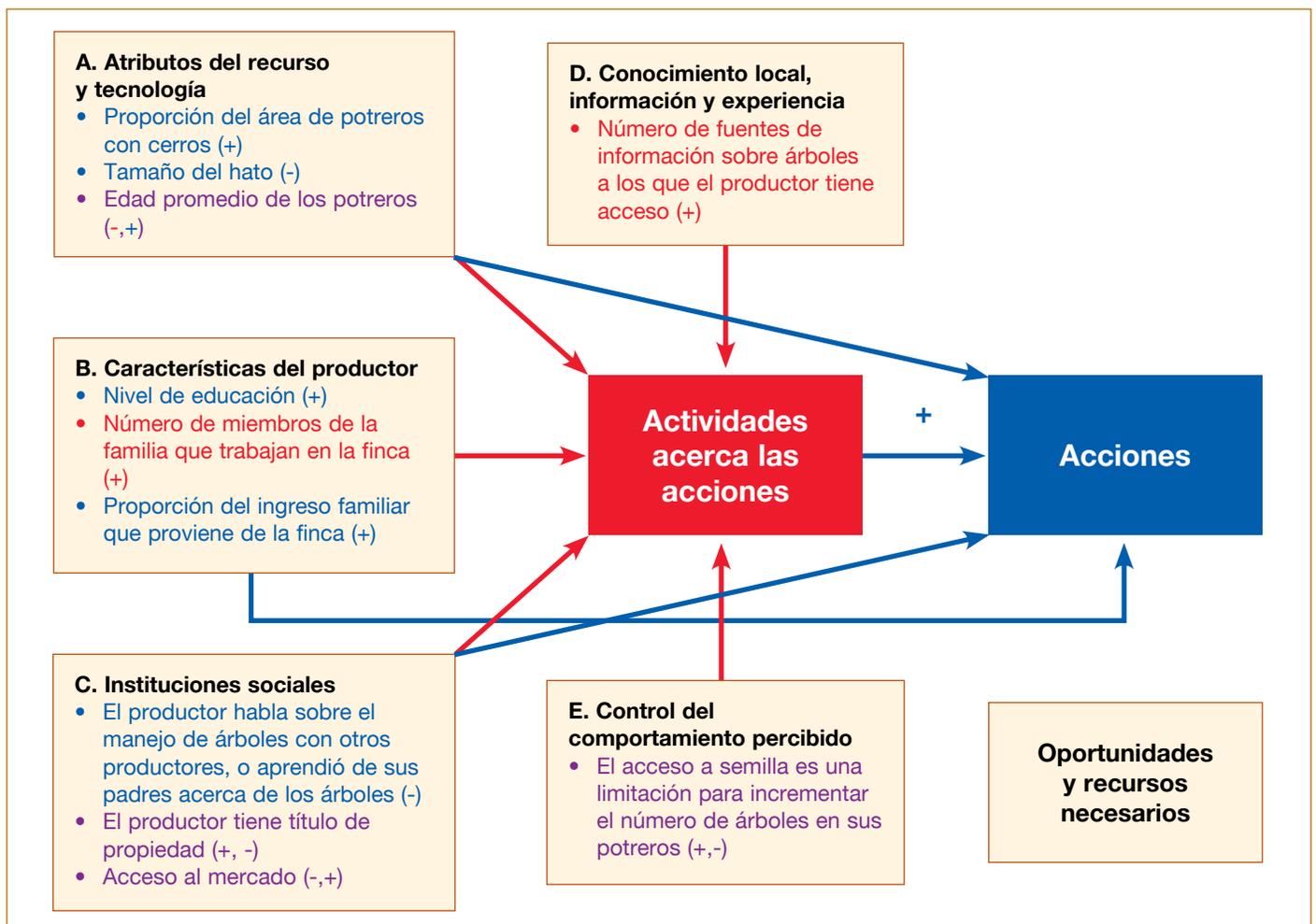


Figura 5. Variables que influyen significativamente en la actitud de los productores para adoptar sistemas silvopastoriles

En rojo las variables que sólo influyen en las actitudes; en azul, las que sólo influyen en las acciones; en morado las que influyen en las dos. (+) y (-) indican si las variables se correlacionan positiva o negativamente, respectivamente.

Otros cambios de dirección en la influencia entre actitudes y acciones son más difíciles de explicar. Es difícil sugerir una explicación lógica del porqué el hablar sobre el manejo de árboles con otros productores influye positivamente en las actitudes, pero negativamente en las acciones. Como el número de productores que fueron entrevistados es limitado (n = 31) se debe tener cuidado con las conclusiones que se derivan solo del análisis cuantitativo. A partir de análisis cuantitativos únicamente, es difícil concluir si un patrón observado realmente señala una relación causal, una relación no causal, o si es producto de casualidades estadísticas. Esa inseguridad hace necesaria la combinación de herramientas cuantitativas y cualitativas. La diferencia entre la influencia sobre las actitudes y las acciones enseña también que en el proceso de toma de decisiones es importante distinguir entre estos dos pasos. Un programa que busque alentar la implementación de sistemas silvopastoriles no necesariamente llegará a su meta si está basado sólo en información acerca de las actitudes de los productores.

CONCLUSIONES

La conclusión más relevante de esta investigación es que los productores tienen actitudes positivas a la implementación de sistemas silvopastoriles y que todos pudieran recibir más beneficios al adoptar esa tecnología diversificada. Sin embargo, no se encontró ningún factor biofísico que tenga una influencia consecuente negativa en la implementación de sistemas silvopastoriles. En el grupo de factores de atributos del recurso y la tecnología, sólo el tamaño del hatillo parece correlacionarse negativamente con las acciones. Los datos no permitieron incluir variables acerca del tipo de suelo y el paisaje en el análisis cuantitativo, pero las observaciones en el campo y las entrevistas cualitativas parecen indicar que las tecnologías de sistemas silvopastoriles realmente tienen el potencial de ser implementadas bajo un gran espectro de condiciones biofísicas. Ese hecho hace que el potencial de adopción de sistemas silvopastoriles diversificados sea muy prometedor.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Ajzen, I. 1991. The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes* 50:179-211.

Anfinnsen, B. 2006. Farmers, trees and complexities; a study of cattle farmers' decision-making process regarding the implementation of silvopastoral systems in El Petén, Guatemala. Thesis M.Sc. Ås, NO, Norwegian University of Life Sciences. 160 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) / NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo). 2002. Multi-stakeholder participatory development of sustainable land use alternatives for degraded pasture lands in Central America. Turrialba, CR, CATIE. (Proposal from CATIE to NORAD). 50 p.

Current, D; Lutz, E; Scherr, S. 1995. Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry : project experience in Central America and the Caribbean.. Washington DC, World Bank-IFPRI-CATIE-UNDP. World Bank Environment Papers No. 14. Vol 1. 232 p

Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 59:149-155.

FAO / World Bank. 2001. Farming systems and poverty; improving farmers' livelihoods in a changing world (en línea). Consultado 2 ene. 2006. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/Y1860E/Y1860E00.PDF>.

Fenger, KB. 2005. Determination of relationships between soil characteristics, pasture management and pasture degradation in the Petén area, Guatemala. Frederiksberg, DK, The Royal Veterinary- and Agricultural University (KVL). Department of Agricultural Sciences. 141 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística de Guatemala). 2002. XI Censo Nacional de Población y IV Censo de Habitación (en línea). Consultado 13 ene. 2009. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/index.php/demografia-y-poblacion/42-mografia-y-poblacion/75-censo2002>. 13 de enero 2009.

Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. Cali, CO, Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 97 p.

Nair, PKR. 1989. Agroforestry defined. In Nair, PKR. (Ed.). *Forestry sciences; 31 agroforestry systems in the tropics*. Dordrecht, NL, Kluwer Academic Publishers. p. 13-18.

Oakersson, RJ. 1992. Analyzing the commons: a framework. In Feeny, D; Bromley, DW. (Eds.). *Making the commons work: theory, practice, and policy*. San Francisco, Cal., ICS Press. 339 p.

Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. The Political economy of institutions and decisions. Cambridge, Cambridge University Press. 280 p.

_____; Gardner, R; Walker, J. 1994. *Rules, games, and common-pool resources*. Ann Arbor, Mich., University of Michigan Press. 369 p.

Pattanayak, SK; Mercer, E; Sills, E; Yang, JC. 2003. Taking stock of agroforestry adoption studies. *Agroforestry Systems* 57:173-186.

Schroth, G; da Fonseca, GAB; Harvey, CA; Vasconcelos, HL; Gascon, C; Izac, AMN. 2004. Introduction: The role of agroforestry in biodiversity conservation in tropical landscapes. In Schroth, G., da Fonseca, GAB., Harvey, CA., Vasconcelos, HL, Gascon, C, Izac, AMN. (Eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, Island Press. p. 1-32.

Shriar, AJ. 2001. The dynamics of agricultural intensification and resource conservation in the buffer zone of the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. *Human Ecology* 29 (1):27-48.

Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hanger: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p.

Vatn, A. 2005. *Institutions and the environment*. Cheltenham, UK, Edward Elgar. 481 p.

.World Bank. 1996. Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. Washington DC, World Bank Environmental Department Dissemination Notes No. 33.

Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala¹

Patricia Colón², Tamara Benjamín³, Danilo Pezo⁴, Maricel Piniero⁵, Mariel Aguilar Støen⁶

RESUMEN

Se recopiló el conocimiento de los productores ganaderos de cuatro municipios de El Petén, Guatemala relacionado con la quema como estrategia de manejo de pasturas en sus fincas. Se puso énfasis en su conocimiento sobre los árboles y pastos predominantes y su respuesta a la quema, tomando en cuenta las razones de uso, época y frecuencia de esta práctica y los factores que influyen en la toma de decisiones, para comparar diferencias por tipo de productor y por contexto operacional en el cual se desenvuelve. Para tipificar a los productores se hizo un análisis de conglomerados con las variables socioeconómicas, mediante el método de Ward. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variables cuantitativas y una prueba de Chi cuadrado (χ^2) para las variables cualitativas. Se encontraron tres tipos de productores con diferencias significativas en cuanto a nivel organizativo, nivel educativo y tipo de tenencia de la tierra: grandes (655 ha y 477 bovinos), medianos (154 ha y 125 bovinos) y pequeños (80 ha y 46 bovinos). Los conocimientos sobre especies resistentes a la quema, características de los pastos, manejo del pasto y ganado, ventajas y desventajas de la quema, así como sobre la práctica misma (p.e. época, frecuencia, etc.) responden a las prácticas locales y a las condiciones biofísicas de los suelos. Los resultados sugieren que la forma en que se practica la quema depende del tipo de productor y de la realidad operacional en la cual se desenvuelve.

Palabras claves: Sistemas silvopastoriles, quema, quema controlada, conocimiento indígena, productores ganaderos, pastizales.

Local knowledge about fire as a pasture management tool in Peten, Guatemala

ABSTRACT

Farmers' knowledge regarding the use of fire as a pasture management tool was explored in four municipalities in El Petén, Guatemala. Emphasis was placed on farmers' knowledge about trees and most commonly grown pastures and their response to burning. The reasons for using fire, time of the year and frequency of burning, and the factors that influence decision making were also collected to find out differences between types of producers and operational context in which they work. Cluster analysis applying the Ward method was conducted to determine farmers' typologies using socioeconomic variables. Analysis of variance and Duncan test ($\alpha = 0.05$) were run for quantitative variables, and the Chi-square (χ^2) test for qualitative variables. Three types of livestock farmers were identified with significant differences in terms of organizational level, educational level and land tenure: large farmers (655 ha and 477 head of cattle), medium-size farmers (154 ha and 125 head), and small farmers (80 ha and 46 head). Knowledge about species resistance to fire, pasture characteristics, pasture and cattle management, advantages and disadvantages to burning, as well as on fire as a management tool (time of the year when it is applied, frequency, etc.) correspond to local practice and to biophysical conditions of soils on farms. Our results suggest that the use of fire as a management strategy depends on both the production system and the surrounding context.

Keywords: Silvopastoral systems, intentional fire, intentional controlled fire, local knowledge, cattle farmers, pastures.

INTRODUCCIÓN

Aunque el 51% de los suelos de Guatemala son de vocación forestal, únicamente el 35,7% están cubiertos por bosques, los cuales están siendo amenazados de desaparición por el avance de la frontera agrícola, tala ilícita, plagas, enfermedades e incendios forestales.

Buena parte de estos bosques terminan convertidos en áreas de pasturas (MAGA/FAO 2005). Con el tiempo, las malezas remplazan a los pastos, pues aunque estos sean mejorados no pueden sostenerse por más de diez años, lo que provoca el abandono por la degradación de los sitios (Steinfeld 2005). En ocasiones, los productores

¹ Basado en Colón 2005.

² M.Sc. en Agroforestería Tropical. Correo electrónico: pcolon@catie.ac.cr (autora para correspondencia)

³ Profesor-investigador, CATIE, Turrialba 7170, Costa Rica. Correo electrónico: tamara@catie.ac.cr

⁴ Ecólogo de Plantas, Grupo GAMMA, CATIE, Costa Rica. Correo electrónico: dpezo@catie.ac.cr

⁵ Antropóloga, Grupo GAMMA, CATIE, Costa Rica. Correo electrónico: mpiniero@gmail.com

⁶ Research fellow, Centre for Development and the Environment, University of Oslo, Norway. Correo electrónico: mariel.stoen@sum.uio.no

hacen renovación de sus pasturas sobre las mismas áreas degradadas y con métodos inadecuados que contribuyen a una degradación más rápida de las pasturas (Spain y Gualdrón 1991).

Las quemadas frecuentes son uno de esos métodos. Aunque la quema se ha utilizado desde la época de los cazadores y recolectores para mejorar la calidad de los pastos e incrementar la productividad (Pearson e Ison 1997), en El Petén es un tema de mucha controversia ya que con frecuencia se salen de control y provocan incendios forestales. Tales incendios traen graves consecuencias, como la emisión de CO₂ a la atmósfera (Zhang et ál. 2001) y la destrucción de bosques y biodiversidad (Loening y Markussen 2003). Las diferentes prácticas de manejo de la quema hacen que los productores adquieran experiencias y conocimientos específicos en cada localidad, lo cual es esencial para el desarrollo y conservación de los recursos naturales (Warren y Slikkenveer 1993). Por esa razón, tal conocimiento debe ser recolectado y documentado. En este artículo se presentan los resultados de la investigación cualitativa realizada para recopilar el conocimiento local de productores ganaderos del departamento de El Petén, con relación a la quema como estrategia de manejo en las fincas.

Localización del área de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Santa Ana, Dolores, San Francisco y La Libertad del departamento de El Petén, el cual está localizado en la parte norte de Guatemala entre 16°02' y 17°49' latitud norte y 89°09' y 90°15' longitud oeste, y a una altitud promedio de 127 msnm. El departamento cubre una superficie de 35.858 km² y representa aproximadamente 33% del territorio de Guatemala. Allí predomina el ecosistema de bosque subhúmedo tropical y las áreas de sabanas naturales ocupan un 9,7% del área total del departamento (Simmons et ál. 1959). Las sabanas son extensiones generalmente planas cubiertas de pasto y con árboles achaparrados y espaciados; son formaciones cercanas a una vegetación clímax formada por gramíneas de bajo porte y mantenidas por quemadas frecuentes (Hoyos 1987). La vegetación de las sabanas de El Petén se compone de gramíneas perennes, especialmente pastos nativos como grama (*Paspalum plicatulum*), grama grande (*P. candidum*), grama blanca (*P. notatum*), bermuda (*Cynodon dactylon*), gusanillo colorado (*Setaria geniculata*), pie de ganso (*Eleusine indica*), y cañuela colorada (*Digitaria sanguinalis*) (Cano 1997). Además, se encuentran árboles como raspa lengua (*Curatella*

americana), encino (*Quercus* sp.), nance ácido y dulce (*Byrsonima* spp.), morro y jícaro (*Crescentia* spp.). Existen también otros tipos de sabanas donde predominan los pinos o las palmas, en suelos pesados con mal drenaje y con precipitación estacional. En la época lluviosa, estas sabanas se encharcan y en la época seca arden fácilmente (Chazaro 1986). Los principales tipos de suelo que se encuentran en el área de estudio corresponden a ultisoles, alfisoles y molisoles con bajas concentraciones de fósforo y potasio (Bach 2005). Las principales actividades agrícolas son la ganadería y los cultivos de maíz y frijol.

Marco conceptual

Para la realización del estudio se utilizó el modelo propuesto por Nazarea (1994), el cual sugiere que para explicar las decisiones adoptadas por el productor debe tomarse en cuenta su conocimiento, la realidad operacional con sus limitaciones ecológicas y la situación socioeconómica del ganadero, así como sus objetivos, valores y necesidades. Según este modelo, aunque los productores perciban que la quema puede tener efectos negativos, de todos modos la utilizarán si su realidad operacional (tipo de paisaje, nivel socioeconómico) los condiciona a ello.

En el caso de la zona de estudio nos encontramos con realidades operacionales o contextos diferentes: paisajes ondulados (algunos tienden a quebrados), aluviales y de sabana; las organizaciones sociales son fuertes en unas zonas pero inexistentes en otras; hay propiedad privada y grupos sin tierra. Los patrones de subsistencia dependen principalmente del cultivo del maíz, aunque otros tienen años de manejar la ganadería y cuentan con ingresos alternativos que determinan la tecnología a la que pueden tener acceso. Dentro de una misma realidad operacional (paisajes que no son de sabana, con sus factores bióticos y abióticos característicos), se pueden observar cambios de conducta en cuanto a la toma de decisiones relacionadas con las prácticas agrícolas. Dichos cambios obedecen a diferentes patrones de subsistencia (producción, distribución y consumo), a la variabilidad de características entre los productores, a sus diferentes percepciones en cuanto al fuego (Masipiqueña et ál. 2000) y al grado de organización en el entorno.

Etapas del estudio

Etapas I: Se hizo un reconocimiento de la zona, se revisó información secundaria para el diseño del trabajo de campo y se seleccionaron informantes claves.

Además, se decidió contrastar el conocimiento local y empleo de la quema entre productores ubicados en paisajes de sabana, paisajes ondulados y en paisajes aluviales. Se consideraron una serie de variables que podrían afectar el conocimiento local y las prácticas agronómicas; entre ellas, tipología del productor determinado por el tamaño de la finca, número de cabezas de ganado, nivel educativo, años de experiencia, influencia de organizaciones en la zona, forma de tenencia de la tierra, nivel organizativo. Se seleccionaron ganaderos de la base de datos del proyecto Pasturas Degradadas⁷; adicionalmente se consideraron otros productores debido a que en el área de influencia del proyecto hay poca cobertura de sabana. Se aplicó la técnica de la ‘bola de nieve’ (Bryman 2004), en que unos informantes identifican a otros informantes y así sucesivamente.

Etapa II: Se aplicaron diferentes técnicas de investigación cualitativa -como entrevistas semiestructuradas (n=41) - las cuales permitieron determinar la situación socioeconómica de cada productor y sus opiniones y conocimientos en cuanto a la quema. También se aplicó la “observación participante” que sirvió para conocer las especies de árboles y pastos predominantes en las fincas y para reforzar otras técnicas empleadas en la investigación (Pelto 1970). Mediante reuniones con grupos focales se validó la información recopilada en las entrevistas iniciales (n=20); se puso énfasis en las razones, usos y frecuencias de la quema en la zona. Además, se efectuaron tres entrevistas detalladas para conocer el contexto en el cual esta práctica se realiza (una enfocada en la introducción de pastos en la zona, otra en la época de las guerrillas y otra sobre la conformación de las cooperativas), y cuatro entrevistas a técnicos de instituciones locales para conocer su posición sobre la quema y su relación con el ambiente.

Etapa III: Se analizó la información mediante técnicas estadísticas utilizando el programa InfoStat (2004). Se realizó un análisis de conglomerados, aplicando el método de Ward, con variables socioeconómicas. Se hizo un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las variables cuantitativas (p.e., número de animales, tamaño de la finca, edad del productor) y análisis de Chi cuadrado (χ^2) para las variables cualitativas (p.e., tipo de paisaje, nivel organizativo y tenencia de tierra).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipificación de productores

Como resultado del análisis de conglomerados se generó el dendrograma (Figura 1) que permitió tipificar a los productores ganaderos de la zona en tres grupos: grandes, medianos y pequeños. Las variables que más influyeron en la separación fueron: el tamaño de la finca (ha), el número de animales (vacunos), tipo de tenencia de la tierra y el nivel de organización. No existen diferencias significativas en cuanto a la edad de los productores, ni en años de experiencia; la edad promedio fue de 52 años y la experiencia en ganadería de 20 años (Cuadro 1).

A continuación se describen algunas características para cada una de las tipologías de productores.

Pequeños ganaderos: De los once ganaderos pequeños seleccionados, cuatro se ubican en área de sabana y únicamente uno es dueño de su finca (Cuadro 2). Aproximadamente el 70% (8) viven en áreas con serios problemas de agua, especialmente en la época seca cuando a veces no se encuentra ni para consumo humano. La mayoría de los terrenos en las fincas son ondulados, por lo que son potencialmente erosionables. El nivel de escolaridad de este grupo de productores es más bajo que el de los otros dos. Las fincas tienen un promedio de 80,3 ha, pero la mediana (42 ha) es más representativa como medida de posición. Esto se explica porque la mayoría de estos productores tiene sus fincas en ejidos municipales en los cuales la municipalidad asigna una “caballería⁸” por familia. Los productores mantienen un promedio de 46 animales en la finca. La mayoría de los productores entrevistados se encuentran en el municipio de Santa Ana, y apenas dos de ellos pertenecen a alguna organización (Cuadro 2).

Medianos ganaderos: De los veinte ganaderos medianos seleccionados apenas cuatro se ubican en área de sabana y todos son dueños de sus fincas, la cual fue adquirida mediante compra. Este grupo posee las mejores tierras (aluviales y planas), y el 60% (12) están organizados. Las fincas tienen un tamaño promedio de 154 hectáreas y el promedio de cabezas de ganado es de 125 (Cuadros 1 y 2).

Grandes ganaderos: De los diez ganaderos grandes seleccionados, ocho se encuentran en áreas de sabana y los demás en zonas aluviales. Siete de ellos pertenecen a

⁷ Denominación corta del proyecto “Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas en América Central”, conducido por el Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA) del CATIE, con el apoyo financiero del Gobierno de Noruega.

⁸ Una caballería equivale a 45 hectáreas.

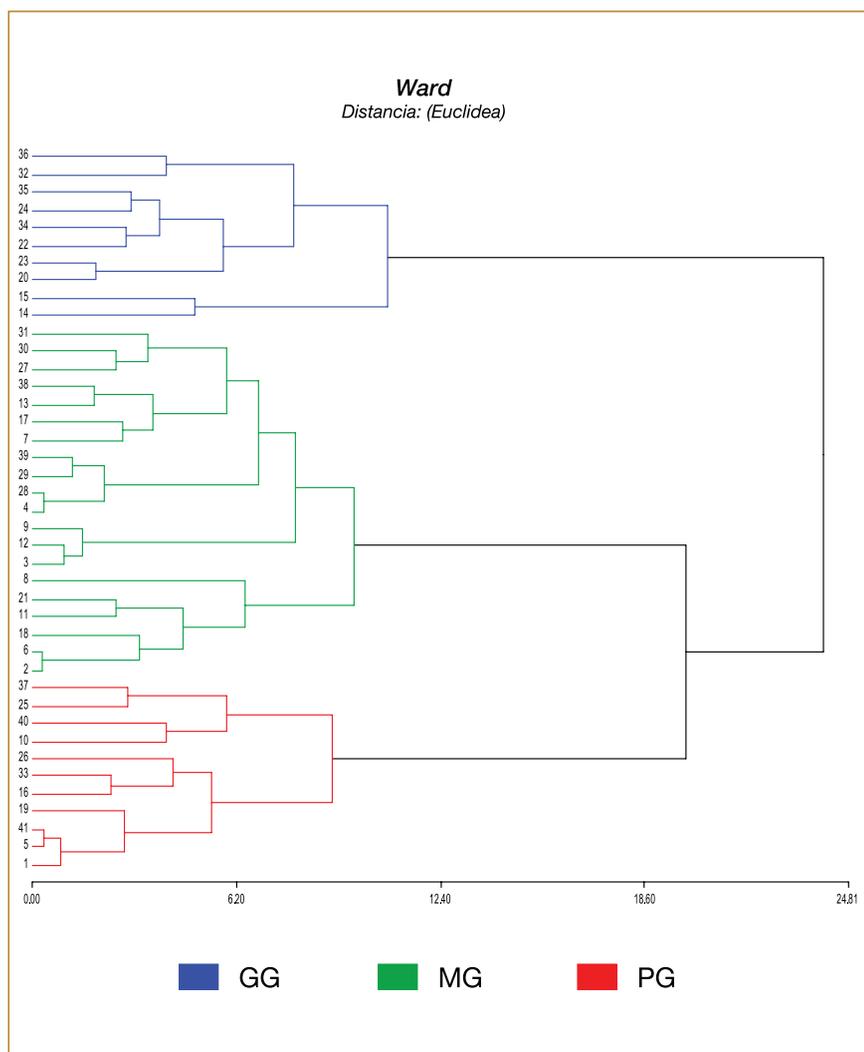


Figura 1. Clasificación de los ganaderos de cuatro municipios de El Petén, Guatemala
 GG = ganaderos grandes MG = ganaderos medianos
 PG = ganaderos pequeños

una asociación de ganaderos y son dueños de sus fincas (obtenidas por compra o herencia). Todos gozan de sistemas de abastecimiento de agua dentro de sus propiedades. Tienen en promedio 654,9 ha y 457 cabezas de ganado. La mayoría de ellos se ubican en el municipio de La Libertad (Cuadros 1 y 2).

Tipos de sistemas silvopastoriles en las fincas

Los tipos de SSP presentes en los potreros son básicamente: cercas vivas y árboles dispersos en potreros. La composición de estos sistemas difiere en función del paisaje, más que del tamaño del productor. En las cercas vivas en sabana predominan los árboles de marañón (*Anacardium spp.*), principalmente en las fincas de los grandes productores, mientras que en áreas diferentes a la sabana predominan el piñón (*Jatropha curcas*) y las de leguminosas arbóreas: madre cacao (*Gliricidia sepium*) y pito (*Erythrina spp.*). Según manifestaron los productores, estas últimas son las más resistentes al paso del fuego.

Los árboles dispersos en potreros son el sistema predominante en los tres grupos debido a que son de regeneración natural. En la sabana se encuentran nances ácidos y dulces (*Byrsonima bucidaefolia* y *B. crassifolia*, respectivamente); en las otras áreas predomina el corozo (*Orbygnia cohune*). Se observan bajas densidades de árboles dentro de las fincas, especialmente en el grupo de los pequeños productores. La variedad más amplia se presenta en el grupo de los medianos productores, donde se puede encontrar ceiba (*Ceiba pentandra*), jiñocuabe (*Bursera simaruba*), caoba (*Swietenia macrophylla*), zapote (*Pouteria mammosa*), amate (*Ficus spp.*), jobo (*Spondias mombin*), matiliguatate (*Tabebuia rosea*), lagarto (*Zanthoxylum spp.*), guachipe-lín (*Diphysa spp.*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*), cola de coche (*Pithecellobium arboreum*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y cuje (*Inga vera*), principalmente.

Cuadro 1. Características cuantitativas de los grupos de ganaderos identificados en cuatro municipios de El Petén, de acuerdo con el dendrograma

Tipo	N	Edad		Área de finca		Tamaño del hato ganadero				
		X	Ds	X	Ds	X	Ds			
PG	11	49	+11,7	A	80,3	+39,3	B	46,36	+31,3	B
MG	20	56	+9,55	A	153,5	+113,95	B	124,8	+82,96	B
GG	10	50	+9,88	A	654,9	+290,1	A	456,6	+351	A

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.005$).

Cuadro 2. Características cualitativas de los grupos de productores ganaderos identificados (en valores porcentuales)

Característica Grupo	Chi-cuadrado <i>p</i> > 0.0063		Chi-cuadrado <i>p</i> > 0.0001		Chi-cuadrado <i>p</i> > 0.0328	
	Ubicación en sabana		Compró finca		Organización	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Pequeños	36	64	9	91	18	82
Medianos	20	80	100	0	60	40
Grandes	80	20	70	30	70	30

Los tipos de pastos más utilizados en las fincas de los tres tipos de productores son los del género *Brachiaria*: brizanta (*B. brizantha*), decumbens (*B. decumbens*), ruzi (*B. ruzi*); además, mombasa (*Panicum maximum*) y el pasto natural (*Paspalum* spp.). Con menor frecuencia aparecen pastos como: gamba o ICTA real (*Andropogon gayanus*), mulato (*B. híbrido*), dictioneura (*B. dictioneura*), pará (*B. mutica*), angleton (*Dichantium aristatum*), jaragua (*Hypparhenia rufa*) y humidícola (*B. humidicola*).

Uso de la quema en la zona

La forma en que la quema es utilizada en la zona varía en función del uso (Figura 2); así, se determinaron tres categorías:

1. La quema como instrumento de ahorro de costos en la preparación del terreno para siembra de la milpa. Los ciclos de guamil o barbecho son cada vez más cortos debido a la presión demográfica y consecuente aumento de la demanda por productos agrícolas, lo cual incide en la pérdida de fertilidad de los suelos. Por ello, muchos productores están optando por dedicar estas tierras ya cansadas a la siembra de pastos. Este manejo es común en toda el área de estudio, principalmente entre los MG y PG, quienes utilizan la quema en áreas que no son de sabana para la preparación del terreno para la siembra, ya sea de milpa o pasto. Los PG también utilizan la quema y, en la mayoría de los casos, junto con la milpa van sembrando el pasto para aprovechar la limpieza del terreno. En el caso de los MG, el 35% de los propietarios prestan sus terrenos a personas que carecen de tierra para que siembren su milpa y luego ellos siembran el pasto un mes después de haber sembrado el maíz; de esta forma se ahorran la limpieza del terreno. Algunas veces el ganadero quema para erradicar malezas que han invadido el terreno, pero siempre el objetivo final es prepararlo para la siembra. Por ejemplo, durante

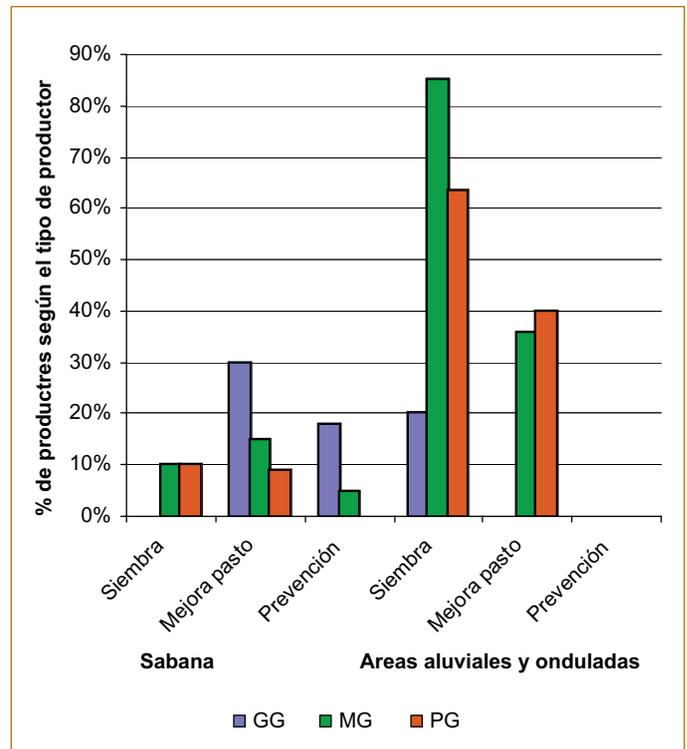


Figura 2. Razones expresadas por los productores para quemar el pasto
 GG = ganaderos grandes
 MG = ganaderos medianos
 PG = ganaderos pequeños

una observación participante se presencié la quema de un potrero de 10 manzanas invadido de talquezal (*Imperata cylindrica*); antes de la quema se limpia una franja de terreno al lado de los cercos para que el fuego no queme los postes ni pase a otros terrenos. En áreas de sabana no funciona usar la quema para la preparación de terreno. Estos suelos son muy compactados, por lo que es necesario emplear herramientas mecánicas para sembrar; solo los GG tienen acceso a tecnología para la siembra del pasto. Sin embargo, los pastos de sabana se siguen quemando



Para manejar los pastos los ganaderos utilizan la quema cada año en áreas diferentes del potrero (foto: Proyecto PACA, CATIE)

por otras razones: antes se quemaban grandes extensiones de sabana para el control de la garrapata, con lo cual el ganado se mantenía sano; actualmente se quema para el control de plagas como la chinche salivosa (*Prosapia simulans* y *Aeneolamia albofasciata*) y serpientes que, como la barba amarilla (*Bothrop sasper*), se esconden en pastizales densos. Shriar (2002) encontró resultados similares con un estudio desarrollado en otra área de El Petén.

- 2. La quema para mejorar el pasto.** Este tipo de uso es tradicional en El Petén. Los productores de sabana, que por años han practicado una ganadería extensiva en pastos nativos, queman año con año para lograr nuevos brotes que sean más suculentos para el ganado. El pasto nativo se quema para que nazcan los nuevos rebrotes (pelillo); este pasto permanece verde únicamente en época de lluvia, en verano se seca y el ganado no lo come. A los 3 ó 4 meses de haber quemado se hace pastorear por el ganado. Según los productores entrevistados, el pasto nativo se ‘pierde’ si no es quemado; por esta razón cada año se quema un área diferente dentro del potrero. Esta práctica también se aplica al pasto jaragua, el cual crece y se lignifica muy rápido por lo que pierde aceptabilidad por el ganado. Los nuevos pastos

introducidos también empiezan a ser quemados; por ejemplo, *B. brizantha*, que presenta características similares de rápido crecimiento y pérdida de palatabilidad. Los PG (55%) manifiestan que es bueno quemar el pasto cuando se pone viejo, pues el ganado no se lo come. Los MG manifiestan que si el pasto se deja madurar, se pierde. Además, con la quema, la semilla del pasto se riega haciendo más densa la cobertura, lo cual no permite la invasión de malezas. Los GG (80%) manifiestan que no utilizan la quema para mejorar los pastos; sin embargo, dado que la mayoría de estos tienen poco tiempo de haber sido sembrados, es probable que con el tiempo sean sometidos a la quema, aunque existe la posibilidad de que sean mantenidos con maquinaria o buen manejo de la rotación del ganado.

- 3. La quema como prevención.** Esta práctica se emplea principalmente en áreas de sabana donde el material acumulado por el crecimiento del pasto nativo puede convertirse en un combustible peligroso y provocar incendios incontrolables. La quema a finales de la época lluviosa ayuda a controlar el riesgo; Mbow et ál. (2000) encontraron prácticas similares en las sabanas de Senegal, Rodríguez (2004) en las sabanas de Venezuela y Condori (2002) en los pastizales altoandinos. Dichos autores argumentan que sin el fuego muchas comunidades vegetales soportarían una acumulación excesiva de material combustible, incidencia de plagas y enfermedades, estancamiento del crecimiento e inadecuada reproducción.

Pastos sometidos a prácticas de quema

Actualmente el pasto brizanta es sometido a quemas frecuentes por el 45% de los PG y el 50% de los MG. Este pasto es de rápido crecimiento y se lignifica, por lo cual deja de ser apetecido por el ganado. Con la quema se estimula el rebrote de pasto tierno; además, según Humphrey (1987), el fuego estimula la producción de semilla. Sin embargo, aunque el brizanta es dominante en los tres grupos de productores, los GG mantienen este pasto con chapias mecánicas y los MG intentan manejar mejor la carga animal. El 80% de los GG, 40% de los MG y 35% de los PG afirman que no queman ningún tipo de pasto (Figura 3). En relación con el tipo de paisaje, se encontró que el pasto nativo de la sabana es sometido a quema pero no el pasto natural de otras áreas porque, según expresan los productores, el pasto natural resiste al fuego. Esto pudiera explicarse por el hecho de que estos pastos se ubican en terrenos aluviales que se mantienen húmedos la mayor parte del tiempo en las zonas bajas (Figura 4).

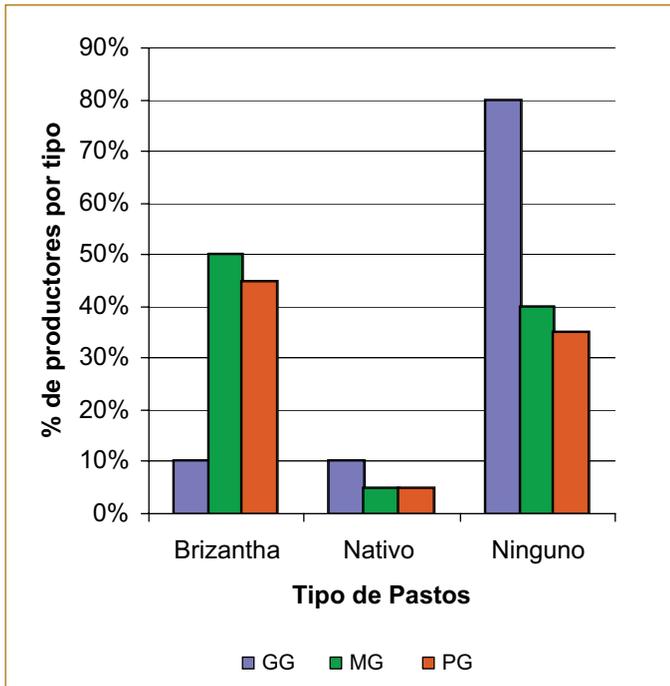


Figura 3. Tipos de pastos que son quemados por tipo de productor en El Peten, Guatemala
 GG = ganaderos grandes
 MG = ganaderos medianos
 PG = ganaderos pequeños

Frecuencia de quema

Para el manejo de las pasturas, los ganaderos utilizan la quema cada año, pero en áreas diferentes del potrero; un mismo sitio, entonces, es quemado cada dos o tres años. Solamente tres productores manifestaron que las quemadas deben hacerse cada cinco años; ellos afirman que mucha gente quema los pastos porque no sabe cómo manejarlos. Aproximadamente el 80% de los productores en los grupos focales coincidieron en que *antes de los tres años no se debe quemar el pasto, pero que luego es conveniente hacer quemadas cada dos o tres años.*

En las sabanas, la quema se hace cuando el pasto está seco y de manera rotacional para evitar que el ganado se quede sin pasto; generalmente queman en enero para que haya pasto en marzo, abril y mayo, por lo que se deduce que la frecuencia de áreas quemadas es mayor. Según Gutiérrez (1996), las quemadas pueden aplicarse anualmente en regiones húmedas y cada dos años en zonas secas, porque la acumulación de material orgánico es menor en estas zonas.

Época de quema

La época más adecuada para realizar la quema depende de la temporada de lluvias y del objetivo que

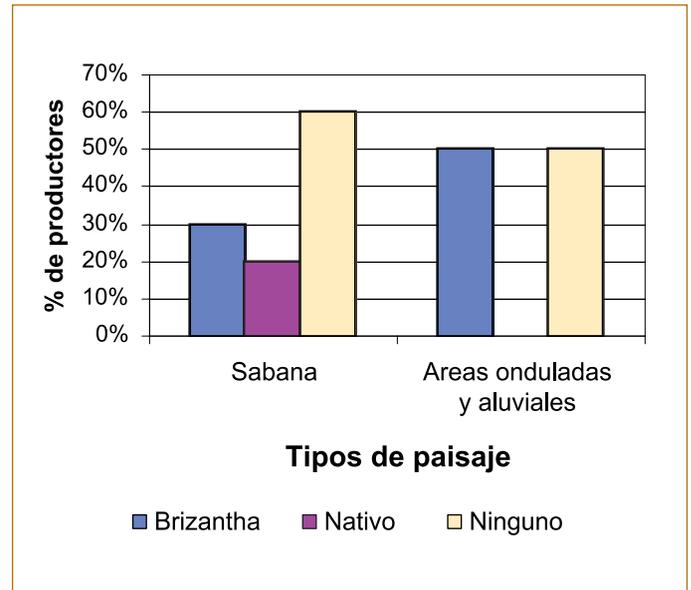


Figura 4. Tipo de pastos que son quemados por tipo de paisaje en El Peten, Guatemala

el productor persigue con esta práctica. Si es para siembra de maíz, la quema se realiza al final de la temporada seca o inicio de la temporada lluviosa, pero si es para prevención será al inicio de la temporada seca o finales de la temporada lluviosa.

El 55% de los PG y MG manifestaron que *entre marzo y abril antes de que caigan las primeras lluvias, es la mejor época para quemar.* Un 20% de MG y GG manifestaron que *se debe quemar en mayo porque ahora las lluvias caen más tarde y la siembra debe ser hecha en el mes de junio.* Un 60% de GG afirman que *nunca se debe quemar.* El hecho de que la siembra de maíz no sea parte de sus actividades, de que cuenten con recursos para mecanizar y de que la quema no funciona en áreas de sabana para la siembra de pasto parece cambiar la percepción de estos productores en cuanto a esta práctica. Otro hecho interesante es que las áreas de sabana son las que se encuentran más cerca de la zona de protección de la Reserva Biosfera Maya, por lo que podría esperarse una cierta influencia en el discurso que ellos manejan.

Sólo los productores que aplican quemadas preventivas en la sabana manifestaron que *la mejor época para quemar es antes del inicio del verano* [desde enero, aunque algunos mencionaron desde noviembre], *cuando la tierra aún está húmeda.* Según ellos *enero es la mejor época para quemar porque aún caen algunas lluvias y no hay peligro de que el fuego entre al bosque.* De esta

manera se evita que *exista mucho material combustible que pueda provocar incendios incontrolables cuando el verano está fuerte.*

Los productores están concientes de los peligros que implica realizar quemas durante ciertas horas del día y manifiestan que las mejores horas son temprano en la mañana o en horas de la noche. Los productores también conocen las desventajas de esta práctica sobre el medio ambiente, pero manifiestan que el problema principal es el daño al suelo y la falta de control sobre la quema. Esto concuerda con lo encontrado por Ahmed (1989), Masipiqueña et ál. (2000) y Gould (2005).

Entre las razones que se aducen para la falta de control sobre la quema están (Cuadro 3):

1. Factores bióticos y abióticos como: a) El clima, especialmente el comportamiento de los vientos en la estación seca; durante el día, el comportamiento es impredecible y un cambio en la dirección puede hacer que la quema se salga de control. b) La topografía, pues terrenos altos y montañosos son más difíciles de manejar; en la zona existe la costumbre de quemar de abajo hacia arriba porque el acceso es mejor y porque se prefieren las tierras bajas por ser más fértiles. c) El tipo y cantidad de combustible, ya que algunas coberturas (pasto de sabana

seco, rastrojos, barbechos) se queman con mayor facilidad. d) Las vías de comunicación, que son escasas por lo que se dificulta dar aviso de un incendio y obtener ayuda de los vecinos.

2. Nivel educativo y escasa capacitación: no hay conocimiento sobre manejo del fuego, ni de quemas prescritas ni controladas.
3. Tenencia de la tierra: la falta de derechos claros sobre la tierra no ayuda a que las personas se interesen en cuidar los recursos naturales.
4. Nivel organizativo bajo: en los lugares donde la organización es escasa, la dificultad para el control de las quemas es mayor.
5. Poca conciencia sobre los daños al ambiente: muchas personas no perciben los efectos negativos de la quema a largo plazo, por ser difícil de observar y relacionar.
6. Grandes extensiones de terreno: esto dificulta labores de prevención de incendios, como rondas o cortinas rompe fuegos.

CONCLUSIÓN

La manera en que se utilizan las quemas en El Petén depende del tipo de productor y del paisaje en el cual se desenvuelve. Aunque los productores están concientes del daño que la quema causa al medio ambiente, siguen considerándola un *mal necesario*. Los productores piensan que el problema real es la falta de control sobre la quema. Son varios los factores que dificultan ese control, y estos inciden en diferente medida en cada tipo de productor y paisaje. Aunque el productor tiene conocimientos similares sobre el uso y efectos del fuego, su uso se ve condicionado por la realidad operacional o contexto en el cual se desenvuelve el productor y la situación socioeconómica del mismo. Tomar en cuenta el conocimiento local de los productores y su realidad es importante al momento de diseñar políticas y estrategias de intervención relacionadas con sistemas silvopastoriles y/o mejora de pasturas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Ahmed, AI. 1989. Factors influencing tree establishment and long term survival: A case of the restocking of the Gum belt and Kordofan agroforestry extension projects in Northern Kordofan Province, Sudan. Mag. Sc. Thesis. Oslo, NO, Agricultural University of Norway (NORAGRIC). 148 p.
- Bach, FK. 2005. Determination of relationships between soil characteristics, pasture management and pasture degradation in the Petén area, Guatemala. Mag. Sc. Thesis. Copenhagen, DK, Royal Veterinary and Agricultural University. 70 p.
- Bryman, A. 2004. Social research methods. Cambridge University Press. 2 ed. 333 p.

Cuadro 3. Factores que influyen en el control sobre las quemas

Factor	Facilita	Dificulta
Clima	Poco viento	Viento fuerte
Extensión del terreno	Pequeño	Grande
Topografía	Plana	Quebrados, altos o montañosos
Cantidad de combustible	Poco	Mucho
Nivel educativo	Alto	Bajo
Tenencia de la tierra	Propia	Rentada o prestada
Nivel organizativo	Alto	Bajo
Conciencia ambiental	Alta	Baja
Vías de comunicación	Adecuadas	Escasas

- Cano, MF. 1997. Perfil ambiental del departamento de Petén. Guatemala, GT, MAGA, Oficina para Asuntos Específicos de Petén. 26 p.
- Chazaro, M. 1986. La vegetación; evaluación de los impactos ambientales y sociales de la industria petrolera en el sureste y Golfo de México. México, MX, Centro de Ecodesarrollo. 97 p.
- Colón, AP. 2005. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 107 p.
- Condori, RG. 2002. Sistematización de las técnicas de manejo y evolución de prácticas de quema, corte y extracción de la thola (*Parastrophia plylicaeforme*). Puno, Perú. Instituto de Investigación, Producción, Servicios y Capacitación "Quollasuyo" Boletín No. 3.
- Gould, KA. 2005. Land regularization on agricultural frontiers: The case of Northwestern Petén, Guatemala. Land Use Policy (en línea) Consultado 14 set. 2005. Disponible en www.science-direct.com
- Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y Forrajes de Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Editorial E y G. 318 p.
- Hoyos, GP. 1987. Características nutritivas y botánicas de sabana nativa sin quema suplementada con leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 153 p.
- Humphrey, LR. 1987. Tropical pastures and fodder crops. NY, Longman SciTech. 2 ed. 155 p.
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004, Manual del usuario. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat, FCA.
- Loening, L; Markussen, M. 2003. Pobreza, deforestación y pérdida de la biodiversidad en Guatemala. Göttingen, Alemania. Ibero-American Institute for Economic Research. 43 p. (Discussion Papers 091).
- Masipiqueña, AB; Persoon, GA; Snelder, DJ. 2000. The use of fire in Northeastern Luzon (Philippines): conflicting views of local people, scientists and government officials. In Ellen, R; Parkes, P; Bicker, A. (eds.). Indigenous environmental knowledge and its transformations: critical anthropological perspectives. London, UK, Harwood Academic Publishers. Studies in Environmental Anthropology p.177-212.
- Mbow, C; Nielsen, TT; Rasmussen, K. 2000. Savannah fires in east-central Senegal: distribution patterns, resource management and perceptions. Human Ecology 28(4):561-583.
- MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Guatemala) / FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2005. Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales de Petén. Ponencia presentada en III Encuentro Internacional sobre Desarrollo Sostenible en Petén: gobernabilidad ambiental. Flores, GT, FLACSO-ACOFOP.
- Nazarea, SV. 1994. Local knowledge and agricultural decision making in the Philippines: class, gender, and resistance. Ithaca, US / London, UK, Cornell University Press. 387 p.
- Pearson, CJ; Ison, RL. 1997. Agronomy of grasslands systems. Cambridge University Press. 2 ed. p. 75-76.
- Pelto, PJ. 1970. Anthropological research: the structure of inquiry. Cambridge University Press. 2 ed. 333 p.
- Rodríguez, I. 2004. Conocimiento indígena vrs. científico: el conflicto por el uso del fuego en el Parque Nacional Conaima, Venezuela. Interciencia 29(3):121-129.
- Shriar, AJ. 2002. Food security and land use deforestation in Northern Guatemala. Food Policy 27: 395-414.
- Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, GT, MAGA. 1000 p.
- Spain, JM; Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. In Lascano, CE; Spain, A. (eds). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de investigación. Cali, CO, CIAT. p. 269-283.
- Steinfeld, H. 2005. La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica (en línea). Consultado 2 dic. 2005. Disponible en www.lead_es.virtualcentre.org/es/frame.htm
- Warren, DM; Slikkenveer, L. 1993. Networking for indigenous knowledge. Indigenous knowledge and development and monitor 1(1): 2-4.
- Zhang, H; Henderson, A; McGuffie, K. 2001. The compounding effects of tropical deforestation and greenhouse warming on climate. Climatic Change 49(3): 309-338.

Incorporación del conocimiento local en sistemas de producción ganadera

Maricel Castillo Piniero¹ y Mariel Aguilar-Støen²

RESUMEN

El conocimiento local ha sido documentado rigurosamente en varias partes del mundo. Pero, la mayor parte de ese trabajo se ha enfocado en cultivos; hay poca información sobre sistemas de producción ganadera. En este documento se discute el marco de trabajo metodológico y algunas técnicas de investigación que han demostrado ser exitosas para la incorporación del conocimiento local a la ganadería y al desarrollo rural. El artículo presenta ejemplos de cómo cada método fue utilizado en diferentes investigaciones realizadas por estudiantes e investigadores del proyecto PACA. Este documento no es una receta de cocina, ni contiene una lista exhaustiva de métodos para la documentación del conocimiento local, sino que da ejemplos para ilustrar los desafíos y las ventajas inherentes a dicho proceso.

Palabras claves: Ganadería, sistemas de producción animal, conocimiento indígena, metodología.

Incorporation of local knowledge to livestock management

ABSTRACT

Local knowledge has been rigorously documented in various parts of the world. However, most of the work has been focused on crops, with very little on livestock production. This paper discusses the methodological framework and some research techniques that have proved to be useful for incorporation of local knowledge to livestock management and R&D. The paper includes examples on how each method was used, utilizing actual research data by students and researchers within the framework of the PACA project. This is not a recipe nor does it contain an exhaustive list of methods for the documentation of local knowledge. It rather gives examples to illustrate challenges and advantages inherent in the documentation of local knowledge.

Keywords: Cattle, animal production systems, local knowledge, methodology.

INTRODUCCIÓN

Existe abundante evidencia del frecuente fracaso de programas de transferencia de tecnología dirigidos a productores pobres dentro del marco de diversos proyectos de desarrollo. Algunos autores proponen que tal fracaso se debe a que dichos proyectos ignoran totalmente el conocimiento de los productores a quienes se busca beneficiar (Chambers 1983, Escobar 1995). Los mismos autores sugieren que la incorporación del conocimiento de los productores podría enriquecer y mejorar no solo la transferencia tecnológica sino también los programas y proyectos de desarrollo en general. Los productores, al tratar de poner en práctica un plan de trabajo dado, conducen experimentos prácticos, analizan resultados, modifican los escenarios y/o emprenden nuevos intentos para llevar a cabo sus planes (González 2001).

Aunque estén limitados por ciertas estructuras (conceptuales, sociales, políticas y materiales), los productores tienen acceso a ciertos recursos (tecnológicos, económicos, ecológicos y sociales) que pueden ser transformados y adaptados a sus realidades cambiantes. En otras palabras, los esquemas de transferencia tecnológica que fracasan frecuentemente ignoran el conocimiento de las “personas ordinarias” que de hecho viven, trabajan y producen en los mismos sistemas de producción que se pretende transformar. Tales interacciones -y por tanto, los resultados de las mismas - son mediatizadas por la autoridad, el poder y la legitimidad de los actores involucrados (Long 2001). Hechas las aclaraciones pertinentes, volvamos al conocimiento local, el cual se describe como “*un entendimiento compartido de relaciones sociales, económicas, políticas e intelectuales a lo largo del espacio y el tiempo, así como sus implicaciones para el ordenamiento y reordenamiento cotidiano de la sociedad*” (CSLK 2007).

¹ Antropóloga ambiental, CATIE, Turrialba, Costa Rica. mpiniero@gmail.com (autora para correspondencia)

² Investigadora Asociada del Centro para el Desarrollo y el Medio Ambiente, Universidad de Oslo y Departamento de Manejo de los Recursos Naturales, Universidad de las Ciencias Biológicas de Noruega. Ås, Noruega. m.c.a.stoen@sum.uio.no

En diversas partes del mundo se han llevado a cabo numerosos trabajos que documentan el conocimiento y las prácticas locales. Sin embargo, la mayoría de dichos trabajos se concentran en sistemas de producción de subsistencia o producción de cultivos, y son pocos o inexistentes en sistemas de producción ganadera. Este artículo presenta el marco metodológico y algunas técnicas de investigación que son útiles para la documentación e incorporación del conocimiento local en proyectos de investigación y desarrollo relacionados con la producción ganadera.

Hay muchas formas de incorporar el conocimiento en programas de investigación y desarrollo. Sin embargo, debido a la complejidad del tema, para la recolección y análisis de los datos es necesario usar varios métodos que se complementen y ayuden a verificar la información generada. A continuación analizamos diferentes métodos y técnicas de investigación que pueden ser usadas para la recolección de información relacionada con el conocimiento local. El objetivo de este trabajo es presentar y discutir métodos que han sido usados por estudiantes e investigadores que han trabajado con los proyectos Pasturas de Centroamérica (PACA) y Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas (CATIE/NORUEGA - Pasturas Degradadas). No se pretende presentar un “recetario” de como deberían hacerse las cosas; por el contrario, la idea es que, mediante ejemplos, se ilustren los desafíos y ventajas inherentes a la documentación del conocimiento local. El artículo está escrito para investigadores cuya formación no son las ciencias sociales. La información obtenida a través de la investigación del conocimiento local tendrá implicaciones en la generación, mejoramiento y difusión de tecnologías, pero también puede ser usada para el análisis de políticas. La discusión de las ventajas y desventajas de cada método debería ayudar también al investigador a evaluar cuales métodos son los mejores para ser usados según el diseño de la investigación. Sin embargo, el paso más importante que el investigador debe dar es formular claramente sus preguntas de investigación, los objetivos de su estudio y planear cómo serán tratados esos objetivos y preguntas.

Métodos utilizados para captar el conocimiento local ***Visitas iniciales y observación preliminar***

Antes de iniciar una investigación formal, se deberían realizar visitas preliminares de reconocimiento para que el investigador se familiarice con la comunidad donde planea trabajar y se gane la confianza de la gente. Es vital establecer lazos de confianza con las personas con



El conocimiento local es fundamental para lograr el éxito de esquemas de transferencia tecnológica de sistemas de producción (foto: Proyecto PACA, CATIE)

las que uno va a trabajar, y esto solo se consigue con la presencia en el sitio.

El diagnóstico rural rápido (RRA, por sus siglas en inglés ‘*rapid rural appraisal*’) puede ayudar a adquirir alguna información general acerca de la comunidad, los sistemas de producción y los diferentes actores involucrados. Entre los lugares que se deben visitar están los mercados locales o puntos de intercambio comercial, los líderes comunitarios, las plantas de procesamiento y algunas fincas. El investigador debe estar preparado con algunas preguntas para orientar las entrevistas informales. Usualmente durante estos primeros acercamientos se tratan temas generales, tales como:

- a) Datos demográficos de la población: proveniencia de la gente; composición de la población ¿más personas mayores o jóvenes?, ¿más hombres o mujeres?; principal fuente de ingresos de la gente en la comunidad.
- b) Datos de producción relacionados con la identificación de los cultivos principales que están siendo producidos y con qué propósito; área promedio de tierra que poseen las personas, sistema de tenencia de la tierra (alquilada o propia); número promedio de animales; calendario agrícola, etc.
- c) Información sobre mercados, lugares en donde se venden los productos agrícolas, precios de venta, quién vende, precios de los insumos agrícolas, etc.

La recopilación de estos datos no constituye un fin en sí mismo; más bien, es la base para que el investigador entienda el área donde ella (o él) está trabajando. La razón por la cual se llama “rápido” es porque al investigador no le toma demasiado tiempo obtener una visión general del sistema. El RRA sirve, entonces, como base para identificar otros métodos de investigación que complementen la información recolectada y que faciliten el diseño del estudio.

Es aconsejable que el investigador escriba toda la información recolectada y, si es posible, que grabe las conversaciones³. Las informaciones que se pueden incluir son: nombre de investigador, fecha, actividades realizadas (lugar visitado, tiempo empleado, actividades), resultados (nombre de las personas entrevistadas, clase de preguntas y sus respuestas), observaciones generales (actitud de la persona entrevistada, condición general de la casa/área, condición de los niños y cualquier otra información que pueda captar el investigador con la vista, seguimiento (si el investigador dejó por fuera alguna cosa relevante y es necesario regresar donde la misma persona).

La técnica del árbol de problemas

Para entender mejor los problemas que los productores enfrentan en su vida diaria, se puede utilizar la técnica del árbol de problemas. Esta técnica es básicamente un análisis de la situación donde los productores identifican los problemas en el sistema de producción, así como sus causas y sus impactos. Esta técnica también ayuda a entender las interrelaciones entre los problemas desde el punto de vista del agricultor, analizándolo dentro de su contexto (World Bank 2007). La técnica de grupos focales de discusión es el principal método usado para este ejercicio en particular. Fichas, lapiceros de colores, cinta adhesiva, pizarra son materiales importantes para realizar esta actividad. Esta técnica se desarrolla en tres etapas:

- Se entrega a cada participante 5 a 10 fichas. El facilitador/investigador les pide que cada uno escriba todos los problemas que está teniendo en su propiedad⁴. Cada problema se escribe en una ficha aparte. Se debe dejar muy en claro que el problema debe ser real y actual, y no futuro o imaginario.
- Una vez que se han identificado todos los problemas, los participantes deben ordenarlos (y numerarlos) por grado de importancia. Esto puede tomar un tiempo considerable ya que se debe promover la discusión y negociación entre participantes. A continuación, los participantes identifican un problema central, lo cual también puede tomar su tiempo. El facilitador debe alentar la discusión para que las discusiones y negociaciones salgan a la superficie. Después de identificado el problema central, se deben determinar las causas y los efectos. El dibujo del árbol podría ayudar, tomando el problema central como el tronco, las causas son las ramas y los efectos las raíces (Figura 1). Algunos autores usan

la presentación opuesta, es decir las causas son las raíces y los efectos son los problemas. Esto también se puede hacer usando un modelo de causa/efecto, donde los participantes correlacionan un problema con otro por medio de los efectos; debe hacerse evidente que un problema conduce a otro.

- Una vez se ha construido el árbol de problemas, este se usa para discutir cuáles problemas son prioritarios y, por ello, hay que darles seguimiento. Esto ayuda también a identificar las posibles soluciones para el alivio de los problemas. Nuevamente, se debe fomentar la participación activa para identificar posibles soluciones, discutir quiénes deberían ser los actores, qué insumos se necesitan, etc. Debe promoverse la participación de cada individuo en la discusión; se le debe pedir su opinión e ideas acerca del tema en discusión. El investigador (facilitador) debe tomar notas de las discusiones mientras realiza el ejercicio. Un desafío importante cuando se usa esta herramienta tiene que ver con el idioma o las expresiones locales. Si el investigador no entiende lo que dicen los participantes, es posible que pierda información valiosa.

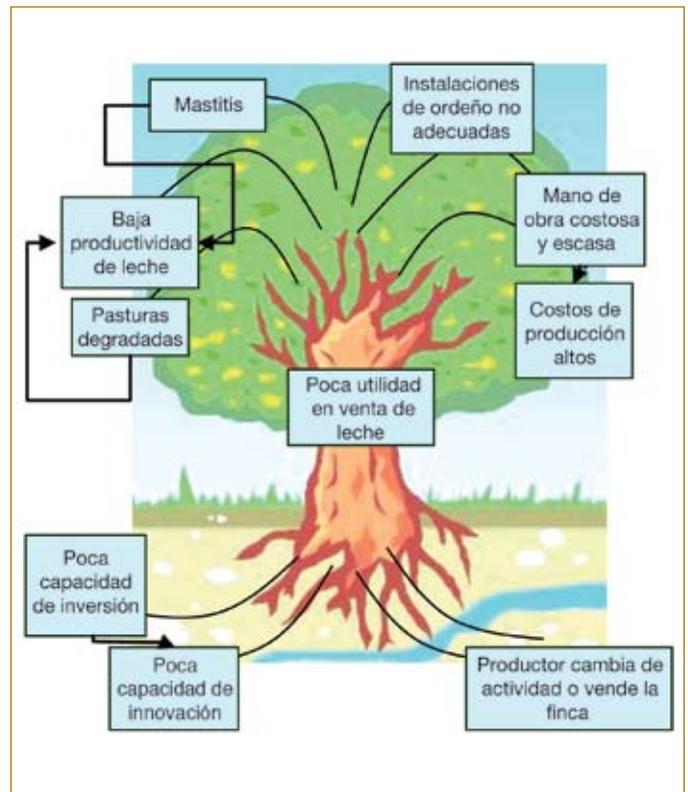


Figura 1. Técnica del árbol de problemas

³ Es imperativo que los investigadores tengan el permiso de la persona entrevistada para usar grabadoras. No es ético grabar discusiones sin el permiso de las personas que están siendo entrevistadas.

⁴ Si algún participante no puede escribir, otros participantes o los facilitadores / investigadores pueden ayudarlo.

Historias de vida

“La historia es el estudio de la explicación de lo particular tal como sucedió en el pasado” (Wallerstein 1974). Sin embargo, todas las situaciones son interpretadas y vistas de diferentes maneras mientras ocurren. En la antigüedad, la historia era escrita por individuos que generalmente pertenecían a las élites y poseían un alto nivel de educación. Actualmente la historia está siendo escrita por la gente ordinaria. Nazarea (1998) llamó a esto “historia desde abajo”, ya que permite a la gente escribir sus situaciones e interpretar el significado de sus vidas (Fetterman 1989, Piniero 2002). La meta es compartir experiencias para que otras personas puedan aprender de ellas. Este es un proceso abierto a la vida y a la experiencia de las personas (Denzin 1970, Holstein y Gubrium 1995).

Este método ayuda al investigador a obtener una biografía de la gente local. La principal técnica usada es la entrevista. El objetivo es recopilar la información producto de la experiencia de la persona en un ambiente cambiante. Esto incluye cambios en tecnologías, prácticas de manejo, especies de pasto/cultivos, razas de animales, dinámica de los mercados y políticas, entre otros. La entrevista se hace de manera relajada, casi como una conversación donde la responsabilidad del investigador es **escuchar, hacer preguntas y anotar** (Fetterman 1989, Nazarea et ál. 1997). El respeto por la experiencia e historia de las personas es una forma de establecer una buena relación entre el entrevistador y el entrevistado.

Antes de realizar la entrevista, se debe preparar una guía de preguntas a partir de la información que los investigadores desean explorar. Por ejemplo, para un sistema de producción ganadera, las preguntas deben girar alrededor del recuerdo de la persona de cómo ocurrieron los cambios en el paisaje en relación con la producción animal. Entre más lejos en su historia de vida llegue el entrevistado, más valiosa será la información recopilada. Puede ser útil crear una matriz (como un transecto histórico) donde el investigador pueda escribir los eventos importantes que ocurrieron en un periodo particular en la vida de la persona (Cuadro 1).

La selección de los entrevistados debe ser cuidadosa. Idealmente, debe tratarse siempre de tener igualdad de género, niveles socioeconómicos, grupos étnicos y otras variables que afectan las percepciones de las personas respecto a su realidad y sus procesos de toma de decisiones.

Cuadro 1. Formato para la obtención de la historia de vida

	Niñez	Adolescencia	Etapa adulta
Población			
Principales cultivos o pastos			
Tecnologías			
Prácticas culturales			
Propósito de producción			
Fuentes de pastos			

Esto es necesario para capturar toda la información importante y la variabilidad de las respuestas que podría ser ignorada si otros grupos de la comunidad no son entrevistados. Es importante que el entrevistado tenga claros los objetivos de la entrevista (p.e, para propósitos de investigación, información de línea de base) o de la investigación, y de cómo se va a usar esa información. Por lo tanto, la explicación del propósito de la entrevista debería ser el primer paso cuando el entrevistador contacta al entrevistado. No es recomendable aplicar la encuesta el mismo día que se contacta al entrevistado. En lugar de ello, pregunte qué día y a qué hora usted puede hacer la entrevista. Esto se hace para no interrumpir las actividades de los entrevistados.

De acuerdo con Nazarea (1998), la mejor manera de abordar a las personas es decirles que a usted le gustaría aprender acerca de su sistema de producción, sus problemas y cómo ellos los solucionan a pesar de las limitaciones que enfrentan. Haciendo esto, el investigador le está diciendo al entrevistado que lo tome como un estudiante (que quiere aprender) y que el entrevistado es el profesor.

Hay que permitir que el entrevistado cuente su historia libremente. Si ella o él se salen del tema, hay que redireccionar la conversación al tema de interés, pero hay que hacerlo con mucho tacto. El uso de una grabadora constituye una gran ventaja ya que de esa forma se puede asegurar que la mayoría de los elementos importantes sean grabados apropiadamente. Sin embargo también se debe tomar nota de los puntos importantes durante la entrevista, en caso de que

ocurra una contingencia con la grabadora. El uso de este método en un primer encuentro puede ser difícil para los investigadores bisoños; por ello se recomienda usarlo cuando ya se ha establecido una relación de confianza con el entrevistado. A menudo ayuda empezar la entrevista hablando sobre cosas que a él/ella le interesen y luego dirigir gradualmente la atención a preguntas que el investigador quiere explorar.

A continuación se ofrecen ejemplos de historias de vida de los ganaderos en Guatemala. Estas historias de vida fueron recolectadas por León (2006). El investigador estaba interesado en encontrar cómo perciben los entrevistados los cambios en sus áreas y cómo empezó la producción ganadera en El Petén, Guatemala:

Antes había más ganado, más bosque. Y para los pastos nada sembraba, pues había un pasto llamado ilusión, muy bonito, que nacía solo. Ahora no hay de ese. Aquí ya no pega, es de clima frío. He querido conseguir la semilla pero no la he conseguido. Había mucho zacate, no se conocía otras especies pero dependiendo al terreno nosotros en la casa manteníamos el guarumo, lo utilizamos como medicamento y alimento, el madre cacao, pero hay otro madre cacao, que no lo comen los animales. El laurel, mi abuelo lo sembraba y cortaba las ramas en verano.

Productor de escala media de Guatemala

Nosotros somos de la capital, cuando vivíamos allá trabajábamos en lo que es carpintería. Es decir mi esposo trabajaba en la carpintería, él trabajaba para el Banco Agrario que lo contrataba para hacer los muebles o lo de las bodegas. Pero muchas veces los trabajadores no llegaban y él se preocupaba, y entonces le dolía la cabeza; por eso decidió dejarlo. Yo en ese tiempo pues tenía una tiendita junto al taller y vendíamos cositas para allí podernos sostener. De allí decidimos venirnos para acá, a Petén, porque decían que las tierras eran fáciles de comprar. Pero para nosotros cambiar de una ciudad a acá, no queríamos, pero tocaba seguirlo a él, así que nos vinimos y empezamos a trabajar con una pequeña tienda y un pinchazo (un lugar donde arreglan llantas de carros). Así nos sosteníamos y él empezó a comprar unas vacas. Empezamos así, pero un día me aburrí de la tienda y decidimos separar el ranchito y arrendamos, entonces seguimos trabajando con el pinchazo y el ganado que teníamos, él compraba ganado y luego vendía en ciertas épocas, poco a poco se salió así.

Mujer ganadera de Guatemala

Clasificación local de flora y fauna

Hay varias razones por las cuales las personas clasifican los elementos biológicos de su entorno. Para algunos autores, como Levi-Strauss (1968) y Berlin (1992), se hacen clasificaciones porque ordenar las cosas es parte de la necesidad intelectual de los seres humanos. Por otro lado, Ellen (1982) afirma que la clasificación es más una función de la utilidad de los objetos y es afectada por la realidad cultural de la gente que efectúa la clasificación. Por lo tanto, es común ver que el sistema de clasificación local no sigue el árbol taxonómico convencional (orden, familia, género y especie). Algunas veces el árbol taxonómico es más complicado o más simple que el sistema convencional occidental. En este tipo de estudios, el objetivo es “tratar de ver el mundo con los ojos del entrevistado”, en lugar del etnocentrismo propio del investigador. Así, el investigador descubre el significado cultural de las relaciones del entrevistado, sus reglas, formas de vida y términos locales (Spradley 1979).

Para esta evaluación en particular, el investigador tiene dos opciones para generar información: 1) Se usan especímenes vivos o fotos de ellos con el fin de explorar las categorizaciones que puede hacer la gente, especialmente aquellos que no pueden leer; 2) se escribe el nombre de los especímenes en fichas (si el entrevistado puede leer). Dependiendo del tema, el investigador pregunta al entrevistado acerca de su definición de qué es una planta o un animal. Luego se hace un listado libre de todas las plantas (o animales) que el entrevistado conoce. Si se encuentran especímenes reales en los alrededores, se procede a coleccionar muestras. Luego se le pide al entrevistado que categorice o agrupe los especímenes de acuerdo a su propio criterio y que le ponga un nombre a cada grupo. También se le pregunta al entrevistado por las razones para el agrupamiento que usó. La Figura 2 muestra un ejemplo de aplicación de esta metodología. Tómese nota de que en este ejemplo sólo existen tres niveles jerárquicos mientras que para el árbol taxonómico existen alrededor de siete niveles para clasificar una planta en particular; por ejemplo de leucaena (Cuadro 2).

Agrupamiento o clasificación por ordenamiento

Una manera para complementar el sistema de clasificación local es solicitarle al entrevistado que agrupe o clasifique la entidad biológica. Nuevamente, el objetivo es entender los criterios locales que eventualmente afectan las decisiones de las personas sobre cómo utilizar la planta. Al igual que en el caso anterior se necesita

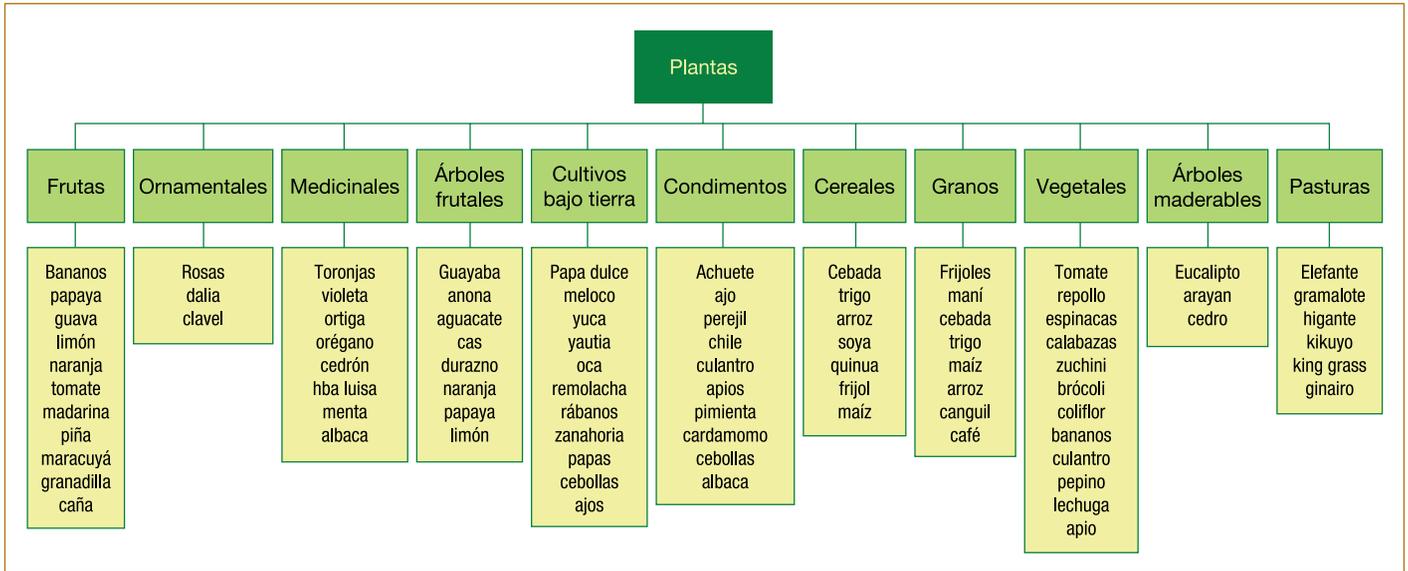


Figura 2. Ejemplo de un sistema de clasificación local

Fuente: Piniero 2002.

un listado libre de plantas que puede hacer el entrevistado. Los nombres de estas plantas se escriben luego en tarjetas o se recogen muestras (si los especímenes están disponibles).

En este ejemplo en particular se les pide a los entrevistados que agrupen o clasifiquen los objetos en grupos (tantos como quieran) y que etiqueten cada grupo. Si el entrevistado tiene dificultad para etiquetar el grupo, se le pregunta por qué agrupó los objetos. Esta técnica es muy usada para recolectar información acerca de pastos mejorados, malezas y árboles forrajeros (Cuadro 3).

Matriz de rangos

Los humanos utilizamos diferentes indicadores para evaluar los elementos del ambiente y para tomar decisiones; un método usado para entender esta complejidad es el de la matriz de rangos. Cuando se aplica este método se le pide al entrevistado mencionar diferentes atributos de los componentes de la naturaleza que están siendo estudiados; por ejemplo, la tecnología de pasturas mejoradas. Todas las características mencionadas se anotan en un papelón o cartulina grande para crear una matriz en la que las cualidades se ponen como hileras y las tecnologías u opciones en evaluación como columnas. En el Cuadro 4 se muestra un ejemplo para el caso de gramíneas mejoradas.

A partir de las características mencionadas, al entrevistado se le solicita que evalúe los diferentes pastos (o cualquier componente que esté siendo evaluado),

Cuadro 2. Ejemplo del árbol taxonómico

Sistema formal de clasificación	Sistema local de clasificación
Reino: Plantae	Planta
División: Magnoliophyta	Arbol leñoso
Clase: Magnoliopsida	Leucaena
Orden: Fabales	
Familia: Fabaceae	
Subfamilia: Mimosoideae	
Género: Leucaena Benth	

Cuadro 3. Ejemplo de agrupamiento/clasificación a partir de características de las pasturas

Razones del agrupamiento	
Grupo 1 Mombasa	Puede ser usado por pastoreo y por corte de acarreo
Grupo 2 Leucaena Maní forrajero	La mismas propiedades (leguminosas)
Grupo 3 Brizanta Decumbens Toledo Estrella	Uso bajo pastoreo Compatible con el conocimiento de los productores

usando un número de 1 a 10 o caras, donde 10 o una cara sonriente son la mejor calificación (Cuadro 4). También se pueden usar piedras, semillas o cualquier

otro material que haya en los alrededores para dar las puntuaciones; esto es particularmente útil si los participantes no saben escribir (Figura 3). Esta técnica también puede usarse para la priorización de problemas.

Otro ejemplo de uso de esta técnica se muestra en el Cuadro 5. Esta es una aplicación que hizo Colón (2005) para explorar las razones detrás del uso del fuego en fincas ganaderas de El Petén, Guatemala. Como las razones para la quema fueron múltiples, se combinaron en una matriz de rangos y se pidió a los productores establecer un orden de prioridades y asignar rangos. Esta matriz fue usada después de que la autora ya tenía un cierto entendimiento de la situación en el área de estudio. Esta matriz refleja las razones que los propios productores expresan para utilizar el fuego.

Una variante de este método de agrupamiento y clasificación fue usada por Anfinnsen (2006) en su investigación acerca de la adopción de sistemas silvopastoriles en El Petén, Guatemala. La autora estaba interesada en explorar las limitaciones que enfrentan los productores para la implementación de dichos sistemas. Ella encontró que una forma interesante de averiguar limitaciones era discutir con los productores desde su punto de vista. Las preguntas planteadas fueron: ¿Qué considera usted que es un potrero ideal? ¿Cuáles son las razones por las cuales un potrero determinado en su opinión coincide o no con ese ideal?

Para este ejemplo se utilizaron siete imágenes satelitales de alta resolución. Estas imágenes correspondían a pasturas con diferentes densidades de árboles. La investigadora pidió a los productores evaluar los potreros vistos en las imágenes y que asignaran de 0 a 5 semillas de frijol a cada imagen, donde cero (0) representaba lo menos deseable y cinco (5) lo más deseable. También se les pidió que explicaran las razones de su evaluación, con el fin de entender cómo valoraban los productores la presencia de árboles en sus sistemas. Luego se les preguntó qué pasturas tenían mayor valor económico y por qué; además, se les pidió que calificaran sus propios potreros en relación con los de las imágenes. Con esta metodología, la investigadora buscaba entender cómo toman decisiones los productores respecto a los arreglos de árboles en potreros y cuáles eran las limitantes para hacer ese tipo de cambios.

Recorrido en finca⁵

El objetivo de esta técnica es obtener información acerca de las fincas, poniendo énfasis en el capital natural y la infraestructura presentes en el área. El investigador le solicita al entrevistado que le muestre su finca. Durante el recorrido, se le pregunta acerca de los recursos que se van encontrando y para qué los usa. También se hacen preguntas específicas sobre los tipos y nombres de las plantas (árboles, pastos) y sus funciones, las prácticas de manejo, el tamaño de los potreros, de dónde consiguió los pastos y árboles que tiene, etc. El investigador

Cuadro 4. Ejemplo de matriz de rango para la evaluación de pasturas en El Petén (Guatemala)

Características de las pasturas preferidas por los productores en Guatemala	Pasturas				
	Gamba	Marandú	Mombasa	Mulato	Toledo
Preferido por los animales	☺	☹	☹	☺	☺
Resistencia a la sequía	☺	☹	☹	☹	☹
Efecto sobre la calidad del suelo	☹	☹	☺	☹	☹
Cantidad de follaje	☺	☹	☺	☹	☺
Rebrota rápido	☹	☹	☺	☹	☺
Recuperación rápida después de la sequía	☹	☺	☹	☹	☺
Compite con malezas	☹	☺	☹	☹	☹
Color de las pasturas	☺	☺	☺	☹	☹
Se adapta a zonas de pendiente	☹	☺	☺	☹	☺
Palatabilidad de las hojas	☹	☹	☺	☹	☹

⁵ En la literatura en inglés se denomina “farm transect”, pero para evitar confusión por el significado del transecto en estudios ecológicos, se ha decidido aquí usar el término recorrido, pues este recorrido se hace sin una orientación definida, sino a gusto del entrevistado.

también puede preguntar acerca de los problemas que el agricultor está enfrentando o que ha experimentado. Esta técnica tiene la ventaja de que usualmente es más fácil para el entrevistado recordar la información importante cuando tiene al frente el material en su finca. Si se necesita tomar muestras de las especies vegetales, este es el mejor momento para recolectar los especímenes. Hay que asegurarse de coleccionar toda la información necesaria acerca de las plantas. Nazarea et ál. (1997) ofrecen el listado siguiente:

- Nombre común:
- Dialecto/idioma:
- Nombre de la persona que toma la muestra:
- Lugar/área donde se toma la muestra:
- Hábitat:
- Altitud:
- Tipo de planta:
- Altura de la planta:
- Descripción de las hojas:
- Flores:
- Frutas:
- Prácticas culturales asociadas con las plantas:
- Usos:
- Otras notas:
- Fecha de recolección:

Los recorridos de las fincas se pueden usar para explorar tendencias o cambios que han ocurrido en un periodo particular. Por ejemplo, el investigador puede visitar junto con el productor diferentes potreros y preguntarle qué tipo de vegetación había en el potrero antes y por qué se hizo el cambio al uso actual. Esto permitirá también discutir con el agricultor cómo fue



Figura 3. Matriz de rangos usando semillas para dar la puntuación

hecho, quién participó, cuánto costó y qué ventajas y desventajas percibe el agricultor en relación con el uso anterior.

Mapeo cognitivo y proyectivo

Esta técnica se usa cuando el investigador quiere entender las características más significativas del ambiente o finca, desde la perspectiva del propio entrevistado. De acuerdo con Jescavage -Bernard y Crofoot (1993), un mapa conecta los espacios físicos y las relaciones sociales a través de la memoria y la representación, y refleja las prioridades de quien dibuja el mapa (Piniero 2002). Esto significa que cuando las personas dibujan un mapa tienden a exagerar las cosas que son más importantes en sus vidas. Por lo tanto, un mapa cognitivo no tiene escala pero

Cuadro 5. Aplicación de la matriz de rangos para conocer la racionalidad de las quemadas de pasturas en El Petén

Razones para quemar	Preparación del suelo	Control de malezas	Control de plagas	Pasto mejorado	Cacería de animales	Negligencia	Total
Preparación del suelo		Preparación del suelo	5				
Control de malezas			Control de malezas	Pasto mejorado	Control de malezas	Control de malezas	3
Control de plagas				Pasto mejorado	Control de plagas	Control de plagas	2
Pasto mejorado					Pasto mejorado	Pasto mejorado	4
Cazar animales						Negligencia	0
Negligencia							1

Fuente: Colón (2005)



Para la recolección de información y análisis de datos es necesario usar varios métodos que se complementen y ayuden a verificar la información generada (foto: Proyecto PACA, CATIE)

ilustra los significados simbólicos que les dan las personas en función de sus circunstancias culturales. Si el investigador quiere conocer cómo perciben las personas los cambios que ocurren en su ambiente, se utiliza la técnica del mapeo proyectivo, el cual no es otra cosa que pedirle al entrevistado que dibuje su finca en tres periodos: el presente, el pasado (hace 10 ó 20 años) y el futuro (cómo lo ve en 10 ó 20 años). Para aplicar bien esta técnica, hay algunos aspectos que el investigador necesita conocer:

- a) Ya que esto es acerca de cómo percibe un individuo su ambiente, es aconsejable que el entrevistado esté sólo cuando realiza esta actividad. Usualmente, los observadores tienden a dar sugerencias y eso distraerá al entrevistado.
- b) Se requiere de bastante tiempo para ejecutar esta tarea. Algunas veces se requieren dos o tres sesiones, especialmente si se quiere que el entrevistado prepare los tres mapas.
- c) Debe darse al entrevistado diferentes implementos de dibujo como crayones, lapiceros de color, lápices, para que el entrevistado elija aquellos con los que se siente más cómodo.
- d) Anime al participante y enfatice que no hay mapas/dibujos erróneos ni malos. Cualquier dibujo es válido e importante.
- e) Si es posible, grabe o anote comentarios que hace el entrevistado mientras está dibujando. Esos comentarios serán de utilidad en la interpretación de los mapas.

- f) Siempre exprese su gratitud a los entrevistados por su participación en actividades de investigación. Recuerde que se les está pidiendo un gran favor.

El análisis de los mapas o dibujos se basa en los rasgos a los que las personas dieron mayor énfasis en los mapas. La premisa es que las personas tienden a aumentar las dimensiones de las cosas o relaciones que son significativas en sus vidas. Los dibujos podrían indicar elementos de la finca (o del ambiente) que son prominentes o al menos importantes para la población local. Esta técnica se utiliza generalmente con personas que saben leer y escribir. Es recomendable que esta parte de la investigación sea hecha después de establecido un vínculo de confianza entre el investigador y el campesino. La paciencia es otra virtud que el investigador necesita, para ser capaz de desarrollar bien esta técnica.

CONCLUSIONES

Este artículo ofrece sólo algunas de las muchas metodologías y técnicas de investigación que pueden ser usadas en la documentación e incorporación del conocimiento local en la investigación participativa y en los programas de aprendizaje. El tipo de metodologías a usar dependerá de los objetivos del investigador. Sin embargo, es importante decir que hay puntos claves que deberían ser tomados en consideración cuando se usan estos métodos y técnicas.

- a) Complementariedad de técnicas. Use varias técnicas para incrementar la validez de su investigación. Ya

que la mayoría de estos métodos y técnicas necesitan más tiempo e interacción con los entrevistados, es difícil tener un alto número de participantes. En otras palabras, no piense en una muestra grande para que tenga significancia estadística; más bien, use un mayor número de técnicas para triangular los resultados, con lo cual aumenta la legitimidad de la investigación.

- b) Dificultad de generalización. Debido al bajo número de entrevistados, use más bien una generalización representativa de ciertos fenómenos que una generalización estadística. Usualmente se establecen relaciones comparativas entre estudios de casos para identificar tendencias y/o aspectos comunes. Pero, otra vez, esto dependerá de las preguntas de investigación y de cómo el estudio contribuye a una explicación teórica.
- c) Confiabilidad y validez. La definición de confiabilidad tiene que ver con replicabilidad, en tanto que validez se refiere a 'precisión'. Estos temas han sido siempre un dilema en la investigación cualitativa. Sin embargo, esto puede ser resuelto con una metodología clara (información acerca del proceso de investigación) que muestre cómo se ha llegado a las conclusiones más relevantes. Los análisis comparativos pueden ayudar a fortalecer los resultados de la investigación; particularmente en casos donde hay diferencias en los patrones de comportamiento. La triangulación siempre es importante para incrementar la confiabilidad y validez de la investigación.
- d) Limitaciones del uso de análisis estadísticos robustos. Debido a la naturaleza de la investigación, el uso de análisis estadísticos sofisticados es limitado y algunas veces difíciles de aplicar. Sin embargo, esto no quiere decir que no se puedan hacer análisis estadísticos en este tipo de investigación. Dependiendo de los objetivos y del tipo de investigación, se pueden hacer análisis cualitativos y cuantitativos (aplicando herramientas estadísticas). Ambos tipos de evaluación dan resultados diferentes, pero pueden ser complementarios. Los resultados de la investigación cuantitativa se pueden fortalecer con los datos generados al hacer la investigación cualitativa y viceversa. Al final, siempre es importante usar diferentes metodologías de manera que la investigación generada pueda contribuir a la búsqueda de nuevo conocimiento o a explicar mejor por qué se dan ciertos fenómenos. Para este artículo en particular, un aspecto importante es darse cuenta de que los datos generados por estos métodos contribuyen a un mejor entendimiento de las personas y de su ambiente en general y de la producción ganadera en particular.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anfinnsen, B. 2006. Farmers, trees and complexities: a study of cattle farmers' decision-making process regarding the implementation of silvopastoral systems in El Petén, Guatemala. Mg. Thesis, Ås, NO, Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences. 206 p.
- Berlin, B. 1992. On the making of a comparative ethnobiology. In *Ethnobiological classification: principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton, NJ, Princeton University Press. 3-35 p.
- Chambers, R. 1983. *Rural development: putting the last first*. London, UK, Longman. 246 p.
- CSLK (Center for the Study of Local Knowledge). 2007. Research (en línea). Virginia, USA. Consultado 24 jul. 2009. Disponible en <http://www.virginia.edu/cslk/research.html>
- Colón, AP. 2005. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR CATIE. 106 p.
- Denzin, N. 1970. *The research act in sociology: a theoretical introduction to sociological methods*. London, UK, Butterworths. 368 p.
- Ellen, R. 1982. *Environment, subsistence, and system: the ecology of small-scale social formations*. Cambridge, NY, Cambridge University Press. 324 p.
- Escobar, A. 1995. *Encountering development: The making and unmaking of the Third World*. Princeton, NJ, Princeton University Press. 290 p.
- Fetterman, DM. 1989. *Ethnography: step by step*. Newbury Park, London, UK, SAGE Publications. Applied social research methods series v. 17. 156 p.
- González, RJ. 2001. *Zapotec Science. Farming and food in the northern sierra of Oaxaca*. Austin, Texas, University of Texas Press. 360 p.
- Holstein, J; Gubrium, J. 1995. *The active interview*. Thousand Oaks, CA, SAGE Publications. 96 p.
- Jescavage-Bernard, K; Crofoot, A. 1993. Mapping to preserve a watershed. *Scientific American* 1993:134-136.
- León, JA. 2006. Conocimiento local y razonamiento agroecológico para toma de decisiones en pasturas degradadas en El Petén Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 p.
- Levi-Strauss, C. 1968. *The savage mind (nature of human society)*. Chicago, US, University of Chicago Press. 310 p.
- Long, N. 2001. *Development sociology; actor perspectives*. New York, Routledge. 294 p.
- Nazarea, V. 1998. *Cultural memory and biodiversity*. Tucson, US, University of Arizona Press. 189 p.
- Nazarea, V; Tison, E; Piniero, M; Rhoades, R. 1997. *Yesterday's ways Tomorrow's treasures*. Iowa, US, Kendall/Hunt Publishing Company. 33 p.
- Piniero, M. 2002. *Biodiversity and marginality dilemma of economic development*. Ph. D Thesis. Athens, Georgia, US, University of Georgia. 293 p.
- Spradley, J. 1979. *The ethnographic interview*. New York, Holt, Rinehart and Winston. 195 p.
- Wallerstein, I. 1974. *The modern world system I: capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century*. New York, Academic Press. 426 p.
- World Bank. 2007. Tools: getting started, positioning issues, the problem tree (en línea). Consultado 16 jun. 2007. Disponible en <http://web.mit.edu/urbanupgrading/upgrading/issues-tools/tools/problem-tree.html>

Avances de Investigación

Evaluación de la selectividad animal de plantas herbáceas y leñosas forrajeras durante dos épocas en la zona alta del municipio de Muy Muy, Nicaragua

Néstor Pineda¹, Edward Pérez², Fabio Vásquez³

RESUMEN

La ganadería de doble propósito representa más del 80% de la actividad económica en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Este estudio se efectuó en potreros localizados en la comunidad de El Bosque, entre 500-700 msnm. Se evaluó la selectividad de vacas lactantes y ganado horro manejados bajo pastoreo en el periodo de lluvias y seco. Se utilizó el método del transecto con cuatro repeticiones por tratamiento. En ambas épocas, las gramíneas herbáceas presentaron mayores índices de selectividad (IS), comparadas con otras especies herbáceas y leñosas, a excepción de *Guazuma ulmifolia*, que en la época seca presentó un IS de 18,2 mientras que las gramíneas más consumidas tuvieron IS entre 2,6 y 4,5. Las gramíneas hicieron mayor aporte a la dieta tanto en la época lluviosa como en la seca (80 y 83%, respectivamente). Las gramíneas más consumidas en ambos tratamientos y épocas fueron: *Paspalum conjugatum*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Ischaemum ciliare* y *Paspalum virgatum*. Las especies herbáceas de hoja ancha más consumidas fueron *Blechnum pyramidatum* y las leguminosas *Desmodium distortum* y *Desmodium canum*. El IS para las diferentes especies presentes en los potreros evidencia que en ambas épocas las vacas lactantes fueron más selectivas que el ganado horro.

Palabras claves: Pastizales, plantas forrajeras, pastoreo, composición botánica, preferencias alimentarias, selectividad de forrajes.

Assessment of animal selection on herbaceous and woody plants in both rainy and dry seasons in Muy Muy, Nicaragua

ABSTRACT

Dual-purpose cattle production represents more than 80% of economic activities in Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. This study was carried out in pastures of El Bosque community, between 500 and 700 masl. Forage selectivity by both lactating and dry cows managed under grazing was evaluated in the rainy and dry seasons, using the transect method with four replications per treatment. In both seasons, grasses showed a higher selectivity index (SI) than other herbaceous and woody species, except for *Guazuma ulmifolia*, which presented a SI of 18, whereas the SI for the most preferred grasses ranged between 2,6 and 4,5. Grasses made the greater contribution to diet in both rainy and dry periods (80% and 83%, respectively). *Paspalum conjugatum*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Ischaemum ciliare* and *Paspalum virgatum* were the most preferred grasses. Among the broad leaf herbaceous species, the preferred were *Blechnum pyramidatum*, and the legumes *Desmodium distortum* and *Desmodium canum*. The SI for the different plant species present in the pastures showed that nursing cows were more selective than dry cows.

Keywords: Pastures, fodder plants, grazing, plant composition, food preference, forage selectivity.

INTRODUCCIÓN

En algunos lugares de Nicaragua, la época seca tiene una duración de seis meses o más. Esto hace que la ganadería nicaragüense, al igual que en muchos otros países tropicales, sufra de déficit nutricional en la época seca (de Alba 1978). Durante ese período son incalculables las pérdidas económicas del sector pecuario por la disminución de los

indicadores técnicos nacionales. Se estima que 83% de las fincas ganaderas del país están en manos de pequeños y medianos productores, que se orientan al doble propósito en sistemas de explotación extensivos. En el municipio de Muy Muy, la ganadería es la principal actividad económica; allí se registran 891 explotaciones agropecuarias, de las cuales el 64% poseen ganado bovino (CENAGRO

¹ Néstor Pineda, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Matagalpa, Nicaragua. Correo electrónico: nestpin2003@yahoo.es (autor para correspondencia)

² Edward Pérez, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Matagalpa, Nicaragua

³ Fabio César Vásquez López. Profesor Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua

Con base en el índice encontrado para las especies de plantas, se elaboró una escala de preferencia de las especies, la cual considera las siguientes categorías (Stüth 2004):

1. Altamente Preferidas (IS> 2,5)
2. Medianamente Preferidas (IS: 1,3 – 2,4)
3. Neutras (IS: 0,7 – 1,2)
4. Rechazadas (IS: 0 – 0,6)

Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de conglomerados para evidenciar si había semejanza entre las combinaciones de tratamientos y época, en cuanto a la selectividad de especies. Asimismo, se hizo el análisis de componentes principales para determinar la asociación entre especies y los tratamientos dentro de época. Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, el estudio encontró que las gramíneas herbáceas presentaron un IS mayor que otras especies herbáceas y leñosas, tanto en la época lluviosa como en la seca. Una excepción a esta generalización es el caso de la especie leñosa forrajera *Guazuma ulmifolia*, que en la época seca presentó un IS de 18,2 mientras que las gramíneas más consumidas sólo tuvieron un IS entre 2,6 y 4,5. Sin embargo, las gramíneas fueron las especies que hicieron el mayor aporte a la dieta: 79,2 y 81,6%, durante la época seca y lluviosa, respectivamente (Cuadros 1, 2 y 3). Los resultados de este estudio coinciden con los de Velásquez (2005) en pasturas seminaturales y dos condiciones de paisaje del municipio de Muy Muy.

Cuadro 1. Especies altamente preferidas por vacas horras y lactantes (IS>2.5), en la zona alta del municipio de Muy Muy

Ciclo vida	Fisiología	Nombre científico	Nombre común	Época de lluvia						Época seca						
				IS Leche	% TV	% TC	IS Horro	% TV	% TC	IS Leche	% TV	% TC	IS Horro	% TV	% TC	
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo			0,1					18,2	0,4	0,1			0,1
P	H,Ha	<i>Hyparrhenia rufa</i>	jaragua	2,6	3,5	3,2	2,6	3	5,3	2,6	4,4	8,2	2,4	3	4,2	
P	H,Ha	<i>Cynodon dactylon</i>	pasto bermuda	8	0,2	2,7				1,9	3,7	2,3				
A	H,HA	<i>Ipomoea heredifolia</i>	batatilla	2,7	3,4	0,3	0,2	0,6	1,1	0,2	0,9	0,6	6,7	0,1	0,1	
A	H,Ha	<i>Ischaemum ciliare</i>	retana	1,4	4,1	5,8			3,7	2,5	1,4	5,2				
A	H,HA	<i>Blechnum2 sp.</i>	blechum 2								0,1	0,3	5,9	1,8	0,7	
P	H,Ha	<i>Paspalum centrale</i>	cola de burro				0,01	0,3	0,6				5,6	0,5	0,9	
P	H,Ha	<i>Paspalum virgatum</i>	zacatón				1,1	1,8	4,2				4,5	5	5,1	
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	cornizuelo			0,4	0,01	0,4	1,3				4,2	0,4	0,5	
P	H,Ha	<i>Setaria parviflora</i>	pasto peludo			0,6	1,8	5,8	1,9				3,2	2	0,3	
P	L	<i>Calea urticifolia</i>	tallo veloso				0,4	0,6	4,5				2,5	0,7	3,5	
Porcentaje total					11,2	13,1		12,5	22,6		10,9	16,7		13,6	15,3	

Ciclo de vida: P = perenne, A = anual Tipo de Fisiología: L = leñosa, H,Ha = herbácea de hoja angosta, H,HA = herbácea de hoja ancha IS = índice de selectividad, %TC = cantidad total de observaciones en el transecto testigo, %TV = cantidad total de observaciones en el transecto vaca.

Cuadro 2. Consumo de forrajes de diferentes tipos por tratamiento y época (en porcentaje)

Grupo alimenticio	Leche		Horro	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
Herbácea hoja angosta	78,7	81,3	84,5	77,1
Herbácea hoja ancha	18,3	5,4	12,9	12,4
Leñosa	3,0	13,2	2,6	10,4

Cuadro 3. Consumo de plantas por tratamiento y época (en porcentaje)

Especie	Nombre común	Lluviosa		Seca	
		% dieta/leche	% dieta/horro	% dieta/leche	% dieta/horro
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaragua	36,1	30,1	16	4,3
<i>Ischaemum ciliare</i>	Retana	9,5	44	11,3	6,4
<i>Panicum maximum</i>	Asia	32,2		53,3	
<i>Paspalum conjugatum</i>	Gramma	53,1	51	35	37
<i>Paspalum virgatum</i>	Zacatón	14,2	4,4	19	22
<i>Blechum pyramidatum</i>	Blechum 1	8	5,2	5,2	9
<i>Desmodium distortum</i>	Desmodio	3,4	3	2,3	6,3

Las vacas lactantes presentan mayores diferencias selectivas que las vacas horras, lo cual tiene que ver con la disponibilidad y calidad de las plantas presentes en las áreas de pastoreo (Figura 2). Según Ospina (2005), los productores dirigen sus condiciones de fertilidad y el manejo del pastoreo hacia un gradiente productivo; por ello las áreas de mayor potencial son pastoreadas por el ganado en producción y las áreas con diversas limitaciones son asignadas al ganado horro.



Ubicación de los transectos para colecta de datos (foto: Proyecto PACA, CATIE)

Análisis de componentes principales

La Figura 3 muestra el análisis de componentes principales para los tratamientos en la época seca y lluviosa. Como se puede ver en el primer componente (CP1), el tratamiento ‘leche’ durante la época de lluvias muestra una tendencia de agrupamiento hacia tres especies (*C. dactylon*, *P. conjugatum* e *I. heredifolia*), en tanto que el mismo tratamiento en la época seca se agrupa en dos especies (*I. ciliare* y *P. convexum*). Por su parte, el tratamiento horro durante el período de lluvias mostró tendencia a dos especies (*H. rufa* y *G. ulmifolia*); en cambio, en la época seca este tratamiento tuvo una mayor agrupación con *P. virgatum*, *I. heredifolia*, *A. cornigera*, *S. parviflora*, *P. centrale* y *B. pyramidatum*. Con estos dos ejes se explicó el 79% de la variabilidad total en las observaciones.

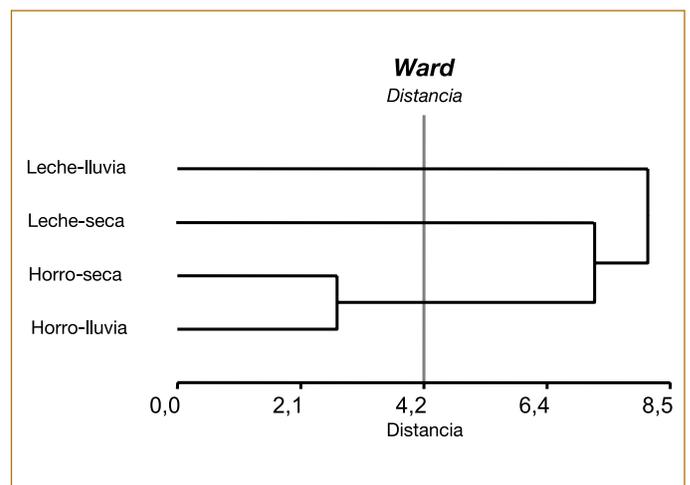


Figura 2. Análisis de conglomerados para agrupar tratamientos por índice de selectividad de las diferentes especies en dos épocas del año

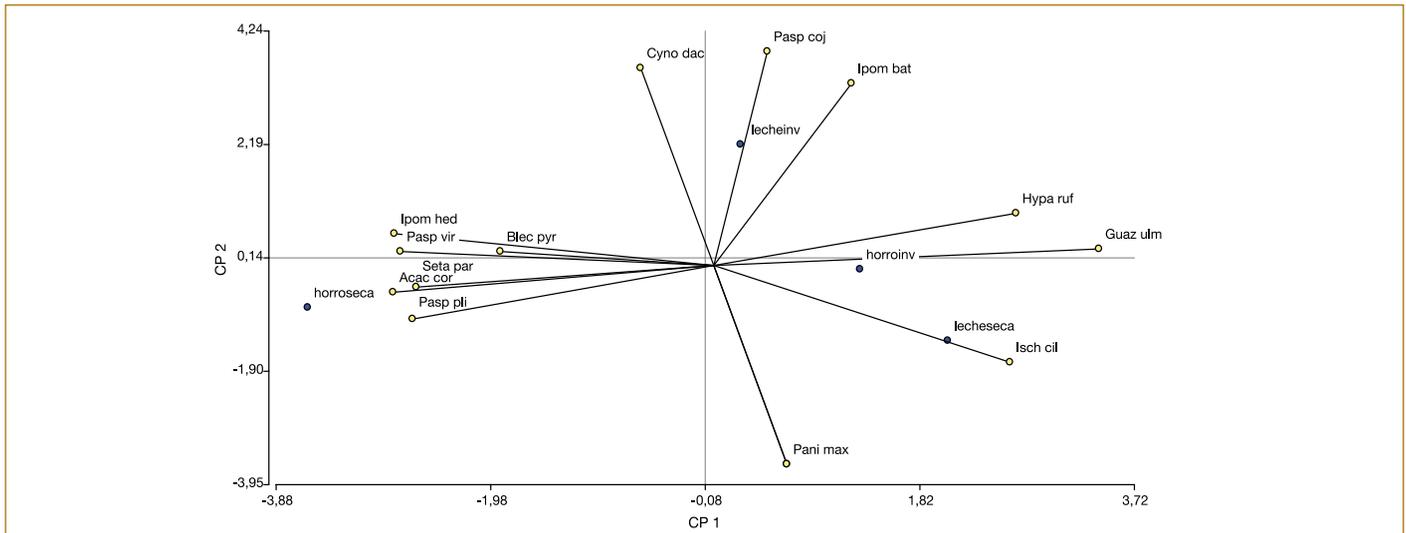


Figura 3. Ordenamiento biplot de análisis de componentes principales para los tratamientos en dos épocas del año

CONCLUSIONES

Con base en la selectividad animal por tratamiento se determinó que las vacas en producción fueron más selectivas que las vacas horras, tanto en época seca como de lluvias. La selectividad animal varía de acuerdo con la composición botánica en los diferentes tipos de pasturas, tratamientos y épocas. Se evidencia que las especies altas y medianamente preferidas hacen un aporte mayoritario a la dieta, pese a que no representan la mayor parte del forraje disponible.

Las gramíneas fueron las especies que hicieron la contribución más importante a la dieta en ambas épocas (lluvias y seca), tanto en los potreros de vacas lactantes, como de ganado horro.

Las especies herbáceas de hoja ancha contribuyeron más a la dieta en el periodo lluvioso y su aporte disminuyó en la época seca; las especies leñosas mostraron un comportamiento opuesto a las herbáceas.

En cuanto al manejo que realizan los productores, se determinó que las áreas destinadas para el pastoreo de las vacas lactantes muestran las condiciones más favorables, en términos de presencia de especies apetecidas por los animales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a los proyectos Pasturas de Centroamérica (PACA) y Pasturas Degradadas por el apoyo brindado para que los dos primeros autores desarrollaran este trabajo como parte de sus tesis de ingeniería en agronomía. Asimismo, agra-

decen a los M.Sc. Amilcar Aguilar y Marlon López y al Ing. Francisco Mendoza por su apoyo en el trabajo de campo y en el análisis de resultados.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alba, J. de 1978. Técnicas de alimentación de ganado en América Latina. México, MX, Limusa. 350 p.
- CENAGRO (Censo Nacional Agropecuario). 2001. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC).
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004, Manual del usuario. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat, FCA.
- Jansson, I. 2001. Hierarchical summer browsing by goats in the dry savana of southwestern Botswana. Uppsala, SE, Swedish University. Minor Field studies No. 165. 28 p.
- González, JA. 2007. Flujos de nutrientes y sus implicaciones para la sostenibilidad en sistemas silvopastoriles con y sin *Arachis pintoi* en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 155 p.
- Ngwa, AT; Pone, DK; Mefeni, JM. 2000. Feed selection and dietary preferences of small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology* 88: 253 – 266.
- Ospina, S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 88 p.
- Sosa, EE; Pérez, D; Ortega, L; Zapata, G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica México* 42(2): 129-144.
- Stüth, JW. 2004. Foraging behavior. Chapter 3 (en línea). Consultado 30 nov. 2004. Disponible en <http://cnrit.tamu.edu/rlem/textbook/Chapter3.htm>.
- Velásquez, R. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de dos épocas, manejo y condición de paisajes en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 91 p.

Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua

Raúl Velásquez-Vélez¹, Danilo Pezo², Christina Skarpe³, Muhammad Ibrahim², Jairo Mora⁴, Tamara Benjamín²

RESUMEN

Se evaluó la selectividad animal por forrajes a diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en dos paisajes (planicies onduladas y vegas de ríos) y dos tipos de manejo (vacas lactantes y ganado horro) durante la época seca y lluviosa. Se evaluaron tres tratamientos: vacas lactantes en vega, vacas lactantes en planicies onduladas y ganado horro en planicies onduladas, con ocho repeticiones por tratamiento. La composición botánica de los sitios de pastoreo difirió de la media de los potreros. El índice de selectividad (IS) de las especies varió con los tratamientos y épocas. En la época seca, varias leñosas mostraron IS más altos que las gramíneas y otras especies herbáceas, pero en ambas épocas, las gramíneas hicieron un mayor aporte a la dieta (83,1 y 70,6%, respectivamente). Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis de que los animales seleccionan su alimento a diferentes escalas espaciales. No obstante, la selectividad animal es relativa pues varió de acuerdo con las especies vegetales presentes en las pasturas de los diferentes tratamientos y épocas.

Palabras claves: Pastizales, plantas forrajeras, pastoreo, composición botánica, preferencias alimentarias, selectividad de forrajes.

Assessment of animal selection on herbaceous and woody plants in seminatural pastures in Muy Muy, Nicaragua

ABSTRACT

Forage selectivity by grazing animals at different hierarchical levels was evaluated under two landscape conditions (undulated lands and riverbanks) and two animal management regimes (lactating and dry cows) during the dry and wet seasons. Three treatments were studied: lactating cows on riverbanks, lactating cows on undulating lands and dry cows on undulating lands, each with eight paddocks as replicates. Botanical composition of grazed areas differed from the mean for each paddocks. Selectivity indexes (SI) for individual species varied according to treatment and season. During the dry season, several woody perennials showed higher SI than grasses and other herbaceous species, but grasses made a greater contribution to the diet than the woody perennials in both seasons (83.1 and 70.6% in the wet and dry season, respectively). Results obtained in this study confirm the hypothesis that grazing selectivity differs spatially; nonetheless, selectivity is a relative index as it is influenced by the botanical composition of paddocks in different treatments and seasons.

Keywords: Pastures, fodder plants, grazing, botanical composition, food preferences, forage selectivity.

INTRODUCCIÓN

En América Central, el área en pasturas representa el 46% del total (18,4 millones ha); este es uno de los usos de la tierra más relevantes (Kaimowitz 1996) y una de las actividades económicas más importantes para la generación de ingresos para la subsistencia y empleo permanente de la población pobre. En Nicaragua, el área de pasturas en el año 1997 alcanzaba 4,2 millones de hectáreas, ocupadas con 2,65 millones de cabezas de ganado (Szott et ál. 2000). Las pasturas seminaturales cubren la mayor parte de las áreas de pastoreo y son

la base de la producción bovina a nivel regional. En el caso particular de Muy Muy (Matagalpa, Nicaragua), se estima que el 95% de las áreas de pastoreo son seminaturales, ya que presentan gran diversidad de especies herbáceas y leñosas nativas que el ganado (bovino, equino, caprino y ovino) y la fauna silvestre consumen (CATIE/NORAD 2002). En pasturas con composición botánica muy diversa, como es el caso de las pasturas seminaturales, el conocimiento de las especies que aparecen en la dieta de los herbívoros comparadas con la composición de la pastura bajo diferentes condiciones

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Correo electrónico: ravelasquezv@unal.edu.co (autor para correspondencia)

² Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Turrialba, C.R. Correos electrónicos: dpezo@catie.ac.cr, mibrahim@catie.ac.cr, tamara@catie.ac.cr

³ Norwegian Institute for Nature Research, NINA, Oslo, Noruega. Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@hihm.no

⁴ Director de Posgrados, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co

y regímenes de pastoreo, ayuda a definir cuáles son las alternativas más favorables de manejo de tales pasturas (Chávez et ál. 2000).

En la selección de la dieta de los animales en pastoreo intervienen tanto factores propios del animal como de las plantas, con las subsecuentes modificaciones del medio ambiente físico. Entre los factores propios del animal que inciden sobre la selectividad se citan: la especie, la condición fisiológica, el comportamiento social bajo pastoreo y la experiencia previa de los animales, entre otros. Con respecto a la selectividad animal se han propuesto, al menos, dos hipótesis: la selectividad se da a diferentes escalas espaciales (Senft et ál. 1987); se da un forrajeo selectivo tendiente a optimizar la calidad de la dieta y maximizar la tasa de consumo neto de energía y biomasa (Pyke et ál. 1977). El presente estudio está muy relacionado con éstas hipótesis, por lo que se pretende entender bien los procesos que llevan a los animales a seleccionar uno u otro sitio de alimentación, y una u otra especie de planta.

En Centroamérica hay poca disponibilidad de información relevante sobre selectividad animal en pasturas seminaturales a diferentes escalas espaciales y su influencia en los procesos de pastoreo. Este estudio pretende contribuir al conocimiento mediante la evaluación de la selectividad animal por los forrajes a diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en dos tipos de paisaje y dos tipos de manejo de los animales, durante la época seca y lluviosa.

La zona de estudio

El estudio se llevó a cabo entre febrero y agosto del año 2004 en el municipio de Muy Muy, Nicaragua. El municipio se localiza entre las coordenadas geográficas 85°30' y 85°45' de longitud oeste y 12°40' y 12°50' de latitud norte. El área de estudio se clasifica como trópico semihúmedo, transición entre zona seca y zona húmeda. La región presenta una precipitación anual promedio de 1576 mm año⁻¹ y temperatura promedio de 24,5°C. La época de lluvias se presenta entre los meses de mayo y noviembre y el resto del año corresponde a la época seca.

El 77,6% del área total son pastizales naturales y/o seminaturales; la principal actividad económica y productiva es la ganadería vacuna de doble propósito, con 25.000 cabezas aproximadamente. Los índices productivos y reproductivos son bajos como consecuencia del

deterioro de las pasturas, ya que el 88% de las mismas se encuentran en un avanzado estado de degradación.

Variables ambientales de clase

Los tratamientos se definieron de acuerdo con las siguientes variables; en el Cuadro 1 se detallan esos tratamientos.

Tipos de paisaje

Planicie ondulada: zonas media y baja del municipio; suelos vertisoles en pendientes hasta del 10%, e inceptisoles mejor drenados en áreas onduladas. Ambos tipos de suelos se agrietan en la época seca; en la época lluviosa, las áreas planas permanecen anegadas.

Vegas: suelos entisoles en su mayor parte y algunos molisoles; son suelos de fertilidad media a alta⁴.

Época de año

El muestreo se realizó a fines de la época seca e inicio de la lluviosa.

Tipo de manejo

Los mejores potreros se usan para el ganado lactante (tratamiento leche) y el resto para el ganado horro (tratamiento horro); estos dos grupos constituyeron los tipos de manejo. En los terrenos de vega no hay potreros dedicados a ganado horro.

Colección de datos en campo

Definición de transectos y escalas espaciales

Se adaptó la metodología utilizada por Jansson (2001) para estudiar la selectividad de vacas en dos escalas espaciales (potreros y sitios dentro de cada potrero),

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos y número de potreros evaluados

Tratamiento	Descripción	N° de potreros
Leche	Potreros en planicies onduladas utilizados por vacas en producción	8
Horro	Potreros en planicies onduladas utilizados por vacas horras	8
Vega	Potreros en vegas de ríos utilizados por vacas en producción	8

⁵ Aráuz, J. Junio, 2004. Estudiante M Sc CATIE. Comunicación personal.

en las dos épocas del año. Los datos se colectaron por medio de los “transectos vaca”, los cuales representan las áreas de alimentación seleccionadas por el ganado y se definen siguiendo el recorrido de cada una de las vacas en pastoreo. El área de muestreo para cada uno de los transectos vaca fue de 100 m² (50 m recorridos por 2 m de ancho), ya que se estima que la vaca puede alcanzar hasta 1 m a cada lado. Con este transecto se identificó la vegetación disponible para la alimentación de las vacas.

Muestreo de vegetación

El muestreo de especies vegetales en el transecto vaca se hizo con una cruz de 2 m de largo, con dos brazos laterales de 0,5 m, en los cuales se registran las especies que tocan las puntas. Así se tienen cuatro registros por cada 1,5 m lineales de transecto; en cada transecto se tomaron 133 observaciones. El número de transectos por potrero y por época se determinó así: 5 transectos en potreros con áreas <7 ha y 10 transectos en potreros de >7 ha.

Periodo de acostumbramiento

Para que los animales se acostumbraran a su presencia, el observador permaneció entre 10 a 15 minutos cerca de ellos, antes de empezar a tomar datos.

Consumo de forraje

El muestreo se hizo sobre el transecto vaca (50 metros de largo, o durante 10 minutos si la vaca no recorría los 50 metros). El tiempo de observación se registró junto con los tiempos reales de consumo de la vaca o período efectivo de consumo; se contó el número de

bocados para estimar la frecuencia de bocados. Así se corrigió el consumo total de cada especie. El número de bocados y las especies consumidas se registraron con una grabadora. El sendero del animal se marcó con cinta métrica y luego se determinó la presencia de especies en el transecto vaca. La observación de las vacas se hizo siempre a la misma hora, entre las 8 am y las 10 am.

Animales utilizados para el muestreo

En el tratamiento leche se usaron vacas lactantes disponibles en el potrero, seleccionadas al azar. En el tratamiento horro se observaron vaquillas próximas al parto, si no se tenían suficientes vacas adultas secas.

Análisis estadístico

Modelo

La variable de respuesta fue la selectividad animal a nivel de potreros, sitios específicos dentro del potrero y especies vegetales individuales. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas con un arreglo aleatorizado de las unidades experimentales (potreros), donde la parcela principal fue la época y las sub-parcelas fueron los tratamientos definidos por la combinación del tipo de paisaje y tipo de manejo.

Cálculo del índice de selectividad

El índice de selectividad (IS) para cada especie consumida por los animales se calculó mediante la fórmula propuesta por Ngwa et ál. (2000):

$$IS_i = \frac{\text{Proporción de la especie "i" en la dieta}}{\text{Proporción de la especie "i" en el transecto vaca}}$$

Donde, IS_i = el cociente entre la frecuencia de la especie “i” consumida y la frecuencia total de todas las especies consumidas.

Un IS de 1,0 significa que la ocurrencia de la especie es igual al consumo, por lo que se considera que es una especie “neutra”. Sin embargo, para propósitos de interpretación se definió el rango siguiente: un IS >1,3 indica que la especie en cuestión está siendo preferida sobre otras; un IS entre 0,7 y 1,3 indica que la especie es neutra y un IS <0,7 indica que la especie es rechazada. Las especies seleccionadas o preferidas se dividieron en dos categorías: altamente preferidas cuando el IS es >2,5 y medianamente preferidas (o de mantenimiento) cuando el IS estuvo en un rango entre 1,31 y 2,49.



Colecta de datos en los transectos establecidos (foto: Proyecto PACA, CATIE)

RESULTADOS

Selectividad animal a nivel de sitios de alimentación dentro de los potreros

En los potreros del tratamiento horro, la composición de las especies del transecto vaca varió entre épocas ($p = 0,006$) mientras que en los tratamientos leche y vega no hubo variación. En horro, las vacas escogieron sitios de alimentación con especies similares a las seleccionadas en la época lluviosa. Al haber menor disponibilidad y baja calidad de pastos en época seca, los animales buscan sitios con pasturas de mejor calidad para mejorar su dieta (Belovsky 1984 y Pyke et ál. 1977). Además, en horro también hubo diferencias significativas durante la época seca ($p = 0,002$) en cuanto a la selección de sitio: los más escogidos fueron aquellos que presentaban una mayor cobertura arbórea (6,7%). En estos sitios, el forraje es de mejor calidad, ya que el contenido de proteína cruda y la energía metabolizable bajo el dosel muestran una tendencia a incrementarse, comparado con pastos en monocultivo (Andrade e Ibrahim 2001).

La selección de sitios de alimentación en el tratamiento vega mostró similitud en ambas épocas y los sitios seleccionados por los animales en época seca no difirieron de los otros dos tratamientos. Lo mismo ocurrió en época lluviosa. Sin embargo, las especies presentes en los transectos vaca de este tratamiento sí fueron diferentes a las especies en los otros dos tratamientos debido, posiblemente, a la mayor fertilidad del suelo en dichas áreas y a la composición de especies con dominancia del pasto *Panicum maximum* y la herbácea de hoja ancha *Blechnum pyramidatum*. Esto contrasta con los sitios seleccionados en los otros dos tratamientos, donde predominan las gramas nativas.

El ganado del tratamiento horro escogieron sitios donde predominaban *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*, *Dichromena ciliata*, *B. pyramidatum* y *P. virgatum* (Cuadro 2). Durante la época seca, las vacas seleccionaron sitios con especies similares a las encontradas en los transectos vaca en época lluviosa. Esto se debe posiblemente a que las vacas buscan alimento con suficiente biomasa y buena calidad, el cual encuentran en sitios donde hay alguna cobertura arbórea, ya que la sombra protege y mantiene una cierta disponibilidad de forraje bajo su dosel; además, en época seca hay bastantes frutos disponibles para el consumo, especialmente de *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum*. Por otra parte, en el tratamiento horro hay una menor carga animal (1,14 UA ha⁻¹), lo que les da más oportunidad de seleccionar sitios según sus necesidades y preferencias; asimismo, los potreros son más grandes y con mayor heterogeneidad espacial que en los tratamientos leche y vega, lo que amplió su posibilidad de encontrar sitios con características más favorables.

La sombra tiene un efecto más marcado sobre las plantas forrajeras tipo C₄ que sobre las especies tipo C₃, como son las gramíneas de zona templada, las leguminosas y especies de hoja ancha (Sanderson et ál. 1997). Esto explica la presencia de especies del tipo C₃, como *B. pyramidatum* (6%) en los sitios seleccionados en época seca por las vacas en el tratamiento horro, donde había un 6,7% de cobertura arbórea. También se encontraron especies tipo C₄, como *P. conjugatum* (11,6%) y *P. notatum* (19,3%) que han mostrado alta tolerancia a la sombra (Wong 1991, Guevara et ál. 1996, Zelada 1996). Según un estudio de Kaligis y Sumolang (1991), *P. notatum* presenta alta persistencia y capacidad de rebrote después del pastoreo, lo que puede explicar su alta presencia en los potreros.

Cuadro 2. Especies más importantes presentes en los transectos vaca de los potreros del tratamiento Horro

Nombre común	Especies	% transecto en época seca	% transecto en época lluviosa
Grama común	<i>Paspalum notatum</i>	19,3	13,6
Grama común	<i>Paspalum conjugatum</i>	11,6	6,2
Blechum	<i>Blechnum pyramidatum</i>	5,6	7,2
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	4,9	4,8
Zacatón	<i>Paspalum virgatum</i>	4,5	2,3
Angleton	<i>Dichantium aristatum</i>	4	2
Estrellita blanca	<i>Dichromena ciliata</i>	3,5	7,8

La preferencia de los animales por una cierta comunidad de especies (sitios de alimentación) determina el tiempo que gasta una animal en un área determinada del potrero para obtener la mayor cantidad de nutrientes del sitio (Stüth 1991).

Selectividad animal a nivel de especies individuales

Tratamiento horro

Especies altamente preferidas por el ganado.- En la época seca, las especies preferidas fueron dos leñosas (*E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia*) y una gramínea (*Melinis* spp.), en tanto que en la época lluviosa, cinco fueron las seleccionadas: una gramínea (*Paspalum virgatum*), dos leñosas (*Mimosa albida* y un matorral no identificado) y dos herbáceas (*Ipomoea hederifolia* y *Achyranthes aspera*) (Cuadro 3). Este cambio en la selectividad en función de la época del año ya ha sido evidente en otros estudios (Jansson 2001, Brundin y Karlsson 1999 y Skarpe et ál. 2000). Este último estudio reporta que especies del género *Acacia* son consumidas durante la época de lluvias pero no durante la época seca, cuando los árboles pierden buena parte del follaje. Hay que reconocer, entonces, que el índice de selectividad es un atributo relativo pues está en función de las oportunidades que el animal tiene para seleccionar y de la presencia de ciertos órganos de la planta que responden a cambios fenológicos estacionales. Por ejemplo, los frutos de *E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia* son muy apetecidos por el ganado, pero sólo están disponibles durante la época seca; además, el follaje de dichas especies se mantiene verde en la época seca, cuando la mayoría de gramíneas ya están senescentes.

De *E. cyclocarpum*, el ganado consumió exclusivamente frutos, pues el follaje no es palatable en ninguna época; de *G. ulmifolia* se consumieron frutos (65%) y hojas (35%) durante la época seca, en tanto que en época lluviosa los animales sólo consumieron el follaje. Ambas son especies muy preferidas por los animales, sobre todo en época seca, pero tienen poca participación en la dieta (apenas un 2,2%), dada la escasa disponibilidad de estas especies en los potreros. En el transecto vaca se observaron, en época seca, un total de 0,34% y apenas 0,1% en época lluviosa. La tercera especie más seleccionada en época seca (*Melinis* spp.) es la que más aporta a la dieta (6,6%), pero en la época lluviosa no se encontró en el transecto, ni tampoco fue consumida (Cuadro 3).

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento.-

Entre las especies medianamente preferidas por el ganado en la época seca están dos leñosas: *Acacia cornigera* y *Combretum fruticosum*, con IS de 2,4 y 1,9 respectivamente. El follaje de ambas aportó el 2,5% de la dieta, pero aparecieron como “rechazadas” durante la época lluviosa (IS = 0,2 y 0,1 respectivamente) y su aporte a la dieta fue mínimo (0,03% cada una) (Cuadro 4). Con frecuencia, las leñosas se podan a finales del período de lluvias –en especial, *A. cornigera*–, por lo que en el período seco hay rebrote suficiente y de buena calidad que es apetecible para los animales. En este segmento se encuentran las especies que más aportan a la dieta: las gramíneas del género *Paspalum* (Cuadro 4).

Cuadro 3. Especies altamente preferidas (IS > 2,5) en el tratamiento Horro (en negrilla las especies más importantes por IS)

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	10,1	0,04	0,4	0,0	0,0	0,0
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	7,2	0,3	1,8	1,3	0,1	0,2
A	G	<i>Melinis</i> sp.	desconocido	3,0	2,2	6,6	0,0	0,0	0,0
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	zacatón	2,3	4,5	10,5	2,6	2,3	6,0
P	L	<i>Mimosa albida</i>	zarza gato	1,6	0,0	0,0	6,2	0,01	0,1
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	batatilla	0,9	0,1	0,1	2,5	0,2	0,4
P	L	No identificada	matorral	0,6	0,03	0,02	6,7	0,01	0,1
P	H	<i>Achyranthes aspera</i>	picha de gato	0,04	0,4	0,02	2,8	0,1	0,2
Total %					7,60	19,50		2,66	6,94

A = Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H = Herbácea

Cuadro 4. Especies medianamente preferidas en el tratamiento Horro (en negrilla las especies más importantes por IS)

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	cornizuelo	2,4	0,43	1,02	0,2	0,16	0,03
P	H	<i>Serjania</i> sp.	desconocido	2,3	0,51	1,18	0,2	0,37	0,07
P	H	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	siratro	2,1	0,03	0,06	0,0	0,00	0,00
P	L	<i>Combretum fruticosum</i>	papamiel	1,9	0,77	1,45	0,1	0,46	0,03
P	G	<i>Panicum maximum</i>	asia	1,8	3,15	5,67	1,7	1,26	2,17
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	desconocido	1,6	1,82	2,83	0,2	0,77	0,19
P	G	<i>Cynodon plectostachyus</i>	pasto estrella	1,5	2,36	3,63	1,8	0,37	0,66
P	G	<i>Hyparrhenia rufa</i>	jaragua	1,5	4,88	7,16	1,7	4,77	7,97
P	G	<i>Paspalum notatum</i>	grama común	1,5	19,33	28,18	1,9	13,60	26,25
A	H	<i>Blechnum2</i> sp.	desconocido	1,5	0,07	0,11	0,0	0,00	0,00
A	G	<i>Dichantium aristatum</i>	angleton	0,8	3,98	3,07	1,3	1,98	2,65
P	H	<i>Teramnus uncinatus</i>	desconocido	0,0	0,02	0,00	2,4	0,04	0,11
P	G	<i>Paspalum plicatulum</i>	cola de burro	0,0	0,00	0,00	1,8	8,61	15,90
Total%					37,35	54,35		32,41	56,02

A= Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H= Herbácea

Tratamiento leche

Especies altamente preferidas por el ganado.- Nueve especies fueron identificadas como altamente seleccionadas en época seca: siete leñosas, una gramínea y una herbácea (Cuadro 5). *G. ulmifolia* y *A. cornigera* hicieron la mayor contribución de leñosas a la dieta. En todas las leñosas, el ganado sólo consumió el follaje, excepto por *G. ulmifolia* cuyos frutos representaron el 55% del consumo de la especie. La gramínea más preferida en este tratamiento fue *P. maximum*, con IS de 2,9 (seca) y 2,5 (lluviosa), y con presencia en la dieta de 4,7 y 3,6, respectivamente. En la época lluviosa sólo tres especies se ubicaron en la categoría de altamente preferidas por el ganado: una leñosa (pata de olote, no identificada) y dos gramíneas (*A. gayanus* y *P. maximum*), las cuales tuvieron los valores de IS más altos en el tratamiento leche; *P. maximum* también fue muy seleccionado en época seca.

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento.- Entre las especies medianamente apetecibles en época seca hubo una mayor proporción de herbáceas; entre estas, *Serjania atrolineata* tuvo el mayor IS (2,1). Además, dos especies leñosas (*Combretum fruticosum*

y *Pithecellobium oblongum*) y dos gramíneas (*P. virgatum* y *P. notatum*) estuvieron entre las medianamente apetecibles que contribuyeron en mayor proporción a la dieta. En época lluviosa, solo dos herbáceas fueron medianamente preferidas (*Teramnus uncinatus* y *Byttneria aculeata*) (Cuadro 6).

Al igual que en el tratamiento horro, *P. virgatum* contribuyó significativamente a la dieta, tanto en época seca (14%) como en lluviosa (10%), pese a que sus valores de IS fueron de 1,9 y 1,6 respectivamente. Esto pudo deberse a dos factores, el primero se relaciona con las chapias, ya que esta especie es considerada como maleza en las pasturas (Sistachs y León 1986) y, por esto, los productores de la zona realizan dos chapias, una justo antes de finalizar la época lluviosa y otra antes de que comience. Aparentemente, los rebrotes son consumidos por el ganado por lo que estas especies aparecen como medianamente aceptables. El segundo factor tiene que ver con la disponibilidad de forraje, ya que durante la época seca *P. virgatum* es casi la única especie gramínea que mantiene disponibilidad de biomasa verde. A pesar de su baja calidad y palatabilidad, el ganado muchas veces se ve obligado a consumirlo.

Cuadro 5. Especies altamente preferidas en el tratamiento Leche (IS > 2,5) (en negrilla las especies más importantes por IS)

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Cassia grandis</i>	carao	9,6	0,01	0,1	0,10		
P	L	<i>Bursea simaruba</i>	jiñocuabo	5,5	0,01	0,1	0,10		
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	5,0	0,47	2,35	0,8	0,19	0,15
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	cornizuelo	4,8	0,64	3,05	0,0	0,68	0,03
P	L	<i>Casearia corymbosa</i>	chocoyo	4,3	0,06	0,28	0,01		
P	G	<i>Panicum maximum</i>	asia	2,9	1,60	4,67	2,5	1,47	3,59
P	H	<i>Hyptis</i> sp.	chan	2,8	0,20	0,56	0,1	0,20	0,02
P	L	<i>Albizia saman</i>	genízaro	2,8	0,01	0,03	0,02		
P	L	<i>Sapindus saponaria</i>	patacón	2,5	0,05	0,14	0,02		
P	L	No identificado	pata de olote			0,03	4,0	0,09	0,35
P	G	<i>Andropogon gayanus</i>	gamba	1,1	0,53	0,60	2,5	0,25	0,63
Total %					3,58	11,84		3,00	4,77

A= Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H= Herbácea

Cuadro 6. Especies medianamente seleccionadas en el tratamiento Leche (en negrilla las especies más importantes por IS)

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	desconocido	2,1	1,20	2,53	0,1	1,17	0,09
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	zacatón	1,9	7,15	13,81	1,6	5,85	9,53
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	batatilla	1,8	0,34	0,62	0,8	0,61	0,49
P	H	<i>Centrosema pubescens</i>	patito	1,7	0,76	1,30	0,5	0,60	0,31
P	L	<i>Combretum fruticosum</i>	papamiel	1,5	0,32	0,49	0,7	0,24	0,16
P	H	<i>Rhynchosia minima</i>	desconocido	1,5	0,16	0,24	0,01		
P	H	<i>Byttneria aculeata</i>	desconocido	1,5	0,12	0,17	1,9	0,12	0,24
P	L	<i>Pithecellobium oblongum</i>	aromo	1,5	0,30	0,44	0,06		
P	H	<i>Smilax spinosa</i>	corona de cristo	1,4	0,26	0,37	0,8	0,06	0,05
P	G	<i>Paspalum notatum</i>	grama nativa	1,3	21,75	27,96	2,2	11,70	25,35
P	G	<i>Cynodon plectostachyus</i>	pasto estrella	1,1	5,79	6,52	1,4	0,54	0,75
P	G	<i>Panicum</i> sp.	desconocido	0,6	0,18	0,10	1,3	5,30	6,96
P	G	No identificado	pasto peludo	0,1	0,38	0,03	2,2	3,63	8,01
P	H	<i>Teramnus uncinatus</i>	desconocido		0,03		1,7	0,02	0,04
P	G	<i>Paspalum plicatulum</i>	cola de burro				1,5	10,76	16,02
Total %					38,8	54,6		40,7	68,0

A= Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H= Herbácea

Tratamiento vega

Especies altamente preferidas por el ganado.- Durante la época seca se identificaron siete especies como altamente apetecibles por las vacas lactantes que pastoreaban en potreros del tratamiento vega: seis leñosas y una herbácea, pero en la época lluviosa ninguna de estas especies se mostró como altamente apetecida por el ganado (Cuadro 7). Las especies leñosas presentaron altos valores de IS por la producción de frutos, los cuales son dulces, aromáticos y de mayor calidad nutritiva que otros tipos de alimento en la época seca, lo cual favorece su consumo (Casasola 2000). Lo mismo sucede con aquellas especies que además tienen follaje apetecido por el ganado; como se trata de especies de regular tamaño, el animal come de diferentes ramas por lo que se registran varios eventos de consumo por planta, lo que lleva también a valores muy altos de IS.

Estas especies leñosas hicieron una contribución importante a la dieta (11%) en la época seca, pero en época lluviosa sólo el guácimo (*G. ulmifolia*) fue consumido, aunque se clasificó como poco apetecible en esa época por tener un valor de IS = 1,7. Los valores de selectividad de *G. ulmifolia* en la zona de Muy Muy concuerdan con los de Sosa et ál. (2000), quienes reportan valores de alta selectividad para esta especie en los meses de sequía en la zona de Quintana Roo, México.

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento.-

Entre las especies del tratamiento vega medianamente preferidas en época seca se identificaron dos leñosas,

dos gramíneas y cuatro herbáceas (Cuadro 8). Llama la atención que entre las herbáceas medianamente apetecidas aparezca *Lantana camara* con el mayor IS (2,0) para esa época, pues se trata de una especie considerada como tóxica (Chen et ál. 1991). Por lo general el consumo de una especie tóxica es accidental cuando el animal ingiere otras especies vecinas, pero el valor de IS = 2,0 evidencia que la especie ha sido consumida repetidamente; sin embargo, su contribución a la dieta fue extremadamente baja (0,03%).

Surge entonces la pregunta de si el ecotipo de *L. camara* presente en Muy Muy es menos tóxico que el encontrado en otros lugares, o si el nivel de toxicidad se reduce en el período seco. En época lluviosa, sólo se identificaron como medianamente apetecidas dos especies de gramíneas: *P. maximum*, el cual aporta a la dieta el 73% y presenta un IS de 1,5, e *Ixophorus unisetus* que aporta a la dieta el 13% y presenta un IS de 2,3.

Análisis de selectividad en los tres tratamientos

En el presente estudio quedó en evidencia que hay variación en la selectividad en función de la época del año. Estos cambios en la selectividad se asocian con factores tales como la fenología, estructura, disponibilidad y calidad de las plantas presentes para el consumo de los animales (Forbes 1995). Los resultados de este estudio sugieren que la selectividad de los bovinos hacia las diferentes plantas estuvo influenciada en gran medida por la disponibilidad y estadio de crecimiento de las gramíneas y por el momento en que algunas leñosas tienen

Cuadro 7. Especies altamente preferidas por vacas lactantes en potreros del tratamiento Vega (IS > 2,5) (en negrilla las especies más importantes por IS)

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Albizia saman</i>	genízaro	42,6	0,05	1,96		0,19	
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	38,7	0,17	6,66	1,7	0,10	0,2
P	L	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	14,1	0,11	1,55		0,04	
P	L	<i>Cordia bicolor</i>	muñeco	9,1	0,04	0,33			
A	L	<i>Manihot esculenta</i>	yuca montera	5,0	0,02	0,09			
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	batatilla	4,4	0,04	0,17	0,4	0,52	0,2
P	L	<i>Albizia guachapele</i>	gavilán	3,0	0,06	0,18			
Total %					0,48	10,93		0,85	0,37

A= Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H= Herbácea

Cuadro 8. Especies medianamente preferidas por vacas lactantes en el tratamiento Vega

Ciclo	Tipo	Nombre científico	Nombre común	Época seca			Época lluviosa		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
A	H	<i>Lantana camara</i>	cinco negritos	2,0	0,01	0,03			
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	zacatón	2,0	2,48	4,94	0,1	0,46	0,1
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	cornizuelo	1,9	0,07	0,13		0,11	
P	L	No identificado	pata de olote	1,9	1,85	3,45	0,1	1,10	0,1
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	desconocido	1,7	0,11	0,18		0,02	
P	G	<i>Panicum maximum</i>	asia	1,5	38,19	56,94	1,5	48,62	73,0
P	H	<i>Byttneria aculeata</i>	desconocido	1,4	0,12	0,16	0,2	0,20	0,03
A	H	<i>Maranta arundinacea</i>	chahuitón	1,3	0,09	0,12	0,1	0,20	0,02
P	G	<i>Ixophorus unisetus</i>	pasto chele		0,41		2,3	5,72	13,0
Total %					43,34	65,96		56,43	86,22

A= Anual, P = Perenne, L = Leñosa, G = Gramínea, H= Herbácea

follaje verde y frutos. El tipo de manejo, las especies presentes y la composición florística de las pasturas también afectó la selectividad, tal como lo evidencian los valores de IS para una misma especie en los diferentes tratamientos.

El tipo de condición agroecológica también influyó en la selectividad debido a las variaciones de las especies presentes. Mientras que en el tratamiento vega hubo dominancia de dos especies, en el paisaje planicies onduladas (tratamientos horro y leche) se presentó una mayor diversidad de especies dominantes. En la época lluviosa, las gramíneas fueron más consumidas ya que tienen mayor capacidad de producir biomasa y presentan un valor nutricional aceptable; en cambio, en la época seca pierden su calidad nutritiva como consecuencia de la acumulación de material senescente y, además, varias de las especies pasan al estadio fenológico de producción de semillas (Gutiérrez 1996, Sosa et ál. 2000), por lo que son menos apetecibles para los animales.

La selectividad por los diferentes tipos de plantas fue muy variada. En general, en los tres tratamientos, el IS fue más alto para las leñosas que para las herbáceas y gramíneas; esto es particularmente más marcado durante la época seca. Por lo general, las leñosas, a diferencia de las otras especies, tienden a mantener

follaje verde y de alto valor nutricional durante todo el año (Ortega et ál. 1999). Además durante esa época muchas arbóreas, aún cuando sean caducifolias -como *G. ulmifolia*- proveen de frutos comestibles. Esto podría explicar por qué en el tratamiento vega la selectividad de leñosas fue muy alta y mayor la proporción en la dieta (15% en época seca) que en los tratamientos horro y leche, a pesar de que hay menor cobertura de árboles y arbustos que en el tratamiento vega. En este último predomina *P. maximum*, con una cobertura arbórea de 3,9% compuesta principalmente por *A. saman*, *G. ulmifolia* y *E. cyclocarpum*.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis de que los animales seleccionan su alimento a diferentes escalas espaciales. Esto es evidente en el tratamiento horro, donde hay selectividad de sitios dentro de los potreros tanto entre épocas del año como en la época seca. La selectividad animal varía con las especies presentes en las pasturas; así, las especies leñosas fueron más seleccionadas en la época seca, cuando las gramíneas tienen una menor calidad nutritiva. No obstante, aún durante esa época la contribución de las gramíneas a la dieta fue mayor que la de las leñosas. En términos generales, en los tres tratamientos y en ambas épocas, las especies alta y medianamente preferidas hacen un aporte importante a la dieta.

La selectividad de sitios fue mayor entre los animales del tratamiento horro, posiblemente debido a que estuvieron sometidos a menor carga, el área de pastura era mayor y con mayor heterogeneidad en cuanto a composición botánica. Otro componente que favoreció la selectividad en este tratamiento fue la mayor cobertura arbórea, comparada con los tratamientos leche y vega, lo cual mejora las condiciones ambientales y de disponibilidad de forraje durante la época seca.

Al relacionar los resultados de selectividad con las prácticas de manejo de los productores, se puede concluir que muchas de las especies presentes en los potreros son potencialmente forrajeras, pero en muchos casos esta característica es desconocida por los productores de la zona.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Andrade, H; Ibrahim, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvo-pastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. In Ibrahim M. (Ed.). Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. Proceedings. International symposium on silvopastoral systems (2001, San José, CR) p. 170-173.
- Belovsky, G. 1984. Herbivore optimal foraging: A comparative test of three models. *American Naturalist* 124:97-115.
- Brundin, J; Karlsson, P. 1999. Browse and browsers in south-western Kalahari. Uppsala, SE, Swedish University of Agricultural Sciences. 35 p. (Minor field studies No. 73).
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles en Moro Potente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)/ NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación en el Desarrollo). 2002. Proyecto Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica. Turrialba, CR, CATIE. 28 p.
- Chávez, A; Pérez, A; Sánchez, E. 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Revista Técnica Pecuaria (MX)* 38(1):19-34.
- Chen, C; Ahmed, Z; Wan Mohamed, W; Tajuddin, I; Ibrahim, C; Salleh Mod, R. 1991. Research and development on integrated systems in livestock, forage and tree crops production in Malaysia. In Proceedings. International Livestock-Tree Cropping Workshop (5-9 Dec. 1988, Serdang, Malaysia). FAO/MARDI. p. 55-72.
- Forbes, JM. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, UK, CAB International. p. 24-32.
- Guevara, R; Curbelo, L; Canino, E; Rodríguez, N; Guevara, G. 1996. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera. Matanzas, CU, EEPF Indio Hatuey. p. 55.
- Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y forrajes de Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala, GU, Editorial E y G. 318 p.
- Jansson, I. 2001. Hierarchical summer browsing by goats in the dry savanna of south-western Botswana. Uppsala, SE, Swedish University of Agricultural Sciences. 28 p. (Minor field studies No. 165).
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 1980s: a policy perspective. Jakarta, ID, CIFOR. 88 p.
- Kaligis, D; Sumolang, C. 1991. Forage species for coconut plantations in North Sulawesi. In Shelton, HM; Stur, WW. (Eds.). Proceedings. Workshop Forages for Plantation Crops (27-29 June 1990, Sanur Beach, Bali, Indonesia). Canberra, AU, ACIAR Proc. No. 32. p. 45-48.
- Ngwa, A; Pone, DK; Mafeni, JM. 2000. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology* 88:253-266.
- Ortega, S; González, V; Ortega, R. 1999. Importancia de la vegetación nativa en la alimentación animal en zonas tropicales. Primer Simposio Internacional de Ganadería Tropical Sostenible. Memoria Técnica No. 2. Huejutla, Hidalgo, MX. p. 25-32.
- Pyke, GH; Pulliam, HR, Charnov, EL. 1977. Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology* 52(2):137-154.
- Sanderson, M; Stair, D; Hussey, MA. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy* 59:171-224.
- Senft, R; Coughnour, M; Bailey, D; Rittenhouse, L; Sala, O; Swift, D. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *Bio Science* 37:789-799.
- Sistachs, M; León, J. 1986. Control químico del caguaso (*Paspalum virgatum*) en pastizales permanentes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 20:289-295.
- Skarpe, C; Bergström, R; Bråten, A; Danell, K. 2000. Browsing in heterogeneous savannas. *Ecography* 23:632-640.
- Sosa, E; Sansores, L; Zapata, G; Ortega, L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria (MX)* 38:105-117.
- Stüth, J. 1991. Foraging behavior. In Heitschmidt, RK; Stuth, JW. (Eds.). *Grazing management: An ecological perspective*. Portland, Oregon, Timber Press. p. 32-37.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hanger: cattle, pasture land and degradation and alternative land uses in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p. (Serie Técnica, Informe Técnico No. 313).
- Wong, CC. 1991. Shade tolerance of tropical forages: a review. In Shelton, HM; Stur, WW. (Eds.). Proceedings. Workshop Forages for Plantation Crops (27-29 June 1990, Sanur Beach, Bali, Indonesia). Canberra, AU, ACIAR Proc. No. 32. p. 64-69.
- Zelada, E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 106 p.

Avances de Investigación

La conducta del ganado con respecto a la distancia a los árboles en Muy Muy, Nicaragua

Anders Riis Nilsen¹, Christina Skarpe², Stein Moe³

RESUMEN

Los árboles son comunes en el paisaje pastoril en Centroamérica, y son mantenidos tanto en los sistemas tradicionales de manejo como en los sistemas silvopastoriles modernos. Los árboles tienen usos múltiples, incluyendo el mejoramiento de la calidad y la sostenibilidad de la pastura y la provisión de sombra para los animales. Este estudio examina el efecto de los árboles sobre la conducta del ganado en Muy Muy, Nicaragua. La distancia promedio entre el animal y el árbol más cercano fue calculada para las distintas actividades con la técnica de muestreo de Altmann. El ganado descansó más cerca y se alimentó más lejos de los árboles que lo esperado según una distribución al azar. Hubo diferencias en las distancias de descanso y de alimentación entre especies arbóreas. Tanto el descanso como la alimentación ocurrieron más cerca de árboles pequeños que de árboles medianos y grandes. El ganado descansó más cerca de los árboles al mediodía que en la mañana y en la tarde, y se alimentó más cerca de los árboles en la mañana y al mediodía que en la tarde.

Palabras claves: Sistemas silvopastoriles, árboles de uso múltiple, árboles de sombra, comportamiento animal, hábitos alimentarios, preferencias alimentarias, pastoreo.

Cattle behavior in relation to distance to trees in Muy Muy, Nicaragua

ABSTRACT

Trees are common in the pastoral landscape of Central America, and they are maintained both in traditional management systems and in modern silvopastoral systems. Trees are multipurpose in these systems, including the improvement of pasture quality and sustainability as well as the provision of shade for animals. The present study examines the effect of distance to trees on cattle behavior in Muy Muy, Nicaragua. The average distance to the nearest tree was calculated for different activities using Altmann's scan sampling technique. Cattle rested closer to trees and fed further away from trees than expected from a random distribution. There were differences in resting and feeding distances with tree species. Both resting and feeding were performed closer to small trees than to medium and tall trees. Cattle rested closer to trees at noon than in the morning and afternoon and fed closer to trees in the morning and noontime than in the afternoon.

Keywords: Silvopastoral systems, multiple-use trees, shadow trees, animal behavior, feeding behavior, food preferences, grazing.

INTRODUCCIÓN

En muchos ecosistemas de pastoreo y ramoneo, los herbívoros grandes son atraídos por los árboles, particularmente cuando están dispersos en un paisaje relativamente abierto (McNaughton 1983). Los árboles atraen a los animales por varias razones: para protegerse del sol, de la lluvia o del viento; para consumir forraje y frutos de especies leñosas (Somarriba 1988, Harvey y Haber 1999); porque el forraje de las herbáceas que crecen debajo de la copa arbórea es de mejor calidad o, simplemente, porque los árboles proveen una estructura visible en el paisaje abierto.

La sombra de los árboles es importante para los herbívoros grandes, particularmente en climas cálidos. Los

bovinos cebú (*Bos indicus*) son menos afectados por el calor que los de razas europeas (*Bos taurus*); generalmente el ganado europeo comienza a sufrir estrés por calor cuando la temperatura ambiente supera los 23°C y la humedad relativa está por arriba del 80% (Flamenbaum et ál. 1986). Esto se manifiesta con el aumento de la tasa respiratoria y un elevado flujo periférico de sangre y de transpiración; en consecuencia, se reducen la ingesta de alimento, el crecimiento y la producción de leche (West 2003) y, por lo general, también disminuye la búsqueda de forraje, ya que en estas condiciones, los animales buscan sitios con viento y con sombra (Gaughan et ál. 1998, West 1999, Mitlohner et ál. 2002, West 2003, Gallardo et ál. 2005). Bajo condiciones de estrés de humedad, la sombra debajo de la copa de

¹ Norwegian University of Life Sciences, Department of International Environment and Development Studies, P.O.Box 5003, NO-1432 Aas, Norway

² Norwegian Institute for Nature Research, NINA, Oslo, Noruega. Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@hihm.no

³ Norwegian University of Life Sciences, Department of Ecology and Natural Resource Management P.O.Box 5003, NO-1432 Aas, Norway, stein.moe@umb.no

los árboles puede mejorar el balance hídrico de la vegetación herbácea, lo que junto con una disponibilidad de nutrientes relativamente más alta, puede aumentar la productividad del componente herbáceo debajo de los árboles con respecto al pastizal abierto, particularmente si la densidad de árboles es baja o intermedia (Sanford et ál 1982, Belsky et ál. 1989 y 1992).

La importancia de los árboles, con respecto a la conducta y el bienestar del ganado, es ampliamente conocida; sin embargo, en Centroamérica hay pocos estudios que hayan evaluado la relación entre la presencia de árboles y el comportamiento de los animales. Este conocimiento es necesario para el desarrollo y el manejo de sistemas silvopastoriles. Este estudio tiene como objetivo examinar si existe una relación entre la conducta del ganado y la proximidad a los árboles, y determinar si tal conducta es afectada por la especie y el tamaño del árbol y por la hora del día.

El área de estudio

El estudio se realizó en Muy Muy, departamento de Matagalpa, en el centro de Nicaragua (12°45'N; 85°38'W). El área está ubicada en un paisaje ondulado con alturas entre 350 y 1500 msnm. El área corresponde a la zona de vida bosque subhúmedo tropical de transición (Holdridge 2000). La temperatura media anual es de 24,5°C (Vernooy 1999) y la precipitación media anual es de 1576 mm. Los suelos son de baja fertilidad; la poca disponibilidad de materia orgánica y fósforo, en combinación con una baja presencia de hongos en el suelo, limita la capacidad del suelo de proveer nutrientes para el crecimiento de las plantas vasculares (Joergensen y Castillo 2001).

La vegetación natural es de bosque subhúmedo semi-deciduo, extensamente talado para establecer pasturas (CATIE 2002). Las pasturas son comúnmente sembradas con especies de pastos exóticos como estrella (*Cynodon* spp.) y Asia (*Panicum maximum*) (Aastum 2006). Sin embargo, luego de unos pocos años, empiezan a ser colonizadas por especies nativas de pastos, como la grama común (*Paspalum notatum* y *P. conjugatum*), y especies de hoja ancha, así como varias especies exóticas y naturalizadas.

Las especies leñosas invaden rápidamente y, entonces, las pasturas son desmalezadas a machete (chapia), con fuego, o con herbicidas. Es común encontrar árboles

remanentes grandes; las especies más comúnmente encontradas son genízaro (*Albizia saman*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), jiñocuabo (*Bursera simaruba*) y roble (*Tabebuia rosea*) (Merlos et ál. 2005, Esquivel et ál. 2008). El ganado es casi exclusivamente bovino, generalmente manejado en sistemas de doble propósito (carne y leche) y principalmente formado por cruces de ganado cebú con razas europeas.

Recolección de datos

Los datos fueron recogidos durante cuatro semanas entre octubre y noviembre del 2005 en la transición de la época lluviosa a seca. Las observaciones (N=2193) fueron hechas en 12 potreros de diferentes fincas. Se seleccionaron potreros de distintos tamaños y con distintas densidades de árboles (Cuadro 1). La mayoría de las 12 fincas eran de tamaño pequeño a mediano, con sistemas de doble propósito pero con énfasis en la producción lechera, y un régimen de pastoreo rotacional con períodos de rotación relativamente cortos.

El tamaño de los potreros y la posición de todos los árboles en cada uno se registraron con un GPS de mano. La posición del animal y su distancia más cercana al árbol se observaron con un medidor de distancias (Nikon S-O Mething)⁴ y se registró la distancia y el ángulo con respecto al norte del animal y del árbol. Para cada árbol, se registró la especie, el diámetro de copa y la altura. La resolución mínima para el registro de las distancias fue de 1 m. La posición y la actividad del animal se registraron con la técnica de muestreo 'scan' instantáneo (Altmann 1974). Cada potrero fue visitado tres veces en diferentes momentos del día: en la mañana (07-11), al mediodía (11-14) y en la tarde (14-17). En total, se registraron 2193 observaciones, distribuidas entre los potreros (Cuadro 1). Las observaciones fueron hechas mediante recorridos sigilosos en el potrero para registrar todos los animales visibles. Los animales observados fueron vacas y novillos de razas europeas, cebú y cruzados. Se observaron cuatro conductas de los animales: alimentación (F; n=956), descanso/rumia (R, N=393), movimiento (M; n=62), otra (O, n=12). Como 'alimentación' se consideran las acciones de pastoreo o ramoneo continuado, tanto si el animal está quieto como en movimiento, siempre que no exceda los 5 segundos. El 'descanso' incluye la posición yacente o de pie, incluyendo la rumia. El 'movimiento' fue definido como todo movimiento continuado, sin detenerse.

⁴ Este es un instrumento constituido por un largavistas equipado con una brújula y un sistema de medición láser que permite medir la distancia entre la posición del observador y la de un objeto determinado y el ángulo entre la línea de observación y el Norte.

Todas las actividades no clasificadas en las tres categorías anteriores se incluyen en la categoría 'otra'.

Para examinar la distribución espacial del ganado en sus distintas actividades, la distancia observada entre el árbol y el animal fue contrastada con distancias aleatorias (DA), extraídas de los registros del GPS en el campo. Para cada potrero, se generó un número de puntos al azar igual al número de árboles en el potrero, por medio de la herramienta de análisis de Hawth en el programa ArcGis. Como las posiciones de los árboles en el potrero eran conocidas, se calculó la distancia entre cada punto al azar y el árbol más cercano utilizando el programa ArcInfo. De este modo, se obtuvo una muestra independiente de distancias aleatorias específicas para cada potrero. Como una distancia, tanto observada como aleatoria, no puede ser menor que cero metros, la distribución de las distancias en la mayoría de los potreros estuvo sesgada. Por lo tanto, la mediana y los percentiles al 25% y al 75% fueron utilizados para describir la distribución de los datos y todas las pruebas estadísticas fueron no paramétricas. Se utilizaron pruebas estándar de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis con las pruebas *a posteriori* de Dunn, que no requieren igualdad de las varianzas.

Las pruebas de especies de árboles se restringieron a las diez especies más comunes en los datos, para cada actividad. En conjunto se incluyeron 13 especies (Cuadro 2). Según la altura total, los árboles se clasificaron en: pequeños (2,0-5,0 m), medianos (5,1-10,0 m) y grandes (>10 m).

RESULTADOS

La conducta del ganado y la distancia a los árboles

Considerando todos los potreros, el ganado pastó más alejado de los árboles que lo esperado en una distribución al azar (Mann-Whitney $p < 0.05$). A nivel de potrero, en cuatro potreros el animal evitó los árboles mientras pastaba, en otros cuatro se alimentó más cerca de los árboles que lo esperado de una distribución al azar y en otros cuatro casos comió a distancias no distintas de las esperadas (Figura 1). En cuanto al descanso, el ganado descansó más cerca de los árboles que lo esperado al azar (Mann-Whitney, $p < 0.0001$), considerando todos los potreros. A nivel de potrero, en ocho casos, los animales descansaron más cerca de los árboles que lo esperado, más alejados en un caso y a distancias no distintas de las aleatorias en tres casos (Figura 2). Los animales se movieron a distancias de los árboles no diferentes de las aleatorias (Mann-Whitney, $p < 0.36$). Las otras activida-

Cuadro 1. Tamaño de potreros y distancia al azar del animal al fuste del árbol para cada potrero

Potrero	Tamaño (ha)	Densidad de árboles (árboles/ha)	Distancia al azar (m)*	N**
1	0,6	133,33	6,0 (3,6 - 8,4)	76
2	1,2	141,7	6,9 (3,8 - 10,6)	170
3	1,6	48,1	8,6 (5,0 - 14,5)	76
4	1,6	76,1	8,8 (5,9 - 14,1)	122
5	2,2	77,8	9,6 (5,7 - 14,7)	172
6	2,9	9,0	23,8 (14,2 - 32,8)	123
7	4,9	63,6	14,1 (7,2 - 25,5)	313
8	5,5	49,8	11,1 (7,0 - 18,2)	277
9	6,0	16,7	13,8 (8,3 - 22,7)	101
10	6,3	24,4	16,1 (9,1 - 23,3)	155
11	6,7	36,5	11,9 (7,7 - 18,5)	246
12	8,3	43,4	12,6 (7,3 - 20,2)	362

* Mediana y percentiles al 25% y 75% entre paréntesis

** Número de observaciones

Cuadro 2. Especies arbóreas observadas en los potreros evaluados en Muy Muy, Nicaragua

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Cassia grandis</i>	Caesalpinoidea	carao
<i>Curatella americana</i>	Dilleniácea	chaparro
<i>Ficus maxima</i>	Morácea	chilamate
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabácea	coyote
<i>Albizia saman</i>	Mimosácea	jenízaro
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Esterculiácea	guácimo
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosácea	guanacaste
<i>Psidium guajava</i>	Mirtácea	guayabo
<i>Genipa americana</i>	Rubiácea	jagua
<i>Bursera simaruba</i>	Burserácea	jiñocuabo
<i>Cordia collococca c.f. dentate</i>	Borraginácea	laurel
<i>Lysiloma auritum</i>	Mimosácea	quebracho
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniácea	roble

des se dieron a distancias más cercanas a los árboles que lo esperado al azar (Mann-Whiney, $p < 0.05$). El ‘movimiento’ y ‘otras’ actividades no tuvieron suficientes muestras para conducir las pruebas a nivel de potrero.

El ganado elige pastar cerca o lejos de los árboles dependiendo de disponibilidad del recurso forrajero, aunque también puede ser atraído por la sombra asociada a los árboles (Zuo y Miller-Goodman 2004). En este estudio, el ganado generalmente pastoreó más alejado de los árboles que lo esperado según una distribución al azar. Esto sugiere que la vegetación debajo de la copa no significaba una oferta mejor que la vegetación abierta sino, tal vez, lo contrario. Esto puede depender de interacciones complejas entre el árbol y la vegetación herbácea, incluyendo la cantidad y la composición química de la hojarasca del árbol y la competencia por luz, nutrientes del suelo y agua (Vetaas 1992, Cruz et ál. 1999, Lowry y Wilson 1999). Estos resultados pudieran cambiar durante el período seco, cuando la disponibilidad de vegetación herbácea es limitada y los animales muestran preferencia por frutos o follaje de especies arbóreas (Velásquez et ál. 2009).

La conducta del ganado y las especies arbóreas

Las distancias observadas entre el ganado pastoreando y el árbol más cercano variaron con la especie (Kruskal-Wallis $p < 0.001$). El ganado se alimentó más cerca del coyote (*Platymiscium dimorphandrum*), laurel (*Cordia collococca*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y guayabo (*Psidium guajava*) que de las otras especies (prueba de Dunn, $p < 0.05$; Figura 3). Esta misma situación se repitió en el descanso (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$). El ganado descansó más cerca del jiñocuabo (*Bursera simaruba*) y del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) que de las otras especies (prueba de Dunn, $p < 0.05$; Figura 4).

La mayor parte de las especies forrajeras usadas en los sistemas silvopastoriles no están adaptadas a la sombra, pero funcionan satisfactoriamente a niveles de luz moderadamente bajos (Cruz et ál. 1999). Particularmente, los pastos tropicales con metabolismo fotosintético C_4 pueden sufrir una reducción de las tasas de fotosíntesis bajo condiciones de sombra (Ludlow 1978). Se piensa que el efecto positivo de los árboles sobre la pastura bajo la copa es más pronunciado en los ambientes áridos que en los húmedos (Frost y McDougald 1989, Belsky et ál. 1993). Es más, puede haber variaciones estacionales de las condiciones, por lo cual la sombra puede tener un efecto más positivo en la estación seca que en la de lluvias, tanto en las plantas como en los animales. Este

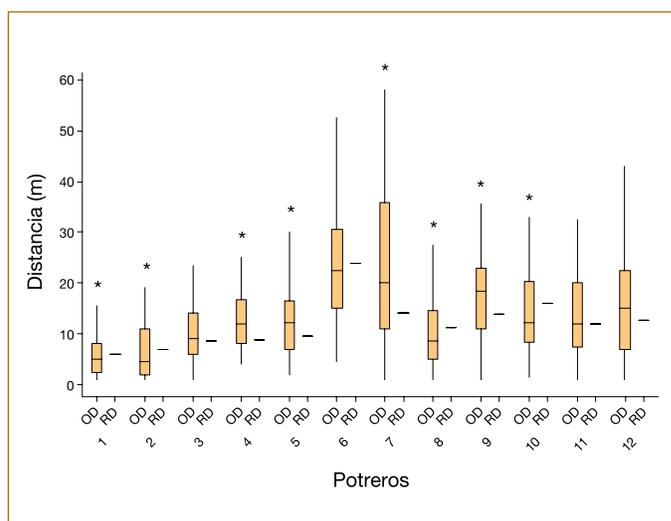


Figura 1. Distancia a los árboles (OD) observada en los distintos potreros (mediana \pm percentiles al 25 y al 75 %) durante el pastoreo

1 ($5.0 \pm 2.38, 8.0$) 2 ($4.5 \pm 2.0, 10.88$) 3 ($9.0 \pm 6.0, 14.0$) 4 ($12.0 \pm 8.0, 16.5$)
 5 ($12.25 \pm 7.0, 16.5$) 6 ($22.5 \pm 15.0, 30.5$) 7 ($20.0 \pm 11.0, 35.5$) 8 ($8.5 \pm 5.0, 14.3$)
 9 ($18.5 \pm 11.0, 23.0$) 10 ($12.3 \pm 8.5, 20.0$) 11 ($12.0 \pm 7.5, 20.0$) 12 ($15.0 \pm 7.0, 22.3$)

n es igual a 53, 55, 73, 50, 144, 103, 110, 53, 85, 66, 77, y 87, para los potreros 1-12, respectivamente. Las OD marcadas con un asterisco resultaron significativamente distintas de las distancias aleatorias (RD) (barras horizontales) en ese potrero en particular (Mann-Whitney, $P < 0.05$).

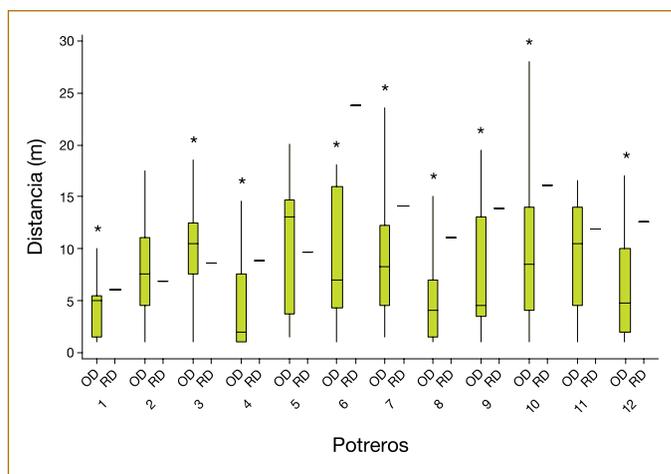


Figura 2. Distancia a los árboles (OD) observada (mediana \pm percentiles de 25 y 75 %) en distintos potreros durante el descanso

1 ($5.0 \pm 1.5, 5.25$) 2 ($7.5 \pm 4.5, 11.0$) 3 ($10.5 \pm 7.5, 12.5$) 4 ($2.0 \pm 1.0, 7.38$)
 5 ($13.0 \pm 4.0, 14.5$) 6 ($7.0 \pm 5.13, 15.5$) 7 ($8.25 \pm 4.5, 11.5$) 8 ($4.0 \pm 1.5, 7.0$)
 9 ($4.5 \pm 3.63, 12.9$) 10 ($8.5 \pm 4.0, 14.0$) 11 ($10.5 \pm 4.5, 13.9$) 12 ($4.75 \pm 2.0, 10.0$)

n es igual a 13, 78, 35, 15, 14, 13, 34, 62, 19, 27, 31, y 52, en los potreros 1-12, respectivamente. Las OD marcadas con un asterisco resultaron significativamente distintas de las distancias aleatorias (RD) (barras horizontales) en ese potrero en particular (Mann-Whitney, $p < 0.05$).

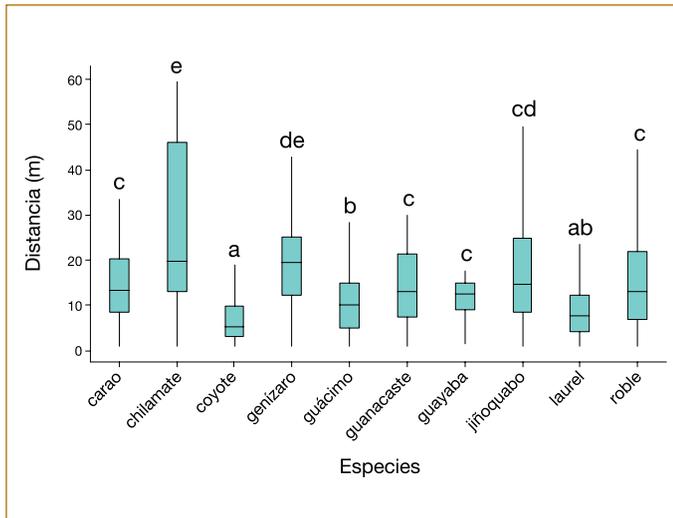


Figura 3. Distancia a distintas especies de árboles (mediana \pm percentiles al 25 y 75 %) observadas durante el pastoreo

carao (12.5 ± 8.0 , 20.0), n=133	chilamate (19.75 ± 13.13 , 46.0), n=28
coyote (5.25 ± 3.13 , 9.75), n=44	genizaro (19.5 ± 12.25 , 25.25), n=81
guácimo (10.0 ± 5.0 , 15.0), n=87	guanacaste (13.0 ± 7.5 , 21.5), n=43
guayabo (12.5 ± 9.0 , 15.0), n=23	jiñocuabo (14.75 ± 8.5 , 25.0), n=112
laurel (7.75 ± 4.13 , 12.25), n=40	roble (13.0 ± 7.0 , 22.0), n=140

Las cajas marcadas con letras diferentes son significativamente distintas (Mann-Whitney, $P < 0.05$).

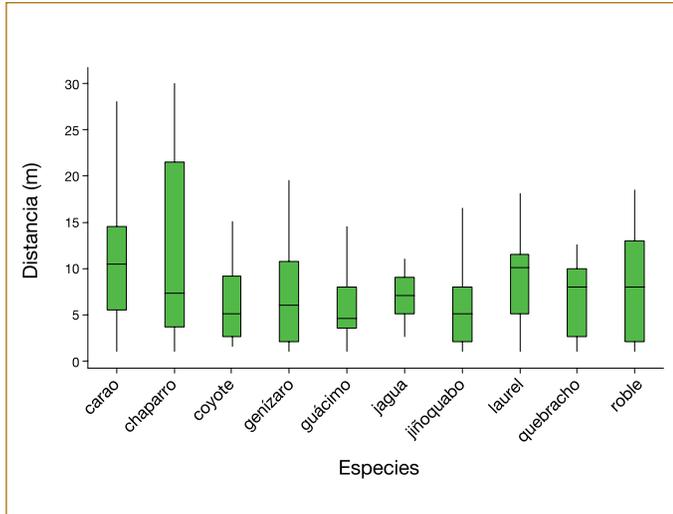


Figura 4. Distancia a las distintas especies de árboles (mediana \pm percentiles al 25 y 75 %) observadas durante el descanso

carao (10.5 ± 5.5 , 14.5), n=61	chaparro (8.0 ± 3.75 , 20.0), n=13
coyote (5.0 ± 2.5 , 15.0), n=16	genizaro (6.0 ± 2.0 , 10.75), n=17
guácimo (4.5 ± 3.5 , 8.0), n=87	jagua (7.0 ± 5.0 , 9.0), n=17
jiñocuabo (5.0 ± 2.0 , 8.0), n=43	laurel (10.0 ± 5.0 , 11.5), n=37
quebracho (8.0 ± 2.5 , 12.5), n=10	roble (8.0 ± 2.0 , 13.0), n=27

estudio tuvo lugar en un clima subhúmedo al final de la época lluviosa y comienzo de la seca, antes de que las condiciones de sequía fueran serias.

Para descansar, los animales prefirieron los árboles, probablemente debido a la sombra. Sin embargo, en pocos potreros la distancia entre el animal y el fuste del árbol fue menor de 5 m, lo que significa que en la mayoría de los casos, los animales se encontraban fuera del área bajo del árbol. Los árboles combinan la protección del sol con el efecto de absorción de la radiación por la humedad proveniente de la evapotranspiración de las hojas (Armstrong et ál. 1993). La sombra es considerada importante para el bienestar del ganado y, en consecuencia, para su condición física y para la productividad y calidad de la leche (Davison et ál. 1988, Gaughan et ál. 1998, West 1999 y 2003, Mitlohner et ál. 2002).

Mientras estuvo en movimiento, el ganado permaneció a distancias más alejadas de los árboles que las esperadas al azar. Esto puede sugerir que el ganado tiene memoria espacial (Senft et ál. 1987) y recorre una ruta hacia partes preferidas del potrero a través de zonas abiertas. En el conjunto de otras actividades, el 95% de las observaciones fueron del ganado rascándose contra un árbol; por eso, este grupo de actividades ocurrió más cerca de los árboles que lo esperado al azar.

El ganado distinguió entre especies de árboles tanto al alimentarse como al descansar. Varias de las especies asociadas con la cercanía del ganado al pastorear han sido registradas como especies de ramoneo (Cordero y Boschier 2003), aunque en este estudio se observó muy poco ramoneo debido, posiblemente, a la época en que se efectuó el estudio, cuando todavía había disponibilidad de forraje herbáceo. El ganado en descanso estuvo más cerca del guácimo y jiñocuabo, que forman copas compactas y oscuras, por lo que dan buena sombra. Se debe aclarar, sin embargo, que el grado de interceptación de la luz por las distintas especies y por los distintos tamaños de árboles no fue investigado. Otros estudios han demostrado que el ganado prefiere la estructura de sombra que provee la mejor protección contra la radiación solar (Bennett et ál. 1985, Gaughan et ál. 1998).

La conducta del ganado y el tamaño del árbol

El ganado pastó más cerca de los árboles pequeños que de los medianos y grandes (Mann-Whitney, $p < 0.05$) y, a la vez, más cerca de los árboles medianos que de los grandes (Mann-Whitney, $p < 0.05$). Las distancias fueron

de aproximadamente 10, 12 y 15 metros, respectivamente. El ganado también prefirió descansar más cerca de los árboles pequeños que de los árboles medianos y de los grandes (Mann-Whitney, $p < 0.05$) y, de nuevo, más cerca de los árboles medianos que de los grandes (Mann-Whitney, $p < 0.05$). Las distancias fueron de aproximadamente 5, 7 y 8 metros, respectivamente.

Si la distancia al árbol más cercano fuese determinada por la necesidad de sombra, podría esperarse que los animales hubieran preferido los árboles grandes con sombra más ancha y más profunda; sin embargo no fue así. Asimismo, para aprovechar mejor la sombra, el ganado necesita estar más cerca del tronco de los árboles; sin embargo, durante el pastoreo el ganado se mantuvo, en general, más alejado de los árboles que lo esperado con la distribución de distancias al azar. Si esta conducta busca evitar la vegetación pisoteada y sucia debajo de la copa, los árboles pequeños permitirían un mejor pastoreo en la proximidad del tronco que los árboles grandes. Más aún, -aunque no fue comprobado en este estudio - probablemente hay una interacción entre el tamaño y la especie de árbol, ya que las distintas especies alcanzan distintos tamaños en la madurez.

La conducta del ganado y el momento del día

El ganado se alimentó más cerca de los árboles en la mañana y al mediodía que en la tarde (Mann-Whitney, $p < 0.001$), pero no hubo diferencias entre las distancias de la mañana y del mediodía (Mann-Whitney, $p = 0.21$). Las distancias fueron de aproximadamente 11, 11 y 15 metros, respectivamente. El ganado descansó más cerca de los árboles a mediodía que en la mañana y en la tarde (Mann-Whitney, $p < 0.05$), y más cerca en la mañana que en la tarde (Mann-Whitney, $p < 0.05$). Las distancias fueron de aproximadamente 5, 7 y 11 metros, respectivamente.

Tanto la alimentación como el descanso tuvieron lugar más cerca de los árboles en la mañana y a mediodía, y al mediodía más cerca que en la tarde. El ganado generalmente busca sombra en sitios forestados durante la parte más cálida del día (Daly 1984, Zuo y Miller-Goodman 2004). Las temperaturas diarias durante el período de muestreo variaron en 2 a 4°C en el transcurso del día, con un pico luego del mediodía que raramente excedió los 30°C. Un estudio sobre vacas lactantes de la raza Holstein-Friesian mostró que el 43% buscó sombra a temperaturas entre los 26 y los 29°C (Gaughan et al. 1998). Esto coincide en gran medida con el patrón observado en este estudio. Una razón por la cual el

ganado no buscara sombra mientras se alimentaba en la mañana puede haber sido porque estaba hambriento, ya que en la mayoría de las fincas el ganado se estabula sin oferta de forraje durante la noche. Al soltarlo, la necesidad de comida puede haber sido más fuerte que la molestia del calor. Más avanzado el día, el descanso y la búsqueda de sombra se tornaron más importantes.

CONCLUSIÓN

El hecho de que el ganado estuvo más alejado de los árboles que lo esperado según una distribución al azar, sugiere que la vegetación debajo de los árboles no es atractiva para el ganado. Este resultado inesperado puede depender del momento en que fue conducido del estudio, al final de la estación lluviosa; bien pudiera ser que la situación se revierta cuando la sequía haga que la sombra sea más importante para la vegetación y para los animales. Sin embargo, también podría ser que algunas de las especies de árboles encontradas tuvieran rasgos que desfavorecen el valor forrajero de la vegetación debajo de la copa de los árboles. Estas son preguntas importantes en este contexto en el que existe un interés generalizado por los sistemas silvopastoriles. Tiene sentido que en las horas más calientes del día, el ganado descansa más próximo a los árboles que lo esperado al azar. Debe anotarse que este estudio fue realizado en un período corto, por lo que es de esperar que las relaciones entre ganado y árbol varíen en el transcurso de año.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Francisco Mendoza por su apoyo constante en la toma de datos de campo, al M.Sc. Amílcar Aguilar y al personal del Proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas ubicado en Muy Muy (Nicaragua) por el apoyo logístico brindado para el desarrollo del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Aastum, MI. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Trondheim, NO, Norwegian University of Science and Technology. 43 p.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior - Sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Armstrong, DV; Welchert, WT; Wiersma, F. 1993. Environmental modification for dairy housing in arid climates. In Boon, EC. (Ed.). *Livestock environment* [4th International Symposium, University of Warwick, Coventry, England, 6-9 July 1993] St. Joseph, Michigan, American Society of Agricultural Engineers. s.p.
- Belsky, AJ; Amundson, RG; Duxbury, JM; Riha, S; Ali, A; Mwonga, SM. 1989. The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology* 26:1005-1024.

- _____; Amundson, RG. 1992. Effects of trees on understory vegetation and soils at forest-savanna boundaries. In Furley, PA; Proctor, J; Ratter, J (Eds.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London, UK, Chapman & Hall. p. 353-366.
- _____; Mwonga SM, Amundson, RG; Duxbury, JM; Ali, AR. 1993. Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environments in high-rainfall and low-rainfall savannas. *Journal of Applied Ecology* 30:143-155.
- Bennett, IL; Finch, VA; Holmes, CR. 1985. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 13:227-236.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2002. Multi-stakeholder participatory development of sustainable land use alternatives for degraded pasture lands in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 52 p.
- Cordero, J; Boschier, DH. 2003. *Árboles de Centroamérica, un manual para extensionistas*. Oxford, OK, Oxford Forestry Institute. 1079 p.
- Cruz, P; Sierra, J; Wilson, J; Dulorme, M; Tournebize, R. 1999. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. *Annals of Arid Zone* 38:335-361.
- Daly, JJ. 1984. Importance of trees for cattle. *Tropical Grasslands* 18:154-156.
- Davison, TM; Silver, BA; Lisle, AT; Orr, WN. 1988. The influence of shade on milk-production of Holstein-Friesian cows in a tropical upland environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28:149-154.
- Esquivel, MJ; Harvey, CA; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C. 2008. Effects of pasture management on the natural regeneration of neotropical trees. *Journal of Applied Ecology* 45:371-380.
- Flamenbaum, I; Wolfenson, D; Mamen, M; Berman, A. 1986. Cooling dairy-cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *Journal of Dairy Science* 69:3140-3147.
- Frost, WE; McDougald, NK. 1989. Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought. *Journal of Range Management* 42:281-283.
- Gallardo, MR; Valtorta, SE; Leva, PE; Gaggiotti, MC; Conti, GA; Gregoret, RF. 2005. Diet and cooling interactions on physiological responses of grazing dairy cows, milk production and composition. *International Journal of Biometeorology* 50:90-95.
- Gaughan, JB; Goodwin, PJ; Schoorl, TA; Young, BA; Imbeah, M; Mader, TL; Hall, A. 1998. Shade preferences of lactating Holstein-Friesian cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38:17-21.
- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68.
- Holdridge, LR. 2000. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, CR, IICA. 5 ed. 216 p.
- Joergensen, RG; Castillo, X. 2001. Interrelationships between microbial and soil properties in young volcanic ash soils of Nicaragua. *Soil Biology & Biochemistry* 33:1581-1589.
- Lowry, JB; Wilson, JR. 1999. Nutritional quality of tree and understory forage in silvopastoral systems. *Annals of Arid Zone* 38:363-384.
- Ludlow, MM. 1978. Light relations of pasture plants. In Wilson JR. (Ed.). *Plant relations in pastures*. Melbourne, AU, CSIRO. p. 35-49.
- McNaughton, SJ. 1983. Serengeti grassland ecology: The role of composite environmental factors and contingency in community organization. *Ecological Monographs* 53:291-320.
- Merlos, DS; Harvey, CA; Grijalva, A; Medina, A; Vélchez, S; Hernández, B. 2005. Vegetation diversity composition and structure in a cattle agro-landscape of Matiguas, Nicaragua. *Revista de Biología Tropical* 53:387-414.
- Mitlohner, FM; Galyean, ML; McGlone, JJ. 2002. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *Journal of Animal Science* 80:2043-2050.
- Sanford, WW; Usman, S; Obot, EO; Isichei, AO; Wari, M. 1982. Relationship of woody-plants to herbaceous production in Nigerian Savannas. *Tropical Agriculture* 59:315-318.
- Senft, RL, Coughenour, MB; Bailey, DW; Rittenhouse, L.R; Sala, OE; Swift, DM. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *Bioscience* 37:789-795.
- Somarriba, E. 1988. Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L) trees in Costa-Rica. *Agroforestry Systems* 6:153-162.
- Velásquez-Velez, R; Pezo, D; Skarpe, C; Ibrahim, M; Mora, J; Benjamín, T. 2009. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:51-60.
- Vernooy, R; Ashby, JA. 1999. Matagalpa, Nicaragua: new paths for participatory management in the Calico River watershed. In Buckles, D. (Ed.). *Cultivating peace*. Ottawa, CA, IDRC and Washington, US, World Bank. p. 252-261.
- Vetaas, OR. 1992. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. *Journal of Vegetation Science* 3:337-344.
- West, JW. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Animal Science* 77:21-35.
- _____. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86:2131-2144.
- Zuo, HT; Miller-Goodman, MS. 2004. Landscape use by cattle affected by pasture developments and season. *Journal of Range Management* 57:426-434.

Composición de los pastizales seminaturales en el sistema silvopastoril de Muy Muy, Nicaragua

Sonia Ospina¹, Graciela Rusch², Muhammad Ibrahim³, Bryan Finegan⁴, Fernando Casanoves⁵

RESUMEN

Se estudió la vegetación en potreros con pastizales seminaturales de la franja altitudinal de 200 a 400 msnm de Muy Muy, Nicaragua. Los objetivos fueron describir la composición florística herbácea y estudiar su variación bajo dos diferentes posiciones en el paisaje (vega y planicies intermedias), dos momentos en el año (estación seca y lluviosa) y dos tipos de manejo del pastoreo (ganado en producción de leche y ganado horro). Además, se determinaron siete factores ambientales y/o de manejo de los potreros potencialmente importantes en la variación de la vegetación (área del potrero, anegamiento, carga animal, presencia de aguadero, días de ocupación anual y cobertura arbórea). La posición en el paisaje resultó más fuertemente relacionada con la composición de la vegetación que el manejo del pastoreo y la estacionalidad. El porcentaje de área anegada durante la estación lluviosa fue el factor independiente más importante relacionado con la composición de los pastizales de la planicie. El manejo del pastoreo afectó la composición en la planicie, pero su efecto fue menor que el de otros factores como el área anegada, el número de deshierbes anuales, la estación climática y la carga animal. Parte de las diferencias relacionadas con el manejo del pastoreo en la planicie se deben a la presencia de especies de ciclos de vida cortos en la época de lluvias en los potreros utilizados por ganado horro, lo que es un indicio de sobrepastoreo.

Palabras claves: Sistemas silvopastoriles, pastizales, composición botánica, factores ambientales, variación estacional, carga animal, características del sitio.

Seminatural grasslands composition in silvopastoral systems in Muy Muy, Nicaragua

ABSTRACT

The vegetation in paddocks located within seminatural grasslands in the altitudinal range 200 to 400 masl in Muy Muy, Nicaragua, was studied. The objectives were to describe the herbaceous floristic composition and to study its variation under two different landscape positions (floodplain and mid-range highlands), two moments in the year (dry and rainy seasons) and two types of grazing management (dairy cows and beef stock). Other factors potentially important for the vegetation were also assessed: paddock area, flooding, stocking rate, presence of watering place, annual occupation days, tree cover. Grassland composition, diversity and richness were most strongly related to soil conditions, than the grazing management of the paddock and seasonality. The grazing regime was related to the composition of the highland paddocks, but its effect was less than that of other factors such as the percentage of flooded area, number of times of weeding per year, seasonality and stocking rate. Differences between the two grazing regimens can also be attributed to the presence of short-lived species in the rainy season in the paddocks grazed by other stock, generally considered an indicator of overgrazing.

Keywords: Silvopastoral systems, pastures, plant composition, environmental factors, seasonal variation, stocking rate, site characteristics.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la producción ganadera en Nicaragua se basa en la actualidad en el aprovechamiento de la vegetación herbácea espontánea que se establece luego del desmonte (pastizales seminaturales), ya que sólo el 9% del área total dedicada a la ganadería está ocupada por pasturas sembradas (Estrada y Holmann 2008). Los pastizales seminaturales constituyen un recurso básico de los sistemas silvopastoriles presentes en la región, en

los cuales se combinan el aprovechamiento de pastos y árboles para la producción ganadera, principalmente de doble propósito. Los sistemas de producción de doble propósito representan el 78% del inventario ganadero, contribuyen con el 42% de la leche producida en la región y son manejados en su mayoría por pequeños y medianos ganaderos que dependen en un alto grado de los recursos forrajeros seminaturales, naturalizados o introducidos (Argel 2006).

¹ Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), AA 20591 Cali, Colombia, sospina@catie.ac.cr

² Norwegian Institute for Nature Research (NINA) Trondheim, Noruega.

³ Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

⁴ Grupo temático Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE, Costa Rica.

⁵ Escuela de Postgrado, Unidad de Bioestadística CATIE, Costa Rica



El estudio de los pastizales seminaturales en Centroamérica contribuye a mejorar su limitada valoración y al manejo adecuado (foto: Proyecto PACA, CATIE)

A pesar de su importancia como recurso forrajero, los pastizales seminaturales en la región son poco conocidos, lo cual constituye una limitante para su valoración y manejo adecuado. Estos pastizales son un recurso importante cuando el aprovechamiento es de tipo extensivo (McIvor 1993), o bien, cuando la capacidad de inversión en mejoras pecuarias productivas es baja y las condiciones ambientales son marginales para el cultivo de pastos mejorados. También proveen servicios importantes para el mantenimiento de sistemas silvopastoriles sustentables, ya que son un complemento importante en los sistemas de uso más intensivo, al constituir un seguro contra eventos extremos, como ataques de plagas (Holman y Peck 2004) y sequías. A nivel de paisaje y de región, el pasto seminatural significa una reserva de especies adaptadas a las condiciones ambientales y de uso local (Fisher et ál. 1992).

Para aprovechar y manejar adecuadamente las pasturas seminaturales es necesario conocerlas. El primer paso es determinar su composición; es decir, cuáles son las especies dominantes, qué características tienen, y cuáles son los factores (ambientales y de forma de uso) que modifican la composición. Hasta donde sabemos, no se ha conducido ningún estudio para identificar las especies que componen los pastizales seminaturales de los sistemas silvopastoriles en esta región.

Este trabajo tiene como objetivos: i) describir la composición de la vegetación herbácea en sistemas silvopastoriles con pastizal seminatural en un área representativa de la región central de Nicaragua, ii) estudiar cómo varía la composición bajo dos condiciones edáficas diferentes y bajo dos tipos de manejo.

Características del área de estudio

El estudio se realizó en el área de Muy Muy y municipios aledaños, Nicaragua, en una zona altitudinal entre 200 y 400 msnm. El clima es estacional con un período de lluvias entre mayo y octubre y un período seco muy marcado entre enero y abril. La precipitación anual es de 1500 mm con variaciones anuales de 1100 a 2300 mm. Los suelos presentan una alta variabilidad espacial (CATIE-NORAD 2002), lo que puede influir en la composición y riqueza de especies (Al-Mufti et ál. 1977, Grime 1973, 1977). Además de los factores físicos, el régimen de pastoreo (frecuencia, intensidad y grado de selectividad) afecta la composición de la vegetación (Rusch y Skarpe 2009, Milchunas y Lauenroth 1993, Coley y Barone 1996) y provoca cambios en la diversidad (Loreau et ál. 2001), en la productividad y en otras funciones (Belsky 1986, Archer y Smeins 1991).

La actividad pecuaria prevaleciente en la zona es la producción de doble propósito (leche y carne) con un manejo silvopastoril. El manejo del pastoreo es semirotacional, con cargas de 1.0 UA ha⁻¹año⁻¹; generalmente se separan los animales en producción (vacas lactantes) del ganado horro (grupo mixto de vacas no lactantes, equinos y mulares). Los potreros utilizados por el ganado en producción reciben un manejo más intensivo, con cargas instantáneas más altas y un sistema de rotación más definido que el utilizado por el ganado horro. Sin embargo, el régimen de rotaciones de los potreros puede variar y ser menos distintivo en algunos períodos, principalmente durante la estación seca debido a limitaciones en la disponibilidad de forraje y de aguadas. No se aplican fertilizantes y el uso de herbicidas es inusual. Además del pastoreo, una práctica común es el deshierbe manual y la chapia de la vegetación herbácea y arbustiva no consumida (CATIE- NORAD 2002).

Características de las unidades de muestreo

Se muestrearon dos unidades del paisaje: la planicie intermedia y la vega del río Grande de Matagalpa. La planicie ocupa la zona altitudinal intermedia del paisaje y se caracteriza por una topografía ondulada con pendientes moderadas. Los suelos son arcillosos, moderadamente impermeables, de color superficial oscuro y drenaje frecuentemente impedido (CATIE-NORAD 2007). La vega es de hasta 700 m de ancho, donde se han depositado sedimentos fluviales de textura variable. Los contenidos de fósforo y potasio de estos suelos son los más altos de la zona (CATIE-NORAD 2007).

Se determinó la vegetación en tres tipos de unidades, combinando la posición en el paisaje y el manejo del pastoreo: 1) unidades ubicadas en las planicies intermedias utilizadas para el ganado en producción (PI-leche); 2) unidades en la vega utilizadas para ganado en producción (vega-leche) y 3) unidades en la planicie intermedia utilizadas para ganado horro (PI-horro). En todas las unidades, las observaciones se condujeron en la estación seca (marzo a mayo) y en la lluviosa (junio a agosto). A partir de entrevistas y corroboración de campo, se seleccionaron 16 potreros en las planicies, 8 pastoreados por ganado en producción y 8 pastoreados por ganado horro. En la vega, se seleccionaron los 8 potreros más distantes entre sí. Los potreros del tratamiento PI-leche cubren en total 60 ha (potreros de 2 a 14 ha), los del tratamiento vega-leche cubren 31 ha (potreros de 2 a 7 ha) y los del tratamiento PI-horro comprenden 99 ha (potreros de 3 a 26 ha).

Método de muestreo

El estudio se concentró en la vegetación herbácea, pero se incluyeron arbustos con diámetro a la altura del pecho (dap) ≤ 8 cm. La vegetación se muestreó a lo largo de transectos de 50 m, ubicados en forma aleatoria y orientados al norte. Para las observaciones se utilizó una pieza en forma de cruz de (1 \times 1 m) con orificios de 3 mm en cada uno de sus cuatro extremos, la cual se ubicó sobre el transecto a intervalos de 1,5 m. Se registraron las especies que se interceptaban con la proyección vertical de los orificios; se obtuvieron cuatro registros por punto, sobre 34 puntos por transecto (aprox. 140). Las observaciones se condujeron en diez transectos en potreros de superficie menor a 7 ha y 20 en potreros de más de 7 ha. El punto inicial del transecto se decidió por sorteo de las coordenadas geográficas (UTM) usando una tabla de números aleatorios. Los puntos en el potrero se ubicaron

con un sistema de posicionamiento geográfico. Además de los factores principales de contraste (posición en el paisaje, régimen de pastoreo y estación climática), otras siete características ambientales y de manejo de los potreros se consideraron como posibles fuentes de variación de la vegetación, por lo que se evaluaron por medio de mediciones en campo o encuestas (Cuadro 1).

Análisis de datos

Los datos fueron sistematizados en dos matrices; una de composición (frecuencias relativas de las especies) y otra de características del potrero (valores estandarizados de las características del potrero). Se practicó un ANDEVA y la prueba de Tukey para establecer diferencias entre medias, utilizando el programa InfoStat (2004). El patrón de variación de la composición se analizó por medio de un análisis de correspondencia (CA), utilizando el programa CANOCO 4.5 (Ter Braak y Šmilauer 2002). La correspondencia entre la composición florística y los factores de variación, así como la magnitud de la varianza en la composición florística explicada por los distintos factores, se cuantificaron con un análisis de correspondencia canónica (CCA) seguido por una prueba de Montecarlo con 499 permutaciones (Ter Braak 1986).

RESULTADOS

La flora herbácea y arbustiva

En las 190 ha muestreadas (16.050 metros de transectos) se encontraron 185 especies de 44 familias en 60.667 puntos de registro. Las familias con mayor número de especies fueron los pastos (poáceas, 36 especies), seguidas por las leguminosas (fabáceas, 20 especies) y las asteráceas (12 especies). Veintisiete especies pertenecientes a diez familias fueron arbustivas. Del total de registros, el 42% pertenecen a cuatro especies de pastos: *Panicum maximum* (Asia), *Paspalum notatum* (grama),

Cuadro 1. Características ambientales y de manejo de los potreros consideradas como posibles fuentes de variación de la vegetación

Características del potrero	Método de recolección de datos
Área del potrero (ha)	Medición en campo con un GPS, recorriendo los límites del potrero
Anegamiento (%)	Estimación en campo del área del potrero inundada durante 15 días en la estación lluviosa
Número de deshierbes anuales	Encuesta al productor y/o administrador de la finca
Carga animal (UA ha ⁻¹)	Encuesta al productor y/o administrador de la finca
Presencia de aguadero	Encuesta al productor y/o administrador de la finca
Días de ocupación anual	Encuesta al productor y/o administrador de la finca
Cobertura arbórea (%)	Inventario total del componente leñoso (dap >10 cm) en cada potrero

Paspalum conjugatum (grama) y *Paspalum virgatum* (zacatón) y una acantácea: *Blechnum pyramidatum* (no referenciada con un nombre común). Entre el 74 y el 77% de las especies son nativas.

Características de los potreros y su variabilidad

Varias características ambientales y de manejo de los potreros se correlacionaron con los tres tipos de unidades muestradas (Cuadro 2). Los potreros vega-leche reciben un número mayor de deshierbes anuales y soportan cargas mayores que los potreros de la planicie (PI-horro, PI-leche). También, son de menor tamaño y tienen una cobertura arbórea menor, pero estas diferencias fueron significativas sólo con respecto a los potreros PI-horro. También hay diferencias en la proporción de área anegada; los potreros PI-leche tienen el 27% de sus áreas anegadas durante la estación lluviosa, mientras que en los de vega fue menor del 3%.

Composición florística, intensidad de pastoreo y condición del paisaje

El resultado gráfico del ordenamiento canónico (CA) se muestra en la Figura 1. Cada punto representa uno de los 24 potreros estudiados, y su ubicación en el diagrama indica el grado de semejanza en la composición florística con respecto a los otros potreros; es decir, los puntos cercanos tienen una composición más similar que los más alejados. La variabilidad a lo largo del eje 1 se asocia con el gradiente planicies intermedias – vega ($r = 0,88$) y con el manejo del pastoreo ($r = 0,50$). El eje 2 se correlaciona con el manejo del pastoreo (PI-leche y PI-horro, $r = 0,31$) y con la estación climática (seca y lluviosa, $r = 0,27$).

En el diagrama, los potreros de vega-leche están agrupados mientras que los de las planicies están más dispersos; esto indica que la composición de los pastizales de vega

es más homogénea. Además, la composición florística en la vega fue menos variable con respecto a las diferencias estacionales. En la planicie, las diferencias entre los potreros PI-leche y PI-horro fueron menos marcadas, pero se distingue que la composición de los potreros PI-leche es más homogénea que en PI-horro, los cuales muestran una dispersión alta a lo largo del eje 2.

Las pruebas de Montecarlo también muestran que la condición del paisaje (vega vs. planicie intermedia) es el factor que mejor explica las diferencias de composición de los pastizales estudiados (Cuadro 3). En los potreros de la planicie intermedia, la variable manejo del pastoreo (ganado leche vs. ganado horro) fue menos importante que otras variables auxiliares, como el área anegada, el número de deshierbes anuales y la estación climática.

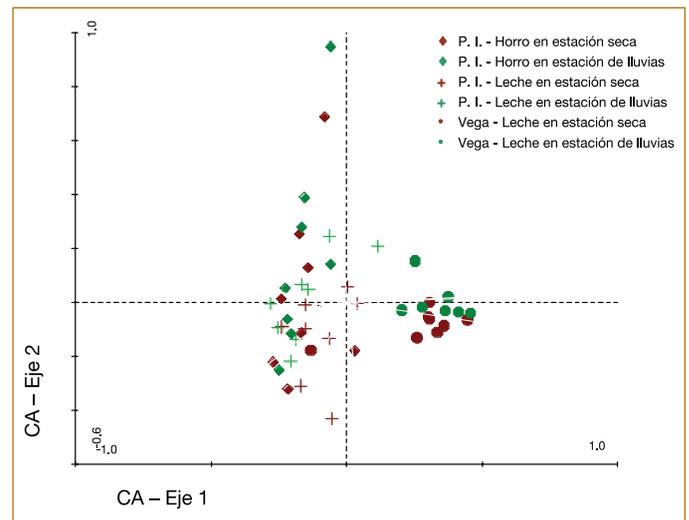


Figura 1. Análisis de correspondencia (CA) basado en la composición florística de los potreros (Biplot elaborado con CANODRAW). Los símbolos representan los sitios de muestreo.

Cuadro 2. Factores ambientales y de manejo en los tipos de unidades muestradas

Características del potrero	PI-horro	PI-leche	vega-leche	P
Número de deshierbes anuales	2,13a	2,45a	3,07b	0,0017
Anegamiento (%)	4,88a	27,00b	2,80a	0,0014
Carga animal (UAha ⁻¹)	0,52a	0,70a	1,15b	0,0020
Cobertura arbórea (%)	13,23b	9,87ab	7,41a	0,0192
Días de ocupación anual	168,45a	116,21a	140,64a	0,0998
Presencia de aguadero	3,32 a	3,37 a	4,03 a	0,2773

Letras en filas distintas indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

El CCA permitió diferenciar cuatro patrones florísticos relacionados con los factores ambientales y de manejo (Figura 2). Varias especies de pastos perennes, como asia, pasto chele (*Ixophorus unisetus*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), y una especie de hoja ancha perenne (*Dyschoriste quadrangularis*) se asocian con los

potreros de vega. En los potreros de la planicie, independientemente del manejo del pastoreo, dominan varias especies de pastos perennes: angleton (*Dichanthium aristatum*), grama (*P. conjugatum* y *P. notatum*), cola de burro (*P. centrale*) y una especie anual (*Axonopus* spp.). Son comunes también algunas especies de hoja ancha como *Acalypha alopecuroides*, *Macroptilium atropurpureum* y *Serjania atrolineata*. En las áreas inundables se encontraron como especies asociadas, el pasto piojo (*Echinochloa colona*) y tres especies de hoja ancha (*Calea urticifolia*, *Caperonia palustris* y *Ludwigia decurrens*). Estas especies se registraron en la época seca, pero aumentaron su importancia en la época de lluvias. En los potreros PI-horro se encontraron varias especies anuales registradas sólo durante la época de lluvias: el pasto plumerito (*Setaria parviflora*) y el musgo *Selaginella sertata*, conocido como coludo en la región.

Cuadro. 3. Valor de F y nivel de significación de los factores de contraste y características ambientales y de manejo de los potreros sobre la composición florística, obtenidos mediante simulación Monte Carlo en un CCA (499 permutaciones)

Factores de variación y características del potrero	Valor F	Probabilidad
Todos los potreros		
Condición del paisaje	7,59	0,0020
Manejo del pastoreo	3,38	0,0020
Estación seca	2,12	0,0100
Estación lluviosa	2,12	0,0020
Carga animal (UAha ⁻¹)	3,20	0,0020
Número de deshierbes/año	3,06	0,0020
Anegamiento (%)	2,74	0,0020
Área del potrero (ha)	2,53	0,0020
Cobertura arbórea (%)	2,00	0,0100
PI-horro vs. PI-leche (n=16)		
Anegamiento (%)	2,96	0,0040
Número de deshierbes/año	2,41	0,0040
Estación climática	2,25	0,0020
Carga animal (UAha ⁻¹)	2,20	0,0080
Manejo del pastoreo	1,71	0,0100
Área del potrero (ha)	1,42	0,0520
Vega-leche vs. PI-leche (n=16)		
Condición de paisaje	5,91	0,0020
Carga animal (UAha ⁻¹)	3,02	0,0040
Área del potrero (ha)	2,92	0,0040
Anegamiento (%)	2,53	0,0040
Cobertura arbórea (%)	1,91	0,0200
Número de deshierbes/año	1,76	0,0400
Dentro de vega (n=8)		
Estación climática	1,81	0,0700

La composición florística y los factores que la modifican

El pastizal seminatural presente en los sistemas silvopastoriles de la zona de Muy Muy alberga una alta riqueza de especies herbáceas y arbustivas, la mayoría de las cuales son nativas de la flora centroamericana. Las gramíneas son la familia dominante, tanto por el número de especies como por la frecuencia relativa en el pastizal. Todas estas especies tienen ciclo metabólico C-4 y sus géneros (p.e. *Paspalum*) indican una afinidad biogeográfica con los pastizales y sabanas tropicales y subtropicales de América del Sur. También existe un componente importante de especies introducidas de origen africano y naturalizadas, como los pastos asia, estrella y jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Por su diversidad y por la dominancia de especies generalmente bien adaptadas al pastoreo (Ospina 2005), este tipo de vegetación constituye un recurso biótico importante para la producción pecuaria de la región.

La composición del pastizal es diferente en la planicie intermedia y en la vega del río Grande de Matagalpa; el factor edáfico pareciera ser la causa principal de las diferencias. En la vega, los suelos son los más fértiles de la zona (CATIE-NORAD 2007) y los pastizales soportan la carga animal más alta, lo que indica tasas de crecimiento altas. La vegetación está dominada por el pasto asia, una especie con alta capacidad de recuperar tejido foliar después del pastoreo y, por lo tanto, con una alta capacidad competitiva cuando crece en sitios con alta disponibilidad de recursos (Sarmiento 1992).

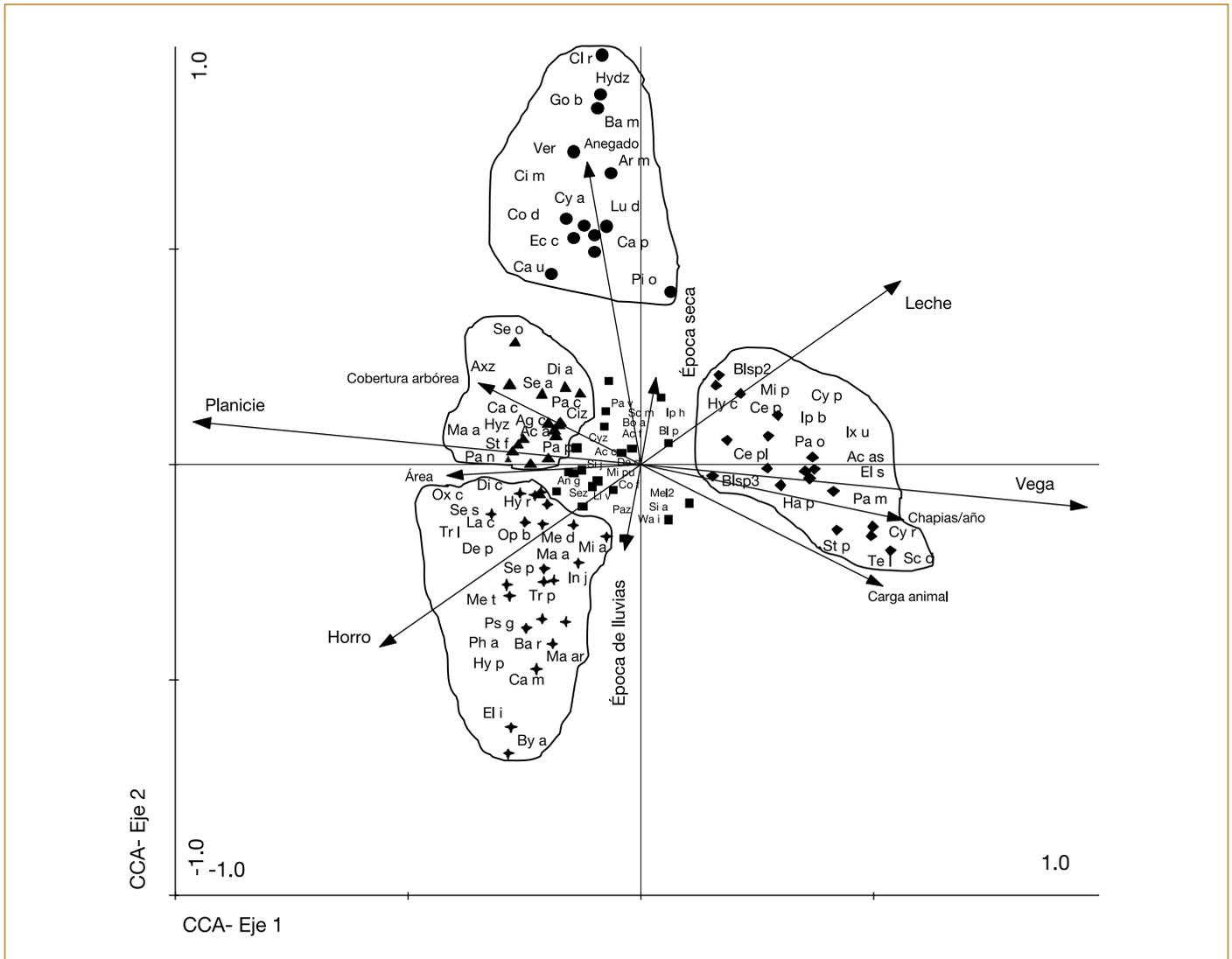


Figura 2. Distribución de las especies a lo largo de los ejes 1 y 2 del análisis de correspondencia canónica (CCA)

La cercanía de las especies indica que están asociadas a los mismos factores. El largo de las flechas indica la importancia de los factores ambientales y las características del potrero. Se incluyen todas las especies con tres o más registros en los potreros estudiados. (◆) Especies asociadas a la vega: *Achyranthes aspera* (Acas), *Centrosema plumieri* (Cepl), *Centrosema pubescens* (Cep), *Cynodon plectostachyus* (Cyp), *Cyperus rotundus* (Cyr), *Dyschoriste quadrangularis* (Blsp2), *Elephantopus spicatus* (Els), *Hamelia patens* (Hap), *Hyptis capitata* (Hyc), *Ipomoea batatas* (Ipb), *Ixophorus unisetus* (Ixu), *Mimosa pigra* (Mip), *Nelsonia canescens* (Blsp3), *Panicum maximum* (Pam), *Pata de olote* (Pao), *Scoparia dulcis* (Scd), *Stizolobium pruriens* (Stp), *Teramus labiales* (Tel). (●) Especies asociadas a potreros con áreas anegables: *Argemone mexicana* (Arm), *Bauhinia monandra* (Bam), *Calea urticifolia* (Cau), *Caperonia palustris* (Cap), *Cissus microcarpa* (Cim), *Cloris radiata* (Clr), *Conmelina difusa* (Cod), *Cyperus articulatus* (Cya), *Echinochloa colona* (Ecc), *Gonolobus barbatus* (Gob), *Hydrolea* sp. (Hydz), *Ludwigia decurrens* (Lud), *Pithecellobium oblongum* (Pio). (▲) Especies asociadas a las planicies intermedias: *Acalypha alopecuroides* (Aca), *Ageratum conyzoides* (Agc), *Axonopus* sp. (Axz), *Calliandra calothyrsus* (Cac), *Cyperus luzulae* (Cyz), *Dichanthium aristatum* (Dia), *Hyptis* sp. (Hyz), *Macropodium atropurpureum* (Maa), *Paspalum conjugatum* (Pac), *Paspalum notatum* (Pan), *Paspalum centrale* (Pap), *Senna obtusifolia* (Seo), *Serjania atrolineata* (Sea), *Stachytarpheta frantzii* (Stf). (◆) Especies asociadas a los potreros PI-horro: *Baltimora recta* (Bar), *Byttneria aculeata* (Bya), *Calopogonium muconoides* (Cam), *Desmodium procumbens* (Dep), *Dichromena ciliata* (Dic), *Elytraria imbricata* (Eli), *Hyparrhenia rufa* (Hyr), *Hyptis pectinata* (Hyp), *Indigofera jamaicensis* (Inj), *Lantana câmara* (Lac), *Maranta arundinaceae* (Maar), *Melampodium divaricatum* (Med), *Melochia tomentosa* (Met), *Mimosa albida* (Mia), *Oplismenus burnannii* (Opb), *Oxalis corniculata* (Oxc), *Phyllanthus amarus* (Pha), *Psidium guajava* (Psg), *Selaginella sertata* (Ses), *Setaria parviflora* (Sep), *Tridax procumbens* (Trp), *Triumfetta lappula* (Trl). (■) Especies generalistas registradas en vega y planicie: *Acacia corvifera* (Acc), *Acacia farnesiana* (Acf), *Andropogon gayanus* (Ang), *Blechnum pyramidatum* (Blp), *Borreria assurgens* (Boa), *Combretum fruticosum* (Cof), *Cyperus odoratus* (Cyz), *Desmodium distortum* (Ded), *Ipomoea hederifolia* (Iph), *Ligodium venustum* (Liv), *Melinis* sp. (Mel2), *Mimosa pudica* (Mipu), *Panicum* sp. (Paz), *Paspalum virgatum* (Pav), *Scleria melaleuca* (Scm), *Serjania* sp. (Sez), *Sida acuta* (Sia), *Sida jussieana* (Sij), *Waltheria indica* (Wai).

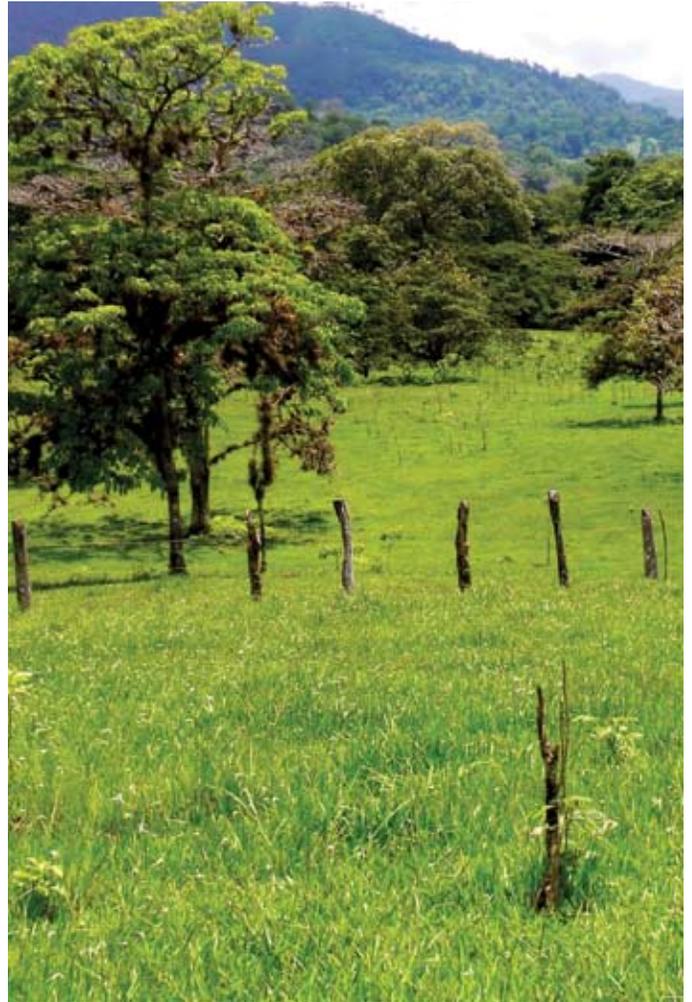
En el pastizal de la planicie intermedia, la cobertura herbácea está dominada por especies de pastos. La condición del suelo es el factor más importante que determina las diferencias en la composición; así, claramente se distingue una vegetación característica de las áreas inundables con dominancia de especies de sitios húmedos como *Caperonia palustris*, *Ludwigia decurrens* y *Echinochloa colonum*.

Sin embargo, también se distinguieron diferencias en la composición asociadas a la forma de manejo del pastoreo. En los potreros utilizados para ganado horro hay pastizales con un componente importante de especies anuales que se desarrollan durante la época de lluvia. Estas especies contribuyen también a distinguir los cambios florísticos estacionales en estos pastizales. Las especies anuales o de ciclo corto suelen asociarse con sitios muy disturbados (Sternberg et ál. 2000). Esta situación coincide con la noción de que estos potreros se utilizan como reserva durante la época seca, probablemente con cargas más altas de lo conveniente para la capacidad de producción del pastizal en este período. En la zona, los productores alteran el manejo de las rotaciones durante la época seca y utilizan con más frecuencia los potreros para ganado horro. Estos potreros son generalmente extensos y con alta cobertura de árboles que, en la época seca, ofrecen follaje y frutos como forraje complementario. Este tipo de cambios en el manejo del pastoreo en períodos de sequía y de escasez de forraje suele resultar en sobrepastoreo (Barker y Caradus 2001).

La diferencia en composición entre los potreros de la planicie utilizados para el ganado en producción y para el ganado horro indica que un manejo adecuado del pastoreo y de los tiempos de descanso, acorde con las diferencias estacionales de producción, puede mantener los pastizales seminaturales en buen estado, con un nivel menor de especies anuales y con buena cobertura de pastos. La diversidad bastante alta de pastos brinda el potencial de producción en situaciones climáticas y de suelos variables, a partir de especies adaptadas al pastoreo y de relativa buena aceptación por el ganado.

CONCLUSIONES

La vegetación herbácea en la zona baja de Muy Muy alberga 185 especies que incluyen una proporción importante de pastos y especies de hoja ancha, herbáceas y arbustivas. Una buena parte, a pesar de ser consumidas por los animales (Aastum 2006, Velásquez et ál. 2009), son desconocidas por técnicos y productores.



En la zona de Muy Muy, los potreros para ganado horro son generalmente extensos y con alta cobertura de árboles (foto: Proyecto PACA, CATIE)

La fertilidad edáfica es el factor más relacionado con las diferencias en composición entre la vega y la planicie, aunque otras características también influyen: las propiedades físicas del suelo relacionadas con el anegamiento, el grado de cobertura arbórea, los deshierbes anuales, la carga animal y el tamaño del potrero. Estas diferencias también contribuyen a la variación en la composición de la vega y la planicie.

La proporción de área anegada es un factor importante que incide en la composición de los potreros en las planicies. Los potreros con áreas anegadas extensas son pastoreados principalmente por el ganado en producción. Estos sitios representan ventajas y oportunidades para el pastoreo, por la disponibilidad de forraje de especies adaptadas al anegamiento durante la estación seca.

El pastoreo influye en la composición de los pastizales de la planicie, pero su efecto es menor que el de otras características de los potreros, como el porcentaje de área anegada, el número de deshierbes, la estación climática y la carga animal. Parte de las diferencias florísticas entre los dos tipos de potreros tienen que ver con la presencia de especies de ciclo de vida corto que se desarrollan durante la época de lluvias en los potreros del tratamiento horro. La presencia de estas especies puede ser interpretada como un signo de sobrepastoreo, y puede tener relación con la idea de 'degradación' del pastizal que perciben los técnicos y los productores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los ganaderos de Muy Muy por permitirnos trabajar en sus fincas; a Raúl Velásquez, por brindarnos parte de los datos florísticos; a Lesbia Rostrán y Carolina Mendoza, por la asistencia en el trabajo de campo; a Dalia Sánchez, por la identificación taxonómica; a Hugo Brenes y Bodil Wilman por el manejo de bases de datos. Este trabajo fue financiado por los proyectos PACA (Pasturas en Centroamérica, programa 'Support to Institutional Collaboration, NORAD) y CATIE/NORUEGA (Desarrollo participativo y multi-sectorial de alternativas de uso sostenible de la tierra en áreas con pasturas degradadas en Centroamérica).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aastum, MI. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Trondheim, NO, Norwegian University of Science and Technology. 43 p.
- Al-Mufti, MM; Sydes, CL; Furness, SB; Grime, JP; Band, SR. 1977. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 65:759-791.
- Archer, S; Smeins, F. 1991. Ecosystem-level processes. *In* Heitschmidt, RK; Stuth, JW. (Eds.). *Grazing management*. Portland, Oregon, Timber press. p. 109-139.
- Argel, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito *In* Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. Chiapas, MX, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 237 p.
- Barker, DJ; Caradus, JR. 2001. Adaptation of forage species to drought. *In* Proceedings, 19 International Grassland Congress. Sao Paulo, BR. p. 241-246.
- Belsky AJ. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist* 127:870-892.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)/NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación en el Desarrollo). 2002. Proyecto Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica. Turrialba, CR, CATIE. 28 p.
- _____. 2007. Informe anual del proyecto Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica. Turrialba, CR, CATIE. 60 p.
- Coley, PD; Barone, JA. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:305-335.
- Estrada, RD; Holmann, F. 2008. Competitividad de la producción de leche frente a los tratados de libre comercio en Nicaragua, Costa Rica y Colombia. Cali, CO, CIAT. 74 p. (Documento de trabajo No. 207).
- Fisher, MJ; Lascano, CE; Vera, RR; Rippstein, G. 1992. Integrating the native savanna resource with improved pastures. *In* Pastures for the tropical lowlands: CIAT's Contribution. Cali, CO, CIAT. 238 p.
- Grime, JP. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation - a reply. *Nature* 244:310-311.
- _____. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist* 111(982):1169-1194.
- Holmann, F, Peck, D. 2004. El daño económico del salivazo de los pastos en la ganadería: Caso colombiano. Cali, CO, CIAT. 22 p. (Documento de trabajo No. 200).
- InfoStat. 2004. InfoStat Versión 2004. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba.
- Loreau, M; Naeem, S; Inchausti, P; Bengtsson, J; Grime, J.P; Hector, A; Hooper, D.U; Huston, M.A; Raffaelli, D; Schmid, B; Tilman, D; Wardle, D.A. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294:804-808.
- McIvor, JG. 1993. Distribution and abundance of plant species in pastures and rangelands. *In* Proceedings, 17 International Grassland Congress. Queensland, AU. p. 285-290.
- Milchunas, DG; Lauenroth, WK. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63:327-366.
- Ospina, S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 88 p.
- Rusch, G; Skarpe, C. 2009. Procesos ecológicos asociados con el pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería de las Américas* No. 47:12-19.
- Sarmiento, G. 1992. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. *Journal of Vegetation Science* 3:325-336.
- Sternberg, M; Gutman, M; Perevolotsky, A; Ungar, ED; Kigel, J. 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *Journal of Applied Ecology* 37:224-237.
- Ter Braak, CJF. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- _____; Smilauer, P. 2002. CANOCO. Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, Microcomputer Power. 500 p.
- Velásquez, R; Pezo, D; Skarpe, C; Ibrahim, M; Mora-Delgado, J; Benjamín, T. 2009. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:51-60.

Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua¹

Ma. Jimena Esquivel², Celia A. Harvey³, Bryan Finegan⁴,
Fernando Casanoves⁵, Christina Skarpe⁶, Andreas Nieuwenhuys⁷

RESUMEN

La regeneración natural de árboles y arbustos puede constituir una estrategia sostenible para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en Centroamérica. Se compararon la abundancia, riqueza, diversidad y composición de especies de plántulas, juveniles y adultos de árboles y arbustos en 46 potreros activos en el municipio de Muy Muy, Nicaragua, para identificar su capacidad potencial para regenerarse de manera natural en potreros activos. En total, se encontraron 6.379 plántulas (altura < 30 cm), 5.698 juveniles (altura > 30 cm y dap < 10 cm) y 1.769 adultos (dap > 10 cm) pertenecientes a 85 especies de árboles y arbustos. Treinta y siete especies presentaron altas probabilidades de regenerarse naturalmente, mientras que otras presentaron limitaciones en diferentes momentos. Estos resultados indican que bajo condiciones de manejo extensivo existe un alto potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural. Sin embargo, la riqueza y diversidad arbórea en potreros disminuirá si no se toman medidas para facilitar la regeneración de las especies que actualmente enfrentan limitaciones.

Palabras claves: Bosque tropical seco, sistemas silvopastoriles, árboles, arbustos, regeneración natural, composición botánica, cubierta vegetal.

Natural regeneration of trees and shrubs in active pastures in Nicaragua

ABSTRACT

The natural regeneration of trees and shrubs is a sustainable strategy for establishing silvopastoral systems in Central America. The abundance, richness, diversity and species composition of seedlings, saplings and adult trees and shrubs were compared in 46 active pastures in the municipality of Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua, in order to identify their potential to naturally regenerate in active pastures. A total of 6,378 seedlings (height < 30 cm), 5,698 saplings (height > 30 cm and dbh < 10 cm) and 1,769 adults (dbh > 10cm) from 85 tree and shrub species were found. Thirty seven species had high regeneration rates in active pastures, while the remaining species showed possible limitations at different stages of regeneration. These results indicate that under the current extensive management conditions there is a high potential for establishing silvopastoral systems using natural regeneration. However, the richness and diversity of trees and shrubs will probably decrease unless measures are taken to facilitate the natural regeneration of those species that currently face limitations.

Keywords: Tropical dry forest, silvopastoral systems, trees, shrubs, natural regeneration, plant composition, plant cover.

INTRODUCCIÓN

La disminución de la cobertura arbórea en potreros, el manejo inapropiado del pastoreo y la inestabilidad de los mercados de carne y leche han propiciado la degradación del 50% de los pastizales centroamericanos y la insostenibilidad del sistema convencional de producción ganadera en la región (Kaimowitz 1996, Villacís et ál. 2003). Según Murgueitio et ál. (1999), una alternativa para la recuperación sostenible de las pasturas y la productividad de las fincas ganaderas centroamericanas es incrementar y mantener la cobertura arbórea

en potreros mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP). La conversión de sistemas convencionales hacia SSP pasa por la plantación de árboles nativos en pasturas ya establecidas (Aide y Cavalier 1994). La construcción de cercas de protección para el establecimiento de plantones, o el retiro temporal de animales para facilitar la regeneración, son estrategias que limitan las actividades ganaderas y exigen altas inversiones económicas y de mano de obra; condiciones que desmotivan a los productores ganaderos a implementar SSP en sus fincas (Viana et ál. 2001).

¹ Basado en Esquivel (2005).

² Centro de Investigaciones en Producción Pecuaria Sostenible (CIPAV), Cali, Colombia. jimena@cipav.org.co (autora para correspondencia).

³ Manejo y Conservación de la Biodiversidad, CATIE. charvey@catie.ac.cr

⁴ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE. bfinegan@catie.ac.cr

⁵ Unidad de Biometría, CATIE. casanoves@catie.ac.cr

⁶ Norwegian Institute for Nature Research, NINA. Oslo, Noruega. Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@hihm.no

⁷ Experto en suelos tropicales. Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE. andreas@catie.ac.cr

Una estrategia económica y ecológicamente viable para conciliar la implantación de SSP con la continuidad de la actividad ganadera en pasturas es el manejo de la regeneración natural de especies arbóreas en pasturas activas (Clavo y Baca 1999). Desafortunadamente, se conoce poco sobre la dinámica de la regeneración natural de árboles nativos en potreros activos. Aunque los árboles aislados en potreros pueden constituir hasta el 60% de la diversidad arbórea de una localidad (Harvey et ál. 2003 a, b), es probable que no todas esas especies sean capaces de mantener sus poblaciones en los potreros activos. La susceptibilidad de plántulas y juveniles a las interacciones con el ganado y a las prácticas de manejo realizadas por los productores podrían limitar la regeneración natural de algunas especies (Janzen 1986), mientras que beneficiaría la dispersión y el establecimiento de otras (Somarriba 1985).

El manejo de la regeneración natural arbórea requiere, como primer paso, identificar las capacidades de árboles y arbustos para regenerarse naturalmente bajo condiciones particulares de manejo. El objetivo de esta investigación es, por una parte, evaluar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies de árboles y arbustos –y su estado de desarrollo (adulto, juvenil, plántula) – en potreros activos. Por otra parte, se quiere identificar las especies que regeneran activamente en potreros y que pueden fácilmente ser utilizadas para el establecimiento de SSP, así como las especies de regeneración natural limitada y para las cuales deben desarrollarse estrategias de manejo específicas para superar las barreras existentes a su establecimiento en pasturas activas. Estos resultados aportan al entendimiento de las dinámicas de colonización y establecimiento de especies arbóreas en pasturas activas y al desarrollo de SSP.

El área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua, en el área de acción del proyecto Pasturas Degradadas (12°31' - 13°20' N, 84°45' - 86°15' O). El ecosistema de esta localidad es de bosque seco tropical subhúmedo con promedios anuales de 24,5°C y 1576 mm, lluvias entre mayo y setiembre y bosques bajos o medianos, caducifolios y subcaducifolios (Salas 1993). El 53% del área de Muy Muy está cubierta por pastos naturalizados (mezcla de gramas nativas no sembradas), 22% de pastos mejorados braquiaria (*Brachiaria* spp.) y estrella africana (*Cynodon* spp.), 10% de tacotales y 5% de bosques. Las fincas ganaderas tienen un área promedio de 40 ha, un promedio de 39,6



Potreros activos y sus árboles dispersos en el municipio de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua (foto: Proyecto PACA, CATIE)

cabezas de ganado de doble propósito (leche y carne) y entre 6 y 10 potreros de 3 a 6 ha con una carga animal promedio de 1,08 UA ha⁻¹. El sistema de producción es de ganadería extensiva; la eliminación de malezas se realiza mediante limpiezas manuales (chapias), quemas y herbicidas (CATIE-NORAD 2002).

Áreas de muestreo

Se seleccionaron 46 potreros con pastoreo activo, de acuerdo con la composición de sus pasturas y su historia de quema: 15 potreros con pastos braquiaria, 13 potreros con pasto estrella y 18 potreros con pastos naturalizados, como *Paspalum* spp. En 16 de estos potreros se realizaron quemas hace menos de cinco años, mientras que en los 30 potreros restantes las quemas se realizaron hace más de cinco años. Los efectos de la quema sobre la regeneración natural se describen en detalle en Esquivel (2005). El área promedio de los potreros es de 5,82 ± 1,34 ha y se localizan en planicies y terrenos ondulados con pendientes de planas a intermedias, suelos vérticos (vertisoles, inceptisoles y alfisoles) inundables, entre 100 y 450 msnm (CATIE-NORAD 2002).

Diseño de muestreo

Se estableció un total de 835 parcelas circulares (PC) de 1,5 m de radio (7 m²) para el muestreo de plántulas (10 cm ≥ altura ≤ 30 cm), 441 parcelas cuadradas o cuadrantes (C) de 20 m x 20 m (400 m²) para juveniles (30 cm > altura y diámetro altura pecho (dap) ≤ 10 cm) y 46 parcelas de 1 ha (P) para el muestreo de árboles y arbustos adultos (dap > 10 cm). Las PC se establecieron a una distancia de 20 m entre sí, con un promedio de 18

PC por potrero. Estas PC constituyeron las esquinas de los C; en promedio hubo 10 C por potrero (Figura 1). En P se registraron las especies presentes, así como la altura total (m) y dap (cm) de todos los árboles y arbustos encontrados. Las mediciones se hicieron entre mayo y julio del 2004.

Análisis de información

Para caracterizar la composición de plántulas, juveniles y adultos se calcularon índices de valor de importancia (IVI) de cada especie y etapa de desarrollo utilizando las abundancias, frecuencias y dominancias relativas (Magurran 2003). La riqueza esperada para cada estado de desarrollo se obtuvo promediando estimadores de riqueza no paramétricos (Jack 1, Chao 1, Chao 2) y estimadores basados en cobertura y abundancia (ICE y ACE) calculados por Estimates V 7 (Cowell 2004). Los índices de riqueza (Margaleff), diversidad (Shannon), dominancia (Simpson) y equitatividad (Evenness) para plántulas, juveniles y adultos se calcularon por potrero utilizando Species Diversity & Richness V 3.0 (Henderson y Seaby 2002). Se construyeron curvas de rarefacción y de acumulación de especies para comparar la riqueza acumulada y la densidad de individuos entre los tres estados de desarrollo. Los índices fueron comparados con ANDEVA y pruebas de Tukey utilizando InfoStat (2004). La capacidad de regeneración natural de las especies arbóreas en potreros activos se determinó comparando la presencia de individuos y sus índices de valor de importancia (IVI) en los tres estados de desarrollo.

RESULTADOS

Composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies

Se encontraron un total de 13.845 árboles y arbustos entre plántulas (46%), juveniles (41%) y adultos (13%) pertenecientes a 85 especies y 36 familias en los 46 potreros evaluados. En los tres estados de desarrollo, Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae, Bignoniaceae, Sterculiaceae y Borraginaceae fueron las familias más ricas (entre 25% y 31% de las especies en cada estado de desarrollo) y abundantes (entre 54% y 86% de los individuos en cada estado de desarrollo). La mayoría de las especies en cada estado de desarrollo presentaron menos de dos individuos (30% de especies de juveniles y 35% de especies de plántulas y adultos) y se registraron en menos de dos potreros (47% de especies de plántulas y 40% de especies de juveniles y adultos). La proporción de especies con más de 65 individuos fue mayor en plántulas y juveniles (21%) que en árboles adultos (13%) (Cuadro 1).

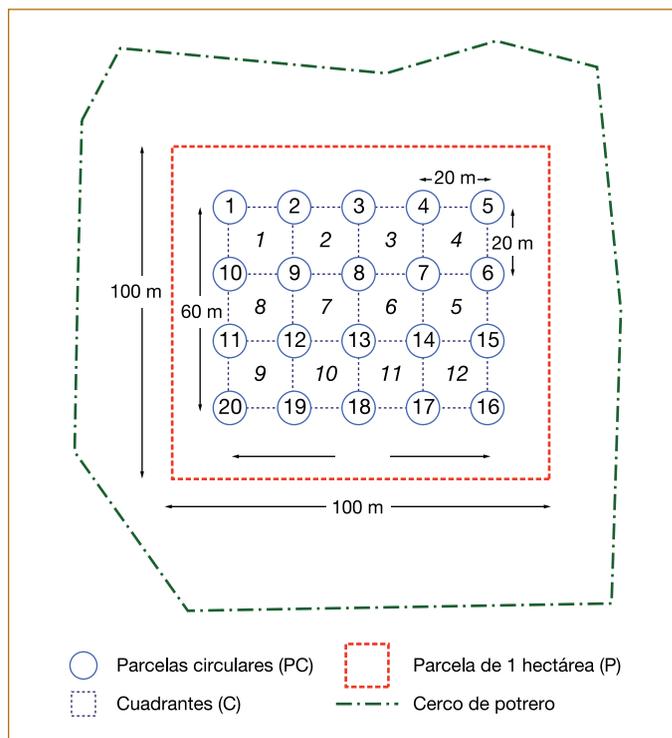


Figura 1. Número y distribución espacial esquematizada de las parcelas de muestreo de vegetación arbórea en potreros de Muy Muy, Nicaragua

El muestreo permitió registrar el 66% de las especies de plántulas, 79% de las especies de juveniles y el 81% de las especies de adultos esperados. La diversidad de adultos fue mayor que la diversidad de juveniles y plántulas, ya que con un menor número de individuos se acumuló un mayor número de especies de árboles y arbustos adultos que de juveniles y plántulas. El número de especies y de individuos por la mayor unidad de área comparable (0,5 ha) fue mayor para plántulas y juveniles que para árboles y arbustos adultos (Figura 2). En promedio se encontró 1 plántula/m², 1 juvenil/50 m² y 1 adulto/250 m². El índice de equitatividad (Evenness) fue significativamente mayor para juveniles y plántulas que para árboles adultos (ANDEVA, $F_{2,135}=8.97$, $p=0.002$) mientras que los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson no presentaron diferencias significativas entre estados de desarrollo (Cuadro 1).

Las diez especies de árboles y arbustos con los mayores índices de valor de importancia (IVI) en las tres etapas de desarrollo fueron especies típicas de áreas perturbadas, consideradas pioneras y tolerantes a las condiciones de micrositio de las pasturas, al ramoneo y al pisoteo del ganado (Cuadro 2); entre ellas, frijolillo (*Leucaena shanoni*) y carao (*Cassia grandis*). La mayo-

Cuadro 1. Abundancia, riqueza, diversidad, dominancia, equitatividad y densidad de especies de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Nicaragua

Categoría de desarrollo	Adultos	Juveniles	Plántulas
Talla (cm): dap y altura	dap >10	30 > a y dap ≤10	10 ≥ a ≤30
No. de parcelas	46	441	835
Área (ha)	46,0	17,6	0,6
Abundancia (no. de individuos)	1769	5698	6378
No. de familias	28	31	24
No. de géneros	52	50	41
No. de especies observadas	72	70	60
No. de especies esperadas (promedio de Jack 1, ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2)	89	89	93
No. de especies con uno o dos individuos	25	21	21
No. de especies con más de 65 individuos	9	15	12
Densidad de especies (No. de especies / 0,5 ha)	5	22	56
Densidad de individuos (No de individuos / 0,5 ha)	20	177	5446
Índice de riqueza de Margaleff (media ± EE)	1,82 ±0,10 ^a	1,68 ±0,12 ^a	1,49 ±0,09 ^a
Índice de diversidad de Shannon (media ± EE)	1,76 ±0,07 ^a	1,66 ±0,08 ^a	1,56 ±0,07 ^a
Índice de dominancia de Simpson (media ± EE)	0,25 ±0,02 ^a	0,30 ±0,03 ^a	0,33 ±0,03 ^a
Índice de equitatividad o Evenness (media ± EE)	0,83 ±0,02 ^a	0,73 ±0,02 ^b	0,71 ±0,02 ^b

Letras diferentes en distintas filas indican diferencias significativas según ANDEVA ($p \leq 0,05$).

ría de las especies con IVI alto fueron dispersadas por el ganado, como jenízaro (*Samanea saman*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Todas estas especies ofrecen usos potenciales para diferentes actividades de la finca; ya sean frutales como jobo (*Spondias mombin*) y guayaba (*Psidium guajava*), maderables como roble macuela (*Tabebuia rosea*) y laurel (*Cordia alliodora*) y/o forrajeras como guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) (Cordero y Boschier 2003).

Los potreros bajo continua actividad ganadera pueden albergar una densa y rica regeneración natural de especies arbóreas a pesar de la presencia y presión del ganado. Se encontraron 5446 plántulas (56 sp) y 177 juveniles (22 sp) en la media hectárea de pastura muestreada para plántulas y juveniles. Las características de la cobertura arbórea adulta y el manejo de las pasturas pueden influir en la riqueza y densidad de la regeneración natural de árboles y arbustos en potreros (Esquivel 2005). El manejo extensivo de la ganadería

que tradicionalmente se ha practicado en Muy Muy se caracteriza por potreros grandes y poca tecnificación convencional; esto probablemente ha favorecido el desarrollo de una mayor riqueza y densidad de árboles que la encontrada en otras localidades ganaderas de bosque seco centroamericano (Esquivel et ál. 2003, Villacís et ál. 2003). Esta abundante y rica cobertura arbórea dentro de los potreros se ha visto favorecida por el establecimiento de pasturas que crecen en macolla y que dejan espacios abiertos en el suelo (como *Brachiaria* spp.), el control del sobrepastoreo y la colindancia de potreros con bosques secundarios (Esquivel 2005). Estas características hacen que aumente la disponibilidad y riqueza de las fuentes de semillas en los potreros, atraen un mayor número de animales silvestres dispersores de semillas, mejoran las condiciones microclimáticas en las pasturas y disminuyen la competencia de los pastos, permitiendo que la colonización arbórea supere las principales barreras para la dispersión, germinación y establecimiento de plántulas de árboles y arbustos en las pasturas activas (Esquivel y Calle 2002).

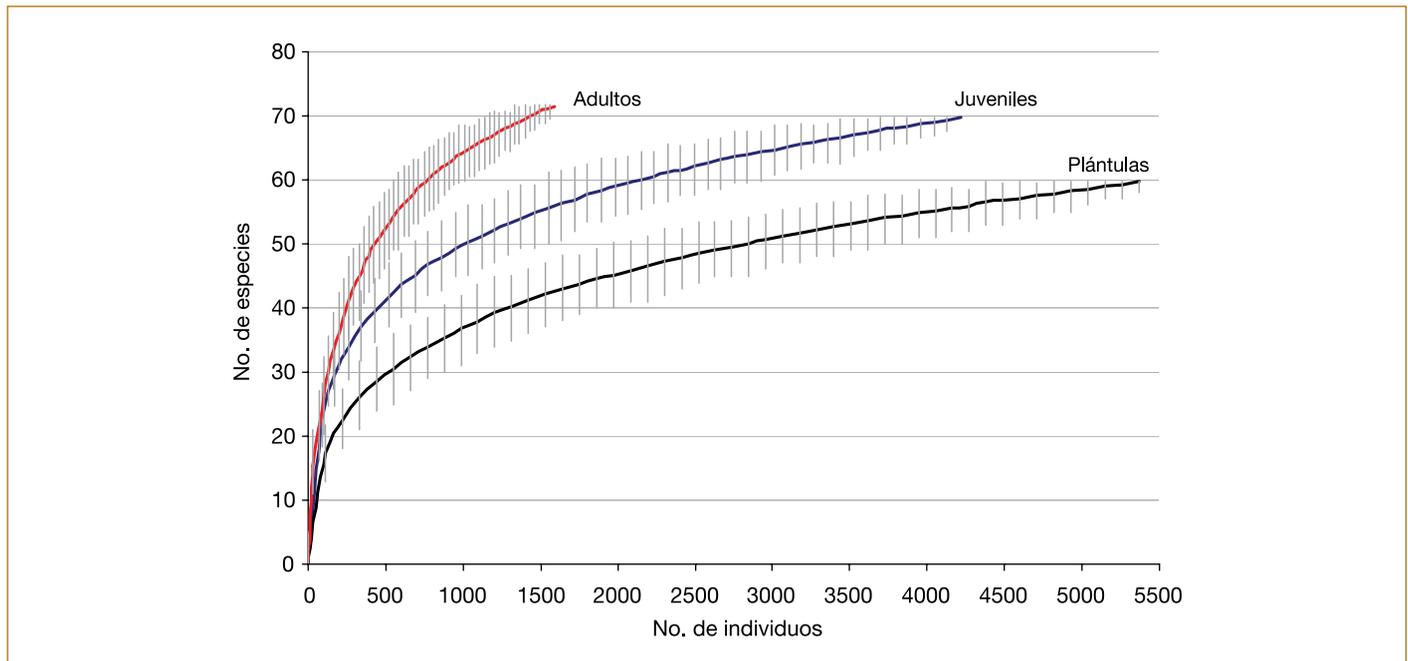


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de árboles y arbustos en función del número de individuos en potreros activos en Muy Muy, Nicaragua. Las barras indican el error estándar de cada curva

Cuadro 2. Especies de árboles y arbustos con mayor IVI encontradas en 46 potreros en Muy Muy, Nicaragua, y su afinidad de hábitat

Especies	Nombre común	Hábitat	Dispersión	Usos	IVI		
					adultos	juveniles	plántulas
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo ternero	Br, Ap	As,G	Fo, M, L	82*	109*	99*
<i>Cassia grandis</i>	Carao	Ap	G	S	80*	83*	46*
<i>Tabebuia rosea</i>	roble macuelí	Br, Bs, ap	V	M	80*	78*	99*
<i>Albizia saman</i>	jenízaro/cenízaro	Bs, Ap	G	M,Fo,S	74*	58*	33*
<i>Bursera simaruba</i>	jiñocuabo	Br, Bs, ap	As	L,Fo, Cv	63*	18*	41*
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	Bs, Ap	G	Fo,S	52*	108*	91*
<i>Cordia alliodora</i>	laurel hormiguero	Bs, Ap	V	M	47*	48*	84*
<i>Leucaena shannoni</i>	frijolillo	Ap	G	Fo	45*	57*	48*
<i>Gliricidia sepium</i>	madero negro	Bs, Ap, c	G	Fo, Cv	40*	31*	28*
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Ap, C	As	Fr,Cv	37*	24*	31*
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	Bs, Ap	V	M	34*	9	48*
<i>Cordia collococca</i>	Muñeco	Bs, Ap	As	M,Fo-	25*	41*	26*
<i>Platymiscium parviflorum</i>	coyote	Bs	V	M	24*	34*	37*
<i>Psidium guajava</i>	guayaba	Ap, C	As, G	Fr,Fo	22*	55*	18*
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Bs, Ap, c	As	Fr	14*	31*	53*
<i>Pithecellobium dulce</i>	espino de playa	Br, Ap	As, G	Fo,L	7	43*	7

IVI adultos = abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa

IVI juvenil y plántula = abundancia relativa + frecuencia relativa

*Los 16 IVI más altos por categoría

Hábitat: bosque ribereño (Br), bosque secundario (Bs), áreas perturbadas (Ap), cultivos (C)

Vectores de dispersión de semilla: animales silvestres (As), viento (V), ganado (G)

Usos potenciales: forraje (Fo), madera (M), leña (L), sombra (S), cercas vivas (Cv), frutales (Fr)

Capacidad de regeneración de las especies

Las especies arbóreas en los potreros tienen diferentes capacidades para establecer sus plántulas y juveniles en potreros activos. Se identificaron dos grupos de especies con diferente capacidad para regenerarse naturalmente en potreros: (i) especies con regeneración natural activa y (ii) especies con regeneración natural limitada. El primer grupo estuvo compuesto por 37 de las 85 especies registradas, las cuales presentaron plántulas, juveniles y adultos en potreros. Seis de estas especies mostraron IVI altos en las tres etapas de desarrollo (Cuadro 2) y otras diez presentaron IVI altos solo en una o dos de estas etapas (Cuadro 3). Por ejemplo, *P. guajava* y *P. dulce* tuvieron un IVI alto solo en la etapa de juveniles; *C. odorata*, *P. parviflorum* y *G. americana*, solo como plántulas y *G. sepium* y *S. mombin* solo como adultos. Las 21 especies restantes mostraron IVI bajos en las tres etapas de desarrollo (Cuadro 3).



Plántula de *Cedrela odorata* en un potrero activo de Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua (foto: Proyecto PACA, CATIE)

La regeneración natural está dominada por especies típicamente pioneras, colonizadoras de claros en bosques secos y subhúmedos, dispersadas por viento o ganado, tolerantes a la interacción con el ganado y con usos identificados por los productores para las actividades de la finca (Cordero y Boschier 2003). Esta alta proporción de especies con capacidad para mantener sus poblaciones en pasturas activas indica que es posible desarrollar estrategias de manejo que favorezcan el establecimiento y mantenimiento de sistemas silvopastoriles, aprovechando la dinámica de la regeneración natural en las pasturas centroamericanas. Algunas especies con regeneración activa tienen potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con árboles maderables; entre ellas, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Platymiscium parviflorum*, *Cedrela odorata*, *Cordia collococca*, *Tabebuia ochracea*, *Pachira quinata*. Otras especies con regeneración natural activa tienen además potencial forrajero, lo cual las hace especialmente deseables para el establecimiento de sistemas de pastoreo/ramoneo, corte y acarreo, árboles dispersos o cercas vivas; entre ellas *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Albizia saman*, *Albizia guachapele*, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce*, *Psidium guajava*, *Acrocomia mexicana*, *Erythrina berteroana*, *Bursera simarouba*. También hay especies frutales con regeneración natural activa para el establecimiento de sistemas silvopastoriles; entre ellas *Genipa americana*, *Spondias mombin*, *Calycophyllum candidissimum*, *Inga vera*, *Annona cherimola*, *Annona reticulata*. Un último grupo de especies con regeneración natural activa pueden cumplir un papel ecológico al atraer animales silvestres como aves y murciélagos a las pasturas activas: *Cordia collococca*, *Cornutia pyramidata*, *Casearia sylvestris* (Cordero y Boschier 2003).

Las especies que presentaron individuos solo en una o dos de las tres etapas de desarrollo conformaron el grupo de especies con regeneración natural limitada. En esta condición se encontraron 48 especies: 18 no presentaron árboles adultos en los potreros, como zapotillo negro (*Diospyros salicifolia*) y lagarto (*Sciadodendron excelsum*). En contraste, 16 especies registraron solo árboles adultos, como *Ficus isophlevia* y *Lisiloma auritum*. De las 14 especies restantes, no se encontraron plántulas, como fue el caso de *Zanthoxylum elephantiasis* y *Ceiba aescutifolia* (Cuadro 3). Las especies con regeneración natural limitada son típicas de bosque, intolerantes a las condiciones de micrositio de las pasturas o a las presiones de pisoteo y ramoneo por el ganado y sin usos potenciales valorados por los productores (Cordero y Boschier 2003).

Cuadro 3. Especies arbóreas por categoría de regeneración natural en potreros en Muy Muy, Nicaragua

Categorías de regeneración	Especies	Nombre común	Abundancia			Total
			plántulas (n=835)	juveniles (n=441)	adultos (n=46)	
I: Regeneración natural potencialmente activa (individuos presentes en los tres estados de desarrollo)						
IA. Regeneración natural abundante y frecuente en los tres estados de desarrollo (Especies dominantes)	<i>Cordia alliodora</i>	laurel	2717	239	102	3058
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	guanacaste	525	1200	82	1807
	<i>Tabebuia rosea</i>	roble macuelí	750	597	226	1573
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo ternero	358	898	251	1507
	<i>Cassia grandis</i>	carao	44	293	189	526
IB. Baja abundancia en uno o dos estados de desarrollo (Especies co-dominantes)	<i>Platymiscium parviflorum</i>	coyote	533	206	40	779
	<i>Albizia saman</i>	genízaro	43	228	118	389
	<i>Cedrela odorata</i>	cedro	264	4	66	334
	<i>Gliricidia sepium</i>	madero negro	138	138	57	333
	<i>Psidium guajava</i>	guayaba	25	264	12	301
IC Baja representatividad en los tres estados de desarrollo (Especies no dominantes)	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	chaperno	45	175	7	227
	<i>Tabebuia ochracea</i>	cortéz amarillo	60	156	4	220
	<i>Trichilia americana</i>	piojo	98	13	8	119
	<i>Acrocomia mexicana</i>	coyol	12	79	1	92
	<i>Sapium macrocarpum</i>	palo de leche	54	5	13	72
II: Regeneración natural probablemente limitada (ausencia de individuos en uno o dos estados de desarrollo)						
IIA: Presencia solo de adultos (<i>Living deads</i>)	<i>Ficus isophlevia</i>	matapalo	0	0	12	12
	<i>Robinsonella lindeniana</i>	guácimo blanco	0	0	8	8
	<i>Zuelania guidonea</i>	plomo	0	0	6	6
	<i>Myrciaria floribunda</i>	escobillo	0	0	5	5
	<i>Lysiloma auritum</i>	quebracho	0	0	2	2
IIB. Presencia solo de plántulas y/o juveniles	<i>Capparis frondosa</i>	verga 'e toro	88	24	0	112
	<i>Randia armata</i>	reseda	32	52	0	84
	<i>Curatella americana</i>	chaparro	20	47	0	67
	<i>Casearia corymbosa</i>	chocoyo	3	63	0	66
	<i>Cupania guatemalensis</i>	cola de pava	1	15	0	16
IIC. Presencia solo de adultos y juveniles	<i>Vitex gaumeri</i>	valona	0	11	2	13
	<i>Croton draco</i> spp. <i>panamensis</i>	sangregado	0	6	4	10
	<i>Zanthoxylum elephantiasis</i>	chinche	0	4	5	9
	<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba	0	1	4	5
	<i>Ceiba aescutifolia</i>	ceiba pochote	0	1	3	4

Las limitaciones de estas especies para mantener sus poblaciones en potreros activos se dan en diferentes momentos de su regeneración natural. La ausencia de plántulas y juveniles de algunas especies remanentes del bosque en los potreros podría indicar la presencia de 'living deads'; es decir, árboles adultos incapaces de reproducirse en las condiciones ambientales del nuevo hábitat (Janzen 1986). Otras especies presentan limitaciones en el establecimiento y/o crecimiento de plántulas y juveniles, ya que a pesar de que sus semillas son dispersadas a partir de otros componentes arbóreos del paisaje (bosques y cercas vivas) hasta el interior de las pasturas activas, no logran desarrollarse hasta individuos adultos (Aide y Cavalier 1994). Finalmente, otras especies parecen tener una dispersión de semillas limitada espacial y/o temporalmente, o requerimientos de micrositio muy específicos para la germinación de sus semillas en pasturas, lo cual limita los procesos de dispersión y/o germinación y se reflejan en la ausencia de plántulas en los potreros a pesar de que existen fuentes de semillas e individuos juveniles en los potreros activos (Cornett et ál. 2000).

La identificación de los dos grupos de especies con diferente capacidad potencial para regenerar sus poblaciones en pasturas activas indica que si se mantienen las condiciones actuales de manejo de los potreros probablemente la riqueza, diversidad y composición actual de la cobertura arbórea disminuirá a largo plazo con la pérdida de individuos *living deads*, la pérdida de especies que no logran establecerse en pasturas activas y la dominancia de especies pioneras, dispersadas por el viento o el ganado. Los resultados de este estudio resaltan el potencial de una importante proporción de especies arbóreas nativas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural. Sin embargo, si se quiere mantener la riqueza y diversidad de la cobertura arbórea a futuro, las estrategias de manejo deben asegurar la regeneración de especies con regeneración natural limitada. Estas estrategias de manejo deben ser dirigidas específicamente, dependiendo de las características ecológicas de las especies y de sus respuestas a diferentes condiciones de manejo, a las primeras etapas de desarrollo para el mantenimiento de sus poblaciones en pasturas activas. Por ejemplo, la regeneración de especies con limitaciones para el establecimiento de plántulas podría favorecerse con el mantenimiento selectivo de un mayor número de fuentes de semilla dentro de las pasturas, la dispersión manual de semillas en micrositios apropiados para su germinación, el

trasplante de plántulas y el control del sobrepastoreo. Así se garantizaría la permanencia de especies con potencial maderable y/o forrajero como tusa (*Cordia panamensis*), guácimo rojo (*Luehea seemanii*), quebracho (*Lysiloma auritum*), capulín (*Mutingia calabura*), jocote (*Spondias purpurea*), plomo (*Zuelania guidonea*), ceiba pochote (*Ceiba aescutifolia*, *Ceiba pentandra*), aguacatillo (*Cinamomun triplinerve*) y balona (*Vitex gaumer*).

Adicionalmente, la limpieza manual selectiva (chapia), el control del sobrepastoreo y la protección física de juveniles son prácticas que podrían ayudar a superar las barreras de la regeneración natural de especies como mangle (*Bravaisia intigerrima*), guapinol (*Hymenaea coubaril*), lagarto (*Sciadodendron excelsum*) y sangregado blanco (*Pterocarpus officinalis*), con potencial maderable pero con limitaciones en el desarrollo de juveniles (Clavo y Baca 1999, Barrios 1999, Camargo 1999).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que existe un alto potencial para establecer sistemas silvopastoriles mediante el manejo de la regeneración natural de árboles en las pasturas de Muy Muy, Nicaragua. Existe una alta riqueza y abundancia de árboles y arbustos en las pasturas activas. La mitad de las especies arbóreas presentes tienen la capacidad de regenerar naturalmente sus poblaciones en los potreros activos, en tanto que las demás especies presentan limitaciones en uno o varios de sus estados de desarrollo.

Las estrategias de manejo convencionales que se aplican actualmente en estas pasturas podrían reducir en corto plazo la riqueza de árboles y arbustos en los potreros de Muy Muy debido a la pérdida de las especies con regeneración natural limitada. La conservación de las poblaciones arbóreas en pasturas activas requiere de estrategias alternativas de manejo de pasturas que protejan a los árboles en sus diferentes etapas de desarrollo. El cambio en el manejo de las pasturas es imprescindible para asegurar el mantenimiento de la alta riqueza y diversidad arbórea encontrada en estas pasturas centroamericanas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por los proyectos CATIE/NORUEGA-PD (Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas en América Central) y PACA

(Pasturas en Centroamérica). La identificación de los especímenes se realizó con la colaboración de la Bióloga Dalia Sánchez y el Herbario de la UNA, Managua, Nicaragua. Los autores agradecen la colaboración de G. Rush, M. Ibrahim, E. Murgueitio y Z. Calle por sus aportes al desarrollo de esta investigación. A D. Pezo y A. Aguilar, J. Tiberino, F. Polanco y demás miembros del equipo del proyecto PD por su colaboración durante el trabajo en Nicaragua. Agradecemos también a los productores ganaderos en Muy Muy por permitirnos trabajar con ellos en sus fincas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aide, M; Cavalier, J. 1994. Barriers of lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta. *Restoration Ecology* 2(4):219-229.
- Barrios, CA. 1999. Pastoreo regulado de bostas de ganado como herramientas forestales para protección de arbolitos en potreros. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Camargo, J. 1999. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* ((Ruiz y Pavon) Oken) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) / NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo). 2002. Línea base del proyecto "Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica". Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- Clavo, M; Baca, JF. 1999. Regeneración natural de especies arbóreas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 10(1):71-81.
- Cordero, J; Boschier, DH. 2003. Árboles de Centroamérica, un manual para extensionistas. Oxford, OK, Oxford Forestry Institute. 1079 p.
- Cornett, MW; Reich, PR; Puettmann, J; Frelich, LE. 2000. Seedbed and moisture availability determine safe sites for early *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) regeneration. *American Journal of Botany* 87(12):1807-1814.
- Cowell, RK. 2004. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from simples. Versión 7. User guide and applications (en línea). Disponible en <http://viceroy.eeb.econn.edu/eEstimates>
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Villanueva, C; Benjamín, T; Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):24-29.
- Esquivel, MJ; Calle, Z. 2002. Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión vegetal: Evaluación de plántulas bajo su dosel. *Agroforestería en las Américas* 9(33-34):25-30.
- _____. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 158 p.
- Harvey, CA; Tucker, N; Estrada, A. 2003 a. Live fences, isolated trees, and windbreaks: Tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. In Schroth, G; da Fonseca, G; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, A. (eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, US, Island Press. p. 261-289.
- _____. Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, F; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F. 2003 b. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10:30-39.
- Henderson, PA; Seaby, RM. 2002. *Pisces conservation – Species Diversity & Richness III (SDR) V. 3.0*.
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004, Manual del usuario. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat, FCA.
- Janzen, DH. 1986. The future of tropical ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:305-24.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 80s and 90s: a policy perspective. Bogor, ID, CIFOR. 88 p.
- Magurran, A. 2003. *Measuring biological diversity*. Oxford, UK, Blackwell Publising. 256 p.
- Murgueitio, E; Rosales, M; Gómez, ME. 1999. *Agroforestería para la producción animal sostenible*. Cali, CO, Fundación CIPAV. 67 p.
- Salas, J. 1993. *Árboles de Nicaragua*. Managua, NI, IRENA / Servicio Forestal Nacional. 390 p.
- Somarriba, E. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. II Consumo de fruta y dispersión de semillas. *Turrialba* 35(4):329-332.
- Viana, V; Mauricio, R; Machado, R; Pimienta, I. 2001. Management of natural regeneration for introduction of livestock agroforestry systems. In Ibrahim, M (ed.). 2001. *International Symposium on Sylvopastoral systems [Second congress on agroforestry and livestock production in Latin America*. San José, CR]. p. 75-78.
- Villacís, J; Harvey, CA; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Riofrío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):17-23.

¿Cómo Hacerlo?

¿Cómo determinar las especies forrajeras que prefieren los animales en una pastura con composición florística compleja?

Danilo A. Pezo¹ y Christina Skarpe²

RESUMEN

Uno de los retos que encuentran los investigadores forrajeros es cómo determinar lo que consumen los animales que forrajean en pasturas con vegetación compleja. Aquí se describen y analizan las metodologías utilizadas en la determinación de la selectividad, no sólo de plantas, sino también de sitios de forrajeo. Para establecer la selectividad en general, el primer paso es precisar la composición florística en la pastura evaluada utilizando dos tipos de transectos: transectos control, seleccionados al azar en toda la pastura y transectos vaca, para seguir el recorrido de algunos animales mientras pastan. Si hay diferencias en composición entre ambos tipos de transectos, quiere decir que hay selectividad de los sitios de forrajeo. Para la determinación de la selectividad de especies, se recomienda identificar por observación visual las especies consumidas por los animales en pastoreo y luego determinar el índice de selectividad, comparando el número de veces que una especie es consumida *versus* el número de veces que se la encuentra en el transecto vaca. Se sugiere que las determinaciones de la selectividad mediante el uso de separación manual en muestras de extrusa colectadas en animales fistulados al esófago, o por el método de los alcanos en muestras de heces, son muy complejos y, por lo tanto, poco aplicables en pasturas con alta diversidad de especies, como es el caso de los pastizales seminaturales de América Central.

Palabras claves: Pastizales, forrajes, pastoreo, composición botánica, preferencias alimentarias, selectividad de forrajes, hábitos alimentarios, dieta.

How to determine fodder species preferred by animals in highly complex pastures?

ABSTRACT

One of the challenges forage researchers face is the determination of what animals eat in pastures with complex species composition. In this article, the methodologies used for selectivity determination of species and foraging sites are analyzed and described. The first step for determining selectivity is the identification of floristic composition of the whole pasture by selecting some transects at random (control transects) and following some grazing animals chosen at random (cow transect). If there are differences in composition between control and cow transects, then animals tend to select some foraging sites. For species selectivity determination, visual observation is suggested to identify the species consumed by grazing animals; then, the selectivity index is determined by comparing the number of times a species is taken versus the number of times it appears in the cow transect. Selectivity determination by means of either manual separation and identification of species from extrusa samples collected of esophageal fistulated animals, or alkane composition in fecal samples, is of little use in highly complex pastures when a high diversity of species is evaluated.

Keywords: Pastures, fodder, grazing, plant composition, food preferences, forage selectivity, feeding behavior, diet.

INTRODUCCIÓN

En varios lugares del continente americano se encuentran pasturas con composición florística compleja; tal es el caso de las pasturas seminaturales de América Central, las sabanas, los pastizales y las praderas altoandinas de América del Sur. La composición de la dieta de los herbívoros en estas zonas no se basa, necesariamente, en las especies dominantes presentes en la vegetación, pues los animales pastan selectivamente de acuerdo con la distribución, acceso, abundancia y calidad de las

especies componentes. Este proceso se hace aún más complejo en sistemas silvopastoriles, donde se da una combinación de pastoreo de las especies herbáceas y ramoneo de las leñosas arbustivas y arbóreas.

La evaluación de la selectividad que ejercen los animales en el acto de pastar/ramonear tiene importancia tanto desde el punto de vista de la producción animal como de la ecología de las comunidades vegetales usadas bajo pastoreo. En el primer caso, porque la productividad

¹ Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA), CATIE, Turrialba, C.R. Correo electrónico: dpezo@catie.ac.cr. (autor para correspondencia)

² Norwegian Institute for Nature Research, NINA. Oslo, Noruega. Department for Forestry and Wildlife Management, University College of Hedmark, Evenstad, Norway. Correo electrónico: christina.skarpe@hihm.no

animal es función del consumo y de la calidad de la dieta seleccionada por los animales (Tergas 1982); en el segundo, porque el mantenimiento, la pérdida o incluso la restauración de la diversidad de especies depende en buena medida de la defoliación ejercida por los animales (Milchunas et ál. 1988, Archer y Pike 1991, Nai-Begraglio et ál. 2002). Por ello, para diseñar sistemas más eficientes de manejo de la vegetación existente se deben entender las estrategias de forrajeo de los herbívoros (Salem y Papachristou 2005).

La selectividad ejercida por los herbívoros opera a diferentes escalas espaciales. Los animales en pastoreo libre seleccionan desde sectores del paisaje, tipos y/o parches de vegetación hasta plantas individuales y porciones de ellas (Pyke et ál. 1977, Senft et ál. 1987, Dumont y Gordon 2003). En consecuencia, se puede decir que el forrajeo no es al azar. Con base en esta teoría, Santos (2001) establece que la toma de decisiones jerárquica que hace el ganado durante el acto de pastar/ramonear es de la siguiente manera: sitio de alimentación, sitios de pastoreo dentro de una unidad de paisaje, parches (sitios con las especies de forraje preferidas), especie de forraje, partes de la planta y bocado. Entre los factores que pueden influir en la selección de sitios de pastoreo están la topografía, la abundancia de forraje palatable para el ganado, la presencia de sombra, la disponibilidad de agua y de sales minerales (Dumont y Gordon 2003).

Por otro lado, en la selección de la dieta (especies individuales y porciones de la planta) intervienen factores propios del animal y de las plantas, con las subsecuentes modificaciones al medio ambiente físico. Se dice que, al forrajear, los animales desarrollan una serie de estrategias digestivas y metabólicas que responden a la variabilidad ambiental (Gordon 1995). Entre los factores propios del animal que inciden en la selectividad se citan: la especie, el tamaño corporal, la capacidad ruminal, la condición fisiológica (p.e. preñez, lactación), el comportamiento social bajo pastoreo, la experiencia previa y el periodo de ocupación de la pastura para el consumo de forrajes (Demment 1982, Cooper y Owen-Smith 1986, Hewitson et ál. 2005).

También, las diferencias en las estructuras anatómicas de aprehensión y cosecha que poseen las especies animales resultan en diferencias en su capacidad de selección. El bovino posee boca ancha y labios superiores inflexibles, por lo que sus bocados son de manojos grandes de follaje con limitada capacidad de selección;

incluso llega a consumir material senescente. Por el contrario, los rumiantes que poseen bocas más estrechas y labios más flexibles, como la oveja, la cabra y el venado, poseen una capacidad de selección más alta a escalas espaciales pequeñas, y pueden consumir con facilidad hojas de leñosas, incluso de aquellas que poseen espinas (Malechek y Provenza 1983, Van Soest 1994).

Entre los factores propios de la planta que afectan la selectividad se citan la disponibilidad relativa, la relación hoja/tallo, la arquitectura de la planta, la digestibilidad, la presencia de espinas y/o pilosidad en hojas y tallos y la presencia de ciertos metabolitos secundarios, tales como nitratos, taninos y otros polifenoles (Hoyos 1987, Ramos et ál. 1998, Hutchings y Gordon 2001, Makkar 2006).

El objetivo de este estudio es revisar y proponer una metodología para evaluar la selectividad de sitios de pastoreo/ramoneo y de especies de plantas por animales que se manejan en pasturas con una cobertura muy diversa de especies herbáceas y leñosas.

¿Qué es la selectividad en el forrajeo?

Los animales manejados en pastoreo o ramoneo no ingieren todo el pasto o las arbustivas presentes en la pastura, sino que eligen sitios de forrajeo, así como ciertas especies y porciones de las plantas; esto refleja el concepto de **selectividad** (Minson et ál. 1985). La estimación de la selectividad ejercida en varios niveles o escalas busca determinar qué ingiere el animal de lo que está disponible para su consumo. Para tal fin, se debe relacionar, por ejemplo, la composición de especies de plantas en las áreas del potrero utilizadas por el animal (sitio de forrajeo) con la composición promedio de especies en el potrero. A una escala más fina, se compara la proporción de diferentes plantas consumidas por los animales con la proporción de las mismas en el sitio de forrajeo; lo mismo puede decirse cuando se evalúa la selectividad de porciones de las plantas (p.e. hojas vs. tallos).

¿Cómo determinar la selectividad en sitios de forrajeo?

Antes de la toma de datos para el estudio, es necesario hacer una visita de reconocimiento para familiarizarse con los tipos de paisajes (p.e. terrenos en pendiente, planicies onduladas, áreas planas, vegas de los ríos), la vegetación presente y el manejo del pastoreo/ramoneo en el área de estudio. Estas observaciones, junto con los objetivos y tratamientos bajo estudio permitirán

definir las áreas que se deben muestrear, el número de muestras a ser colectadas y los momentos de muestreo. Además, el conocimiento de las especies presentes es indispensable para este trabajo; entonces, en esa visita el operador puede identificar las especies en el área de estudio, al menos a nivel de nombre común, y, de ser necesario, buscar apoyo para la identificación de las mismas.

El primer paso para la determinación de la selectividad de sitios de forrajeo es identificar la composición de las especies de plantas en el potrero para luego determinar la del sitio o ruta de pastoreo que utiliza el animal. Para ello se analiza la composición de la vegetación en dos tipos de transectos (Figura 1): unos distribuidos al azar en todo el potrero, los cuales son representativos de lo que está disponible en toda el área de forrajeo (transecto control); otros definidos por el recorrido que hace el animal durante el acto de alimentarse (transecto vaca) (Skarpe et ál. 2007).

El número de transectos por potrero dependerá del grado de heterogeneidad del potrero y del nivel de precisión que se quiere alcanzar con el análisis. Como punto de partida, se sugiere establecer: (a) cinco transectos vaca y 5 transectos control en potreros con áreas menores a 10 mz^3 (7,02 ha); (b) 10 transectos vaca y 10 control en potreros mayores de 10 mz .

Para tomar transectos aleatorios, se recomienda identificarlos mediante un GPS que tenga la función de aleatorizar puntos dentro de un potrero usando coordenadas geográficas conocidas. Una vez ubicado el punto de inicio se traza, ya sea aleatoriamente o en una dirección preestablecida (p.e. norte), un transecto de longitud determinada (p.e. 50 m); si dicha longitud supera el límite del potrero, entonces el transecto se dirige hacia el sur.

Los transectos vaca se definen siguiendo el recorrido de cada una de las vacas utilizadas para el muestreo, durante su proceso de alimentación. Estos recorridos son también de aproximadamente 50 metros; para marcar el transecto, el operador coloca una soga a lo largo del recorrido que hizo el animal (Figura 1). En nuestro ejemplo, el área de muestreo para cada uno de los transectos vaca y control es de 100 m^2 (50 m de recorrido por 2 m de ancho), pues se asume que el alcance del animal es de 1 m a cada lado de su ruta de recorrido.

Para muestrear la composición de especies vegetales (herbáceas o arbóreas) presentes en los dos tipos de transectos se puede usar el método de la cruz. Se colocan dos piezas de madera (1 m de longitud) superpuestas en forma perpendicular, formando una cruz (Figura 2).

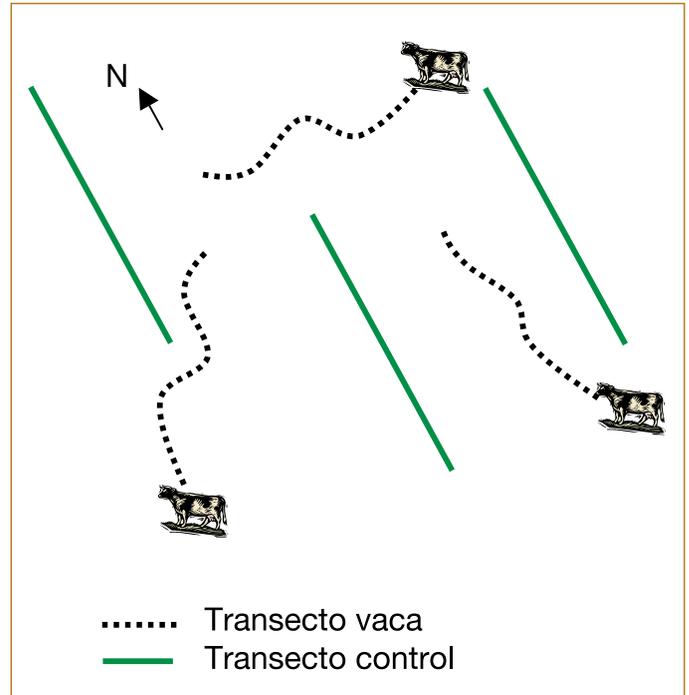


Figura 1. Ilustración de los transectos control y vaca para la determinación de la selectividad de sitios de forrajeo



Figura 2. Diseño de la cruz utilizada para el muestreo sobre los transectos control y vaca (foto Proyecto PACA, CATIE)

³ 1 Manzana (mz), unidad de área equivalente a 0,7 ha

La cruz se ubica a intervalos de 1,5 m sobre una cinta métrica que define la longitud del transecto. Se registran las especies cuyos órganos aéreos (hoja, rama, tallo) se traslapan con la proyección vertical del punto central de cualquiera de los cuatro extremos de la cruz. Ante la ausencia de vegetación en cualquier punto, se registra el individuo más próximo. De esa forma, se obtienen cuatro registros/metro en cada transecto y un total de 136 observaciones en cada transecto de 50 m.

¿Cómo analizar la información colectada para conocer el grado de selectividad de especies y partes de plantas?

Para conocer si hay selectividad por sitios de forrajeo, se puede correr una prueba de t-Student para contrastar diferencias entre pares de datos; se compara, entonces, la composición de especies en los transectos control y en los transecto vaca. Para determinar la selectividad por especies de plantas preferidas se aplica un procedimiento similar, sólo que comparando la composición de especies en el transecto vaca con las especies que fueron efectivamente ingeridas. Este análisis se debe conducir de manera independiente para cada potrero/parcela experimental. El Cuadro 1 permite ilustrar la forma de cálculo de la selectividad por sitios de forrajeo.

Otra opción para comparar la composición de la vegetación disponible para el animal y la dieta a diferentes escalas jerárquicas de selectividad es el uso de procedimientos de **análisis multivariado**; por ejemplo, los métodos de ordenamiento en el paquete estadístico CANOCO (Lepš y Šmilauer 2003), o el paquete InfoStat (2004), disponible en español. Para correr el paquete CANOCO, se requiere conocer la proporción de cada especie (o grupos de plantas) en cada transecto o en la dieta. Estos datos se organizan en una matriz; para ello se puede usar Excel. Las especies se colocan en columnas y los transectos/muestras en hileras, o vice-versa. El análisis organiza las muestras por similitud con la composición de especies, de manera que los transectos/muestras más parecidos quedan ubicados próximos entre sí. Las muestras suelen ordenarse a lo largo de ejes que representan la variación en la composición de las mismas, donde los extremos representan las muestras más disímiles. Los resultados suelen visualizarse como un gráfico de dos dimensiones, cuyas coordenadas son los dos primeros ejes del ordenamiento y que son ortogonales o independientes.

Las especies se ordenan del mismo modo, según su presencia en los transectos. Las especies con valores sobre los ejes semejantes tienden a ocupar los mismos

Cuadro 1. Cobertura de especies herbáceas presentes en los transectos control y vaca, en un potrero pastoreado por ganado horro en Muy Muy, Nicaragua

Especie (nombre común)	Cobertura por tipo de transecto (%)			
	Vaca	Control	Diferencia	(Dif)2
<i>Paspalum notatum</i> (grama común)	19,3	0,5	+18,8	353,44
<i>Paspalum conjugatum</i> (grama común)	11,6	1,3	+10,3	106,09
<i>Blechum pyramidatum</i> (desconocido)	5,6	10,7	-5,1	26,01
<i>Hyparrhenia rufa</i> (jaragua)	4,9	0,3	+4,6	21,16
<i>Paspalum virgatum</i> (zacatón)	4,5	0	+4,5	20,25
<i>Dichantium aristatum</i> (angleton)	4,0	1,1	+2,9	8,41
<i>Dichromena ciliata</i> (estrellita blanca)	3,5	0,6	+2,9	8,41
<i>Scleria melaleuca</i> (navajuela)	1,7	0	+1,7	2,89
<i>Oplismenus burmannii</i> (desconocido)	0,5	8,7	-8,2	67,24
NI	0,3	0	+0,3	0,09
<i>Calopogonium muconoides</i> (calopo)	0,3	0,15	+0,15	0,0225
<i>Oxalis corniculata</i> (fruticosa)	0,2	19,1	-18,9	357,21
<i>Paspalum plicatulum</i> (cola de burro)	0	0,1	-0,1	0,01
Total (ΣX)	56,4	42,55	13,85	971,23
Promedio	4,34	3,27	1,07	74,71

Fuente: Velásquez (2005) NI = No identificada

$$t = \frac{\text{Promedio de diferencias}}{\text{Error estándar de las diferencias}}$$

$$t = \frac{1,07}{\text{Raíz cuadrada } \{[(971,23 - (13,85) 2/13)] /12\}}$$

$$t = \frac{1,07}{8,92}$$

$$t = 0,119 \text{ N.S.}$$

El valor ‘t-Student calculado’ (t = 0,119) es menor que ‘t-Student tabular’ (α=0,05, gl=12; t = 2,179); por tanto, no hay diferencia entre la composición de los sitios de forrajeo seleccionados por las vacas y la composición de la pastura donde las vacas pastorean.

sitios, mientras que las especies distantes suelen ocupar sitios distintos, generalmente como respuesta a condiciones ambientales diferentes. A manera de ejemplo, en la Figura 3 se presentan los resultados obtenidos por Velásquez (2005) aplicando estos procedimientos de análisis multivariado a datos colectados en Muy Muy (Nicaragua). La información proviene de pastizales seminaturales en dos condiciones de paisaje (planicies onduladas y vegas de río), dos grupos de animales (vacas lactantes y ganado horro) y dos momentos en el año (época seca y lluviosa). La composición botánica de la vegetación herbácea en las vegas fue diferente a las planicies onduladas, tanto en época seca como en lluviosa. En las vegas se identificaron dos especies dominantes (*Panicum maximum* y *Blechum pyramidatum*) que aportaron más del 54% de la cobertura total en ambas épocas. La diversidad de especies es mayor en las planicies onduladas, donde las especies más frecuentes son las gramas comunes (*Paspalum notatum*, *P. conjugatum*), fruticosa (*Oxalis corniculata*), *B. pyramidatum*, flor amarilla (*Baltimora recta*), grama de conejo (*Oplismenus burmannii*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), zacatón (*P. virgatum*); además, hay otras especies que sólo aportan cerca del 4% cada una.

Además del ordenamiento en función exclusivamente de la presencia de especies en las muestras (*ordenamiento indirecto*), como son los casos del análisis de componentes principales (PCA) y del análisis de correspondencia (CA/DCA), el ordenamiento puede hacerse en función de variables ambientales conocidas (*ordenamiento directo*), como el análisis de redundancia (RA) o el análisis de correspondencia canónica (CCA/DCCA) (Cuadro 2). Es decir, que se “fuerza” a las muestras de las especies a ubicarse a lo largo de ejes que expresan una determinada combinación de factores ambientales. En este caso, CANOCO da la opción de probar la significancia del efecto de cada variable ambiental sobre el ordenamiento mediante el uso de simulaciones Montecarlo.

Cuadro 2. Técnicas de análisis de uso preferencial dependiendo de la forma como se pretende manejar la variación ambiental

Tipo de modelo	Indirecto	Directo
Lineal	PCA	RA
Unimodal	CA/DCA	CCA/DCCA

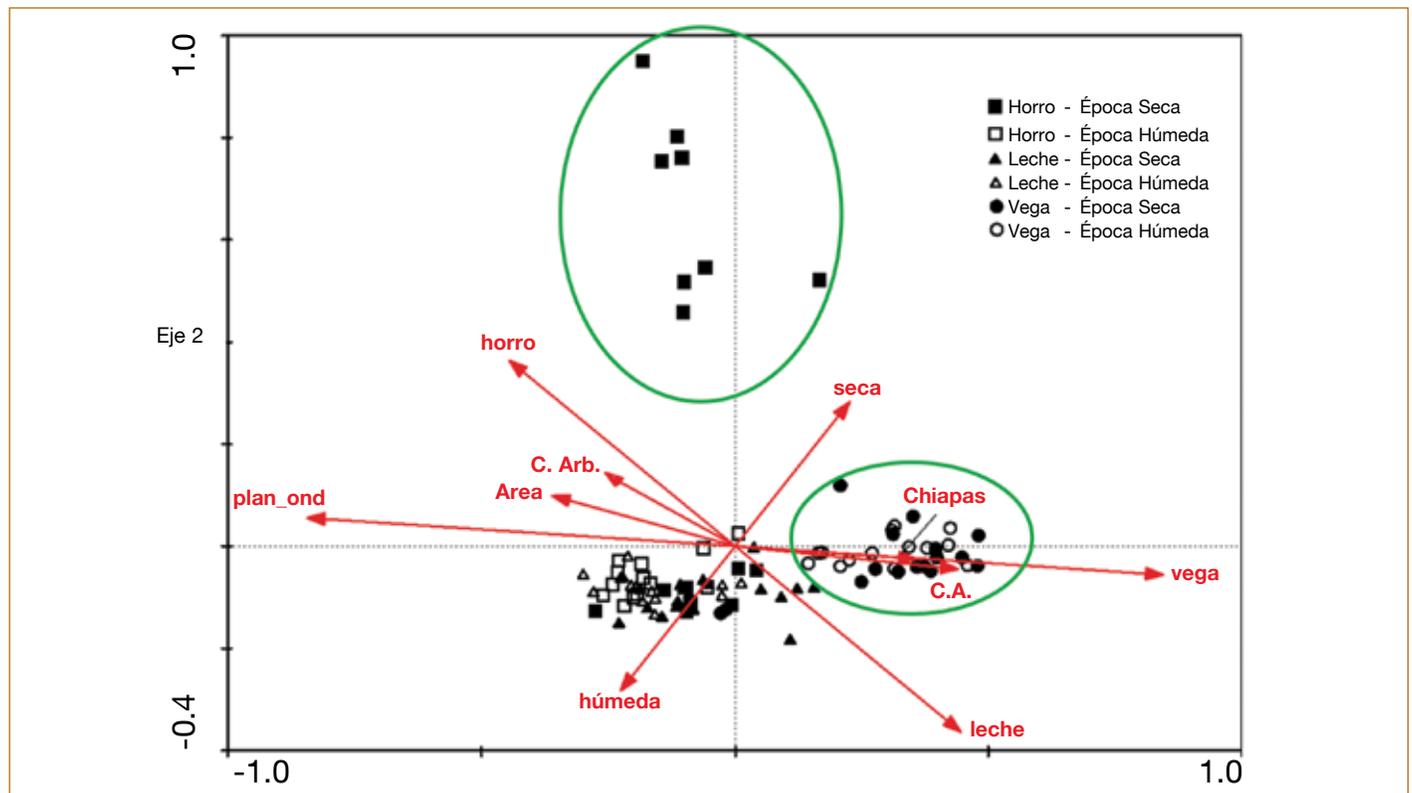


Figura 3. Arreglo Biplot del AC para las especies que cubrieron más del 67% en cada tratamiento del estudio sobre vegetación de pastizales seminaturales en Muy Muy (Nicaragua)

Fuente: Velásquez (2005)



El ganado bovino posee boca ancha y labios superiores inflexibles, por lo que sus bocados son de manojos grandes de follaje con limitada capacidad de selección (foto: Proyecto PACA, CATIE)

En los estudios de selectividad, un ordenamiento indirecto puede mostrar diferencias en la composición de especies entre transectos, en tanto que el ordenamiento directo (p.e., utilizando el tipo de transecto como variable ambiental) permitirá identificar si existen diferencias en la composición entre estos grupos de datos. Otros factores ambientales que pueden estudiarse son el tipo de potrero, el tipo de práctica de manejo, la estación del año (si las muestras fueron tomadas en varias épocas), etc. Para una información más exhaustiva sobre los métodos de ordenamiento, la forma de correr el paquete CANOCO y de cómo interpretar los resultados pueden consultarse las siguientes fuentes: Jongman et ál. (1987), Ter Braak y Šmilauer (2002), Lepš y Šmilauer (2003).

¿Cómo determinar la selectividad de especies y partes de plantas?

Para determinar la selectividad a la escala más fina se comparan la proporción de especies o partes de plantas consumidas por los animales, con la proporción de estas en el área de forrajeo (transecto vaca). Con este fin se han probado diferentes métodos, como la observación directa del comportamiento en pastoreo de animales intactos (Skarpe et ál. 2007), o bien el uso de animales fistulados

al rumen o al esófago (para la recolección de muestras de lo que los animales ingieren y la determinación de la composición botánica de las muestras de extrusa colectadas) (Minson et ál. 1985), e incluso de las heces.

Uso de animales fistulados.- La fistulación al rumen es una técnica quirúrgica sencilla y el manejo de los animales fistulados también es sencillo; sin embargo, cuando se los quiere usar para la toma de muestras, hay que vaciar completamente el rumen, lo cual es una actividad tediosa. Esta práctica, además, afecta el comportamiento selectivo de los animales (Minson et ál. 1985), aun cuando hay algunos trabajos que no muestran diferencias entre muestras colectadas vía fistula ruminal y esofágica (Olson 1991). Por las razones expuestas, se prefiere el uso de animales fistulados al esófago, aun cuando la cirugía y el post-operatorio son más complicados y el manejo más demandante, pues se debe revisar diariamente a los animales para asegurarse de que no hayan perdido los tapones de la cánula y que la pérdida de saliva no sea demasiada. En la Figura 4 se muestra el detalle de un animal con fistula esofágica y bolsa colectora para la toma de muestras de extrusa.

Para la toma de muestras a través de las fístulas al esófago se quita el tapón de la cánula y se coloca una bolsa colectora. En el caso de bovinos, el tiempo de muestreo es regularmente de 15-20 minutos para coleccionar una muestra de 700-1000 g, lo cual es suficiente para las determinaciones de composición y calidad de dieta. Para que las muestras colectadas sean efectivamente representativas de la selectividad animal, Mendoza y Lascano (1985) sugieren que los animales se familiaricen previamente con la vegetación presente en los potreros que se van a evaluar. Sin embargo, trabajos recientes sugieren que el comportamiento selectivo de animales intactos y fistulados es diferente (Hess et ál. 2006), lo cual impone limitaciones a las mediciones que pueden hacerse con fistulados. Además, las muestras de forraje colectadas a través de la fístula esofágica vienen contaminadas por saliva, lo cual afecta la estimación del contenido mineral de la dieta y puede afectar la estimación de digestibilidad.

Para la determinación de composición botánica de las muestras colectadas vía fístula esofágica se pueden usar las siguientes técnicas:

- a) **Separación manual:** se coloca una muestra de 5-10 g de extrusa en una placa Petri que contiene algo de agua y se separan manualmente los componentes usando pinzas y agujas de disección. Las porciones separadas se secan y pesan para estimar la contribución en peso seco de cada componente. Esta técnica permite separar un 60-90% de la muestra, pero el nivel de separación llega sólo a grupos de especies (p.e. gramíneas y leguminosas) y porciones de las plantas (p.e. hojas y tallos), pues el nivel de masticación de las muestras no permite reconocer especies (Minson et ál. 1985).
- b) **Uso de estereoscopio de puntos:** este método, propuesto por Heady y Torell (1959) y luego por Harker et ál. (1964), se usa más para identificar partes de la planta de una misma especie. Para ese fin, la placa Petri se coloca en un estereoscopio de 400 puntos de baja magnificación ($\leq 18X$) para identificar partículas grandes en la extrusa. Con ello sólo se determina la frecuencia con que se presentan las diferentes porciones en la dieta; si se quiere determinar el porcentaje en peso, habrá que usar regresiones.
- c) **Técnica micro-histológica:** esta técnica se basa en la identificación de fragmentos de cutícula que caracterizan a cada especie. La determinación se hace en muestras secas y molidas, por comparación con patrones preparados para cada especie a partir de muestras intactas previamente identificadas (Sparks

y Malechek 1968). El análisis se puede hacer también en muestras de heces, pero no funciona adecuadamente si las dicotiledóneas pierden completamente la cutícula al pasar por el tracto digestivo de los animales (Minson et ál. 1985).



Figura 4. Animal fistulado al esófago con bolsa colectora
Foto cortesía del Programa de Pastos y Forrajes del CIAT

Uso de alcanos como marcadores fecales.- Dove y Mayes (1991) propusieron un método de determinación de la composición de la dieta analizando el contenido de alcanos en plantas intactas y en las heces de los animales, ya que las cadenas de alcanos de diferente longitud son particulares de las distintas especies y, además, no son digeribles. Posteriormente Mayes y Dove (2006) propusieron que si se amplía la gama de compuestos, incluyendo las ceras presentes de manera natural en la cutícula de especies vegetales, se puede ampliar el espectro de especies animales y de ecosistemas a los que se puede aplicar esta metodología. El uso de los alcanos para determinar la selectividad ha funcionado bien cuando la dieta no es muy compleja; por ejemplo, para determinar la contribución de una gramínea y una leguminosa cuando estas se encuentran asociadas (Cortés et ál. 2005). Sin embargo, cuando la vegetación es más compleja es prácticamente imposible determinar la composición de la dieta usando alcanos, por el número de ecuaciones simultáneas que deberían establecerse. Se ha sugerido que el problema podría superarse si las especies pudieran agruparse en función de la concentración de alcanos (Bugalho et ál. 2002), pero esto no soluciona el problema de la determinación de la selectividad cuando la pastura polífita tiene un número amplio de especies.

Observación visual de plantas consumidas.- La determinación de las especies consumidas puede hacerse siguiendo a cada vaca en un trayecto de 50 m, o durante 10 minutos si en ese período el animal no alcanza a recorrer los 50 m. Simultáneamente, se registran las especies que va consumiendo el animal en cada bocado. Si los animales son mansos, el observador puede acercarse lo suficiente para hacer la observación directa sin perturbar el comportamiento del animal, pero en muchos casos es necesario utilizar binoculares. Esto supone que el observador esté familiarizado con las especies presentes en la pastura y que pueda reconocerlas al menos por su nombre común. Para agilizar el trabajo de toma de datos se sugiere utilizar una grabadora portátil. En este proceso es importante identificar el recorrido que hace el animal (transecto vaca), pues la composición botánica que se encuentra en ese recorrido va a servir de base para estimar el índice de selectividad. Es recomendable hacer las observaciones siempre a la misma hora y en un momento en que los animales presentan un pico de consumo.

Estimación del índice de selectividad.- Para calcular el índice de selectividad (IS) se divide la frecuencia con que la especie aparece en la extrusa o fue consumida en un transecto vaca determinado, entre la frecuencia en que se presenta la especie en el mismo transecto. El IS para cada especie consumida por los animales se calcula mediante una fórmula sencilla diseñada por Ngwa et ál. (2000):

$$IS_i = \frac{\text{Proporción 1 de la especie "i" en la dieta}}{\text{Proporción de la especie "i" en el transecto vaca}}$$

Para propósitos de interpretación, se considera que un valor de IS mayor que 1,3 indica que la especie está siendo preferida por sobre otras; un IS entre 1,3 y 0,7 indica que la especie es neutra –es decir, que la proporción consumida de la especie y su ocurrencia en la vegetación es la misma - y un IS menor de 0,7 indica que la especie es rechazada. Adicionalmente, las especies que se identifican como preferidas pueden clasificarse en dos categorías: altamente preferidas cuando el IS es mayor a 2,5 y medianamente preferidas o de mantenimiento cuando el IS está en un rango entre 2,49 y 1,31.

Las determinaciones del IS deben hacerse en diferentes épocas del año, pues este es un índice relativo que depende de las especies presentes en una pastura, de la época del año y del manejo al que esté sometida la

pastura. Por ello, las determinaciones de lo que está presente en la pastura y lo seleccionado por los animales deben hacerse en cada oportunidad. Por ejemplo, datos colectados en Muy Muy (Nicaragua) evidenciaron que las leñosas palatables mostraron índices de selectividad más altos en el período seco (Aastum 2006, Pineda et ál. 2009, Velásquez et ál. 2009). Por otro lado, la selectividad fue mayor cuando las pasturas estuvieron sometidas a una menor presión de pastoreo, ya fuera por diseño del sistema de manejo (ganado lactante vs. ganado horro), o por mayor permanencia de los animales en el potrero (Pineda et ál. 2009).

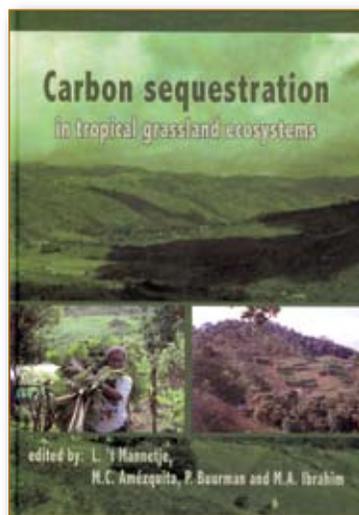
BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aastum, MI. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Trondheim, NO, Norwegian University of Science and Technology. 43 p.
- Archer, S; Pike, DA. 1991. Plant-animal interactions affecting plant establishment on revegetated rangeland. *Journal of Range Management* 44(6):558-565.
- Bugalho, MN; Dove, H; Kelman, W; Wood, JT; Mayes, RW. 2004. Plant wax alkanes and alcohols as herbivore diet composition markers. *Rangeland Ecology and Management* 57 (3):259-268.
- Cooper, SM; Owen-Smith, N. 1986. Effects of plants spine science on large mammalian herbivores. *Oecologia* 68: 446-455.
- Cortés, C; Damasceno, JC; Pine, RC. 2005. Use of *N*-alkanes for estimations of botanical composition in samples with different proportions of *Brachiaria brizantha* and *Arachis pintoi*. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34:1468-1474
- Demment, MW. 1982. The scaling of ruminoreticulum size with body weight in East African ungulates. *African Journal of Ecology* 20:43-70.
- Dove, H; Mayes, RW. 1991. The use of wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 42:913-952.
- Dumont, B; Gordon, IJ. 2003 Diet selection and intake within sites and across landscapes: Matching herbivore nutrition to ecosystem biodiversity. In 't Mannetje, L; Ramírez-Avilés, L; Sandoval-Castro, C; Ku-Vera, JC. (eds.). *Proceedings of the VIth International Symposium on the Nutrition of Herbivores* (Yucatán, MX, Universidad Autónoma de Yucatán). p. 173-194.
- Gordon, I. 1995. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small Ruminant Research* 6:203-214.
- Harker, KW; Torell, DT; Van Dyne, GM. 1964. Botanical examination of forage from esophageal fistulas in cattle. *Journal of Animal Science* 23: 465-469.
- Heady, HF; Torell, DT. 1959. Forage preference exhibited by sheep with esophageal fistulas. *Journal of Range Management* 12:28-34.
- Hess, HD; Lascano, C; Kreuzer, M. 2006. Limitations in assessment of forage intake and diet composition of steers grazing tropical pastures with short-term intake rate and esophageal fistulated steers. In Sandoval-Castro, CA; DeB, H; Torres Acosta JF; Ayala, A. (Eds.). *Herbivores: The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds*. Nottingham, UK, Nottingham Univ. British Society of Animal Science Publication No. 34. p. 41-47.

- Hewitson, L; Dumont, B; Gordon, IJ. 2005. Response of foraging sheep to variability in the spatial distribution of resources. *Animal Behaviour* 69:1069-1076.
- Hoyos, P. 1987. Características nutritivas y botánicas de sabana nativa sin quema suplementada con leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 153 p.
- Hutchings, NJ; Gordon, IJ. 2001. A dynamic model of herbivore-plant interactions on grasslands. *Ecological Modeling* 136:209-222.
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004, Manual del usuario. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat, FCA.
- Jongman, RH; ter Braak, CJ; van Tongeren, OF. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, NL, PUDOC. 299 p.
- Lepš, J; Šmilauer, P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 269 p.
- Makkar, HPS. 2006. Chemical and biological assays for quantification of major plant secondary metabolites. In Sandoval-Castro, CA; DeB, H; Torres Acosta JF; Ayala, A. (Eds.). *Herbivores: The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds*. Nottingham, UK, Nottingham Univ. British Society of Animal Science Publication No. 34. p. 235-249.
- Malechek, J; Provenza, F. 1983. Comportamiento alimentario y nutrición del ganado caprino en pastizales. *Revista Mundial de Zootecnia* 47:38-48.
- Mayes, RW; Dove, H. 2006. The use of N-alkanes and other plant-wax compounds as markers for studying the feeding and nutrition of large mammalian herbivores. In Sandoval-Castro, CA; DeB, H; Torres Acosta JF; Ayala, A. (Eds.). *Herbivores: The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds*. Nottingham, UK, Nottingham Univ. British Society of Animal Science Publication No. 34. p. 153-182.
- Mendoza, P; Lascano, C. 1985. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. In: Lascano, C; Pizarro, E. (Eds.). *Evaluación de pasturas con animales: alternativas metodológicas*. Memorias de Reunión de Trabajo celebrada en Perú, 1-5 octubre 1984. Cali, CO, CIAT. p. 143-165.
- Milchunas, D; Sala, O; Lauenroth, W. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structures. *American Naturalist* 132: 87-106.
- Minson, DJ; Stobbs, TH; Hegarty, MP; Playne, MJ. 1985. Measuring the nutritive value of pasture plants. In Shaw, NH; Bryan, W. (eds.). *Tropical pasture research: Principles and methods*. Commonwealth Agricultural Bureau Bulletin 51:308-337.
- Nai-Bregalio, N; Pucheta, D; Cabido, M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:613-623.
- Ngwa, A; Pone, DK; Mafeni, JM. 2000. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology* 88:253-266.
- Olson, KC. 1991. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *Journal of Range Management* 44:515-519.
- Pineda, N; Pérez, E; Vásquez, F. 2009. Evaluación de la selectividad animal de plantas herbáceas y leñosas forrajeras durante dos épocas en la zona alta del Municipio de Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:46-50.
- Pyke, GH; Pulliam, HR; Charnov, EL. 1977. Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology* 52:137-154.
- Ramos, G; Frutos, P; Giráldez, FJ; Mantecón, AR. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia* 47(180):597-620.
- Salem, HB; Papachristou, TG. 2005. Methodology for studying vegetation of grazing lands and determination of grazing animal responses. *Options Méditerranéennes. Séminaires Méditerranéens* No. 67. p. 291-305.
- Santos, S. 2001. Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Tese Doutorado em Nutrição e Produção Animal. Botucatu, SP, Universidade Estadual Paulista. 190 p.
- Senft, R; Coughnour, M; Bailey, D; Rittenhouse, L; Sala, O; Swift, D. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience* 37:789-799.
- Skarpe, C; Jansson, I; Seljeli, L; Bergström, R; Røskaft, E. 2007. Browsing by goats on three spatial scales in a semi-arid savanna. *Journal of Arid Environment* 68:480-491.
- Sparks, DR; Malecheck, JC. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management* 21:264-265.
- Ter Braak, CJ; Šmilauer, P. 2002. CANOCO 4.5, CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows, User's guide. Wageningen, NL, Biometrics. 500 p.
- Tergas, L. 1982. Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. In Paladines, O; Lascano, C. (Eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas*. Cali, CO, CIAT. p. 64-80.
- Van Soest, P. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University. 2 ed. 457 p.
- Velásquez, R. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 87 p.
- Velásquez, R; Pezo, D; Skarpe, C; Ibrahim, M; Mora-Delgado, J; Benjamin, T. 2009. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* No. 47:51-60.

Reseñas

Mannetje, L; Amézquita, MC; Buurman, P; Ibrahim, M. eds. 2008. *Carbon Sequestration in Tropical Grassland Ecosystems*. Wageningen Academic Publisher. 221 p.



Este libro muestra que los sistemas productivos bien manejados y los ecosistemas silvopastoriles en América Tropical son capaces de secuestrar y almacenar grandes cantidades de carbono (C) en el suelo, en comparación con los bosques naturales.

En el libro se reportan resultados de una serie de investigaciones realizadas en un periodo de 5 años en el marco de un proyecto de investigación realizado en América Tropical (Colombia y Costa Rica). Los *stocks* de carbono presentes en los suelos y en

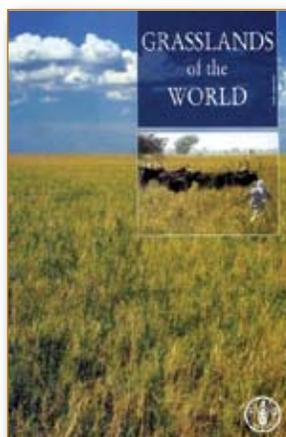
la vegetación de sistemas establecidos y pasturas experimentales, bancos forrajeros y sistemas silvopastoriles en fincas comerciales fueron comparados con los presentes en bosques adyacentes y en suelos degradados. El objetivo del libro es identificar los sistemas de producción que incrementan la producción ganadera, los ingresos en las fincas y que al mismo tiempo, contribuyen a reducir la acumulación de CO₂ en la atmósfera, pues se reconoce por parte de políticos y científicos que este gas es responsable en buena parte del calentamiento global.

El proyecto fue realizado en los suelos Andinos del bosque siempre verde en Colombia, el ecosistema del bosque húmedo tropical en Colombia, el sistema del trópico subhúmedo en el Pacífico de Costa Rica, y el ecosistema de bosque húmedo tropical en la zona Atlántica de Costa Rica.

En algunos capítulos se presentan consideraciones en relación a la variabilidad del suelo y como esta afecta la calidad de los datos y como podrían ser extrapolados los datos mediante el modelaje. Además, se identifican las regiones de otras partes de América tropical con condiciones similares a los cuatro ecosistemas del estudio, donde los resultados obtenidos podrían ser aplicables.

Este proyecto, de carácter multinacional, fue realizado por equipos de científicos de universidades e institutos de investigación en Colombia, Costa Rica y Holanda y contribuyó a la capacitación de estudiantes graduados y del personal joven de las organizaciones participantes.

Suttie, JM; Reynolds, SG; Batello, C. eds. 2005. *Grasslands of the world*. Roma, IT, FAO. 514 p. (ISBN 92-5-105337-5)



Este libro compila información sobre las características, la condición, el uso presente y los problemas de los principales sistemas de pastizal en el mundo, incluyendo las sabanas del este y sur de África, la estepa Patagónica, los campos de Sudamérica (Argentina, Brasil y Uruguay), Norteamérica, las estepas de Mongolia, Tibet y Rusia, y los pastizales australianos. Se presta particularmente atención a los sistemas de producción ganaderos asociados con cada uno de los tipos principales, los sistemas pastoriles antrópicos y los desafíos para su manejo sostenible, incluyendo un análisis de los problemas

de degradación y las formas de recuperación de sistemas degradados. A través de los distintos capítulos se señala que los recursos pastoriles son más que simplemente forraje consumible y que muchos otros factores deben ser considerados para su manejo, principalmente el agua en todas las áreas. La estacionalidad de la disponibilidad de forraje es característica de la mayoría de las áreas de pastoreo, por lo cual, se describen las estrategias para enfrentar las estaciones de baja producción. Se mencionan los problemas principales de cada uno de los tipos y se discuten posibles estrategias para su manejo sostenible, teniendo en cuenta sus funciones múltiples, no sólo la producción ganadera.

El índice de contenidos completo puede accederse en <http://www.fao.org/docrep/008/y8344e/y8344e00.htm> y la versión completa en formato pdf en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y8344e/y8344e02.pdf>.

Hodgson, JG; Illius, AW. eds. 1998. *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, GB, CAB International. 480 p. (ISBN: 9780851991078)

El conocimiento y el manejo de los sistemas terrestres bajo pastoreo son de gran importancia para ecólogos y profesionales en las áreas agro-pastoril y del medio ambiente. Este libro sintetiza un rango amplio de perspectivas sobre los sistemas de pastoreo, basadas en las ciencias de la vegetación, zoología y ecología. Consta de cuatro partes en donde se tratan: 1) Las plantas y sus poblaciones, incluyendo síntesis sobre las estrategias de supervivencia de las plantas en sistemas de pastoreo y sobre la dinámica de las interacciones entre pastos y especies leñosas. 2) Los animales y sus poblaciones, en donde se reseñan las estrategias de forrajeo, los aspectos bioquímicos y de ingesta de la conducta animal y los sistemas de pastoreo con especies múltiples. 3) El manejo de los sistemas de pastoreo en donde se analizan su complejidad y estabilidad y se discuten los aspectos de manejo particulares de distintos biomas (pastizal templado, mediterráneo y tropical). Estos capítulos cubren los sistemas intensivos y

los extensivos (incluyendo el manejo de pastizales naturales) de las grandes zonas agro-ecológicas del mundo. 4) Se concluye sobre el progreso en la comprensión de la ecología y el manejo de sistemas de pastoreo. En síntesis, el libro reseña los principios del crecimiento y la competencia en las plantas, de la nutrición animal, de la conducta de pastoreo de los animales y de las interacciones entre las plantas y los animales, factores que son centrales para la comprensión de los sistemas de pastoreo. Está escrito por autoridades en la materia de E.E.U.U., Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Israel y Francia. Constituye una contribución importante para estudiantes avanzados, investigadores en el área de las ciencias de la vegetación (especialmente pastizales), zoología (especialmente rumiantes) y ecosistemas naturales y agro-pastoriles.

El libro puede adquirirse en CAB Internacional (www.cabi.org) por el costo USD 140 y USD 65, para encuadernación con tapas duras y blandas respectivamente.

Grice, AC; Hodgkinson, KC. eds. 2002. Global rangelands: Progress and prospects. Townsville, AU, CSIRO. 320 p. (ISBN: 9780851995236)

Más de la mitad de la superficie de la tierra no cubierta por agua está en pastizales, y millones de personas dependen directamente de éstos. Los pastizales son considerados tradicionalmente como aquellas áreas en que la vegetación natural es utilizada por animales criados en explotaciones ganaderas y por otros herbívoros nativos, pero en esta publicación se hace un análisis más amplio del uso que da la humanidad a los pastizales. Los pastizales no sólo resultan en productos pecuarios, sino que también proveen combustibles, minerales y agua, y son utilizados para el ecoturismo, la recreación, la conservación de la naturaleza y como almacenes de carbono. En tal sentido el libro hace un análisis holístico del rol de los pastizales desde diferentes perspectivas tales como la ecología y el manejo de los pastizales, el rol de los pastizales en el contexto de otros recursos naturales, la rehabilitación de ecosistemas degradados, el impacto de la degradación y de la recuperación de pastizales degradados, y el rol de las personas y sus percepciones respecto al rol de los pastizales en sus medios de vida.

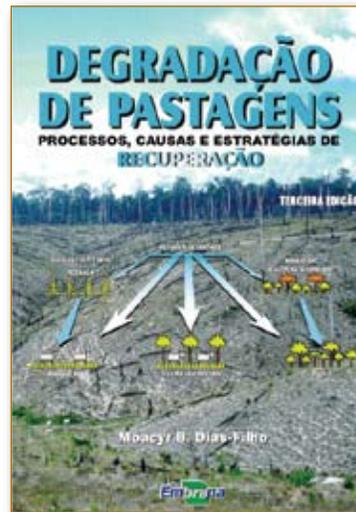
La publicación contiene varias de las contribuciones más relevantes presentadas en el IV Congreso Internacional de Pastizales titulado "La Gente y los Pastizales: Construyendo el Futuro", que se celebró en Townsville, Australia, en Julio de 1999. Es de interés para investigadores, docentes, técnicos y estudiantes avanzados interesados en ecología de pastizales, así como para economistas y científicos sociales que trabajan en temas relacionados con el uso de recursos naturales.

Forbes, GM. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2nd Edition. Wallingford, GB, CAB International. 450 p. (ISBN: 9781845932794).

La importancia del tema para investigadores y docentes que trabajan en los temas de nutrición animal y utilización de pasturas han llevado al autor a preparar una segunda edición revisada del libro publicado en 1995. En esta nueva edición el autor ha reducido el número de referencias puntuales que soportaban cada afirmación, y más bien se concentra en citar revisiones bibliográficas recientes, pero ha puesto a disposición de los lectores una lista amplia de referencias sobre el tema a través del sitio web: <http://www.fbs.leeds.ac.uk/ForbesRef/>

RefsForFirstEdition. El autor ha organizado los diferentes capítulos en cinco secciones, a saber: (a) Bases del comportamiento ingestivo; (b) Mecanismos que regulan el consumo y la selectividad; (c) Teorías de control de consumo; (d) Relaciones entre el consumo, la digestibilidad y la composición de alimentos; y (e) Factores propios del animal y del ambiente que afectan el consumo. Si bien en esta edición se amplían y actualizan la mayor parte de los temas tratados en la primera edición, en esta no se incluye el capítulo sobre consumo bajo condiciones de pastoreo. Un aspecto del libro que lo hace muy adecuado para los investigadores y estudiantes avanzados es que no sólo discute conceptos, teorías y modelos, sino que además, en varios de los capítulos hace énfasis en definiciones y en metodologías de evaluación.

Días-Filho, MB. 2007. Degradação de pastagens: Processos, causas e estratégias de recuperação. 3ª Edição. EMBRAPA Amazonia Oriental, Belem, Pará, Brasil. 190 p. (ISBN: 8587690654)



La degradación de pasturas es una de las principales limitaciones para la sostenibilidad de la actividad pecuaria en las regiones tropicales, que además resulta en un menor ingreso para los productores y en impactos ambientales negativos como son la pérdida de la biodiversidad, la sedimentación de los ríos y la menor capacidad para la captura de gases con efecto invernadero. En el libro el autor discute en forma sencilla y didáctica los conceptos técnicos asociados con el entendimiento de los procesos

involucrados en la degradación de pasturas introducidas en el trópico americano y las alternativas prácticas para revertir el proceso. El libro está organizado en tres secciones: (a) Conceptos e indicadores de la degradación de pasturas; (b) Procesos y causas de la degradación; y (c) Estrategias de recuperación.

Esta 3ª edición no sólo incluye cambios estructurales con relación a las dos ediciones anteriores, sino que además incluye información nueva que permite ampliar la utilidad de la obra a un rango más amplio de ecosistemas de pasturas cultivadas en América Tropical. El libro incluye más de 250 referencias sobre el tema. Por otro lado, el glosario incluido resulta de mucha utilidad para los lectores de habla hispana, dado que la obra está escrita en portugués. Por la sencillez con que se tratan los diferentes temas y las ilustraciones contenidas, el libro no servirá sólo para investigadores, docentes, extensionistas y estudiantes interesados en el tema de pasturas tropicales cultivadas, sino también para decisores e incluso para productores de avanzada.

Las personas interesadas en adquirir el libro pueden contactar a la siguiente dirección: sac@sct.embrapa.br. También lo pueden conseguir a través de: <https://ssl503.websiteseuro.com/livraria2/produtos.asp?produto=1040>

Publicaciones recientes sobre las interacciones entre pastos, árboles y herbívoros en sistemas silvopastoriles

- Ainalis, AB; Tsiouvaras, CN; Nastis, AS. 2006. Effect of summer grazing on forage quality of woody and herbaceous species in a silvopastoral system in northern Greece. *Journal of Arid Environments* 67:90-99.
- Andrade, HJ; Brook, R; Ibrahim, M. 2008. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. *Plant and Soil* 308:11-22.
- Arbouche, F; Arbouche, R; Arbouche, HS; Arbouche, Y; Yakhlef, H. 2008. Evaluation des pâturages forestiers: Cas de la strate herbacée sous chêne liège du Nord Est Algérien (en línea). *Livestock Research for Rural Development* 20(3). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/3/arbo20035.htm>
- Aregawi, T; Melaku, S; Nigatu, L. 2008. Management and utilization of browse species as livestock feed in semi-arid district of North Ethiopia (en línea). *Livestock Research for Rural Development* 20(6). Consultado 9 mar 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/areg20086.htm>
- Ares, A; St Louis D; Brauer, D. 2003. Trends in tree growth and understory yield in silvopastoral practices with southern pines. *Agroforestry Systems* 59:27-33.
- Ávila-Ramírez, NA; Ayala-Burgos, A; Gutiérrez Vázquez, E; Herrera-Camacho, J; Madrigal-Sánchez, X; Ontiveros-Alvarado, S. 2007. Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante la época de sequía en la Selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán México (en línea). *Livestock Research for Rural Development* 19(6) Consultado 10 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073.htm>
- Buergler, AL; Fike, JH; Burger, JA; Feldhake, CM; McKenna, JR; Teutsch, CD. 2006. Forage nutritive value in an emulated silvopasture. *Agronomy Journal* 98:1265-1273.
- Chauchard, S; Carcaillet C; Guibal, F. 2007. Patterns of land-use abandonment control tree-recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains. *Ecosystems* 10:936-948.
- Dias, PF; Manhães Souto, S; Silva Resende, A; Fernandes Moreira, J; Polidoro, JC; Carneiro Campello, EF; Franco, AA. 2006. Influencia da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. *Pasturas Tropicales* 28(2):8-17.
- Díaz Jaimes, LA; Moreno-Elcure, F; Carrero, L. 2006. Modelo silvopastoril de regeneración natural con especies forestales, promotor de servicios ambientales en la zona norte del Estado Táchira, Venezuela (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18(11) Consultado 10 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/ampa18153.htm>
- Dulormne, M; Sierra, J; Bonhomme, R; Cabidoche, YM. 2004. Seasonal changes in tree-grass complementarity and competition for water in a subhumid tropical silvopastoral system. *European Journal of Agronomy* 21:311-322.
- Esquivel, MJ; Harvey, CA; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C. 2008. Effects of pasture management on the natural regeneration of neotropical trees. *Journal of Applied Ecology* 45:371-380.
- Fisher, MJ; Braz, SP; Dos Santos, RSM; Urquiaga, S; Alves, BJR; Boddey, RM. 2007. Another dimension to grazing systems: Soil carbon. *Tropical Grasslands* 41:65-83.
- Fornara, DA; Toit, JT. du. 2008. Community-level interactions between ungulate browsers and woody plants in an African savanna dominated by palatable-spinescent Acacia trees. *Journal of Arid Environments* 72:534-545.
- Frank, DA. 2005. The interactive effects of grazing ungulates and aboveground production on grassland diversity. *Oecologia* 143:629-634.
- Gibbons, P; Briggs, SV; Ayers, DA; Doyle S; Seddon, J; McElhinny, C; Jones N; Sims R; Doody, JS. 2008. Rapidly quantifying reference conditions in modified landscapes. *Biological Conservation* 141:2483-2493.
- Gillet, F. 2008. Modelling vegetation dynamics in heterogeneous pasture-woodland landscapes. *Ecological Modelling* 217:1-18.
- Girardideiro, AM; Damota, AF; Gonçalves, JON. 1994. Effect of cutting shrub plants on herbaceous vegetation of Serra do Sudeste, RS, Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 29:1823-1832.
- González Gómez, JC; Madrigal Sánchez, X; Ayala Burgos, A; Juárez Caratachea, A; Gutiérrez Vázquez, E. 2006. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18(8). Consultado 10 mar. 2009. Disponible <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>
- Grace, J; San Jose, J, Meir, P; Miranda, HS; Montes, RA. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *Journal of Biogeography* 33:387-400.
- Haile, SG; Nair, PKR; Nair, VD. 2008. Carbon storage of different soil-size fractions in Florida silvopastoral systems. *Journal of Environmental Quality* 37:1789-1797.
- Hansen, HH; Sanou, L; Nacoulma, BMI. 2008. Tree leaves in the diet of free-ranging ruminants in three areas of Burkina Faso (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20(3). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/3/hann20033.htm>
- Herrera, J; Hernandez, A; Noda AC. 2007. Preliminary study on the

- feeding performance of dairy goats in a silvopastoral system. *Cuban Journal of Agricultural Science* 41:309-312.
- Holmann F; Argel, P; Pérez, E. 2009. Benefits of adopting improved forages in smallholder farms in Central America: An *ex post* analysis (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 21(2). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd21/2/holm21020.htm>
- Ikhimioya, I. 2008. Acceptability of selected common shrubs/tree leaves in Nigeria by West African Dwarf goats (en línea). Volume 20(6). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/ikhi20090.htm>
- Jimenez-Ferrer, G; López-Carmona, M; Nahed-Toral, J; Ochoa-Gaona S; Jong, B. de. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México / Fodder trees and shrubs of the north-tzotzil region of Chiapas, Mexico. *Vet. Méx.* 39(2):199-213.
- Killeen, TJ. 1991. Effect of grazing on native Gramineae in Concepción, Santa Cruz, Bolivia. *Tropical Grasslands* 25:12-19.
- Kohler, F; Gillet, F; Reust, S; Wagner, HH; Gadallah, F; Gobat, JM; Buttler, A. 2006. Spatial and seasonal patterns of cattle habitat use in a mountain wooded pasture. *Landscape Ecology* 21:281-295.
- Laborde, J; Guevara, S; Sanchez-Ríos G. 2008. Tree and shrub seed dispersal in pastures: The importance of rainforest trees outside forest fragments. *Ecoscience* 15(1):6-16.
- Lehmkuhler, JW; Felton, EED; Schmidt, DA; Bader, KJ; Garrett, HE; Kerley, MS. 2003. Tree protection methods during the silvopastoral-system establishment in midwestern USA: Cattle performance and tree damage. *Agroforestry Systems* 59:35-42.
- Mayer, AC; Huovinen, C. 2007. Silvopastoralism in the Alps: Native plant species selection under different grazing pressure. *Ecological Engineering* 29:372-381.
- McAdam, JH. 1991. An evaluation of tree protection methods against Scottish Blackface sheep in an upland agroforestry system. *Forest Ecology and Management* 45:119-125.
- Medina, SM; Orozco, H; Díez, MC. 2008. Establecimiento de un sistema silvopastoril mediante las especies *Alnus acuminata* H.B.K. y *Acacia decurrens* Willd y respuesta al empleo de organismos rizofélicos en San Pedro (Antioquia) (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20(1). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/medi20007.htm>
- Mtengeti, EJ; Mhelela, A. 2006. Screening of potential indigenous browse species in semi-arid central Tanzania. A case of Gairo division (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18 (9). consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/mten18122.htm>
- Nair, VD; Nair, PKR; Kalmbacher, RS; Ezenwa, IV. 2007. Reducing nutrient loss from farms through silvopastoral practices in coarse-textured soils of Florida, USA. *Ecological Engineering* 29:192-199.
- Negussie, A; Aerts, R; Gebrehiwot, K; Muys, B. 2008. Seedling mortality causes recruitment limitation of *Boswellia papyrifera* in northern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 72:378-383.
- Odedire, JA; Babayemi, OJ. 2008. Comparative studies on the yield and chemical composition of *Panicum maximum* and *Andropogon gayanus* as influenced by *Tephrosia candida* and *Leucaena leucocephala* (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20(2). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/2/oded20027.htm>
- Oesterheld, M; Loreti, J; Semmartín, M; Paruelo, JM. 1999. Grazing, fire, and climate effects on primary productivity of grasslands and savannas. In Walker, LR. ed. *Ecosystems of Disturbed Ground*. New York, US, Elsevier. p. 287-306.
- Oesterheld, M; McNaughton, SJ. 2000. Herbivory in terrestrial ecosystems. In Sala, OE; Jackson, RB; Mooney, HA; Howarth, RW. eds. *Methods in ecosystem science*. Springer-Verlag, New York, US. p. 151-157.
- Oliveira, ME. de, Leite, LL; Franco, AC; Castro LHR. 2005. Efeito de duas espécies nativas de árvores sobre as propriedades do solo e forragem de *Brachiaria decumbens* Stapf. *Pasturas Tropicales* 27 (1):51-55.
- Peri, PL; Lucas, RJ; Moot, DJ. 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. *Agroforestry Systems* 70:63-79.
- Pineiro, G; Paruelo, JM; Oesterheld, M. 2006. Potential long-term impacts of livestock introduction on carbon and nitrogen cycling in grasslands of Southern South America. *Global Change Biology* 12:1267-1284.
- Plieninger, T. 2007. Compatibility of livestock grazing with stand regeneration in Mediterranean holm oak parklands. *Journal for Nature Conservation* 15:1-9.
- Plieninger, T; Pulido, FJ; Konold, W. 2003. Effects of land-use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for conservation and restoration. *Environmental Conservation* 30(1):61-70.
- Plieninger, T; Schaar, M. 2008. Modification of land cover in a traditional agroforestry system in Spain: Processes of tree expansion and regression (en línea). *Ecology and Society* 13(2): Consultado 12 mar. 2009. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art25/>
- Pollock, KM; Mead, DJ. 2008. Influence of pasture understories and tree management on soil moisture under a young New Zealand stand of *Pinus radiata*. *Plant and Soil* 310:181-199.
- Pollock, KM; Mead, DJ; McKenzie, BA. 2009. Soil moisture and water use by pastures and silvopastures in a sub-humid temperate climate in New Zealand. *Agroforestry Systems* 75:223-238.
- Pugnaire, FI; Luque, MT. 2001. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress. *Oikos* 93:42-49.
- Rozados-Lorenzo, MJ; Gonzalez-Hernandez, MP; Silva-Pando, FJ. 2007. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. *Agroforestry Systems* 70:53-62.
- Schmitz, MF; Sanchez, IA; Aranzabal, I. de. 2007. Influence of management regimes of adjacent land uses on the woody plant richness of hedgerows in Spanish cultural landscapes. *Biological Conservation* 135:542-554.
- Semmartin, M; Garibaldi, LA; Chaneton, EJ. 2008. Grazing history effects on above- and below-ground litter decomposition and nutrient cycling in two co-occurring grasses. *Plant and Soil* 303:177-189.
- Seymour, CL. 2008. Grass, rainfall and herbivores as determinants of *Acacia erioloba* (Meyer) recruitment in an African savanna. *Plant Ecology* 197:131-138.
- Shono, K; Cadaweng, EA; Durst, PB. 2007. Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology* 15:620-626.
- Smit, C; Vandenbergh, C; Ouden, J. Den, Muller-Scharer, H. 2007. Nurse plants, tree saplings and grazing pressure: changes in facilitation along a biotic environmental gradient. *Oecologia* 152:265-273.

- Thu Hong, NT; Quac, VA; Kim Chung, TT; Hiet, BV; Mong, NT; Huu, PT. 2008. *Mimosa pigra* for growing goats in the Mekong Delta of Vietnam (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20(12). Consultado 9 mar. 2009. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/hong20208.htm>
- Tyler, CM; Davis, FW; Mahall, BE. 2008. The relative importance of factors affecting age-specific seedling survival of two co-occurring oak species in southern California. *Forest Ecology and Management* 255:3063-3074.
- Valladares, F; Percy, RW. 2002. Drought can be more critical in the shade than in the sun: a field study of carbon gain and photo-inhibition in a Californian shrub during a dry El Niño year. *Plant Cell Environment* 25:749-759.
- Van Uytvanck, J; Decler, K; Hoffmann, M. 2008. Establishment patterns of woody species in low intensity-grazed pastures after the cessation of intensive agricultural use. *Forest Ecology and Management* 256:106-113.
- Van Uytvanck, J; Maes, D; Vandenhaute, D; M. Hoffmann. 2008. Restoration of wood pasture on former agricultural land: The importance of safe sites and time gaps before grazing for tree seedlings. *Biological Conservation* 141:78-88.
- Vandenbergh, C; Frelechoux, F; Moravie, MA; Gadallah, F; Buttler, A. 2007. Short-term effects of cattle browsing on tree sapling growth in mountain wooded pastures. *Plant Ecology* 188:253-264.
- Wick, B; Tiessen, H. 2008. Organic matter turnover in light fraction and whole soil under silvopastoral land use in semiarid northeast Brazil. *Rangeland Ecology & Management* 61:275-283.
- Yamamoto, W; Ap Dewi, I; Ibrahim, M. 2007. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agricultural Systems* 94:368-375.
- Zhai, T; Mohtar, RH; Gillespie, AR; Kiparski, GR. von, Johnson KD; Neary, M. 2006. Modeling forage growth in a Midwest USA silvopastoral system. *Agroforestry Systems* 67:243-257.
- Zida, D; Sawadogo, L; Tigabu, M; Tiveau, D; Oden, PC. 2007. Dynamics of sapling population in savanna woodlands of Burkina Faso subjected to grazing, early fire and selective tree cutting for a decade. *Forest Ecology and Management* 243:102-115.

Agenda Agroforestal

2º Congreso Mundial de Agroforestería Agroforestería – El Futuro del Uso de la Tierra a Nivel Global

Fecha: 23 al 29 de agosto del 2009

Lugar: Nairobi , Kenia

Objetivos: El congreso evaluará las oportunidades para que la ciencia agroforestal contribuya en la promoción de formas de uso sostenible de la tierra a nivel mundial. El congreso será un foro para investigadores, educadores, técnicos y decisores agroforestales a nivel mundial para:

- Compartir resultados de investigación, experiencias e ideas que ayudarán en decisiones que tendrán impactos en medios de vida y el ambiente global
- Explorar nuevas oportunidades y fortalecer la cooperación en la investigación, educación, capacitación y el desarrollo agroforestal
- Formar nuevas redes y comunidades de práctica y fortalecer las ya existentes.

Temas:

- Los mercados como determinantes del uso agroforestal de la tierra
- La rehabilitación de tierras degradadas y cuencas basada en el uso de árboles
- Adaptación y mitigación del cambio climático
- La contribución de la agroforestería a una agricultura multifuncional, combinando productividad y sostenibilidad ambiental
- Opciones de política e innovaciones institucionales para el uso agroforestal de la tierra

Más información en el sitio web:

<http://www.worldagroforestry.org/wca2009/>

IX Congreso Internacional de Pastizales

Fecha: 3 – 10 de abril del 2011 **Lugar:** Rosario, Argentina

Objetivos: Promover el intercambio de experiencias e información científica y técnica en todos los aspectos relacionados con los pastizales: investigación, planeamiento, desarrollo, manejo, extensión, educación y capacitación.

Temas:

- El impacto potencial del incremento en la absorción de CO₂ en los pastizales
- El balance entre las especies leñosas y herbáceas, incluyendo el efecto de la herbivoría y el fuego
- Agro-silvo-pastoralismo
- Rehabilitación de áreas severamente degradadas
- Conservación de la diversidad biológica de plantas y animales en pastizales
- Aspectos socioeconómicos de la fauna, incluyendo su relación con otros utilizadores de los pastizales

Más información en el sitio web: <http://www.rangelandcongress.com/>

Estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos como instrumento para el desarrollo de la ganadería sostenible en el trópico

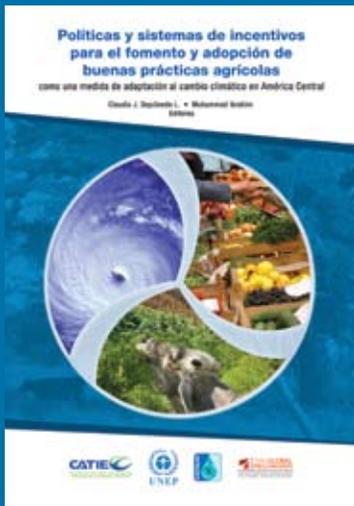
Fecha: 5 - 10 octubre del 2009 **Lugar:** Turrialba, Costa Rica

Objetivo: Fortalecer las capacidades de las y los profesionales/extensionistas en conceptos y contenidos de la ganadería sostenible, los instrumentos y herramientas de mitigación y adaptación como formas de enfrentar los efectos del cambio climático en fincas ganaderas de la región Tropical.

Temas:

- El cambio climático y su impacto, biofísico, social, económico y político en relación a las fincas ganaderas
- Ganadería sostenible
- Tecnologías ganaderas para la adaptación al cambio climático
- Impactos del cambio climático sobre los medios de vida de las fincas ganaderas
- Marco conceptual de la mitigación en fincas ganaderas
- Importancia de los servicios ecosistémicos en la mitigación de los gases de efectos invernadero y en sistemas de producción ganaderos
- Políticas ganaderas que pueden contribuir a la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas

Más información en el sitio web: www.catie.ac.cr/capacitacion

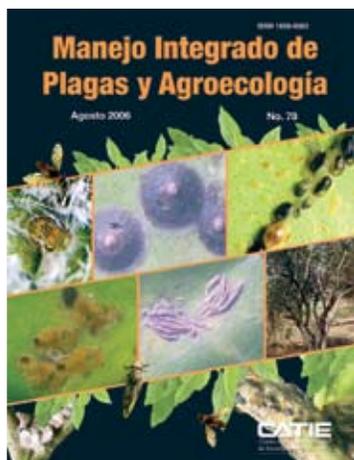


Tecnologías apropiadas de adaptación al cambio climático

Incentivos para la implementación de buenas prácticas de adaptación al cambio climático (Políticas, adopción de sistemas silvopastoriles, pagos de servicios ambientales, financiamiento rural).

Para más información

Claudia Sepúlveda, csepul@catie.ac.cr
Muhamad Ibrahim, mibrahim@catie.ac.cr
Tel. (506) 2558-2341



Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

- Resultados y experiencias de investigación
- Transferencia de tecnología de redes de investigación
- Boletines informativos
- Foro de discusión

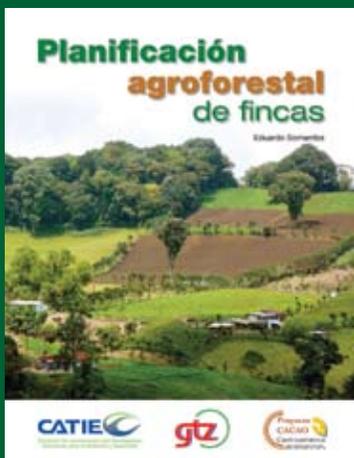
Visítenos en

<http://www.catie.ac.cr/revistas>

O escribanos a:

cicmip@catie.ac.cr
Tel. (506) 2558-2408

Revista publicada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)



Planificación Agroforestal de Fincas

Este manual contiene todos los materiales de apoyo necesarios para desarrollar un curso sobre planificación agroforestal de fincas.

Es parte de una serie de manuales de enseñanza agroforestal para universitarios, que ha sido financiada por la GTZ desde hace más de 10 años.

Este módulo introduce la innovación de ofrecer una versión en digital del curso Métodos de Investigación Agroforestal y Planificación Agroforestal que es parte de la Maestría en Agroforestería Tropical impartida en CATIE.

Más información

Eduardo Somarriba: esomarri@catie.ac.cr
Shirley Orozco Estrada: sorozco@catie.ac.cr • Tel: (506) 2558-2466

Representaciones Nacionales del CATIE

Para mayor información del CATIE, puede contactar las oficinas en los países miembros.

Belice

proyeccion@catie.ac.cr

Bolivia

catiebolivia@catie.ac.cr

Colombia

proyeccion@catie.ac.cr

El Salvador

catiees@catie.ac.cr

Guatemala

catieguatemala@catie.ac.cr

Honduras

catiehonduras@catie.ac.cr

México

proyeccion@catie.ac.cr

Nicaragua

catienicaragua@catie.ac.cr

Panamá

catiepanama@catie.ac.cr

Paraguay

proyeccion@catie.ac.cr

República Dominicana

proyeccion@catie.ac.cr

Venezuela

proyeccion@catie.ac.cr

Agroforestería en las Américas es publicada por la División de Investigación y Desarrollo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (**CATIE**), institución a la que están suscritos 13 países de la región: Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela.

Para mayor información, escribanos a
Agroforestería en las Américas
CATIE 7170
Cartago, Turrialba 30501
Costa Rica
Tel: (506) 2558-2408
Fax: (506) 2558-2045
Correo electrónico: agrofor@catie.ac.cr