

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**RELACIONES ENTRE LA COBERTURA ARBÓREA EN POTREROS Y LA  
PRODUCCIÓN BOVINA EN FINCAS GANADERAS EN EL TRÓPICO SECO,  
CAÑAS, COSTA RICA**

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

***MAGÍSTER SCIENTIAE***

**POR  
CLAUDIA RESTREPO SÁENZ**

**Turrialba, Costa Rica  
2002**

## DEDICATORIA

A Alberto Navas, mi compañero, porque siempre ha estado en el momento justo, por su amor, comprensión y apoyo total.

A mi mamá, porque gracias a su ejemplo y su amor he logrado tantos sueños.

A mi adorado Colombia, porque un día todos vivamos en armonía.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo, agradezco al Dr. Muhammad Ibrahim por su apoyo incondicional, su aporte a mi formación académica y su amistad.

Al proyecto FRAGMENT "Developing methods and models for assessing the impacts of trees on farm productivity and regional biodiversity in fragmented landscapes" quien financió y contribuyó con la elaboración de este trabajo y en especial a sus participantes, por su apoyo.

Al comité asesor por su aporte a este trabajo, Doctores Celia Harvey, Jean Michel Harmmand y Jorge Morales.

A la Hacienda La Montaña, en especial a Heiner Corea, quien me permitió y ayudo a desarrollar el trabajo en esta finca, de una manera exitosa. También a todos los que me apoyaron allí, Mario, Tulio, José Dennis, quienes me hicieron sentir como en casa.

A todos y cada uno de los finqueros en Cañas, quienes colaboraron muy amablemente con la información acerca de sus fincas y de la zona.

A la Cámara de Ganaderos y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en Cañas, por su colaboración con la realización del proyecto. En especial a Lizanias Zúñiga, Jorge Morales, Gerardo Barbosa.

A todos mis ayudantes en el campo, Rayner, Luis, Saúl, Oscar, Mauricio, del Colegio Universitario para el Riego y Desarrollo en el Trópico Seco (CURDTS) en Cañas.

A mis compañeros en Cañas, Giovanni Cárdenas, Gerardo Díaz, Eunice Fallas, Iván Sandoval, quienes me ayudaron mucho.

A Alberto Navas, mi novio, por su apoyo incondicional, su amor y comprensión durante todo este tiempo, entre muchas otras cosas.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por su aporte en mi formación académica, profesional y personal.

A quienes me han ayudado tantas veces en CATIE, Patricia Aguilar, Alexis Pérez, Ana Guerrero, Celia López, Patricia Hernández y todo el personal del área de Agroforestería.

A mis amigos, a Francisco Soto, Beatriz Gallego, Alana Aguiar, Alexander Navas, Claudia Muñoz, Raymunda Araujo, Alfonso Suárez, quienes hicieron mi vida en CATIE muy distinta.

En fin, a todos los que de alguna manera me ayudaron a realizar este trabajo y a crecer como persona durante estos dos años, MIL GRACIAS!!!

"Los autores son los únicos responsables por el material reportado en este trabajo; esta publicación no representa la opción de la Comunidad y la misma no es responsable por el uso que se le dé a la información que aquí aparece".

Esta tesis fue parcialmente financiada por el proyecto FRAGMENT "Developing methods and models for assessing the impacts of trees on farm productivity and regional biodiversity in fragmented landscapes" el cual es financiado por la Comisión Europea, Programa del Quinto Esquema de la Comunidad Europea "Confirming the International Role of Community Research", INCO-DEV Contract ICA4-CT-2001-10099.

**Restrepo, C. 2002.** Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica.

**Palabras clave:** sistemas de producción, cobertura arbórea, árboles en potrero, peso, selectividad, calidad de pasturas.

## RESUMEN

El objetivo principal del trabajo fue determinar el efecto de la cobertura arbórea en potreros sobre el manejo y la producción animal en fincas ganaderas en Cañas (Guanacaste). El área de estudio está localizada en el Pacífico Norte de Costa Rica, la cual es una zona seca y estacional. Para caracterizar los sistemas de producción animal, evaluar el componente arbóreo y sus relaciones con las características de las fincas se realizaron encuestas estructuradas en 53 fincas escogidas al azar, localizadas en los municipios de Cañas, Abangares y Las Juntas. Se utilizaron imágenes de satélite y mapas catastrados para calcular el porcentaje de cobertura arbórea en potreros para cada finca. Posteriormente, se seleccionó una finca con diferentes coberturas de árboles en potreros para evaluar las relaciones entre coberturas alta (27%), media (14%) y baja (7%) de árboles en potrero, con los cambios de peso, la selectividad de especies y la calidad de la dieta en 12 novillas Brahman de  $219 \pm 32$  kg, en pastoreo, durante la época seca (febrero-mayo) y lluviosa (junio-agosto).

La encuesta mostró que el 60% de las fincas de la zona se dedican a la producción de carne; 20% a doble propósito y 20% a producción de carne y agricultura (sistema de producción mixto). Las principales especies de pastos usadas en la zona son *Brachiaria brizantha* y jaragua (*Hyparrhenia rufa*), con una carga animal promedio de 1.32 unidades animales/ha. El sistema de pastoreo más común es rotacional y las razas bovinas más comunes son las cebuinas, principalmente en las fincas de producción de carne.

El tamaño promedio de las fincas es 160 ha, siendo las fincas mixtas 3 veces más grandes que las de carne y 10 veces que las de doble propósito. Las fincas mixtas dedican el 25% del área a cultivos (*Saccharum officinarum*, *Cucumis melo* y *Citrullus lanatus*). Las fincas doble propósito (0.2 personas/ha) y mixtas (0.1 personas/ha), son más intensivas en uso de mano

de obra familiar que las de carne (0.04), probablemente por la diversidad de labores realizadas en la finca.

El 90% de las fincas de la zona tiene árboles en potreros y cercas vivas. Las especies arbóreas en potreros comúnmente usadas como sombra, alimentos para el ganado, postes y leña fueron Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Cenízaro (*Samanea saman*) y Laurel (*Cordia alliodora*), mencionados en 94, 83, 74 y 60% de las fincas, respectivamente. Estas fueron utilizadas como. Las cercas vivas están compuestas de Jiñote (*Bursera simaruba*) y Pochote (*Pachira quinata*) en su mayoría. La cobertura de árboles en potrero (calculada como porcentaje del área del potrero cubierta por copas) fue del 16% en promedio, con un rango entre 0 y 60%, presentando valores superiores al 40% solo en algunas fincas de doble propósito. Esta cobertura esta relacionada positivamente con la frecuencia del control de malezas, la mano de obra familiar y el periodo de descanso de los potreros, los años de experiencia en la finca y la realización de otras actividades productivas del propietario, pero negativamente con el área de bosque en la finca y la carga animal.

En cuanto a la respuesta animal de las novillas en diferentes coberturas de árboles en potreros, se encontró que durante la época lluviosa tuvieron un mayor crecimiento en la cobertura alta (893 g/animal/día), superior en 14% a la cobertura media y 13% a la baja ( $p < 0.02$ ), sin diferencias entre la cobertura media y baja. La mejor respuesta de las novillas en la cobertura alta estuvo determinada por la selección de *Brachiara brizantha* y en las coberturas media y baja, por la selección de grama (*Paspalum notatum*), además de la presencia de los árboles. Por otro lado, los pastos de la cobertura alta tuvieron mayor contenido de proteína y digestibilidad in vitro de la materia seca.

Durante la época seca, las novillas en cobertura alta perdieron en promedio 11% menos peso (93 g/animal/día), que las de cobertura media (160 gramos;  $p < 0.05$ ), pero similares en la cobertura baja (104 g), estos cambios estuvieron relacionados con la calidad de los pastos existentes y la sombra de los árboles. El contenido de proteína del pasto en esta época varió entre 2 y 5% siendo superior el de cobertura alta, y la digestibilidad in vitro de la materia seca estuvo entre 20 y 50, con valores cercanos a 20% en la cobertura baja.

**Restrepo, C. 2002.** Relations between tree cover in pasture lands and animal production in cattle farmers in dry tropic, Cañas, Costa Rica.

**Key words:** Production systems, tree cover, trees in pastures, live weight, selectivity, pasture quality.

## **ABSTRACT**

A research work aimed to evaluate how biophysical and socio-economic factors affect tree cover in pastures in different cattle production systems, and the effect of tree cover on animal productivity was conducted in Cañas (Guanacaste). Its study area is located in the North Pacific of Costa Rica which is a seasonally dry area. In order to identify the cattle production systems in the area a survey was carried out on 54 randomly selected farms located in the districts of Cañas, Abangares and Las Juntas. Satellite images and maps of farm properties in each district were used to estimate the percentage of tree cover in pasturelands on each farm. Following the characterization of farms an experiment was conducted to evaluate the effect of contrasting tree cover on feed intake and animal performance of growing cattle. The tree cover studied was: high (27% of the area), medium (14%) and low (7% of the area); one farm which had representative tree covers was selected to establish this experiment. Growth rate, species selection and diet quality were evaluated in 12 Brahman heifers with  $219 \pm 32$  kg live weight on average, during both rainy and dry season.

The survey showed that 60% of the farmers, dual-purpose systems by 20% and 20% uses beef cattle production system by beef cattle/crops systems (mixed system). The main pasture species used in the region are *Brachiaria brizantha* and *Hyparrhenia rufa* with an average stocking rate of 1.32 animals units/ha and rotational grazing is the most common system of pasture management; and Brahman is the main breed utilized especially in the beef systems.

The average farm size is 160 hectares, being the mixed farms, which is on average three times larger than beef cattle farms and 10 times larger than dual-purpose farms. Twenty five percent of the area in mixed farms is devoted to crop production. The main crops were *Saccharum officinarum*, *Cucumis melo* and *Citrullus lanatus*. Both dual purpose cattle and mixed farms use family labor more intensively (0.2 person/ha) than beef cattle farms (0.1) which is may be associated to multiple activities for farm management of dual and mixed systems.

Ninety percent of farms retain trees on the grazing areas and living fences. The tree species that area commonly managed in pastures to provide shade, fodder (forage and fruits), dead fence post and firewood were *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste), *Samanea saman* (Cenízaro) and *Cordia alliodora* (Laurel), which were mentioned in 94, 83, 74 y 60% % of the farms respectively. Tree species used as living fence post are mainly *Bursera simaruba* (Jiñote) and *Pachira quinata* (Pochote). Tree cover showed a wide range of variation (between 0 and 60% of the area) in pastures, with an average of 16% and values higher than 40% found only in some dual-purpose farms. The presence of trees on cattle farms was associated directly with some variables of farm management including frequency of weed control and resting period and use of family labor, years of farmer's experience in farming, and other unrelated farm activities Stocking rate and proportion of natural forest were negatively associated with tree cover on pastures

The animal performance study demonstrated a positive effect of trees on the grazing areas on growth rate of heifers during both rainy and wet season. During the rainy season heifers grazing on paddocks with high tree cover showed a growth rate of 893g/d, which was 14% and 13% higher ( $p < 0.02$ ) than that found in heifers grazing in the areas with medium and low cover respectively. Differences between medium and low cover areas were not statistically different. The better performance of heifers in high covering was associated with a larger selectivity of *Brachiaria brizantha* while those animals in medium and low covering selected *Paspalum notatum*. On the other hand, pastures at the high covering areas had more protein and showed higher digestibility.

During the dry season, heifers in the high tree cover showed an average of 11% weight loss (93 g/animal/d) than those in the medium cover (160 g/d) but similar to those in the low cover (104 g/animal/d). This animal performance was associated with pasture quality. Protein level varied between 2 and 5% being higher in high cover while DIVMS varied between 20 and 50% with values close to 20% in low cover.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT .....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
INDICE DE CUADROS .....	XIV
INDICE DE ANEXOS .....	XV
I. INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
II. OBJETIVOS.....	3
1.1 GENERAL.....	3
1.2 ESPECÍFICOS .....	3
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1 FACTORES RELACIONADOS CON LA PRESENCIA DE ÁRBOLES EN POTRERO.....	4
2 ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS: UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO.....	6
3 EFECTOS DE LA COBERTURA ARBÓREA EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PASTO.....	8
4 APORTE DE ALIMENTOS DE ALTA CALIDAD PROVENIENTES DE ÁRBOLES PARA RUMIANTES EN PASTOREO .....	9
5 EFECTOS DE LA SOMBRA DE ÁRBOLES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	12
6 BIBLIOGRAFÍA.....	14
V. ARTICULO 1.....	18
CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS GANADERAS EN CAÑAS, GUANACASTE Y RELACIONES CON LA COBERTURA DE ÁRBOLES EN POTREROS.....	18
1 RESUMEN.....	18
2 INTRODUCCIÓN.....	18
3 OBJETIVOS.....	21
4 HIPÓTESIS.....	21
5 MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	21
5.2 SELECCIÓN DE LAS FINCAS.....	22
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	23
6 RESULTADOS .....	24
6.1 USO DEL SUELO .....	24
6.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL .....	25
6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTORES.....	29
6.4 ÁRBOLES EN POTREROS .....	31
6.5 CERCAS VIVAS .....	36
6.6 RELACIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS CON LA COBERTURA ARBÓREA.....	36

7	DISCUSIÓN.....	41
7.1	USO DEL SUELO .....	41
7.2	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL .....	41
7.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTORES.....	43
7.4	ÁRBOLES EN POTREROS .....	43
7.5	CERCAS VIVAS .....	46
7.6	RELACIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS CON LA COBERTURA ARBÓREA .....	48
8	APLICACIÓN DEL ESTUDIO.....	51
9	CONCLUSIONES .....	52
10	BIBLIOGRAFÍA.....	53
VI.	ARTICULO 2.....	56
	RELACIONES ENTRE LA COBERTURA DE ÁRBOLES EN POTREROS CON LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN CAÑAS, COSTA RICA .....	56
1	RESUMEN.....	56
2	INTRODUCCIÓN.....	56
3	OBJETIVOS.....	59
3.1	GENERAL.....	59
3.2	ESPECÍFICOS .....	59
4	HIPÓTESIS.....	59
5	MATERIALES Y MÉTODOS .....	59
5.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	59
5.2	SELECCIÓN DE LA FINCA .....	60
5.3	DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.....	61
5.4	DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA DE ÁRBOLES EN POTRERO .....	61
5.5	COMPONENTE PASTURAS.....	62
5.6	COMPONENTE ANIMAL .....	63
6	RESULTADOS .....	65
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA ARBÓREA .....	65
6.2	PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	68
6.3	CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PASTURA BAJO DIFERENTES COBERTURAS ARBÓREAS.....	71
6.4	SELECTIVIDAD DE ESPECIES CONSUMIDAS EN DIFERENTES COBERTURAS ARBÓREAS .....	73
6.5	EFFECTOS DE LA COBERTURA SOBRE LOS CAMBIOS DE PESO VIVO .....	76
7	DISCUSIÓN.....	77
7.1	DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA ARBÓREA .....	77
7.2	PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	78
7.3	CALIDAD DE LA DIETA.....	80
7.4	SELECTIVIDAD DE ESPECIES CONSUMIDAS EN PASTOREO BAJO DIFERENTES COBERTURAS ARBÓREAS .....	82
7.5	EFFECTOS DE LA COBERTURA SOBRE LOS CAMBIOS DE PESO VIVO .....	84
8	CONCLUSIONES .....	85
9	APLICACIÓN DEL ESTUDIO.....	86
10	BIBLIOGRAFÍA.....	87
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES .....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
VIII.	ANEXOS .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la temperatura ambiental en la variación del consumo voluntario, expresado como proporción del consumo a 20° C (NRC, 1981). .....	14
Figura 2. Distribución del uso de la tierra en las fincas encuestadas en Cañas, Costa Rica. ....	24
Figura 3. Porcentaje de fincas entrevistadas en cada rango de cobertura arbórea en potreros. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	32
Figura 4. Porcentaje de fincas con cada rango de cobertura arbórea en sistemas de producción de carne (n=30), doble propósito (n=11) y mixtas (n=12). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	32
Figura 5. Frecuencia del uso de los árboles en potreros, como porcentaje de las especies mencionadas por los finqueros. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	33
Figura 6. Frecuencia de especies maderables en potreros en los tres sistemas de producción bovina Cañas, Costa Rica, 2002. ....	35
Figura 7. Frecuencia de especies arbóreas presentes en cercas vivas en los tres sistemas de producción bovina. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	36
Figura 8. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y la frecuencia del control de malezas en las fincas de producción de carne (n=30). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	37
Figura 9. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y el tamaño medio de los potreros en las fincas de producción de carne (n=30). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	39
Figura 10. Relación entre la cobertura de árboles en potreros con el número de grupos de animales manejados en cada finca de producción doble propósito (n=11). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	39
Figura 11. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y los años de experiencia en ganadería en las fincas de producción mixta (n=12). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	40
Figura 12. Relación entre el porcentaje de área con bosques secundarios y el porcentaje de pastos mejorados, expresados como porcentaje del área de potreros (n=53). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	40
Figura 13. Profundidad (a) y diámetro promedio de copas (b), de los árboles presentes en los potreros de cobertura alta, media y baja (n= 405). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	66
Figura 14. Frecuencia de las especies de árboles, por uso principal, en potreros en las coberturas alta, media y baja, expresada como porcentaje del total de árboles presentes en cada potrero. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	67
Figura 15. Frecuencia relativa de las clases diamétricas en los árboles en potrero en las coberturas alta, media y baja, expresada como porcentaje del total de árboles presentes en cada potrero. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	68
Figura 16. Producción de MS (kg/ha) en potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de febrero a agosto, Cañas, Costa Rica, 2002. ....	69
Figura 17. Oferta de MS (kg/100 kg PV) en potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de febrero a agosto, Cañas, Costa Rica, 2002. ....	69
Figura 18. Composición botánica de los potreros en cobertura alta (a), media (b) y baja (c), durante la época seca (febrero y abril) y la época lluviosa (junio y agosto). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	71

Figura 19. Concentración de proteína cruda y digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) en las pasturas de los potreros con cobertura alta, media y baja, durante los meses secos (febrero – abril) y los lluviosos (junio-agosto). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	72
Figura 20. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) y detergente ácido (FDA), expresada como porcentaje de MS en los potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de sequía (febrero a abril) y de lluvia (junio a agosto). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	72
Figura 21. Digestibilidad in vitro de la materia seca (a) y proteína cruda (b) de la dieta seleccionada, simulando pastoreo, en los potreros de cobertura alta, media y baja, expresada como porcentaje de la MS, durante la época seca y lluviosa. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	73
Figura 22. Selectividad de especies consumidas en potreros con cobertura arbórea alta, media y baja, durante la época seca (a) y lluviosa (b). Cañas, Costa Rica, 2002. ....	74
Figura 23. Numero de especies seleccionadas en potreros con cobertura arbórea alta, media y baja, durante la época seca y lluviosa. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	75
Figura 24. Cambios de peso durante la época de sequía (febrero-mayo) y lluviosa (junio-agosto) en coberturas arbóreas alta, media y baja. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	76
Figura 25. Requerimientos y contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) de la dieta seleccionada (NRC, 1989) Cañas, Costa Rica, 2002 .....	82

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Orientación productiva de las fincas en la zona de Cañas, Costa Rica, 2002 .....	25
Cuadro 2. Área promedio de la finca y porcentaje de área de potrero, cultivo, bosque y charral del área total de la finca. Cañas, Costa Rica, 2002 .....	26
Cuadro 3. Características de los sistemas de producción bovinos, Cañas, Costa Rica, 2002. ....	26
Cuadro 4. Frecuencia de razas bovinas en porcentaje de las fincas, en los sistemas de producción carne, doble propósito y mixto. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	27
Cuadro 5. Manejo zootécnico del ganado en los sistemas de producción de las fincas en Cañas, Costa Rica.2002. ....	28
Cuadro 6. Porcentaje de fincas con cada especie de pasto, dentro de cada sistema de producción. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	29
Cuadro 7. Características de los propietarios de las fincas. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	29
Cuadro 8. Utilización de mano de obra contratada y familiar en las fincas encuestadas expresado como número de personas/ hectárea que trabajan en la finca. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	30
Cuadro 9. Porcentaje de propietarios que viven en las fincas y capital fijo en las fincas de tres sistemas de producción. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	31
Cuadro 10. Uso de los productos arbóreos en las fincas encuestadas, expresado como porcentaje de las fincas en las cuales utilizan postes, leña, forraje y frutos provenientes de arbóreas. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	33
Cuadro 11. Preferencias de especies de los productores en los sistemas de producción de las fincas en Cañas, Costa Rica.2002. ....	35
Cuadro 12. Coeficientes de regresión múltiple de las variables que afectan la cobertura arbórea en potreros en todas las fincas encuestadas y por sistema de producción (n=53). Cañas, Costa Rica, 2002.....	38
Cuadro 13. Análisis químico y de fertilidad de los suelos de los potreros de cobertura alta, media y baja. Cañas, Costa Rica. Agosto, 2002. ....	60
Cuadro 14. Cobertura arbórea, expresada como el porcentaje del área del potrero cubierta por las copas y como índice de cobertura arbórea (ICA), número de árboles por hectárea y área de copa correspondiente a cada animal en los diferentes potreros. Cañas, Costa Rica. Agosto, 2002. ....	65
Cuadro 15. Promedios de altura total y de fuste, diámetro a la altura del pecho y volumen de madera en los en los potreros de cobertura alta, media y baja. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	67

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Propietarios de fincas entrevistadas. Cañas, Costa Rica. 2002. ....	97
Anexo 2. Frecuencia de árboles en potreros, expresado como porcentaje las fincas encuestadas, nombre científico, común y familia. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	98
Anexo 3. Uso de árboles en potreros, cantidad de especies usadas para cada fin, especies más comunes y porcentaje de las especies mencionadas por los productores usadas para cada fin. Cañas, Costa Rica. 2002. ....	100
Anexo 4. Mapa potreros utilizados para el experimento. Hacienda La Montaña. Cañas, Costa Rica, 2002. ....	101
Anexo 5. Árboles presentes en potreros Hacienda La Montaña. Cañas, Costa Rica, 2002.....	102

## I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Tradicionalmente la expansión de la ganadería ha estado asociada con la reducción de los bosques y la pérdida de la sostenibilidad de los ecosistemas. La producción bovina en Centroamérica, al igual que en la mayoría de los países tropicales esta basada en el pastoreo como principal recurso alimenticio. En América Latina, la población bovina y las áreas de pasturas en las últimas décadas han incrementado fuertemente. En los últimos 40 años el área en pasturas en Centroamérica ha aumentado de 3.5 a 9.5 millones de hectáreas y el inventario bovino ha pasado de 4.2 a 9.6 millones de cabezas (Kaimowitz, 2001). Esta expansión ha conllevado a la pérdida y fragmentación de bosques y la creación de paisajes que fueron mosaicos de potreros, bosques y cultivos.

Sin embargo, se ha demostrado que cambios en el sistema de producción, que influyen positivamente en la rentabilidad de las fincas ganaderas, pueden disminuir la presión sobre los bosques (Kaimowitz, 2001). Actualmente, los sistemas silvopastoriles juegan un papel importante en el incremento de la rentabilidad de las fincas ganaderas (Casasola, 2000; Kaimowitz, 2001, Alonzo e Ibrahim, 2001) al ofrecer beneficios económicos adicionales a la producción bovina, como madera, postes para cercas y suplementos de alta calidad nutricional como forrajes y frutos (Souza de Abreu *et al.*, 2000; Camero *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2001a; Navas *et al.*, 2001; Kennedy *et al.*, 2002), adicionalmente del potencial como sistema para recibir pagos por servicios ambientales (Kanninen, 2001; Pedroni, 2001).

Los árboles en potreros también juegan un papel importante desde el punto de vista de beneficios ecológicos para las fincas. La presencia de arbóreas en potreros ofrece una alternativa para disminuir la degradación de las pasturas (Szott *et al.*, 2000) y la compactación de suelos (Belsky *et al.*, 1993) al ser comparados con sistemas de pasto en monocultivo. Al nivel de paisaje, los árboles dispersos en potrero, contribuyen a conservar la biodiversidad de especies animales que participan en la dispersión de semillas y colaboran en la regeneración natural del bosque y de otros árboles dentro del paisaje (Ibrahim y Camargo, 2001); además ayudan a conectar parches de bosques aislados y mantener la conectividad del mismo (Guevara *et al.*, 1994; Harvey y Haber, 1999).

La presencia de árboles en potrero es una practica tradicional en muchos sistemas ganaderos en el trópico, y tiene un alto potencial para mejorar la producción animal, debido

al aporte tanto de condiciones óptimas para el bienestar de los animales (Souza de Abreu, *et al.*, 1999), como en la oferta de bienes y servicios ambientales favorables para el productor (Kaimowitz, 2001). Sin embargo, existe poca información en cuanto a las relaciones existentes entre la presencia y cantidad de árboles en potreros con las características biofísicas y socioeconómicas de las fincas y con las respuestas en producción animal.

Basándose en lo anterior, el propósito de este trabajo es generar información acerca de las relaciones entre las características de los árboles en potreros con la tipología biofísica y socioeconómica de las fincas y en particular con la producción bovina en fincas ganaderas en Cañas, Costa Rica.

Para el cumplimiento de estos objetivos se realizó una caracterización de la zona de estudio, por medio de entrevistas directas con los finqueros y análisis de mapas e imágenes de satélite, proceso realizado con colaboración del proyecto FRAGMENT. Con estos datos se evaluaron las relaciones entre cobertura arbórea y las características de las fincas y de los productores. Para analizar las relaciones entre los árboles en potrero y la producción animal, se realizó un ensayo con novillas en pastoreo en potreros con tres coberturas arbóreas diferentes (alta, media y baja), en las cuales se midieron los cambios de peso, la selectividad de especies, la calidad, composición botánica y producción de materia seca de las pasturas y el consumo total de los animales en cada cobertura.



## **II. OBJETIVOS**

### **1.1 General**

Determinar el efecto de la cobertura arbórea sobre el manejo y la producción animal en fincas ganaderas con el fin de buscar estrategias para incrementar la cobertura arbórea en las fincas ganaderas en Cañas, Guanacaste.

### **1.2 Específicos**

- Caracterizar las fincas ganaderas pertenecientes al área de estudio del proyecto FRAGMENT, Cañas, Guanacaste, en cuanto a uso de la tierra, características de los propietarios, tipología de los sistemas de producción bovina, presencia y utilización de árboles en las fincas de las fincas.
- Identificar las relaciones existentes entre las características biofísicas y socioeconómicas con la cobertura arbórea en potreros en estas fincas.
- Cuantificar la productividad animal bajo varias coberturas de árboles en potreros.
- Determinar el efecto de la cobertura arbórea en potreros sobre la cantidad, calidad y composición de la dieta seleccionada en animales en pastoreo.
- Evaluar como influye la cobertura arbórea en potreros en la selección de especies herbáceas y arbóreas de animales en pastoreo.

## **III. HIPÓTESIS**

- Las características socioeconómicas y biofísicas de los productores influyen en la cobertura arbórea de las fincas en Cañas, al igual que en los sistemas de producción bovina presentes en la zona.
- La producción animal esta relacionada con la cobertura arbórea en potreros en las fincas ganaderas, al modificar la cantidad y calidad de alimentos consumidos por animales en pastoreo.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1 Factores relacionados con la presencia de árboles en potrero

La eliminación de áreas con árboles en América Latina ha sido parte de un proceso histórico. Por ejemplo, el área cubierta por bosques en un país como Costa Rica, en la llegada de los españoles era alrededor del 98%, la cual actualmente llega aproximadamente al 40% (Kleinn *et al.*, 2002). Antes de los años ochenta en América Central, las políticas de expansión y desarrollo, estimularon la conversión de áreas de bosques, al establecimiento de potreros y cultivos (Kaimowitz, 2001), los cuales incluían la eliminación total de árboles dentro de estas áreas.

Sin embargo, en la última década todos los países de la región han adoptado modelos de desarrollo sostenible (Riesco, 1992), en los cuales la presencia de árboles dentro de los sistemas agrícolas y pecuarios juega un papel importante. Además la disponibilidad de tecnologías de bajo costo para establecer árboles en pasturas y la aceptación en el mercado de maderas provenientes de potreros, han contribuido a la modernización y reconversión de los sistemas ganaderos en América Central (Barrios, 1998).

Los sistemas ganaderos con presencia de árboles fueron cada vez más reconocidos por su viabilidad biofísica y económica, promoviéndose a lo largo del mundo como sistemas sustentables que pueden reducir la erosión y aumentar la fertilidad del suelo, además de generar beneficios económicos, como aumento en el ingreso de los productores y disminución del riesgo a través de la diversificación de la finca (Alonzo e Ibrahim, 2001). Los sistemas silvopastoriles con especies de árboles multipropósito conservan los recursos del suelo en suelos fértiles y contribuyen a rehabilitar suelos ácidos, a través de mejorar la materia orgánica en el suelo, aumentar la fijación de nitrógeno e incrementar la absorción de fósforo en el suelo (Ibrahim *et al.*, 2001b).

Las condiciones socioeconómicas de los propietarios juegan un papel importante en la presencia de árboles en potreros. En fincas ganaderas en la zona húmeda y sub-húmeda en Costa Rica, se observó una correlación muy fuerte entre la dependencia de los ingresos de la finca y la regeneración natural de árboles en potreros, así mismo la abundancia de árboles

demuestra que ha habido una decisión de tenerlos para su beneficio (Ibrahim y Camargo, 2001).

La contribución económica de los árboles en potrero, también es un factor que influye en la decisión de cuales árboles dejar. Entrevistas realizadas a los finqueros en la Monteverde, zona de bosque premontano, reportan que los finqueros evitan cortar árboles maderables cuando tuvieron que eliminar algún árbol, para manejar la sombra de los potreros, además muestran preferencias por estas especies maderables debido a su valor económico (Harvey y Haber, 1999). En otros sistemas agroforestales, igualmente se reportó que los productores plantan árboles para madera leña o frutas, los cuales pueden generar beneficios económicos extra a la producción principal, en este caso de café (Marmillod, 1989).

Adicionalmente en fincas ganaderas los propietarios seleccionan los árboles que dejan en potreros pensando en el bienestar animal. En Monteverde el 95% de los productores reporto que deja árboles dentro de potrero para proveer sombra al ganado y el 50% porque los árboles ayudan a mantener la humedad de las pasturas durante la época seca (Harvey y Haber, 1999).

Por otro lado, el manejo de los potreros tiene una relación muy estrecha con la cantidad de árboles dentro de potreros. Las variables que mostraron mayor relevancia en la regeneración de árboles en potrero, fueron las prácticas de combate de malezas y el uso del suelo anterior a la pastura, que fueron las que justifican la decisión del productor de dejar árboles en su finca (Camargo *et al.*, 2000).

El sistema de producción de las fincas esta relacionado con la distribución de las áreas dentro de la finca y la presencia de árboles en ella. Al nivel de finca, el factor determinante para el uso de la tierra es el sistema de producción escogido y las estrategias para su funcionamiento. Esto fue comprobado en estudios de caso realizados en fincas lecheras, en la zona norte de Francia, en los cuales mostraron que sistemas de producción de leche intensiva usaban pastoreo en áreas mecanizadas sin presencia de árboles, mientras en fincas menos especializadas el área de pastoreo incluía árboles dispersos y presencia de árboles en el contorno (Deffontaines *et al.*, 1995).

En la zona seca, al norte de Colombia, también se encontró que en fincas ganaderas de doble propósito, las fincas con mayor cantidad de árboles dentro de potreros eran aquellas con pastoreo extensivo, en donde el suelo fue menos fértil y el clima fue mas seco (Cajas-Girón *et al.*, 2001a). En la zona húmeda en Costa Rica, se observó que los productores de fincas ganaderas de doble propósito tuvieron un mayor porcentaje de área en la finca, con árboles, dentro de los cuales, existe una mayor abundancia de maderables comerciales, en comparación con ganaderías de leche y fincas de producción mixta (agrícola y ganadera); esto podría estar asociado con el hecho que los finqueros tratan de reducir los riesgos económicos diversificando la producción (Souza de Abreu *et al.*, 2000).

## **2 Árboles dispersos en potreros: un sistema silvopastoril con alto potencial productivo.**

Un sistema silvopastoril por definición es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos) e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996). El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales, silvopastoriles en este caso, es el de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (Nair, 1982).

En muchos de los sistemas ganaderos tradicionales de América Central, al igual que en toda la zona tropical, los ganaderos manejan la regeneración natural de árboles en potreros para proveer sombra y alimentos a los animales y para la producción de madera (Pezo e Ibrahim, 1996). Sin embargo, en muchos casos los árboles dispersos en potreros fueron el resultado de la intervención del hombre, ya sea por la selección de árboles remanentes de los bosques transformados en potreros, o de la introducción de árboles en pasturas ya existentes, caso en el cual las densidades, arreglos espaciales e interacciones pueden ser controlados (Pezo e Ibrahim, 1999).

La presencia de árboles en potreros está muy generalizada en las diversas zonas de producción bovina. En La Fortuna, zona de bosque tropical premontano muy húmedo, en el norte de Costa Rica, más del 90% de las fincas ganaderas tiene árboles dispersos en los potreros para proveer sombra a los animales y generar otros beneficios (Souza de Abreu,

2000). En algunas fincas, entre 3.5 y 78% del área total de la finca corresponde a pastos con árboles. En fincas con sistemas de producción bovina (doble propósito, 20.5 árboles/ha producción lechera, 22.1 árboles/ha) se encontraron mayores densidades de árboles que en fincas con producción agrícola (Souza de Abreu, 2000).

Igualmente, la diversidad de árboles en potreros varía ampliamente entre zonas y entre productores. En Monteverde, zona de bosque premontano muy húmeda, en Costa Rica, se encontraron entre 5 y 80 árboles/ha en potreros, los cuales corresponden a 190 especies diferentes (38.2 especies/finca; Harvey y Haber, 1999). En Los Tuxtlas, Veracruz, zona cálida y húmeda de México, se registraron densidades de árboles entre 0.4 y 11.9 árboles/ha en potreros (Guevara *et al.*, 1994). En el proyecto TROF, en la provincia de Guanacaste, zona seca de Costa Rica, se reportaron 60 especies diferentes de árboles en potreros, con un promedio de 10.5 árboles dispersos y 11.29 /ha árboles en líneas dentro de potreros (Morales y Kleinn, 2001). En la región Caribe de Colombia, zona de bosque tropical seco, se encontró densidades entre 3 y 50 árboles/ha, distribuidos en áreas que representan entre el 26 y 69% de las pasturas de las fincas (Cajas-Girón *et al.*, 2001b).

La presencia de árboles en potreros varía en cuanto a su arreglo espacial en el potrero, el cual puede ser clasificado en forma general, como árboles en hileras, en bloques compactos y al azar, bosques de galería, charrales y/o bosquetes. Sin embargo, el patrón de distribución arbórea en potreros mas frecuente, es al azar; en la zona de trópico húmedo, el 73 % de los árboles en potreros en Río Frío y La Fortuna, Costa Rica poseen esta distribución (Villafuerte, 1998). La mayoría de productores permiten la regeneración de árboles, los cuales crecen al azar en los potreros y posteriormente fueron seleccionados principalmente como provisión de sombra para los animales, además por otros criterios como producción y calidad de madera, frutos o forraje, cantidad de sombra, edad y estado sanitario del árbol (Villafuerte, 1998; Harvey y Haber, 1999; Stokes, 2001; Cajas-Girón *et al.*, 2001b).

Los sistemas silvopastoriles se pueden clasificar por aspectos como su función, valor comercial o servicio prestado. El tipo de árboles presentes en potreros varía en sus proporciones de acuerdo a los sistemas de producción y las condiciones ambientales de cada zona. En la Fortuna, entre el 73 y 88% de los árboles encontrados pertenecen a especies maderables, sin embargo en fincas de producción de leche especializadas se encontraron mayor cantidad de árboles frutales y de sombra, mientras en sistemas doble

propósito se encontró principalmente árboles maderables (*Cordia alliodora* y *Cedrella odorata*; Souza de Abreu *et al.*, 2000). En sistemas silvopastoriles de lechería, como los de Río Frío, zona lluviosa de Costa Rica, se encontró igualmente mayor cantidad de árboles maderables (Villafuerte, 1998).

### **3 Efectos de la cobertura arbórea en producción y calidad de pasto**

Cuando las leñosas perennes comparten el mismo espacio que las especies herbáceas suceden diversas interacciones entre estas, las cuales pueden ser relaciones de interferencia como competencia y alelopatía o de facilitación como fijación de nutrientes o protección del viento (Pezo e Ibrahim, 1999). La magnitud de estas interacciones esta en función de la disponibilidad de los factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes), atributos de cada componente (requerimientos y morfología), la composición vegetal, el arreglo espacial y el manejo ofrecido. En los sistemas silvopastoriles el mayor efecto de la presencia de árboles sobre las pasturas es en la cantidad y calidad de forraje producido (Djimde *et al.*, 1989). Sin embargo, no todas las especies responden de igual manera a la presencia de árboles.

Las relaciones ente árboles y pastos están determinadas por diversos factores. Entre ellos se encuentran la especie, tanto de árboles como de pastos, (Belsky, 1992; Andrade e Ibrahim, 2001), el arreglo en que se encuentran los árboles (Villafuerte, 1998), la presencia de árboles leguminosos (Seresinhe y Pathirana, 2000), la fenología de los árboles; la densidad de árboles y el tipo de sombra que proyecta el árbol (Acciaresi *et al.*, 1994; Gallo, 1999), la arquitectura de la copa (Villafuerte, 1998), las condiciones climáticas (Bernhard-Reversat, 1982; Cesar, 1992; Belsky, 1994) y/o las interacciones alelopáticas entre árboles y pastos determinados (Harmand *et al.*, 2002).

La calidad del forraje bajo las copas también presenta variaciones con la presencia de los árboles. El contenido de proteína cruda y la energía metabolizable bajo el dosel de los árboles muestra una tendencia a incrementarse al ser comparado con monocultivos de pasto (East y Felker, 1993; Wilson, 1996; Andrade e Ibrahim, 2001), tendencias similares se han encontrado con potasio, calcio y cobre (Belsky, 1992). Sin embargo, pueden encontrarse en algunos casos que la digestibilidad de la materia seca disminuya (Belsky, 1992) y disminuya la calidad total de la pastura.

Los cambios en la producción y en calidad nutricional del componente herbáceo están relacionados con las necesidades de luz de los pastos. La mayoría de las pasturas tropicales fueron de tipo C<sub>4</sub>, como gramíneas, por lo tanto tuvieron una capacidad limitada de tolerar la sombra lo cual hace que disminuya su frecuencia y su nivel de producción en sitios con baja intensidad lumínica y se incrementan las plantas C<sub>3</sub>, como leguminosas, las cuales tuvieron una mayor tolerancia a la sombra (Ludlow, 1980). La carga animal también tiene efecto en la composición botánica de las pasturas. Al incrementar la carga animal de 0.2 a 0.5 novillos / ha aumentó la proporción de leguminosas de 40 a 50% (*Stylosantes guianensis*; *S. scabra*; *S. hamata*), pero cuando pasó a 1 novillo /ha, disminuyó hasta el 10% del total de materia seca, en el trópico sub-húmedo en Australia (McIvor y Gardener, 1995).

#### **4 Aporte de alimentos de alta calidad provenientes de árboles para rumiantes en pastoreo**

Los árboles remanentes en potreros proveen una fuente de forraje de buena calidad para la época seca, cuando la biomasa disponible es de baja calidad (Lowry, 1995). Las principales especies arbóreas utilizadas como forrajeras en diversas partes del mundo fueron *Albizia lebbek*, *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia peltata*, *Spondias mombin*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Brossirum alicastrum* y *Chamaecytisus proliferus*. Estos árboles se caracterizan por su alta calidad nutricional, debida principalmente a la cantidad de proteína (mayor del 15%) y a la disponibilidad de sus nutrientes, superior al 50% de Digestibilidad *in vitro* de la materia seca. (Hernández y Benavides, 1995; Larbi *et al.*, 1996; Shelton, 1996; Shayo, 1997; Camero *et al.*, 2001; Fernández *et al.*, 2001)

La incorporación de leñosas forrajeras en potreros incrementa la cantidad de forraje disponible para los animales en pastoreo. Las asociaciones de pastos con árboles leguminosos también incrementan la disponibilidad de materia seca ofrecida en potreros (4 ton/ha vs. 4.5 ton/ha en la zona húmeda de Costa Rica; Camero, 1996) En pasturas de King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) en la zona húmeda en Costa Rica, la producción de materia seca/ha paso de 13 a 20 toneladas al realizar asociaciones *E. poeppigiana* (Libreros, 1994). En experimentos realizados en la zona húmeda (2500 mm/año) de Sri Lanka, la inclusión de *G. sepium* y *Erythrina lithosperma* en pasturas de *P. maximum* cv Guinea mostraron incrementos en la producción total de materia seca con respecto a la pastura sola (1085, 957 y 842 kg/ha/corte respectivamente; Seresinhe y

Pathirana, 2000). En el norte de Grecia, se encontró que la incorporación de *Robinia pseudoacacia*, incremento la cantidad de forraje en el potrero (394 kg/ha) al ser plantados en densidades altas, y 74.9 kg/ha al ser sembrado en densidades bajas; sin embargo mayores espaciamentos produjeron mas forraje por planta (Ainalis y Tsiouvaras, 1998).

En diversas partes del mundo se utilizan los frutos de arbóreas como fuente de alimento para rumiantes. Los mas usados fueron los frutos de *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Albizia lebbek*, *Borassus frabelifer*, *Cajanus cajan*, *Chtysophyllum caimito*, *Crecentia kujete*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Libidaria coriaria*, *Samanea saman*, *PoPONax tortuosa*, *Prosopis juliflora*, *Scheelea butyraceae* y *Senna atomaria* (Ravi y Natanam, 1995; Roncallo *et al.*, 1996; Santos *et al.*, 1996; Casasola, 2000).

El valor nutricional de estos frutos está explicado principalmente por la alta concentración de azúcares (4-56%) y de proteína (5-20%) y por sus valores de digestibilidad (59-81%). Frutos de árboles como *Prosopis juliflora* *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia* *Samanea saman* tuvieron contenido de materia seca superior a 80%, lo cual facilita su almacenamiento por largas temporadas sin ocasionar pérdidas en el fruto (Roncallo *et al.*, 1996; Santos *et al.*, 1996; Navas *et al.*, 2001).

Además de la calidad nutricional de los frutos, estos poseen un alto potencial productivo. Se ha encontrado que árboles como *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Prosopis juliflora* producen hasta 270 kg de frutos por árbol (Durr, 2001; Roncallo *et al.*, 1996), mientras especies como *Guazuma ulmifolia* y *Cajanus cajan* producen entre 1 y 4 kg/árbol y otras como *Crecentia kujete*, *Acacia pennatula* y *Scheelea butyraceae* producen entre 15 y 10 kg/árbol (Roncallo *et al.*, 1996; Casasola, 2000).

La época de fructificación de muchas especies es la sequía, donde hay menor disponibilidad de forraje para los animales (Roncallo, 1996; Durr, 2001). Sin embargo en épocas de mayor oferta de forraje también tuvieron un alto potencial de uso (Navas *et al.*, 2001). En varios trabajos se ha demostrado que el consumo de forrajes y frutos de arbóreas incrementa el consumo voluntario. Animales que recibieron frutos de *P. juliflora* (30% dieta) mostraron incrementos de 2.79 a 3.45 % peso vivo, (Araujo-Febres *et al.*, 1997). Igualmente en cabras suplementadas con frutos de *Acacia leucophloea* el consumo estuvo alrededor de 4.97% peso vivo (Ravi y Natanam, 1995) y en ovinos consumiendo frutos de *S. saman* el consumo



pasó de 6.6% PM a 8.0% peso metabólico (Navas *et al.*, 2001). La inclusión en la dieta de forraje de *Ficus capensis* (10-30% dieta) en ovinos y bovinos, también incremento el consumo total de alimento en forma cuadrática (Smith *et al.*, 1995).

El consumo voluntario también es estimulado al incrementar la variedad de especies que el animal puede consumir. En potreros con alta variedad de especies arbóreas los animales pueden consumir una alta cantidad de forraje proveniente de arbóreas. En la zona seca, en Nicaragua, al pastorear animales en matorrales, dónde hay mayor variedad de especies ofrecidas que en potreros, se presentaron niveles de consumo entre 2.0 y 3.67% peso, mientras en potreros con menos árboles se encontraron niveles entre 1.33 y 2.0% peso (Casasola, 2000). En potreros con arbustivas como *L. leucocephala*, *G. sepium* y *C. cujete* se encontró que los animales consumían hasta el 50% del total de la dieta como forraje de las arbóreas (Cajas-Girón *et al.*, 2001b).

La inclusión de frutos de arbóreas ha mostrado incrementos en la producción de varios sistemas ganaderos. La harina de vainas de *Albizia lebbbeck*, suministrada a vacas doble propósito en producción, permitió obtener 7.7 kg leche/vaca/día cuando se suministro como suplemento 1 kg/día, con 20% de melaza, con el objetivo de mejorar la palatabilidad (Simón, 1996). En la zona seca, al norte de Colombia, al suplementar novillos con frutos de *S. saman* (15% dieta) se encontraron incrementos de 142 gramos diarios de peso, por encima del grupo sin suplemento, igualmente en vacas doble propósito consumiendo 6 kilos de frutos de *P. saman*, produjeron 2.2 litros diarios por encima del grupo control (Baquero, 1999). Los frutos de *Prosopis juliflora* se utilizan para la formulación de concentrados para rumiantes: En Argentina, Chile y Uruguay se utilizan hasta un 60% en la dieta de vacas en lactancia; en Brasil se utilizan frutos macerados para reemplazar hasta el 60% de cereales y el 30-45% de melaza y en Venezuela, en ovinos se ha reemplazado, el 30% del concentrado comercial por harina frutos (Araujo-Febres *et al.*, 1997).

Animales suplementados con forrajes de arbóreas también han mostrado importantes incrementos en su nivel de producción. La suplementación con *G. sepium* y *E. poeppigiana*, no modificó el consumo voluntario, pero mostró incrementos del 9-10% de la producción diaria de leche sobre dietas basadas en heno y urea (Camero *et al.*, 2001). Igualmente se han encontrado experiencias positivas en la producción de caprinos al incluir en la dieta

forrajes de arbóreas como *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia*, *G. sepium*, *E. poeppigiana*, *Leucaena leucocephala* (Benavides, 1994).

Los trabajos de suplementación con arbóreas indican que las respuestas productivas se deben además de incrementos en el consumo total, a variaciones en la eficiencia digestiva (Lascano, 1996). Esta última está explicada por incrementos en la eficiencia de fermentación ruminal (Araujo-Febres *et al.*, 1997; Camero *et al.*, 2001; Navas *et al.*, 2001) y/o en el mayor flujo (Bonsi *et al.*, 1996) o mejor balance de nutrientes absorbidos en el tracto posterior (Araujo-Febres *et al.*, 1997, Osuji y Odenyo, 1997).

La producción de suplementos en el potrero o en el mismo sitio de alimentación de los animales, tiene ventajas desde el punto de vista nutricional, debidas a la sincronización de proteína y energía en el momento de ser consumidas (Lascano, 1996). Los rumiantes tuvieron la capacidad de seleccionar y balancear su dieta cuando se les ofrece esta posibilidad. Animales con altos requerimientos nutricionales, seleccionaron entre dietas con diferentes balances entre proteína y energía metabolizable, la óptima para mejorar la proporción de nitrógeno retenido (Illius y Jessop, 1996). Lo anterior muestra el potencial que tiene la presencia de árboles que produzcan alimentos de alta calidad en los potreros para incrementar la eficiencia nutricional de los rumiantes.

## **5 Efectos de la sombra de árboles en la producción animal**

La creación de un microclima bajo el dosel de los árboles tiene efectos positivos en la producción animal explicados por cambios en el comportamiento y productividad de animales en pastoreo (Blackshaw y Blackshaw, 1994). Entre estos cambios se encuentran el incremento del tiempo dedicado a pastorear y rumiar, la disminución en los requerimientos de agua, la mayor termorregulación, el incremento de consumo voluntario, la disminución de la mortalidad de animales jóvenes (mejor condición corporal y producción de leche de las madres y mejor respuesta inmunológica a enfermedades), mejoras en el comportamiento reproductivo del hato (pubertad mas temprana, mayor regularidad en los ciclos estruales, mejora en libido, mayor calidad de semen, tasa de concepción más alta y menos perdidas embrionarias) y por consiguiente, cambios en la producción bovina tanto en crecimiento como en producción de leche (Johnson *et al.*, 1962; Djimde *et al.*, 1989; Bird *et al.*, 1993; Pezo e Ibrahim, 1999).

Las variaciones en producción animal bajo la sombra de árboles han sido demostradas desde años atrás. McDaniel y Roark (1956) encontraron ganancias de peso superiores en terneros cuando había disponibilidad de sombra, tanto natural como artificial (832 y 801 g/día vs. 530 g sin sombra). Igualmente en vacas encontraron un efecto positivo en el peso con la disminución de la intensidad solar y pérdidas de peso en potreros sin sombra (McDaniel y Roark, 1956).

Los árboles en potreros tuvieron un alto potencial en aliviar el estrés calórico en animales e incrementar el consumo voluntario de materia seca. En vacas Jersey, en potreros de *C. nlemfluensis* y *B. radicans* con sombra de diversos árboles, el consumo de pasto pasó de 2.2 a 2.5 % PV con respecto a potreros sin sombra y la producción de leche en las vacas pastoreando bajo sombra fue 20.5 veces mayor que en vacas pastoreando a pleno sol; estos cambios fueron explicados por la reducción del estrés calórico de las vacas en potreros con árboles (Souza de Abreu *et al.*, 1999). Está demostrado que reducciones en la temperatura ambiental incrementan el consumo de forrajes. NRC (1981) indica que el consumo total de alimentos en novillos empieza a disminuir cuando la temperatura es superior a 20° C y puede disminuir hasta el 50% en temperaturas mayores a 30° C. En la Figura 1 se muestra la disminución del consumo a partir de temperaturas ambientales superiores a 20°C.

En vacas en lactancia, sucede exactamente la misma reducción alimenticia por altas temperaturas. Bajo condiciones de estrés calórico las vacas empiezan a disminuir el consumo de alimento cuando la temperatura ambiental llega a 25-27° C, encontrándose un fuerte declive a los 30° C. En temperaturas de 40° C el consumo de alimento es inferior al 60% del consumo a 18-20° C (NRC, 1981)

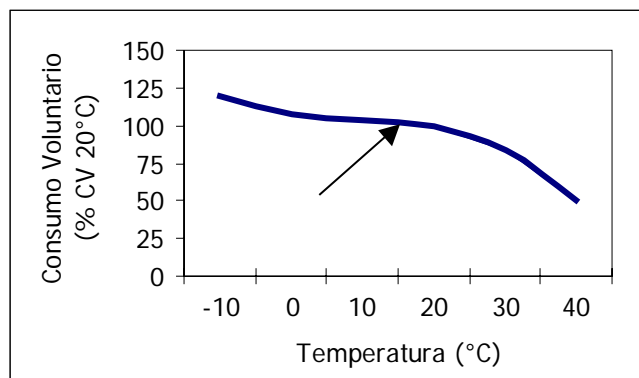


Figura 1. Efecto de la temperatura ambiental en la variación del consumo voluntario, expresado como proporción del consumo a 20° C (NRC, 1981). La flecha indica el punto de inflexión de la curva en dónde el consumo voluntario empieza a declinar.

Incrementos en consumo voluntario de alimento tuvieron un gran potencial para la mejorar la productividad en bovinos. Uno de los principales limitantes en la producción bovina en animales en pastoreo es el bajo consumo materia seca (Kolver y Muller, 1998). Trabajos realizados por Minson (1990) han demostrado que el consumo de forrajes es aproximadamente 4.0% Peso Metabólico (1.5% PV). Hess y Lascano (1994), igualmente reportan valores en novillos en pastoreo alrededor de 1.1 y 1.6 % PV. Estas diferencias muestran la evidencia que los animales en el trópico no consumen suficiente alimento para cubrir sus necesidades alimenticias. Por lo tanto, la presencia de árboles en los potreros, tiene efectos positivos sobre el consumo de alimentos desde el punto de vista de regulación del estrés calórico, además de la contribución de alimentos de alta calidad nutricional que también estimulan el consumo voluntario.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H; Ansín, OE; Marlats, RM. 1994. Sistemas silvopastoriles: Efectos de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje en rodales de álamo (*Populus deltoides* Marsh). Agroforestería de las Américas. Oct-Dic: 6-9
- Ainalis, AB; Tsiouvaras, CN. 1998. Forage Production of woody fodder species and herbaceous vegetation in a silvopastoral system in northern Greece. Agroforestry Systems. 42: 1-11.
- Alonzo, Y; Ibrahim, M. 2001. Potential of silvopastoral system for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. In: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias. P. 465-470.
- Andrade, H; Ibrahim, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvopastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. In: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias. P. 170-173.
- Araujo-Febres, O; Clavero, T; Márquez, N; Rincón, E; Esparza, D; Lachmann, M. 1997. Evaluación de la sustitución del concentrado por harina de vaina de cují (*Prosopis juliflora*). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. S 1(5):220-221.
- Baquero, LA; Becerra, A; Roncallo, B y Silva, J. 1999. Suplementación de vacas doble propósito con frutos de algarrobillo (*Samanea saman*) durante el verano. In: VI Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. (1999. Cali, CO). Memorias. P. 1-7.
- Barrios, C. 1998. Pastoreo regulado y bostas del ganado como herramientas forestales para a protección de arbolitos en potreros. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE, 93 p.
- Belsky, A.J.; Mwangi, S.M.; Doxbury, J.M. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. Agroforestry Systems. 24(1):1-20
- Belsky, AJ. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineous forage in tropical savannas. Tropical Grasslands. 26:12-20.

Belsky, AJ. 1994. Influences of trees on savanna productivity: test of shade, nutrients and tree-grass competition. *Ecology*. 75(4):922-932.

Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, CR. CATIE. v. 2, 419 p.( Informe Técnico. No. 236)

Bernhard – Reversat, F. 1982. Biogeochemical cycle of nitrogen in a semiarid savanna. *Oikos*. 32:321-332.

Bird, PR.; Bicknell,D.; Bulman,PA.; Burke,SJA.; Leys,JF.; Parker,JN.; Sommen, FJ van den; Voller, P. 1993. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Forestry Science* 43:59-86.

Blackshaw, JK; Blackshaw, AW 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34 (2): 285-295.

Bonsi, MLK; Tuah, AK; Osuji, PO; Nsahlai, VI; Umunna, NN. 1996. The effect of protein supplement source or supply pattern on the intake, digestibility, rumen kinetics, nitrogen utilization and growth of Ethiopian Menz sheep fed teff straw. *Animal Feed Science and Technology*. 64: 1, 11-25.

Cajas-Girón, YS; Mayes, RW; y Sinclair, FL. 2001a. Estimating feed intake of browse species in biodiverse silvopastoral system *In*: Ibrahim M. ed. *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). *Memorias P*. 280-284.

Camargo JC; Ibrahim, M; Somarriba, E; Finegan, B; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y sub-húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 7(26): 46-52.

Camero, A. 1996. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. *In*: Uribe A. ed. *Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias*. P.13-32.

Camero, A; Ibrahim, M, Kass, D. 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. *Agroforestry Systems*. 51:157-166.

Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moro potente, Estelí, Nicaragua. MSc Tesis. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.

Cesar, J. 1992. La production biologique des savanes de Cote d'Ivoire et fueron utilisation par l'homme: Biomasse, valeur, pastorale et production fourragère. CIRAD IEMVT. 671 p.

Deffontaines, JP; Thenail, C; Baudry, J. 1995. Agricultural systems and landscape patterns: how can we build a relationship?. *Landscape and Urban Planning*. 31:3-10.

Djimde, M; Torres, F; Migongo-Bake, W. 1989. Climate, animal and Agroforestry. *In*: Reifsnyder WS; Darnhofer TO (eds.). *Meteorology and Agroforestry. Proceedings of an international workshop on the application of meteorology to agroforestry systems planning and management, 1987*. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, KE. ICRAF. P. 463-470

Durr, PA. 2001. The biology, ecology and agroforestry potential or the rain tree, *Samanea saman* (Jacq,) Merr. *Agroforestry Systems*. 51:223-237.

East, RM; Felker, P. 1993. Forage production and quality of 4 perennial grasses grown under and outside canopies of mature *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* (mesquite). *Agroforestry Systems*. 22: 91-110.

Fernández, F, Ovalle, C y Avendaño, J. 2001. Tagasaste: Promissory fodder shrubs for areas of sub humid Mediterranean dry land. *In*: M. Ibrahim (ed.). *International Symposium on Silvopastoral Systems*. San José, Costa Rica. P. 332-335.

Gallo, L.A.; Somarriba, E.; Ibrahim, M.; Galloway, G. 1999. Crecimiento de *Panicum maximum* bajo *Pinus caribaea*. *In*: 4. *Semana Científica*. Turrialba (CR). P. 259-262 (Serie Técnica. Reuniones Técnicas No. 5).

Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 1994. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana*. 19(1): 34-43

Harmand, JM; Ndonfack, P; Njiti, CF. 2002. Efectos de varias especies de árboles sobre el estrato herbáceo y la dinámica del nitrógeno del suelo en la zona sudaniana de Camerún. *Agroforestería de las Américas*. 9(33-34):14-18.

Harvey, C; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry System*. 44: 37-68.

Hernández, S; Benavides, J. 1995. Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala. *Agroforestería de las Américas*. 6:15-22.

Hess, D y Lascano, CE. 1994. Comportamiento del consumo de forrajes por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. *Pasturas Tropicales*. 10(2):12-20.

Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001 ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros?. *Agroforestería de las Americas*. 8 (32): 35-41.

Ibrahim, M; Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Arava, JL. 2001 a. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the sub humid tropics. *Agroforestry Systems*. 51: 167-175.

Ibrahim, M; Schlonvoight, A; Camargo, JC; Souza, M. 2001 b. Multi-strata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in central America. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Brazil*. P. 645-649

Illius, JP y Jessop, NS. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3052-3062.

Johnson, HD; Ragsdale, AC; Shanklin, MD. 1962. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Mo. Agricultural Experimental Sta Research Bull*. 791.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? *In: Angelsen; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p 1-20.

Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. *In: FAO, LEAD, CATIE. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Conferencia electrónica (en línea)*. Consultada en Septiembre, 2002.

Kennedy, PM; Lowry, JB, Coates, DB, Oerlemans J. 2002. Utilization of tropical dry season grass by ruminants is increased by feeding fallen leaf of siris (*Albizia lebbbeck*). *Animal Feed Science and Technology*. 96:175-192.

Kleinn, C; Corrales, L; Morales, D. 2002. Forest area in Costa Rica: A comparative study of tropical forest cover estimates over time. *Environmental Monitoring and Assessment*. 73:17-40.

Kolver, FUE y Muller, LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81:1403-1411.

Larbi, A; Smith, JW; Adekunle, IO; Kurdi, IO. 1996. Studies on multipurpose fodder trees and shrubs in West Africa: Variation in determinants of forage quality in *Albizia* and *Paraserianthes* species. *Agroforestry System*. 33:29-39.

Lascano, C. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas doble propósito. En: T. Clavero (ed.). *Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical*. Maracaibo, Venezuela. P 29-40.

Libreros, H.F.; Benavides, J.E.; Kass, D.C.L.; Pezo, D.A. 1994. Productividad de una plantación asociada de poró (*Erythrina poeppigiana*) y King Grass (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*). Efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa. *In: Benavides, J.E. (comp. y ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Turrialba, CR. V. 2. P. 453-473.

Lowry, JB. 1995. Deciduous trees: a dry season feed resource in Australian tropical woodlands? *Tropical Grasslands (Australia)*. 29(1): 13-17.

Ludlow, MM; Wilson, GL; Heslehurst, MR. 1980. Stress physiology of tropical plants. *Tropical Grasslands* 14:136-145.

Marmillod A. 1989. Actitudes de los finqueros hacia los árboles. *In: Beer, J.W.; Fassbender, H.W.; Heuveldop, J. (eds.) Avances en la investigación agroforestal: actas del seminario*. Turrialba, CR. p. 294-306 (serie técnica no. 147).

McDaniel, AH; Roark, CB. 1956. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. *Journal of Animal Science*. 15(1):59-63.

McIvor, LG; Gardener, CJ. 1995. Pasture management in semi-arid tropical woodlands: effects on herbage yields and botanical composition. *Australian Journal of experimental Agriculture*. 35:705-715.

Minson, DJ. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. P. 352.

Morales, D; Kleinn, C. 2001. Tree resources on pasture land in Costa Rica. En: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System*. San José, Costa Rica. P. 117-121.

Nair, PKR. 1982 Soil productivity aspects of agroforestry. Nairobi, KE. ICRAF. 83 p. (Science and Practice of Agroforestry No. 1).

- Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 2001. Ruminal function in sheep supplemented with *Samanea saman* pods. In: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias. P. 285-289.
- NRC. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Research Council. National Academic Press, Washington, D.C. 152 p.
- Osuji, PO; Odenyo, AA. 1997. The role of legume forages as supplements to low quality roughages: ILRI experience. Animal Feed Science Technology. 69:27-38.
- Pedroni, L. 2001. Oportunidades y requisitos para el pago de servicios ambientales a proyectos de desarrollo limpio. In: FAO LEAD, CATIE. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Conferencia electrónica.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In: Primer Foro Internacional sobre Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Veracruz, ME. FIRA Banco de México. 39 p.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, CR. CATIE. 258 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2).
- Ravi, R y Natanam, R. 1995. Nutritive value of velvaylam (*Acacia leucophloea*) pods for goats. Indian Journal of Animal Science. 65(10):1165-1166.
- Riesco, A. 1992. La ganadería bovina en el trópico americano: situación actual y perspectivas. En: S. Fernández-Baca (ed). Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. Santiago, CH. FAO, Oficina regional para América Latina y el caribe. P. 13-46.
- Roncillo, B; Navas, A; Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. In: Uribe A. ed. Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias. P 231-244.
- Santos, LD; Bernal, CA; Duarte, JH. 1996. Introducción a la evaluación de la producción de frutos de Algarrobo (*Prosopis juliflora*). In: Uribe A. ed. Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias. P. 245-250.
- Seresinhe, T; Pathirana, KK. 2000. Associative effects of tree legumes and effect of cutting height on the yield and nutritive value of *Panicum maximum* cv. Guinea. Tropical Grasslands. 34:103-109.
- Shayo, CM. 1997. Uses, yield, and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminant in the semi-arid areas of Central Tanzania. Tropical Grassland. 31:599-604.
- Shelton, M. 1996. El genero *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: T. Clavero (editor) Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Maracaibo, Venezuela. P 17-28.
- Simón, L. 1996. Leguminosas arbóreas utilizadas para cercas vivas y ramoneo. In: Uribe A. eds. Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias. P 109-124.
- Smith, JW; Larbi, A; Jabbar MA; Akinlade, J. 1995. Rumen degradation in sheep, goats and cattle and voluntary intake by sheep of four browse species. Agroforestry Systems. 32:277-286.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería de las Américas. 7(26): 53-56.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Silva, JC. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible. Memorias. Cali, CO. CIPAV.
- Stokes, K. 2001. Farmers' knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. MSc Thesis. Bangor, UK, University of Wales. 75 p.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR. CATIE. 71 p.(Informe Técnico No. 313).
- Villafuerte, LE. 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones de manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 98 p.
- Wilson, JR. 1996. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. Australian Journal of Agricultural Research. 47:1075-1093.

## V. ARTICULO 1

### CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS GANADERAS EN CAÑAS, GUANACASTE Y RELACIONES CON LA COBERTURA DE ÁRBOLES EN POTREROS

#### 1 RESUMEN

El objetivo principal del trabajo fue caracterizar las fincas ganaderas en Cañas, Guanacaste y relacionar esta información con su cobertura arbórea. Para esto se encuestaron 53 fincas escogidas al azar. La ganadería en la zona se basa en razas cebuinas, pastoreo rotacional, con *Brachiaria brizantha* e *Hyparrhenia rufa* y un promedio de 1.32 UA/ha de carga animal. Las fincas de la zona fueron clasificadas por su sistema de producción: carne (60% fincas); doble propósito (carne/leche: 20%) y mixtas (carne/agricultura: 20%). El tamaño promedio de las fincas es 160 ha, las fincas mixtas fueron 3 veces más grandes que las de carne y 10 veces que las de doble propósito. Las fincas mixtas dedicaron el 25% del área a cultivos (caña, melón, sandía). Las fincas doble propósito y mixtas, fueron más intensivas en uso de mano de obra familiar que las de carne, probablemente por la diversidad de labores realizadas en la finca. Casi todas las fincas de la zona tuvieron árboles en potreros y cercas vivas, las arbóreas en potreros mas mencionadas por los finqueros fueron *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman* y *Cordia alliodora*. Estas fueron utilizadas como sombra, forraje y frutos para el ganado, postes y leña. Las cercas vivas estuvieron compuestas de *Bursera simaruba* y *Pachira quinata* en su mayoría. La cobertura de árboles en potrero es del 16% en promedio, la cual estuvo en función de la frecuencia del control de malezas, la mano de obra familiar, el periodo de descanso de los potreros, los años de experiencia en la finca, la realización de otras actividades productiva del propietario, el área de bosque y la carga animal.

Palabras claves: sistemas de producción, cobertura arbórea, Guanacaste, árboles en potrero.

#### 2 INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la expansión de la ganadería ha estado asociada con la reducción de los bosques y la pérdida de la sostenibilidad de los ecosistemas. La producción bovina en Centroamérica, al igual que en la mayoría de los países tropicales esta basada en el pastoreo como principal recurso alimenticio. En América Latina, la población bovina y las



áreas de pasturas en las últimas décadas han incrementado fuertemente. En los últimos 40 años el área en pasturas en Centroamérica ha aumentado de 3.5 a 9.5 millones de hectáreas y el inventario bovino ha pasado de 4.2 a 9.6 millones de cabezas (Kaimowitz, 2001). Esta expansión ha conllevado a la pérdida y fragmentación de bosques y la creación de paisajes que fueron principalmente mosaicos de monocultivos de pastos y cultivos agrícolas, fragmentos de bosques, lo cual, también ha causado la degradación de los suelos (Kaimowitz, 2001).

Sin embargo, se ha demostrado que cambios en el sistema de producción, que influyen positivamente en la rentabilidad de las fincas ganaderas pueden disminuir la presión sobre los bosques (Kaimowitz, 2001). Actualmente, la presencia de árboles en potreros juega un papel muy importante en el incremento de la rentabilidad de las fincas ganaderas (Kaimowitz, 2001, Alonzo e Ibrahim, 2001) al ofrecer beneficios económicos adicionales a la producción bovina, como madera y postes para cercas (Souza de Abreu., 2002; Casasola, 2000), suplementos de alta calidad nutricional como forrajes (Benavides, 1994; Kennedy, 2002; Osuji y Odenyo, 1997; Ibrahim *et al.*, 2001; Camero *et al.*, 2001) y frutos (Roncallo *et al.*, 1996, Casasola, 2000, Navas, 2001). Además estos sistemas tuvieron un alto potencial para recibir pagos por servicios ambientales (Pedroni, 2001) por ejemplo, por fijación de carbono (Kaninnen, 2001).

Igualmente, los árboles en los sistemas ganaderos, también juegan un papel importante desde el punto de vista de beneficios ecológicos. Los árboles ayudan a conservar la biodiversidad de especies animales que participan en la dispersión de semillas y contribuyen a la regeneración natural del bosque, además ayudan a conectar parches de bosques aislados y mantener la conectividad del mismo (Guevara *et al.*, 1998; Harvey y Haber, 1999). Igualmente, la presencia de arbóreas en potreros ofrece una alternativa para ayudar a la restauración de ecosistemas al disminuir la degradación de las pasturas (Szott *et al.*, 2000) y la compactación de suelos (Belsky *et al.*, 1993).

En este sentido, los potreros con árboles, al ser más intensivos en generación de bienes y servicios, que los sistemas tradicionales de producción bovina, podrían reducir la presión sobre los bosques e incrementar la productividad de las fincas ganaderas. Los ganaderos confirman la contribución económica de los árboles en potreros a las fincas: el 54% de los finqueros entrevistados en Monteverde, Costa Rica, ecosistema de bosque nubloso tropical,

piensan que los árboles en potreros incrementan la productividad de sus fincas (Harvey y Haber, 1999). Igualmente en la zona norte de Colombia, zona de bosque seco tropical, se confirmó que los ganaderos plantan y permiten la regeneración de árboles en potreros debido a que estos aportan a la productividad de la finca (Cajas- Girón y Sinclair 2001).

La presencia de árboles en potreros es muy común en diversas zonas y sistemas de producción bovina. En La Fortuna, zona de bosque tropical premontano muy húmedo, en el norte de Costa Rica, más del 90% de las fincas ganaderas tuvo árboles dispersos en los potreros para proveer sombra a los animales y generar otros beneficios (Souza de Abreu *et al.*, 2000). La proporción de potreros con árboles fue muy variable, entre 3.5 y 78% del total del área de las fincas en La Fortuna corresponde a áreas de pastos con árboles. En 35 fincas con sistemas de producción bovina (doble propósito: 20.5 árboles/ha y lecheras: 2.1 árboles/ha); se encontraron mayores densidades de árboles que en fincas con producción agrícola (Souza de Abreu *et al.*, 2000).

Igualmente, la diversidad de árboles en potreros entre ecosistemas varía ampliamente. En la zona húmeda al norte de Costa Rica, se encontró entre 5 y 80 árboles/ha en potreros, los cuales corresponden a 190 especies diferentes (38.2 especies/finca; Harvey y Haber, 1999). En Veracruz, zona cálida y húmeda de México, se registraron densidades de árboles entre 0.4 y 11.9 árboles/ha en potreros (Guevara *et al.*, 1998). En el proyecto TROF, en Guanacaste, Costa Rica, ubicado en una zona de bosque tropical seco, se encontraron 60 especies diferentes de árboles en potreros, con un promedio de 10.5 árboles dispersos y 11.29/ha árboles en líneas en potreros (Morales y Kleinn, 2001). En la región Caribe de Colombia, ubicada en zona de bosque tropical seco, se reportaron densidades entre 3 y 50 árboles/ha, distribuidos en áreas que representan entre el 26 y 69% de las pasturas de las fincas (Cajas-Girón y Sinclair, 2001).

Como se puede observar anteriormente la generación de información acerca de la densidad y riqueza de especies de árboles en potreros fue muy amplia. Sin embargo, no existe mucha información acerca de la relación entre la presencia de árboles en potreros con las características biofísicas y socioeconómicas de las fincas. Por lo cual es necesario generar información en la cual se relacionen estos aspectos con las características y el manejo de las fincas ganaderas.

### **3 OBJETIVOS**

- Caracterizar las fincas ganaderas pertenecientes al área de estudio del proyecto Fragment, Cañas, Guanacaste.
- Estratificar los tipos de fincas existentes en el área de estudio.
- Conocer las características de las fincas ganaderas en Cañas, Guanacaste, en cuanto a uso de la tierra, características de los propietarios, tipología de los sistemas de producción bovina, presencia y utilización de árboles en las fincas de las fincas.
- Evaluar las relaciones entre la cobertura de árboles en potreros con las características de las fincas.

### **4 HIPÓTESIS**

- Las diferencias entre los sistemas de producción bovina de las fincas de la zona, están explicadas por sus características biofísicas y socioeconómicas.
- Las características socioeconómicas y biofísicas de las fincas y los productores influyen en la cobertura arbórea y en el área dedicada a cultivos, pastos y bosques en las fincas en Cañas.

### **5 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1 Localización y descripción del área de estudio**

Este estudio se realizó entre Febrero y Agosto del año 2002, en el área de estudio del proyecto FRAGMENT, en un área de 10000 ha ubicadas entre las coordenadas 10°25' N y 85° 06' W, localizada entre los municipios de Cañas, Higuerón y Abangares, en la provincia de Guanacaste, región Chorotega ubicada en el Pacífico norte de Costa Rica, área de influencia del proyecto FRAGMENT. La altitud varía entre 80 y 250 msnm, la temperatura promedio es 27.6° C y la precipitación media anual fueron 1544 mm, con una época lluviosa entre mayo y octubre, en donde cae aproximadamente el 88.2% de las lluvias. La humedad relativa de la zona varía entre 22 y 82% durante el año. Los suelos en esta área fueron principalmente molisoles (Stokes, 2001). La zona de vida en donde se ubica el área corresponde a Bosque Seco Tropical (Holdridge, 1978). El área de estudio esta conformada principalmente por fincas privadas además existe una zona de parceleros, con tierras provenientes de reforma agraria (Instituto de Desarrollo Agrario), la cual conforma aproximadamente el 10% del total del área.

En la provincia de Guanacaste la ganadería ha sido una de las principales actividades económicas, desde los tiempos de la colonia. Durante el siglo XVI, los españoles introdujeron los bovinos en la zona, provenientes de Nicaragua, posteriormente, en el siglo XIX, la creciente demanda de carne en Costa Rica estimuló el desarrollo de la ganadería de cría, desarrollo y engorde en la zona, además de la creación de grandes haciendas ganaderas (Arauz, 2001). Luego, durante mediados del último siglo, la agricultura empezó a incrementarse en la zona, con la aparición de proyectos de riego, creando un cambio sobre los sistemas de producción en la zona, hacia sistemas de producción mixtos que incluyen ganadería y agricultura. Actualmente la provincia de Guanacaste posee el 24% del total del hato ganadero en Costa Rica (CORFOGA, 2000).

Este trabajo fue desarrollado en dos etapas, primero la caracterización de las fincas y la exploración entre las relaciones de los finqueros con los árboles en las fincas y después un experimento para evaluar las relaciones entre la cobertura de árboles en potreros y la producción animal. Sin embargo, en este capítulo solo se trata el primer tema.

## **5.2 Selección de las fincas**

Inicialmente se realizó una consulta con productores líderes y expertos de la zona (técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y de la Cámara de Ganaderos de Cañas) con el fin de realizar una base para identificar los diferentes estilos de vida de los finqueros y conocer las características particulares del área de estudio. Posteriormente se seleccionaron al azar 53 fincas (23.3% de las fincas mapeadas; N=232, Anexo 2) a partir de los mapas de las fincas del área de estudio, obtenidos del Registro Público de la Propiedad de Costa Rica, para ser muestreadas, de las cuales se realizó una verificación del 10% de los mapas. Las fincas seleccionadas debían cumplir con dos requisitos: tener producción bovina y estar activas productivamente.

La recolección de datos se llevó a cabo por medio de entrevistas estructuradas individuales, con apoyo del personal del proyecto FRAGMENT. Estas entrevistas fueron desarrolladas con encuestas previamente elaboradas con la colaboración de productores y expertos de la zona. Con estas se recopilaban las características de cada finca: uso del suelo: tamaño y distribución de las áreas de la finca; características de los productores: edad, nivel de educación; mano de obra: composición y distribución; características de los sistemas

ganaderos: número de cabezas, razas, suplementación, tipos de pastos; características de las áreas agrícolas: tamaño y utilización; y descripción y composición del componente arbóreo: usos y especies de árboles en potreros y cercas vivas.

Con los mapas de estas fincas e imágenes de satélite se calcularon los respectivos usos del suelo para cada finca y la cobertura arbórea en potreros por medio del software Arcview (Proyecto Fragment, 2002). La cobertura de árboles en potreros fue calculada como el porcentaje del área de potreros que cubría la copa de estos árboles, incluyendo únicamente los árboles dispersos en potreros. Posteriormente estas variables se relacionaron con las características de cada finca por medio de análisis estadísticos.

### **5.3 Análisis de la información**

La información recolectada en las encuestas fue puesta en una base de datos de Excell y posteriormente analizada por medio de análisis de varianza, correlaciones y análisis de regresión lineal. Se realizaron análisis cluster para la formación de grupos y análisis de discriminación canónica por pasos (STEPDISC) para la identificación de las variables con mayor influencia en la formación de los grupos (SAS, 1999). Sin embargo, los resultados obtenidos tuvieron valores de correlación canónica muy bajos. Por lo cual, se decidió agrupar las fincas con respecto al sistema de producción ganadera en la finca, basándose en consultas a expertos, técnicos de la zona y productores líderes. Para ver las diferencias entre las fincas agrupadas por sistema de producción se realizaron pruebas de normalidad, análisis de varianza, pruebas de  $\chi^2$  y análisis de correlación lineal entre las variables (SAS, 1999). Para analizar las relaciones entre la cobertura arbórea y las características de las fincas se realizaron regresiones múltiples (STEPWISE) y análisis de colinealidad entre las variables (SAS, 1999)

Para la evaluación de las relaciones entre las características de las fincas con la cobertura arbórea se utilizaron las siguientes variables:

1. Sistema de Producción (carne, doble propósito, mixto)
2. Años del propietario dedicados a la ganadería
3. Numero de años de pertenencia de la finca al propietario
4. Área Total (ha)
5. Área de potreros (ha)
6. Porcentaje de área de bosque en la finca
7. Porcentaje de área de charral en la finca
8. Porcentaje de área de cultivos en la finca

9. Porcentaje de área de pastos mejorados en la finca
10. Capital fijo (colones Costa Rica)
11. Distancia al centro de mercado más cercano (km)
12. Presencia de suplementación bovina en la finca
13. Fertilización de las pasturas de la finca
14. Utilización de forraje proveniente de arbóreas como suplemento
15. Utilización de frutos proveniente de arbóreas como suplemento
16. Mano de obra familiar en la finca
17. Mano de obra contratada en la finca
18. Dedicación del propietario a otras actividades productivas fuera de la finca
19. Periodo de descanso de los potreros (días)
20. Presencia de cercas vivas en la finca
21. Frecuencia de control de malezas (veces/año).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Uso del suelo

El área total de las 53 fincas encuestadas fueron 8499 ha, de las cuales la mayor parte del área correspondió a potreros. En promedio, el 80.7% de la zona fueron potreros, 6.4% cultivos (caña principalmente), 8.06% bosques primarios y secundarios, 2.5% charrales y el resto a bancos forrajeros de caña, áreas de plantaciones forestales (teca, melina, pochote) o huertos caseros (Figura 2).

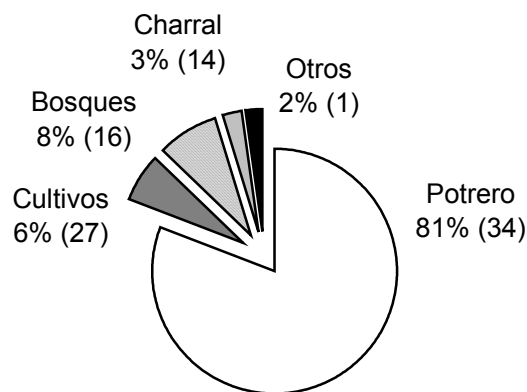


Figura 2. Distribución del uso de la tierra en las fincas encuestadas en Cañas, Costa Rica, (n = 53 fincas), expresada como porcentaje promedio del área de la zona y su desviación estándar entre paréntesis.

La cobertura arbórea promedio de toda la finca varía entre 0.15 y 0.48, con un promedio de 0.37. No se encontraron diferencias estadísticas entre la cobertura promedio de toda la finca,

en las fincas de carne fue  $0.35 \pm 0.25$ , en las de doble propósito  $0.32 \pm 0.2$  y en las mixtas  $0.45 \pm 0.3$  (Fragment, 2002).

## 6.2 Sistemas de producción animal

Las fincas ganaderas de la zona fueron clasificadas según su sistema de producción, por medio de sus características biofísicas identificadas en la encuesta, en 3 grupos: 1) fincas dedicadas a la producción de carne exclusivamente, en el cual se incluyeron aquellas en donde se cría, levanta y engordan bovinos; 2) doble propósito, aquellas en las cuales se produce leche y carne a la vez y 3) fincas mixtas, es decir fincas que tuvieron ganadería de carne y agricultura como actividades principales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Orientación productiva de las fincas en la zona de Cañas, Costa Rica, 2002

Actividad principal de la Finca	% Fincas encuestadas	Número de fincas
Producción de carne	56.60	30
Mixta (ganadería y agricultura)	22.64	12
Doble propósito	20.75	11

n = 53 fincas.

El tamaño promedio de las fincas encuestadas es de 160 ha, con un rango entre 5.6 y 1526 ha. Se observó que las fincas de producción mixta en promedio fueron 11 veces más grandes que las fincas de carne y 3 veces más grandes que las fincas de doble propósito ( $p < 0.05$ , Cuadro 2). El tamaño de las fincas estuvo correlacionado en un 30% con la agrupación en estos sistemas de producción ( $r = 0.30$ ;  $p < 0.04$ ).

Algunas variables que fueron diferentes entre los sistemas de producción, fueron el porcentaje del área dedicada a potreros y cultivos en cada uno de los sistemas, existiendo proporciones similares de áreas con potreros en las fincas de carne y doble propósito, pero superiores a las de producción mixta (Cuadro 2;  $p < 0.05$ ). Las fincas mixtas dedican en promedio, un 24% del área a cultivos, principalmente de caña (*Saccharum officinarum*), melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*) y arroz (*Oriza sativa* L).

El promedio de la carga animal en la zona fue 1.32 Unidad Animal/ha (1 UA = 400 kg PV). No se detectaron diferencias entre sistemas respecto a la carga. Por otro lado, el número de potreros por finca varió entre sistemas, siendo el sistema de carne el de mayor número de

potreros superando las fincas de doble propósito, pero no se detectó diferencias con las mixtas, a pesar de tener mayor número de potreros/ finca (Cuadro 3). El número de potrero por finca estuvo correlacionado ( $r=0.5$ ;  $p<0.0001$ ) con el área total de la finca, indicando que fincas con mayor área tuvieron mayor número de potreros.

Cuadro 2. Área promedio de la finca y porcentaje de área de potrero, cultivo, bosque y charral del área total de la finca. Cañas, Costa Rica, 2002.

Sistema de producción	Área total (ha)	% área en potreros	% área en cultivo	% área en bosques	% área en charral
Carne	117.7 ± 156.7 b	86.4 ± 19.6 ab	0.5 ± 1.4 b	10 ± 15.3 a	3.5 ± 17.2 a
Doble Propósito	34.0 ± 63.7 b	89.9 ± 10.6 a	3.4 ± 7.6 b	1.6 ± 3.2 a	1.0 ± 3.4 a
Mixta	382.9 ± 557.4 a	58.1 ± 26.3 b	23.8 ± 19.2 a	9 ± 10 a	1.3 ± 3.0 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo ±

El área dedicada a potreros en la finca varía entre el 14 y el 100% del área total de la finca. En el 94% de las fincas se utilizó pastoreo rotacional, con un periodo de ocupación entre 4 y 90 días y un periodo de descanso entre 8 días y 5 meses, los cuales varían con la época del año, siendo los menores en la época lluviosa. El tamaño medio de los potreros varió entre 0.6 y 40 hectáreas. En el 4% de las fincas hacen quemadas para control de malezas, las cuales se realizan una vez al año, al final de la época seca. En el 41% de las fincas aplican fertilizantes, principalmente químicos a las pasturas mejoradas.

Cuadro 3. Características de los sistemas de producción bovinos, Cañas, Costa Rica, 2002.

Sistema de producción	Carga Animal (UA/ha)	Número de unidades animales /finca	Número de Potreros/finca	Tamaño medio de potreros (ha)	Número de grupos de animales/finca
Carne	1.21 ± 0.7 a	95.93 ± 126.3 a	11.47 ± 9.5 a	8.50 ± 6.4 a	2.20 ± 1.7 a
Doble Propósito	1.76 ± 1.2 a	47.40 ± 96.8 a	4.73 ± 4.6 b	5.93 ± 4.6 a	1.64 ± 1.3 a
Mixta	1.23 ± 1.0 a	91.52 ± 137.0 a	8.08 ± 6.5 ab	10.50 ± 11.7 a	2.58 ± 2.7 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo ±

En cuanto a las razas predominantes en las fincas, se observó que los animales de especie *Bos indicus*, de raza Cebú (principalmente Brahman, Nelore, Indubrasil), fueron los más



predominantes en la zona, sin embargo se observaron diferencias entre la frecuencia de esta y otras razas dentro de los sistemas de producción (Cuadro 4). En el 79% de las fincas de carne se reportaron bovinos de raza Cebú ( 41% Brahman), aunque se reportaron algunos animales Simmental (4 %) en proporciones superiores a los otros dos sistemas, también hubo algunos reportes de otras razas como Chanine y toros de lidia (4% fincas). En las fincas de doble propósito el 60 % de las fincas reportaron razas cebuinas, pero se observó una proporción superior de Pardo Suizo, Holstein y Jersey (*Bos Taurus*), de cruces entre Cebú y Pardo Suizo y de razas criollas, que en los otros dos sistemas. En las fincas de producción mixta, menos de la mitad de las fincas reportaron razas cebuinas (25% Brahman), un 20% de las fincas reportaron animales de la raza norteamericana Santa Gertrudis (desarrollada a partir de Shorttrorn y Cebú), el 10% cruces entre Cebú (Indubrasil) y Holstein y el 6% entre Cebú (Brahman) y Simmental, comúnmente llamada Simbra.

Cuadro 4. Frecuencia de razas bovinas en porcentaje de las fincas, en los sistemas de producción carne, doble propósito y mixto. Cañas, Costa Rica, 2002.

Raza	Carne	Doble propósito	Mixta
Cebú	78.8	60.0	45.0
Pardo suizo	1.7	11.7	6.7
Holstein	-	1.7	3.3
Jersey	-	3.3	-
Criollas	5.1	11.7	5.0
Simmental	4.0	1.7	3.3
Santa Gertrudis	0.6	-	20.0
Cebú * Pardo Suizo/ Holstein / Jersey	2.9	6.7	10.0
Cebú * Simmental	2.9	3.3	6.7
Otros	4.0	-	-

El manejo de los animales es muy variable entre las fincas del mismo sistema; sin embargo se encontraron algunas diferencias entre sistemas. En las fincas de doble propósito y mixtas se venden animales con un peso promedio de 178 kg, inferior en un 70% que las fincas de carne ( $p < 0.05$ ), lo que indica que venden terneros y terneras destetos (5-8 meses), mientras en las fincas de carne venden novillos y toros. El principal sistema de reproducción en todas las fincas fue monta natural, sin embargo, en algunas fincas mixtas (10%) y de carne (17%) utilizan inseminación artificial ( $p < 0.05$ ), por el contrario, en ninguna de doble propósito se utiliza. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Manejo zootécnico del ganado en los sistemas de producción de las fincas en Cañas, Costa Rica.2002.

Sistemas de Producción	Edad de venta (meses)	Peso de Venta (kg)	Uso Inseminación Artificial (% fincas)	Desparasitación (veces / año)	Frecuencia de suplementación (meses / año)
Carne	14.55± 10.5 a	304.3 ± 21.1 a	10.0 ± 30 a	2.50±1.8 a	5.73±4.4 a
Doble Propósito	8.09± 7.4 ab	177.7 ± 134.8 b	0.0 ± 0 b	3.27±3.5 a	5.45±4.1 a
Mixta	5.96± 3.9 b	179.6 ± 113.4 b	17.0 ± 40 a	2.83±3.3 a	4.25±4.1 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo  $\pm$

En cuanto al número de meses en los que se suplementan los animales, no se encontró diferencia entre los sistemas de producción, pero se observó que en todos los sistemas se suplementan los animales durante 4 a 6 meses, lo cual equivale a la época de sequía (enero-mayo). Los principales suplementos utilizados en la zona fueron melaza, usada en el 18.6% de las fincas, heno (principalmente de *Digitaria decumbens*), utilizado en 8.70%, gallinaza en 8.07% y alimentos balanceados en 8.07% de las fincas encuestadas. En el 29% de las fincas se les ofrece sal a los animales y en el 23% mezcla mineral. En ninguna finca se utilizan los frutos y forrajes de árboles como suplemento adicional para el ganado, estos siempre son recolectados por los animales dentro del potrero.

Los principales pastos encontrados en la zona fueron *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria brizantha*, y *Paspalum sp.*, los cuales están presentes en el 27, 20 y 6 % de las fincas encuestadas (n=53), respectivamente. En los sistemas de producción de carne y doble propósito, se encontraron frecuencias similares en cuanto al porcentaje de fincas reportadas con cada especie, al ser comparadas con las de producción mixta. Sin embargo, en fincas de carne se observó mayor número de fincas con *B brizantha* que en las de doble y menor proporción de pastos nativos. Las fincas de producción mixta, tuvieron un mayor porcentaje de reportes de pasto para corte, *Digitaria decumbens* y de angleton (*D. aristatum*) y menor proporción de fincas con pastos nativos (Cuadro 6)

Cuadro 6. Porcentaje de fincas con cada especie de pasto, dentro de cada sistema de producción. Cañas, Costa Rica, 2002. (n=53).

Nombre común	Nombre científico	Carne	Doble propósito	Mixto
Braquiaria	<i>Brachiaria brizantha</i>	24,69	19,23	11,11
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	25,93	26,92	27,78
Pastos nativos	<i>Paspalum sp</i>	11,11	15,38	2,78
Trasvala	<i>Digitaria decumbens</i>	4,94	3,85	16,67
Braquiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	7,41	7,69	5,56
Angleton	<i>Dichanthium aristatum</i>	4,94	3,85	19,44
Otras braquiarias	<i>B. dyctioneura, humidicola, mutica</i>	6,16	7,7	0
Tanzania	<i>Panicum maximum var. Tanzania</i>	7,41	3,85	11,11
Bombasa, Estrella	<i>P. maximum var. Bombasa, Cynodon nlemfluensis</i>	7,41	11,53	5,55

### 6.3 Características de los productores

La familia propietaria de la finca estuvo compuesta por 4 personas en promedio (Cuadro 7), aunque el tamaño de las familias propietarias de fincas de producción mixta fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) que las de los otros dos sistemas. La edad promedio del propietario estuvo alrededor de los 50 años (entre 28 y 83 años), con experiencia en actividades ganaderas entre 1 y 50 años, lo cual muestra la heterogeneidad de los finqueros ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 7. Características de los propietarios de las fincas. Cañas, Costa Rica, 2002

Sistema de producción	Experiencia ganadera (años)	Años de propiedad de la finca	Tamaño de familia	Edad propietario (años)
Carne	17.3 ± 14.5 a	16.8 ± 15.6 a	4.1 ± 1.8 <b>ab</b>	53.5 ± 13.5 a
Doble Propósito	16.2 ± 16.4 a	14.1 ± 12.6 a	3.4 ± 1.3 <b>b</b>	53.5 ± 15.8 a
Mixta	11.9 ± 10.6 a	15.7 ± 14.3 a	5.2 ± 1.5 <b>a</b>	53 ± 8.0 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo ±

La mayoría de los productores entrevistados (84.4%) han realizado por lo menos estudios de primaria. El 34.4% ha asistido a la universidad, el 3.1% posee estudios de nivel técnico, el 9.4% asistieron a secundaria y el 37.5% a primaria; solo un 15.4% no han tenido acceso a

educación formal. Los finqueros con sistemas doble propósito tuvieron en promedio un nivel de educación mas bajo (primaria) que los finqueros de sistemas de carne y mixtos (entre secundaria y formación técnica;  $p < 0.05$ ). Por lo menos la mitad de los encuestados fueron finqueros con acceso a información técnica periódica (53%) como revistas y programas de televisión, pero muy pocos asisten a cursos de capacitación (37%). El nivel de asociación entre los finqueros de la zona también fue bajo a pesar de existir diferentes asociaciones productivas, como la Cámara de Ganaderos, la asociación de productores Agro Lajas, a las cuales pertenecen aproximadamente un 30% de los encuestados.

Con respecto a los sistemas de producción, se encontró que las fincas con doble propósito fueron más intensivas en uso de mano de obra familiar que las fincas de carne y similar a las de producción mixta, probablemente debido a la diversidad de labores que se deben realizar en la finca y a los mayores requerimientos de personal para el manejo del ordeño (Cuadro 8). En cuanto al uso de mano de obra contratada y al trabajo realizado por fuera de las fincas no se encontraron diferencias entre los sistemas.

Cuadro 8. Utilización de mano de obra (MO) contratada y familiar en las fincas encuestadas expresado como número de personas/ hectárea que trabajan en la finca. Cañas, Costa Rica, 2002 (n= 53)

Sistema de producción	MO familiar (personas/ha)	MO contratada (personas/ha)	% familias en las que algún miembro trabaja fuera de la finca
Carne	0,039 b	0,038 a	77 ± 40 a
Doble Propósito	0,152 a	0,051 a	45 ± 50 a
Mixta	0,096 ab	0,032 a	58 ± 50 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo ±

Otra diferencia importante entre el manejo de las fincas entre los sistemas de producción, fue el porcentaje de finqueros que viven en la finca. En las fincas de carne, solamente el 23% de los propietarios vive en la finca, mientras en las fincas mixtas y doble propósito, casi todos viven fuera de esta ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, el capital fijo que existe en las fincas mostró una alta variación en cada uno de los sistemas, por lo cual es posible que no se hayan detectado diferencias entre los sistemas (Cuadro 9). Sin embargo, se encontraron diferencias entre la

frecuencia de maquinaria, equipos e instalaciones entre las fincas, pero no entre el capital fijo en las fincas.

En cuanto a instalaciones, se observó que las fincas de doble propósito y de carne reportaron que más del 15% de las fincas tuvieron casas de habitación, más del 10% bodegas y corrales para los animales, mientras en las fincas mixtas solo el 6% tuvieron bodegas y el 4% corrales. En las fincas doble propósito, por el contrario, se observó un mayor número de reportes pozos de agua (5.3% de las fincas). En cuanto a maquinaria, se encontró que las fincas de carne y mixtas poseen algún tipo de maquinaria agrícola (tractor, arados, abonadora, rastras, pica pastos, camiones), siendo mayor la presencia de estos en las fincas mixtas (entre 2 - 7% de las fincas). En las fincas mixtas se encontró que el 3% de las fincas tuvieron riego, mientras en las de doble ninguna y en las de carne, solo el 0.5%. En las fincas doble propósito, por el contrario, se observó un mayor número de reportes de implementos como embaladoras de pacas de pasto (3% fincas) y plantas eléctricas (2.6%).

Cuadro 9. Porcentaje de propietarios que viven en las fincas y capital fijo en las fincas de tres sistemas de producción. Cañas, Costa Rica, 2002 (n = 53).

Sistema de producción	% Propietarios que viven en la finca	Capital Fijo (US \$*)
Carne	23.0 ± 4 a	22887.35 ± 35023.3 a
Doble Propósito	55.0 ± 5 b	8099.68 ± 7327.09 a
Mixta	42.0 ± 5 b	45202.19 ± 92655.07 a

\* 1 US\$ = 373 colones Costa Rica. TRM Nov 9, 2002. Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo  $\pm$ .

#### 6.4 Árboles en potreros

En la zona de estudio se encontró que en la mayoría de fincas (96%) dejan árboles en potreros. Sin embargo, al realizar una prueba de Chi cuadrado se observaron diferencias significativas ( $p < 0.02$ ) entre sistemas con respecto al manejo de árboles en potrero. En el 100% de las fincas de carne y mixtas se dejan árboles dentro de los potreros, mientras que en fincas de producción doble propósito, solo ocurre en el 82±40% de las fincas.

La cobertura de árboles en potrero varió entre 0 y 60% en las fincas, sin embargo, el 80% de las fincas tuvieron una cobertura relativamente baja, menor al 20%. La cobertura promedio encontrada en la zona fue de 16%, aunque existe aproximadamente un 25% de fincas con una cobertura superior al promedio (Figura 3 y 4). La cobertura arbórea promedio no presentó diferencias entre los sistemas de producción, aunque la variación entre cada sistema fue muy alta. En todas las fincas más del 30% de las fincas tuvieron cobertura relativamente baja, aunque en las fincas de carne el mayor porcentaje (45% de las fincas) tuvo entre 10 y 20% de cobertura. (Figura 4). Otra diferencia observada, fue que únicamente en las fincas de doble propósito existen coberturas superiores al 40%.

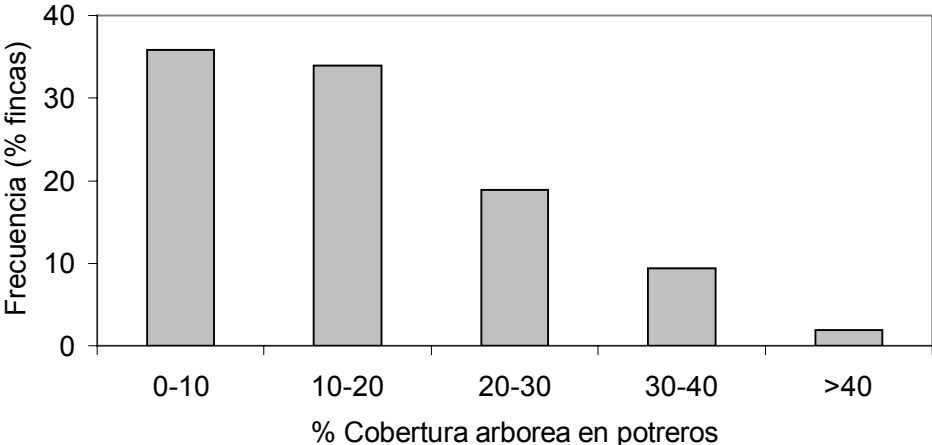


Figura 3. Porcentaje de fincas entrevistadas (n=53) en cada rango de cobertura arbórea en potreros. Cañas, Costa Rica, 2002.

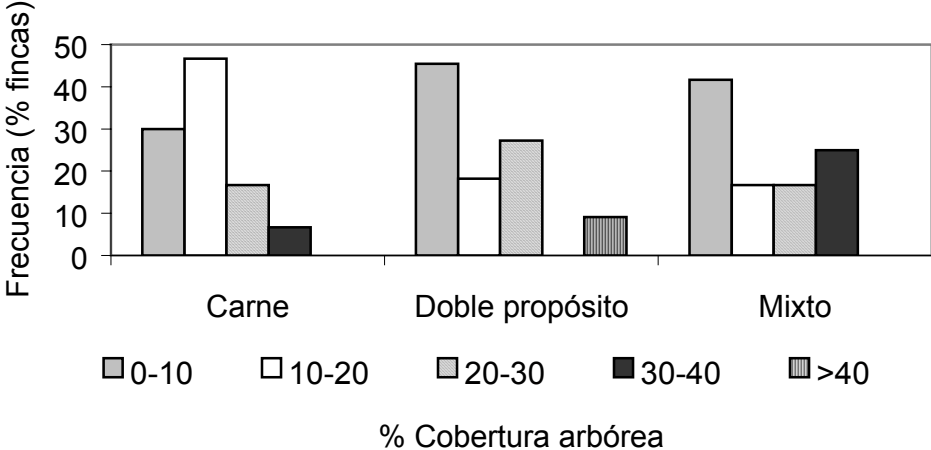


Figura 4. Porcentaje de fincas con cada rango de cobertura arbórea en sistemas de producción de carne (n=30), doble propósito (n=11) y mixtas (n=12). Cañas, Costa Rica, 2002

Las especies de árboles en potrero, más frecuentes en la zona, mencionadas por los productores fueron guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cenízaro (*Samanea saman*) y laurel (*Cordia alliodora*) mencionados en 94, 83, 74 y 60% de las fincas (Anexo 3). En la encuesta, el 26% de las especies de árboles en potreros mencionados, que se retienen en potreros fueron maderables, 15.6% de los árboles reportados fueron usados como fuente de frutos y 7% como forraje. El 14.71% fueron usados como sombra para el ganado y el resto de árboles mencionados, como fuente de postes muertos, leña y árboles frutales (Figura 5, Anexo 4).

Con respecto al porcentaje de fincas que utilizan árboles como fuentes de postes, forrajes y frutos no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de producción. A pesar de esto, hay un mayor porcentaje de fincas doble propósito que utilizan forraje para alimentación de ganado y un mayor porcentaje de fincas de carne que utilizan frutos de árboles para alimentar animales, al igual que un mayor porcentaje de fincas mixtas que utilizan postes de los árboles. En cuanto al uso de leña, se observó un mayor porcentaje de fincas mixtas y de doble propósito que utilizan leña de la finca, comparadas con las de carne ( $p < 0.05$ ). Cuadro 10. Entre las especies arbóreas más usadas como fuente de leña se encuentran *G. ulmifolia*, en el 40% de las fincas, *B. crassifolia* en el 20% y fruto de pava (*Eugenia salamensis*) en el 13% de las fincas.

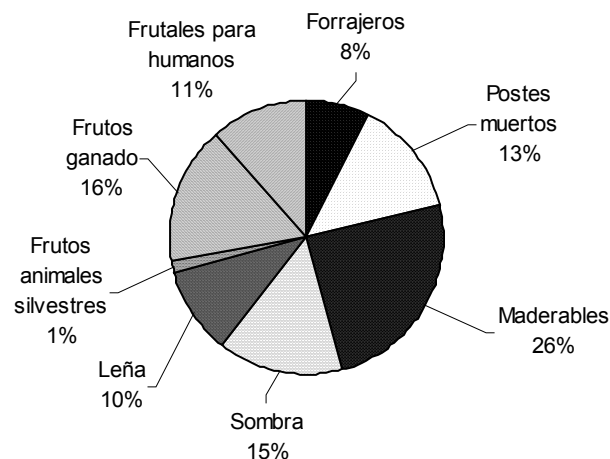


Figura 5. Frecuencia del uso de los árboles en potreros, como porcentaje de las especies mencionadas por los finqueros. Cañas, Costa Rica, 2002.

Cuadro 10. Uso de los productos arbóreos en las fincas encuestadas, expresado como porcentaje de las fincas en las cuales utilizan postes, leña, forraje y frutos provenientes de arbóreas. Cañas, Costa Rica, 2002

Sistema de producción	% fincas que utilizan postes	% fincas que utilizan leña	% fincas que utilizan forraje arbóreo	% fincas que utilizan frutos para ganado
Carne	60±50 a	43±50 b	33±48 a	77±43 a
Doble Propósito	82±40 a	82±40 a	27±47 a	64±50 a
Mixta	92±29 a	75±45 a	50±52 a	58±51 a

Medias en la misma columna con diferentes letras fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las desviaciones estándar fueron presentadas junto al signo  $\pm$

Otro uso importante de los árboles en las fincas fue como fuente de postes muertos, utilizados generalmente para la construcción y reparación de establos, corrales y cercas. En promedio, el 71% de las fincas utilizaron postes muertos provenientes de las fincas. Las especies más usadas para este fin fueron *C. alliodora*, mora (*Maclura tinctoria*), madero negro (*Gliricidia sepium*), saino (*Caesalpinia eristachys*), quebracho (*Lysiloma divaricatum*) y guachipelín (*Myrospermum frutescens*).

En cuanto a la presencia de árboles maderables en potreros se encontró que las especies más comunes fueron *E. cyclocarpum*, *P. saman*, *C. alliodora* y cedro (*Cedrella odorata*). Sin embargo no se encuentra ninguna especie que predomine sobre las otras. (Figura 6). La presencia de árboles como *E. cyclocarpum* y *P. saman* en la zona, muestra la importancia de estas especies como frutos para la alimentación del ganado durante la época seca, los cuales en un 20% de los casos fueron consumidos por el ganado en las fincas, mientras que en el 14% de los casos fueron usados como maderables y en el 12% como sombra. Otras especies maderables frecuentes en la zona fueron roble de sabana (*Tabebuia rosea*, en el 9% de las fincas), pochote (*Pachira quinata*, 9%), *M. tinctoria*, (3%) y *M. frutescens*, (2%).



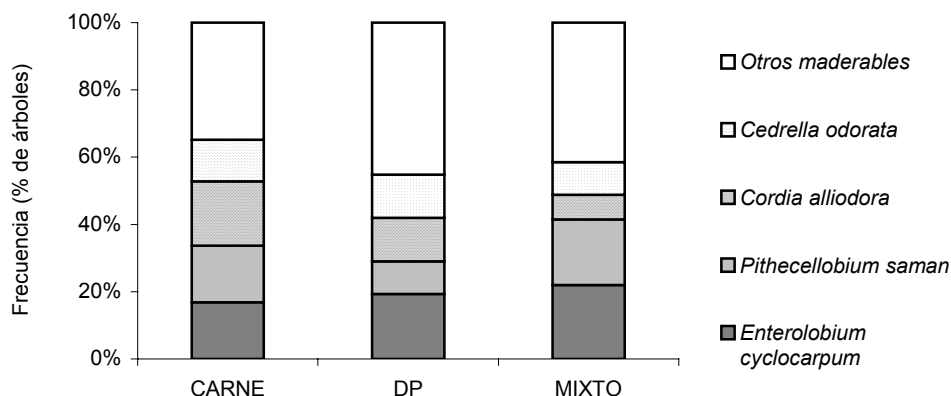


Figura 6. Frecuencia de especies maderables en potreros en los tres sistemas de producción bovina Cañas, Costa Rica, 2002. La frecuencia esta expresada en porcentaje de los árboles maderables en las fincas.

Los árboles que los finqueros prefieren dentro de potreros son *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia* y *Samanea saman*, los cuales variaron un poco en sus valores entre los sistemas de producción, en total se reportaron 30 especies que los finqueros prefieren. En las fincas de producción de carne se reportaron 24 especies de árboles dentro de las preferidas por los finqueros, las más frecuentes fueron *Cordia alliodora*; *Guazuma ulmifolia*; *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea*. En las fincas de producción doble propósito se reportó 16 especies preferidas por los finqueros, entre ellas, las de mayor frecuencia fueron *Cordia alliodora*; *Guazuma ulmifolia*; *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* y en las fincas mixtas se reportaron 14 especies diferentes, entre ellas *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* que fueron las más comunes (Cuadro 11).

Cuadro 11. Preferencias de especies de los productores en los sistemas de producción de las fincas en Cañas, Costa Rica.2002. Expresadas como porcentaje del total de especies reportadas.

Especie	Mixta	Doble propósito	Carne
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	18.42	10.00	10.99
<i>Samanea saman</i>	18.42	10.00	8.79
<i>Cordia alliodora</i>	10.53	13.33	14.29
<i>Andira inermis</i>	7.89	0.00	1.10
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7.89	10.00	14.29
<i>Tabebuia rosea</i>	5.26	6.67	10.99

## 6.5 Cercas vivas

En la zona se encontró que en el 87% de las fincas tuvieron cercas vivas. No existieron diferencias en el número de fincas con cercas, entre sistemas de producción. Las principales especies arbóreas registradas en las fincas fueron Jiñote (*Bursera simaruba*), pochote (*P quinata*), Roble de sabana (*Tabebuia rosea*) madero negro (*G. sepium*) y jocote (*Spondias sp*). Las más frecuentes fueron: *B. simaruba* (26% de las fincas) y *P quinata* (presente en el 15% de las fincas). Con respecto a las diferentes especies en los sistemas de producción se encontró una mayor presencia de jiñote y pochote en las fincas de solo ganadería (carne y doble propósito) que en las mixtas (Figura 7).

Los árboles presentes en las cercas vivas, generalmente fueron podados. El 62% de las fincas de la zona podan al menos 1 vez cada 2 años los árboles. Sin embargo, existen algunas diferencias entre sistemas: Las fincas de producción mixta (0.4 veces/año) tuvieron menor frecuencia de poda que las fincas de producción doble propósito (0.9 veces/año;  $p < 0.05$ ), pero no hay diferencias entre las de doble y las de carne (0.7 veces/año).

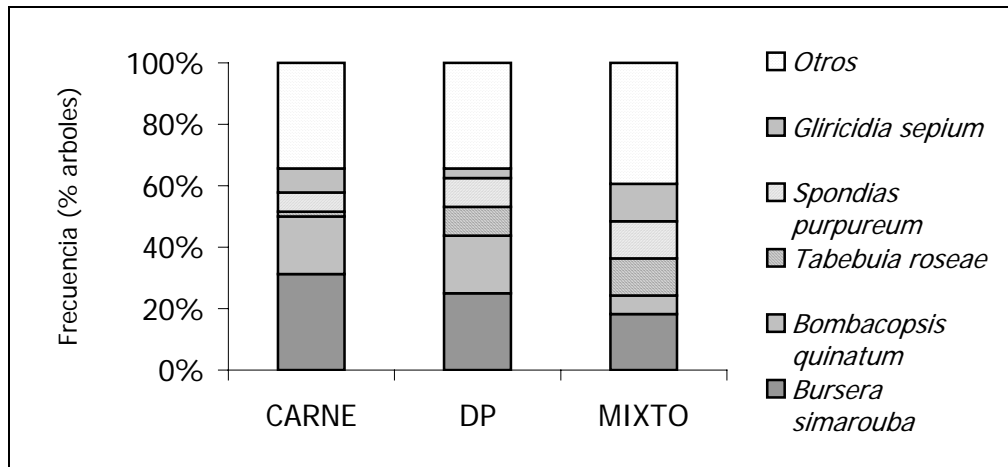


Figura 7. Frecuencia de especies arbóreas presentes en cercas vivas en los tres sistemas de producción bovina. Cañas, Costa Rica, 2002

## 6.6 Relaciones de las características de las fincas con la cobertura arbórea

La cobertura arbórea en potreros esta influenciada positivamente por la frecuencia del control de malezas, la realización de actividades productivas adicionales a la finca, la mano

de obra familiar, el periodo de descanso de los potreros, los años de experiencia en la finca y tuvieron relación negativa, el área de bosque y la carga animal ( $R^2 = 0.75$ ;  $p < 0.0001$ ).

La cobertura de árboles en potrero en los diferentes sistemas de producción, estuvo explicada por variables distintas en cada uno de los sistemas (Cuadro 12). En las fincas de producción de carne se encontró que la cobertura esta en función de la frecuencia del control de maleza (modelo de regresión múltiple:  $y = -6.93 + 9.85x$ ;  $p < 0.005$ ), siendo así, que a mayor frecuencia de realización de labores para controlar las malezas (manual y químico) mayor cobertura arbórea en potreros. Sin embargo, el coeficiente de correlación de esta regresión fue muy bajo ( $R^2 = 0.43$ ), lo cual puede deberse a la poca existencia de observaciones en coberturas y frecuencias de control de malezas altas (Figura 8).

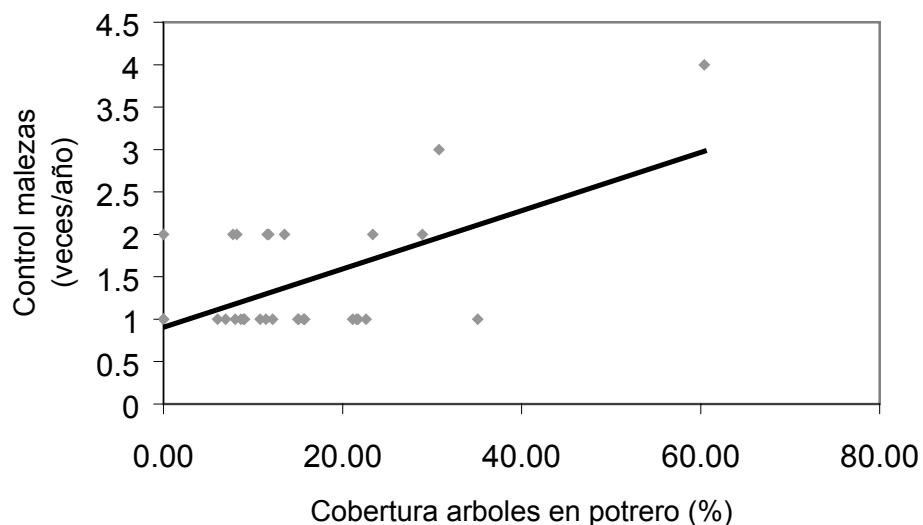


Figura 8. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y la frecuencia del control de malezas en las fincas de producción de carne (n=30). Cañas, Costa Rica, 2002

En las fincas de producción doble propósito, la cobertura arbórea fue explicada por el uso de fertilizantes (Fe), los años de experiencia en ganadería (Ag) y la realización de otras actividades por parte de los productores (Oa); las cuales fueron significativas ( $p < 0.05$ ). El modelo de regresión múltiple calculado fue el siguiente:  $y = -3.24 - 14.64 Fe - 0.02 Ag + 32.55 Oa$  ( $R^2 = 0.97$   $p < 0.001$ ). En las fincas de producción mixta la cobertura esta explicada por la frecuencia del control de maleza Fm, área de bosques B, el uso de

fertilizantes Fe, ( $p < 0.05$ ). El modelo de regresión múltiple calculado fue el siguiente:  $y = -18.18 + 26.73 F_m + 0.33 B + 0.37 Fe$  ( $R^2 = 0.86$ ,  $p < 0.05$ ).

Cuadro 12. Coeficientes de regresión múltiple de las variables que afectan la cobertura arbórea en potreros en todas las fincas encuestadas y por sistema de producción (n=53). Cañas, Costa Rica, 2002

Variable	Todas las fincas	Carne	Doble propósito	Mixta
Frecuencia de control de malezas (meses/año)	15.75 ( $p < 0.0001$ )	9.85 ( $p < 0.005$ )		26.73 ( $p < 0.05$ )
Realización de otras actividades productivas	11.34 ( $p < 0.0001$ )		32.55 ( $p < 0.001$ )	
Mano de obra familiar	92.47 ( $p < 0.0001$ )			
Uso de frutos de arbóreas	- 5.66 ( $p < 0.05$ )			
Periodo de descanso de potreros (días)	0.14 ( $p < 0.02$ )			
Experiencia en la finca (años)	0.20 ( $p < 0.02$ )			
Área de bosque en la finca (%)	- 0.31 ( $p < 0.03$ )			0.33 ( $p < 0.05$ )
Carga Animal (UA/ha)	- 3.93 ( $p < 0.03$ )			
Uso de fertilizantes			-14.64 ( $p < 0.001$ )	0.37 ( $p < 0.05$ )
Experiencia en ganadería (años)			-0.02 ( $p < 0.001$ )	

Sin embargo, al realizar análisis de correlación simples se observaron otras relaciones entre las características de las fincas y la cobertura y presencia de árboles en potreros. La cobertura arbórea esta relacionada en un 43% ( $p < 0.001$ ) con la dedicación de los propietarios de las fincas a otras actividades fuera de la finca. Es decir que las fincas que fueron el único sustento de la familia tuvieron menos árboles que aquellas en la que los finqueros tuvieron ingresos adicionales, lo cual puede deberse a que finqueros con mas ingresos invierten capital en la finca para comprar los productos provenientes de árboles como madera y postes, y conservar intactos los árboles presentes.

En los sistemas de producción se encontraron también varias relaciones que explican los cambios de la cobertura en las diferentes fincas. En los sistemas de carne se encontró una relación positiva ( $r = 0.44$ ) entre la cobertura y el tamaño de los potreros ( $p < 0.05$ ; Figura 9), pero al analizar únicamente las fincas con coberturas inferiores al 30% se encontró una

relación negativa ( $r = -0.32$ ;  $p = 0.09$ ) con el tamaño de los potreros, lo cual indica que potreros de mayor tamaño tuvieron mayores coberturas altas de árboles en potreros.

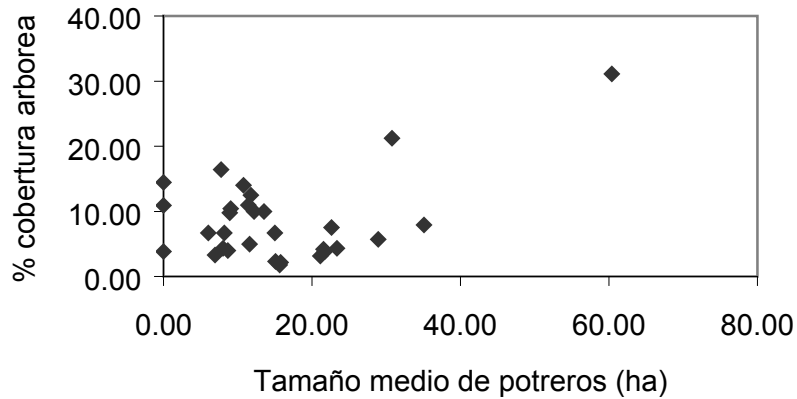


Figura 9. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y el tamaño medio de los potreros en las fincas de producción de carne ( $n=30$ ). Cañas, Costa Rica, 2002

Por otro lado, en las fincas doble propósito, se encontró una correlación negativa ( $r = -0.63$ ;  $p < 0.05$ ) entre la cobertura de arboles en potrero y el número de grupos de bovinos que manejan en la finca (Figura 10).

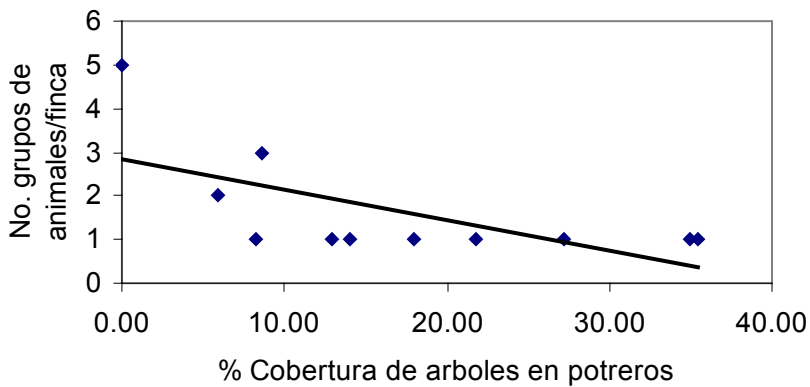


Figura 10. Relación entre la cobertura de árboles en potreros con el número de grupos de animales manejados en cada finca de producción doble propósito ( $n=11$ ). Cañas, Costa Rica, 2002.

En cuanto a la relación entre la cobertura de árboles en potrero con las características socioeconómicas de las fincas, se observó que en fincas de doble propósito existe una correlación negativa entre la presencia de árboles en potreros y la asistencia de los

productores a capacitación ( $r = -0.77$ ,  $p < 0.05$ ). En las fincas mixtas se observó una correlación positiva ( $r = 0.65$ ;  $p < 0.05$ ) entre la cobertura de árboles en potrero y los años dedicados a la ganadería (Figura 11).

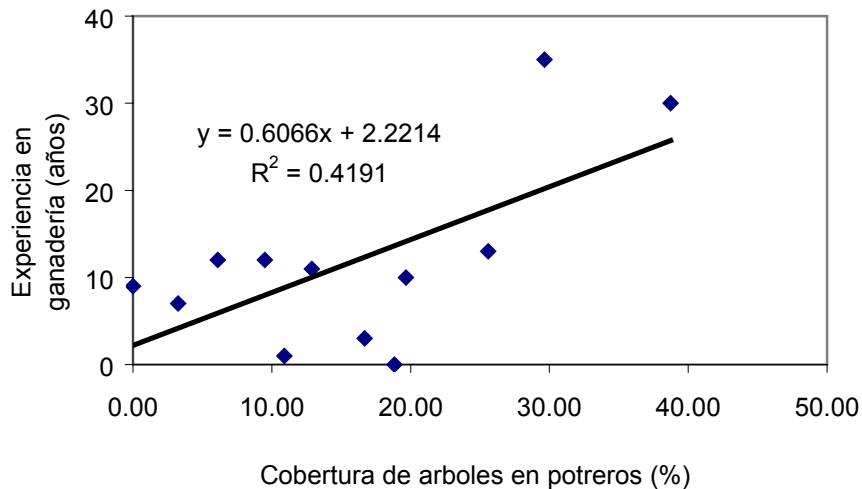


Figura 11. Relación entre la cobertura de árboles en potreros y los años de experiencia en ganadería en las fincas de producción mixta ( $n = 12$ ). Cañas, Costa Rica, 2002

El área de bosque en la finca fue explicada por la utilización de suplemento (S) y por el porcentaje de área de pastos mejorados en la finca (Pm), por medio del siguiente modelo de regresión múltiple:  $Y (\% \text{ Bosque}) = 7.32 + 0.14Pm - 1.20S$  ( $R^2 = 0.21$   $p < 0.005$ ). Sin embargo el coeficiente de regresión fue muy bajo, lo que muestra una alta variación en la tendencia de estas respuestas (Figura 12).

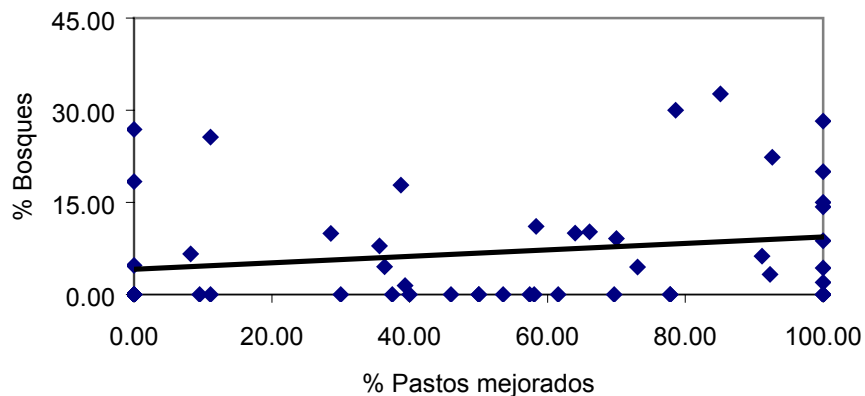


Figura 12. Relación entre el porcentaje de área con bosques secundarios y el porcentaje de pastos mejorados, expresados como porcentaje del área de potreros ( $n = 53$ ). Cañas, Costa Rica, 2002

## 7 DISCUSIÓN

### 7.1 Uso del suelo

En la zona de estudio predominan las fincas dedicadas a la producción de bovina, tradicional en la provincia de Guanacaste. Sin embargo, existen muchas fincas dedicadas a la agricultura (27% de las fincas de la zona de estudio), principalmente al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), debido a la influencia del Ingenio Taboga, el cual se encuentra en las cercanías de la zona de estudio.

El promedio regional del tamaño de las fincas ganaderas fueron 57 ha, aunque en el estudio se encontró un área promedio 3 veces superior (160 ha). Esto puede deberse a la inclusión de fincas de orientación mixta, las cuales probablemente no se incluyeron en el censo ganadero, aunque también puede ser que el promedio regional incluye cantones con fincas más pequeñas. En el área de Cañas se encontró que las fincas mixtas fueron de mayor tamaño que las de carne y de doble propósito, pero no se encontraron diferencias entre estas dos últimas. Sin embargo, se observa una tendencia a ser más grandes las fincas de carne (117.7 ha), que las de doble propósito (34.0 ha), situación similar a la distribución de los tamaños de las fincas en promedio en Costa Rica y en Guanacaste. En Costa Rica, las fincas dedicadas a producción de carne en promedio tuvieron un área de 42 ha y a doble propósito, de 31 ha; las fincas grandes (de 40 a 160 ha) en su conjunto albergan el 60 por ciento del ganado de carne, mientras fincas pequeñas (<40 ha) representan el 40% de las fincas de doble propósito. (CORFOGA, 2000)

### 7.2 Sistemas de producción animal

El principal sistema de producción en el área estudiada es la ganadería de carne. Según el censo nacional del 2000, el 72% de las fincas ganaderas de la Región Chorotega (Guanacaste) se dedican a la producción de carne y el 22% al doble propósito (CORFOGA, 2000). La misma tendencia muestra el país; el sistema de producción de carne es el más común en Costa Rica, el 60% del hato nacional se dedica a este sistema, el 30% se dedica a producción doble propósito y lo que queda del hato se dedica a lechería (Montenegro y Abarca, 2001). La carga animal en las fincas de la zona fue de 1.32 Unidad Animal/ha, pero varió entre 0.2 y 4.7 y no existieron diferencias entre los sistemas. La carga animal promedio reportada para Guanacaste, en el censo nacional, es 0.68 UA/ha (CORFOGA, 2000), casi la mitad de lo encontrado en el presente trabajo. Estas diferencias pueden deberse a que los

cálculos de carga animal en este trabajo se hicieron solo basándose en el área de potreros en donde pastorean los animales, sin tener en cuenta las áreas de charrales y bosques secundarios que en la época de verano fueron utilizadas para el pastoreo. Aunque también el promedio de la carga en Guanacaste es posible que incluya fincas de tamaños muy superiores presentes en otros cantones mas al norte de Cañas, que pueden disminuir el valor promedio de la carga.

Las fincas de producción de carne en la zona, fueron fincas medianas (117 ha en promedio), con un nivel medio de tecnificación: uso de inseminación artificial, presencia de pastos mejorados mayor número de potreros, lo que asegura una mejor rotación en la finca. La mayoría de animales fueron de razas cebuinas, principalmente Brahman. Se venden novillos gordos (>300 kg), los cuales son generalmente vendidos a los mataderos cercanos. A pesar de no encontrar diferencias entre la carga animal entre los sistemas de producción, el área dedicada a potreros fue superior en estas fincas. En general, las fincas de producción de carne fueron caracterizadas por ser extensivas, con un nivel tecnológico bajo y bajos índices de reproducción, ganancia de peso rendimiento en canal y carga animal (Montenegro y Abarca, 2001), lo cual difiere un poco de las fincas de Cañas, puesto que en la zona existe una alta proporción de fincas que fueron manejadas eficientemente, pero también otras en las cuales se cumplen las condiciones anteriores.

Las fincas de doble propósito de la zona se caracterizan por ser fincas relativamente pequeñas, donde la familia propietaria trabaja en la finca. Existe una alta presencia de razas europeas y animales criollos, generalmente venden los terneros recién destetos, tienen reducido número de potreros y un bajo nivel de intensificación. Estas características han sido reportadas como base de los sistemas de doble propósito, igualmente se ha reportado que este fue el sistema de producción de terneros más sostenible, en términos económicos y técnicos y además ha sido el mas aceptado social y culturalmente por los pequeños y medianos ganaderos de las regiones cálidas y bajas del país (Montenegro y Abarca, 2001). La aceptación de este sistema puede deberse a la mayor rentabilidad en términos económicos del doble propósito frente a sistemas de producción de leche o mixta (agricultura y ganadería; Souza, 2002), además de la disminución del riesgo, debido a la posibilidad de vender terneros o leche según se comporten los precios en el mercado.



Las fincas mixtas, por el contrario fueron fincas de mayor tamaño. En estas fincas la ganadería es un aporte a la producción total de la finca, por lo cual son manejadas mas eficientemente. En estas fincas se utilizan técnicas de conservación de forrajes (henificación), inseminación artificial y programas de mejoramiento del hato con razas europeas de carne, lo cual evidencia que estas fincas son más intensivas, tanto en manejo como en uso de mano de obra.

### **7.3 Características de los productores**

Aproximadamente en el 60% de las fincas en la zona, la fuente principal de ingresos de las familias propietarias es la finca, en el resto los propietarios se dedican a otra actividad simultanea a la producción agropecuaria, tales como: jornaleros en fincas de la zona, conductores de maquinaria agrícola, maestros, administradores de empresas de tanto del sector agropecuario como del sector industrial, veterinarios, comerciantes, entre otros.

Las fincas con doble propósito fueron más intensivas en uso de mano de obra familiar que las fincas de carne y similar a las de producción mixta, probablemente debido a la diversidad de labores que se deben realizar en la finca y a los mayores requerimientos de personal para el manejo de los animales. En fincas doble propósito se ha encontrado una rentabilidad superior a la de otros sistemas de producción bovinos (Souza, 2002), lo que puede deberse al mayor empleo de mano de obra familiar, que a pesar de ser cuantificada en los costos de producción, siempre van a realizar trabajos adicionales que no se pueden cuantificar dentro de los análisis financieros.

### **7.4 Árboles en potreros**

La presencia de árboles en potreros en Cañas, al igual que en otras áreas de América Latina, es muy común (96% de las fincas). En estudios previos en la zona se reporto que el 88% de las fincas tenían árboles dispersos en potreros (Stokes, 2001). En La Fortuna, al igual que en la zona de Cañas se encontró que más del 90% de las fincas ganaderas tuvieron árboles dispersos en los potreros, aunque la variación del área con árboles dentro de la finca es alta, entre el 3.5 y 78% del total de la finca corresponde a áreas de pastos con árboles (Souza de Abreu *et al.*, 2000). En la región Caribe de Colombia, ubicada también en la zona de vida de bosque seco tropical, se encontraron distribuciones similares, entre el 26 y

69% de las pasturas de las fincas tuvieron árboles (Cajas-Girón y Sinclair, 2001), aunque estas cantidades reportadas fueron altas comparadas con otros autores, debido probablemente a que fueron producto de entrevistas y no fueron medidas directamente.

La cobertura de árboles en los potreros también presentó una gran variación entre fincas. En Cañas se encontraron valores de cobertura de árboles en potreros que van desde 0 hasta 60% del área de potreros, aunque la mayoría de fincas tuvieron una cobertura relativamente baja (<20%). Resultados preliminares de otra investigación realizada en Cañas, muestran una relación lineal entre la cobertura arbórea y el número de árboles por hectárea en potreros, ( $R^2= 0.79$   $p<0.05$ ) explicada por la ecuación  $y = 0.64x + 1.59$  (Esquivel, s.p.), por lo cual se podría comparar la tendencia de la cobertura arbórea con las densidades encontradas en diversos trabajos. Con base en esta ecuación el número de árboles encontrados en la zona de estudio, varió entre 0 y 40 árboles /ha. Variaciones igualmente amplias se reportaron por el proyecto TROF, en donde se encontraron 10.5 árboles /ha en promedio (Morales y Kleinn, 2001), igualmente en Monteverde, se observaron entre 5 y 80 árboles/ha (Harvey y Haber, 1999) y en Veracruz, zona cálida de México, donde se registraron densidades de árboles entre 0.4 y 11.9 árboles/ha en potreros (Guevara *et al.*, 1998)

En cuanto a la cobertura arbórea, se observó que únicamente en las fincas de doble propósito existen coberturas superiores al 40%, lo cual esta muy relacionado con el tipo de ganado existente en estos sistemas, en estas fincas existe una alta proporción de bovinos puros o cruzados con razas europeas (*Bos taurus*), las cuales tienen una menor resistencia a la radiación solar y necesitan mayores áreas con sombra para controlar el estrés calórico (Gregory, 1995, Mitlöhner *et al.*, 2001). La sombra de árboles también ha mostrado efectos positivos en el consumo de alimentos, la producción de leche y la tasa de crecimiento (Mc Daniel y Roark, 1956, Blackshaw y Blackshaw, 1994; Souza de Abreu *et al.*, 1999)

En Cañas, el tipo de árboles presentes en potreros no difiere significativamente en sus proporciones de acuerdo a los sistemas de producción, pero en todos los casos, existe una tendencia a que la mayores proporción de árboles reportados sean maderables. En zonas semi-húmedas, en la Fortuna, se encontró que entre el 73 y 88% de los árboles encontrados pertenecen a especies maderables, sin embargo en fincas de producción de leche especializadas se encontraron mayor número de árboles frutales y de sombra, mientras en sistemas doble propósito se encontró principalmente árboles maderables (*Cordia alliodora* y

*Cedrella odorata*; Souza *et al.*, 2000). En sistemas silvopastoriles de lechería, como los de Río Frío en Costa Rica se encontró igualmente un mayor número de árboles maderables (Villafuerte, 1998).

Los principales usos de los árboles presentes en las fincas fueron como madera (26% de las especies) y como fuente de frutos que el ganado consume (14.71%), seguidos por la provisión de sombra para el ganado, fuente de leña y árboles frutales, usos anteriormente reportados en la zona y en otras zonas ganaderas (Harvey y Haber, 1999; Stokes, 2001). En la zona, se encontró una alta proporción de árboles multipropósito, entre ellos, *E. cyclocarpum*, *G. ulmifolia* y *S. saman*, reportados también por Stokes, 2001. Estos árboles ofrecen múltiples beneficios al sistema ganadero, tales como sombra, madera, forraje y frutos para los animales.

La utilización de postes provenientes de árboles en el 78% de las fincas, coincide con la información previamente reportada por Stokes (2001), en donde se muestra que los productores de la zona seleccionan los árboles que dejan en potreros bajo el criterio de sombra para los animales y producción de postes para la finca. En el área también se reportó el uso de forrajes y frutos para el ganado, sin embargo, este uso se hace directamente en el potrero, sin existir un manejo de estos para ser utilizados como suplementos nutricionales en diversas épocas del año. No hubo ningún productor que cosecha los frutos para alimentar el ganado. Estos árboles juegan un papel muy importante en la ganadería de la zona, puesto que fructifican en la sequía, época de menor oferta de forrajes y sirven como fuente principal de alimento al ganado en esos meses. Los frutos de arbóreas tienen un alto potencial nutricional debido a las altas concentraciones de azúcares y de proteína que poseen (Roncallo *et al.*, 1996) además han mostrado efectos positivos en el consumo voluntario de forrajes y en el mejoramiento del balance de nutrientes a nivel ruminal, lo cual incrementa la eficiencia en el uso de forrajes (Navas *et al.*, 2001).

En cuanto a la presencia de árboles maderables en potreros se encontró que las especies más comunes fueron guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cenízaro (*Samanea saman*), laurel (*Cordia alliodora*) y cedro (*Cedrella odorata*), y en menor proporción caoba (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), pochote (*Pachira quinata*) y roble de sabana (*Tabebuia rosae*). Estas especies también fueron reportadas por los productores en estudios anteriores en la zona (Stokes, 2001).

En Costa Rica, la extracción de madera en las fincas ganaderas, ha mostrado un incremento en los últimos años, lo cual se relaciona posiblemente con la baja del precio de la carne y el alto precio pagado por la madera fina extraída de los potreros (Ibrahim *et al.*, 1999). En la zona de Esparza, Costa Rica, se encontró una mayor extracción de árboles maderables de fincas pequeñas, que las medianas y grandes (Viera y Barrios, 1997). Debido a la importancia de la actividad forestal en la generación de ingresos adicionales, se ha observado una tendencia de incremento de la densidad de árboles maderables en potreros. Sin embargo, los ganaderos no tuvieron herramientas prácticas para manejar la regeneración natural de especies valiosas y para establecer y proteger árboles en potreros (Ibrahim *et al.*, 1999), por lo cual es posible que las poblaciones de árboles en potrero decrezcan a través de los años por la poca baja disponibilidad de árboles semilleros en un futuro (Ibrahim y Camargo, 2001), a menos que decidan convertir los potreros en áreas abandonadas o charrales. Por otro lado, también es posible que la presencia de árboles dentro de potreros disminuya la presión sobre los bosques, debido a que la madera que se necesita para consumo interno en la finca proviene de los árboles existentes en el potrero.

La cantidad de especies de árboles en potreros varía ampliamente entre fincas. En Cañas, los finqueros reportaron 64 especies de árboles diferentes dentro de los potreros, lo cual es similar a lo encontrado en el inventario realizado por el proyecto TROF, en las cercanías de la zona de estudio de Fragment: 60 especies (Morales y Kleinn, 2001). Sin embargo, existe una menor diversidad que en zonas como Monteverde, en donde se encontraron 190 especies diferentes (Harvey y Haber, 1999) probablemente debido al efecto de la proximidad de la Reserva Forestal Monteverde, a la menor edad de los potreros, o a la mayor diversidad del bosque inicial en esta zona de vida. Otra diferencia importante, es que los valores de Monteverde fueron medidos en parcelas temporales en el campo, mientras los datos en este estudio fueron generados a partir de encuestas realizadas con los productores.

## **7.5 Cercas vivas**

El uso de cercas vivas en Costa Rica, así como en América Latina, es una práctica tradicional en las fincas ganaderas. En fincas ganaderas de diferentes zonas del país se ha encontrado una presencia alta de cercas vivas. En La Fortuna de San Carlos se encontró que aproximadamente el 85% de las fincas evaluadas tuvieron cercas vivas, en las cuales

predominan árboles de *Erythrina sp* y de *Gliricidia sepium* (Souza de Abreu *et al.*, 2000). En la cuenca del río Virilla, también se encontró que aproximadamente el 80% de las fincas encuestadas tuvieron cercas vivas, las cuales están compuestas en un 75% de árboles de *Erythrina sp* (Villanueva, 2001).

Las especies arbóreas presentes en las cercas vivas generalmente tuvieron algún propósito adicional en la finca. Las especies reportadas como más frecuentes en las fincas de Cañas, *P. quinata* y *Tabebuia sp*, son especies maderables con valor comercial en la zona. Igualmente especies como *G. sepium* y *S. purpurea*, presentan beneficios adicionales como fuente de forraje para los bovinos (Simón, 1996) y como fuente de frutos comestibles para bovinos (Roncallo *et al.*, 1996) y obviamente para humanos, respectivamente. Sin embargo, especies tan utilizadas como *Bursera simaruba*, solo fueron utilizadas en la finca como postes vivos. Estas especies coinciden con las especies más comúnmente usadas en las cercas en América Latina, que fueron *Leucaena leucocephala* y *G. sepium* y especies no leguminosas como *B. simaruba* y *S. purpurea* (Budowski 1987).

En las fincas de carne y doble propósito, podan con mayor frecuencia las cercas que en las fincas mixtas, lo que refleja un manejo constante de los árboles presentes, que esta relacionado con el sistema de producción de cada finca. Para las explotaciones ganaderas, las cercas vivas juegan un papel muy importante en climas cálidos, porque se ha demostrado su efecto positivo en la producción animal; la presencia de cercas vivas incrementa la producción de leche, disminuye el riesgo de mastitis e incrementa las tasas de concepción en ganado lechero y en ganado de carne mejora el crecimiento (Gregory, 1995).

El manejo de estas especies también puede estar explicado por el menor tamaño de estas fincas y además la existencia permanente de mano de obra familiar en la finca, quienes pueden actividades extra, además los árboles más comunes en estas fincas, *B. simaruba* y *P. quinata* fueron especies que requieren podas constantes, a diferencia de las otras especies.

Observaciones realizadas en las fincas de la zona, muestran diferencias en el manejo de las cercas vivas y en la estructura de algunas cercas. En el 62% de las fincas se podan los árboles por lo menos 1 vez cada 2 años a una altura aproximada de 2 m, principalmente los árboles de *B. simaruba* y *P. quinata*. Estas podas las realizan para cortar nuevas estacas usadas para reparar las cercas y para controlar la sombra dentro de los potreros. La primera

poda se realiza aproximadamente cuando los árboles miden 2 metros y las siguientes son realizadas como poda de formación al inicio de la época lluviosa para tener un mejor rebrote. En especies como *P quinata*, se realizan manejos silviculturales mas frecuentes, debido al valor comercial de su madera.

La presencia de cercas vivas en las fincas ganaderas es una manera fácil para integrar árboles a los potreros, debido a que las interacciones con el pasto pueden ser mas fácilmente manejadas con podas selectivas de los árboles, además siguen aportando nutrientes, sombra, o follaje al ganado. Adicionalmente, se ha comprobado que a medida que los costos de mano de obra se incrementen en sistemas ganaderos, la siembra de árboles maderables en cercas vivas también se incrementa, con el fin de generar mayores ingresos (Botero *et al.*, 1999).

## **7.6 Relaciones de las características de las fincas con la cobertura arbórea**

En las condiciones del estudio, la cobertura de árboles en potrero se explica principalmente por variables como el control de malezas, la realización de actividades productivas adicionales a la finca, la mano de obra familiar, el periodo de descanso de los potreros, el consumo de frutos por los bovinos, los años de experiencia en la finca, el área de bosque y la carga animal, según lo encontrado en análisis de regresión múltiple. Sin embargo, es preciso anotar que el consumo de frutos, el área de bosques y la carga animal influyen negativamente en la cobertura arbórea, mientras el resto de las variables muestran una influencia positiva.

La mayor frecuencia del control de malezas tuvo una relación positiva con la cobertura de árboles en potrero. Igualmente, en trabajos realizados en la zona sub-húmeda en Costa Rica se encontró que controles selectivos de maleza, estimulan la regeneración de árboles en potreros (Camargo, 1999). Otros trabajos muestran que la regeneración de árboles es favorecida cuando se realizan controles de malezas, porque se elimina parte de la vegetación cercana a las plántulas, disminuyendo la competencia con las malezas (Barrios *et al.*, 1998). Por otro lado, el periodo de descanso de los potreros tuvo un efecto positivo en la cobertura de árboles, debido probablemente porque en estos periodos de descanso los arbustos crecen y en el siguiente ciclo de pastoreo el ganado no los puede dañar (Camargo,

1999) y posteriormente dependiendo de las preferencias de quienes realizan los controles de maleza, estos fueron conservados.

La aplicación de fertilizantes mostró un efecto positivo en la cobertura arbórea. En las fincas de producción mixta, se observó que existe un leve incremento de la cobertura en las fincas donde usan fertilizantes, sin embargo en las fincas de producción doble propósito, hubo un efecto contrario, lo cual puede estar relacionado con que los pastos son más invasivos al ser fertilizados y no permiten el crecimiento de los árboles. En las fincas de carne no se encontró ninguna relación con la aplicación de fertilizantes.

La realización de otras actividades productivas, juega un papel importante al estimular la cobertura de árboles en potrero, probablemente porque la finca no es la principal fuente de ingreso para la familia y existen ingresos adicionales que provienen de las otras actividades realizadas, que pueden ser invertidos en compra de postes y madera para la finca, disminuyendo el uso de los árboles presentes. En este mismo sentido, la dependencia económica de la finca tuvo una relación inversa con la presencia de plántulas de *Cordia alliodora* (Camargo, 1999), lo cual sugiere una menor regeneración de árboles y una posterior presencia de pocos árboles dentro de potreros. Esta relación fue particularmente importante en las fincas de doble propósito, en comparación con los otros sistemas, puesto que la realización de otras actividades productivas, beneficia la cobertura en fincas de doble.

Igualmente, un aumento en la mano de obra familiar también estimula un aumento en la cobertura de árboles en potreros. Se puede pensar que esto sucede porque en las fincas donde está presente la familia existe un mayor sentido de la conservación de los árboles (Scherr y Current, 1997). Además, los productores viven en la finca, tuvieron cultura de agricultores y deseos de laborar la tierra y le pueden dedicar tiempo a las actividades relacionadas con agroforestería (Cipagauta *et al.*, 1999).

Por otro lado, las variables que tuvieron impacto negativo en la cobertura arbórea estuvieron relacionadas con el porcentaje de área dedicado a bosque secundario en la finca y la carga animal. La presencia de bosques secundarios en la finca tuvo una relación negativa con la cobertura de árboles en potreros. Esto puede sugerir que los finqueros pretenden conservar los árboles en los bosques, y aprovechan los árboles presentes en el potrero como fuente de madera, leña y postes (Fisher y Bunch, 1996). Los finqueros en Costa Rica, tanto

propietarios de fincas grandes como pequeñas, generalmente dejan parches de bosques en las fincas, como medio de subsistencia en el futuro, bien sea para auto consumo o para venta de madera o leña, dejando mayores proporciones de bosque en fincas mas grandes (Schelhas, 1996). En Cañas, el 50% de las fincas encuestadas tienen áreas de bosques secundarios y bosquetes en el 7% del área de la finca en promedio (1.4-27%)

La carga animal tuvo un efecto negativo sobre la cobertura de árboles en potrero, probablemente por los daños causadas por el pisoteo y el consumo de los arbolitos en el potrero. Las cargas animales superiores están relacionadas con mayores daños en los brinzales y latizales de árboles dispersos en potreros (Camargo, 1999). Los daños que realizan los animales en pastoreo sobre los árboles, pueden ser mitigados al efectuar sistemas de suplementación, debido a que la baja disponibilidad de forraje en los potreros afecta el nivel de daños realizados a los árboles (Simón *et al.*, 1997) o con la presencia de animales mas livianos, comunes en sistemas ganaderos como la cría (Ibrahim y Camargo, 2001). También se ha reportado una relación negativa entre la carga animal y la edad de árboles de *Pinus caribea*, en donde la carga disminuyó a medida que los árboles aumentan de tamaño, manteniendo una tendencia cuadrática (Somarriba y Lega, 1991). Igualmente en plantaciones de *Eucalyptus populnea*, se encontró una relación inversa entre el número de árboles y la capacidad de carga animal que tolera la plantación (Hall y Douglas, 2001).

Con respecto a las variables que determinan el área de bosques en las fincas, la presencia de pasturas mejoradas tuvo un efecto positivo en el área de bosques, pero el uso de suplementos mostró una relación negativa con esta. La relación positiva entre el área dedicada a bosques en la finca con el área de pastos mejorados, sugiere que la incorporación de alternativas que intensifiquen el uso del suelo y permitan liberar espacios de la finca para ser dedicada a áreas de charrales y regeneración de bosques (Kaimowitz, 2001). Al analizar los datos de todas las fincas también se encontró una correlación negativa entre el área de bosques y el área de pasturas, lo cual verifica que hay una compensación entre áreas de bosques y de pastos. El uso de suplemento en otros trabajos, siempre había mostrado efectos positivos indirectos sobre la cantidad de árboles en potreros, al igual que en el área de bosques en las fincas, al igual que las áreas con pasturas mejoradas. La suplementación también mostró una relación positiva con la regeneración de árboles de *C alliodora* en potreros en la zona sub-húmeda de Costa Rica (Camargo, 1999).



## **8 APLICACIÓN DEL ESTUDIO**

La zona de Cañas, tiene una tradición de mantener árboles dentro del potrero, como fuente de postes y para proveer sombra y frutos a los animales en la época seca, además de un manejo eficiente de las cercas vivas. En las fincas de producción doble propósito, en las cuales los ganaderos viven en la finca y la familia trabaja en esta, la finca es la fuente principal de ingresos para la familia, existe un potencial alto para implementar planes de manejo de los árboles existentes, al igual que planes de siembra o selección de especies maderables de alto valor comercial, presentes en la zona, e inclusive otros sistemas silvopastoriles, tales como bancos proteicos y energéticos.

Por otro lado, en la mayoría de las fincas de producción de carne y mixtas, existen los árboles pero estos no reciben ningún tipo de manejo, generalmente son utilizados para la provisión de sombra y frutos para el ganado, y en algunas ocasiones para postes, a pesar de encontrarse especies de maderas valiosas que podrían incrementar la productividad de las fincas. En estas fincas los trabajos que se puedan proponer en cuanto a manejo de los árboles probablemente sean poco exitosos debido a la falta de presencia de los propietarios.

En la zona existe un alto porcentaje de propietarios que no viven de la finca, sino de otras actividades, muchas veces, totalmente ajenos al sector agropecuario, por lo tanto, las fincas fueron manejadas muchas veces como una actividad adicional y en algunos casos manejadas totalmente por un administrador, que mantiene un vínculo lejano con los propietarios. Por esta razón, los resultados encontrados deben ser tomados sabiendo las características de la zona de estudio.

El conocimiento previo de un área es fundamental para el desarrollo de proyectos de investigación que estén enfocados a las condiciones y características, tanto de la zona, como de los productores que allí se encuentran. La información recolectada en este trabajo, muestra las principales características y recopila como es el funcionamiento de las fincas ganaderas de la zona, en cuanto a temas como uso de la tierra, características de los propietarios, tipología de los sistemas de producción bovina, presencia y utilización de árboles en las fincas. Esta información permite el desarrollo de proyectos como FRAGMENT, aportando información útil para la selección de fincas, adecuación y contextualización de los posteriores estudios que se realicen dentro del área. Trabajos relacionados con la productividad de las fincas ganaderas, el conocimiento local y la toma de decisiones con

respecto a los árboles en la finca, están siendo llevados a cabo dentro del proyecto FRAGMENT, con base en la información generada en este trabajo.

Igualmente, esta información es útil para la generación de conocimiento y formulación de propuestas de desarrollo silvopastoril en la zona, debido al alto potencial que presenta para intensificar el manejo de los sistemas existentes y la productividad de finca, en grupos de finqueros adecuados.

Sería muy importante desarrollar proyectos silvopastoriles que involucren el manejo de árboles en potreros en las condiciones del área de estudio pueden tener una gran aceptación entre los finqueros, debido a la inexistencia de prácticas de manejo silvicultural dentro de sistemas de potreros.

La realización de trabajos basados en encuestas, podría ser más certera y representativa, si se realiza una fase más intensa de verificación de la información suministrada por los encuestados, mediante visitas posteriores a las fincas. El desarrollo de proyectos con comunidades y productores puede facilitarse y ser más efectivo en áreas donde existan organizaciones y asociaciones de productores con intereses comunes a los proyectos.

## **9 CONCLUSIONES**

La ganadería de carne es el sistema de producción bovino más difundido en la región. Estas fincas generalmente fueron grandes, poco intensivas en utilización de mano de obra y manejan cargas animales bajas. Las fincas de producción mixta, las cuales dedican el 60% de su área a la ganadería de carne, fueron fincas de mayor tamaño y mucho más intensivas en uso de mano de obra comparado con otros sistemas de producción. Por el contrario, las fincas dedicadas a doble propósito fueron fincas pequeñas, generalmente manejadas y trabajadas por sus propietarios, fueron más intensivas en uso de mano de obra familiar, manejan cargas animales superiores al promedio de la zona y en general su potencial productivo fue altamente aprovechado desde el punto de vista social y económico.

Aproximadamente el 90% de las fincas de la zona presentan árboles dispersos en potreros y presencia de cercas vivas (80%), lo cual muestra la importancia que tuvieron los árboles para los ganaderos. Sin embargo la cobertura arbórea entre fincas tuvo una alta variación (0 a 60%), debida a las condiciones de cada finca.

La presencia de árboles maderables dentro de potreros es muy común en el área. Pero también se encuentran altas proporciones de árboles usados para el beneficio del ganado, bien sea como alimento o como sombra. Esto indica que la utilidad de los árboles para los bovinos es una característica que estimula la presencia de árboles dentro de potreros.

En las condiciones del estudio, la frecuencia del control de malezas, la realización de actividades productivas adicionales a la finca, la mano de obra familiar, el periodo de descanso de los potreros y los años de experiencia en la finca tienen influencia positiva sobre la cobertura de árboles en potrero. Sin embargo, el consumo de frutos de arbóreas por los bovinos, el área de bosques y la carga animal influyen negativamente en la cobertura arbórea.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo, Y; Ibrahim, M. 2001. Potential of silvopastoral system for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. *In*: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias. P. 465-470.
- Arauz, CA. 2001. Cosas de Guanacaste. 1 ed. San José, CR. 87 p
- Barrios C., Beer J y Ibrahim M. 1999. Cattle dung as a tool for protecting commercial timber trees in silvopastoral systems. *In*: Actas de la IV Semana Científica, CATIE Costa Rica, CATIE, p 240 –243
- Belsky, A.J.; Mwonga, S.M.; Doxbury, J.M. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry Systems*. 24(1):1-20
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, CR. CATIE. v. 2, 419 p.( Informe Técnico. No. 236)
- Blackshaw, JK; Blackshaw, AW 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34 (2): 285-295.
- Botero, J; Ibrahim, M; Bouman, B; Andrade, H; Camargo, JC. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 60-62.
- Budowski G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. *En*: Gholz, H L (ed) *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands. Pp.169-178.
- Cajas-Girón, YS; Mayes, RW; y Sinclair, FL. 2001. Estimating feed intake of browse species in biodiverse silvopastoral system *In*: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias P. 280-284.
- Cajas-Girón, YS; Sinclair, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral system on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry System* (in press).
- Camargo, JC. 1999. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* (Ruiz Pavón Oken) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 127 p.

- Camero, A; Ibrahim, M, Kass, D. 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. *Agroforestry Systems*. 51:157-166.
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente Estelí, Nicaragua. MSc Tesis. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.
- Cipagauta, M; Velásquez, JE; Gómez; JE. 1999. Estrategias de Implementación y Experiencias Agrosilvopastoriles con Pequeños Productores en el Piedemonte Amazónico Colombiano En: VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. 28 al 30 octubre 1999, Cali, CO. (Memorias).
- CORFOGA (Corporación Ganadera, CR), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 2000. Censo Ganadero (en línea). Costa Rica, 13 p. Consultada en Septiembre, 2002.
- Fisher, L; Bunch, R. 1996. Challenges in promoting forest patches in rural development efforts. In: J. Shelhas; R Greenberg. *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Washington, US, Island Press. p. 381-400.
- Gregory, NG. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38: 423-450.
- Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana*. 19(1):34-43
- Hall, TJ; Douglas, JR. 2001. Tree competition reduces cattle growth rates in eucalypt woodlands of Queensland. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*. Brazil.
- Harvey, C; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry System*. 44: 37-68.
- Holdridge, LR. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, CR. IICA 216 p. (Serie Libros y Materiales Educativos IICA. No. 34)
- Ibrahim, M; Camero, A; Camargo, JC; Andrade, H. 1999. *Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE*. Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. (Memorias) Cali, CO.
- Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros?. *Agroforestería de las Americas*. 8 (32): 35-41.
- Ibrahim, M; Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Arava, JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the sub humid tropics. *Agroforestry Systems*. 51: 167-175.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? In: Angelsen; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p 1-20.
- Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. In: FAO, LEAD, CATIE. *Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales*. Conferencia electrónica (en línea). Consultada en Septiembre, 2002.
- Kennedy, PM; Lowry, JB, Coates, DB, Oerlemans J. 2002. Utilization of tropical dry season grass by ruminants is increased by feeding fallen leaf of siris (*Albizia lebbbeck*). *Animal Feed Science and Technology*. 96:175-192
- McDaniel, AH; Roark, CB. 1956. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. *Journal of Animal Science*. 15(1):59-63.
- Mitlöchner, FM; Morrow, JL; Dailey, JW; Wilson, SC; Galyean, ML; Miller, MF; McGlone, JJ. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 79:2327-2335.
- Montenegro B, J.; Abarca M, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José (Costa Rica); Instituto Meteorológico Nacional, San José (Costa Rica). San José (Costa Rica). 2001. 135 p.
- Morales, D; Kleinn, C. 2001. Tree resources on pastureland in Costa Rica. In: Ibrahim M. ed. *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). *Memorias*. P. 117-121.
- Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 2001. Ruminal function in sheep supplemented with *Samanea saman* pods. In: Ibrahim M. ed. *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture*

- ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). Memorias. P. 285-289.
- Osuji, PO; Odenyo, AA. 1997. The role of legume forages as supplements to low quality roughages: ILRI experience. *Animal Feed Science Technology*. 69:27-38.
- Pedroni, L. 2001. Oportunidades y requisitos para el pago de servicios ambientales a proyectos de desarrollo limpio. *In: FAO LEAD, CATIE. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Conferencia electrónica.*
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, CR. CATIE. 258 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2)
- Roncallo, B; Navas, A; Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. *In: Uribe A. ed. Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias. P 231-244.*
- Schelhas, J. 1996. Land use choice and forest patches in Costa Rica. *In: J. Shelhas; R Greenberg. Forest Patches in Tropical Landscapes. Washington, US, Island Press. p. 258-284.*
- Scherr, S.J., Current, D. 1997. What makes agroforestry profitable for farmers? Evidence from Central America and the Caribbean. *Agroforestry Today*. 9(4):10-15.
- Simón, L. 1996. Leguminosas arbóreas utilizadas para cercas vivas y ramoneo. *In: Uribe A. eds. Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana (1995- 1996, Bogotá, CO) Memorias. P 109-124.*
- Simon, M; Ibrahim, M; Finegan, B; Pezo, D. 1997. Efectos del pastoreo bovino sobre la regeneración de tres especies arbóreas comerciales del Chaco Argentino: un método de protección. *Agroforestería en las Américas*. 1998, 5(17-18): 64-67.
- Somarriba, E; Lega, F. 1991. Cattle grazing under *Pinus caribaea*. 1. Evaluation of farm historical data on stand age and animal stocking rate. *Agroforestry Systems* 13(2) : 177-185
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Silva, JC. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. *In Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible. Memorias. Cali, CO. CIPAV*
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics PhD. Thesis. CATIE, Turrialba, CR.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*. 7(26): 53-56.
- Stokes, K. 2001. Farmers' knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. MSc Thesis. Bangor, UK, University of Wales. 75 p.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR. CATIE. 71 p.(Informe Técnico No. 313).
- Viera C y Barrios C. 1997. Exploración sumaria de la producción de maderas en porteros de la zona ganadera de esparza: especies, manejo, y dinámica de componentes maderables. Trabajo presentado para el curso de Manejo de Forestal II, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 25 p.
- Villafuerte, LE. 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones de manejo en sistemas 2001. silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 98 p.
- Villanueva, C. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río Virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc CATIE, Turrialba, CR. 107 p.

## VI. ARTICULO 2

### RELACIONES ENTRE LA COBERTURA DE ÁRBOLES EN POTREROS CON LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN CAÑAS, COSTA RICA

#### 1 RESUMEN

En una finca localizada en Cañas, Costa Rica, se evaluaron las relaciones entre coberturas alta, media y baja de árboles dispersos en potrero, con los cambios de peso, la selectividad de especies y la calidad de la dieta en 12 novillas Brahman de  $219 \pm 32$  kg, en pastoreo, durante la época seca (febrero-mayo) y lluviosa (junio-agosto). También se evaluó la producción y composición botánica de las pasturas y se caracterizó la cobertura arbórea de los potreros. Se encontró que durante la época lluviosa las novillas tuvieron un mayor crecimiento en la cobertura alta (893 g/animal/día), superior en 14% a la cobertura media y 13% a la baja ( $p < 0.02$ ), sin diferencias entre la cobertura media y baja. La mejor respuesta de las novillas en la cobertura alta estuvo determinada por la selección de *Brachiaria brizantha* y en las coberturas media y baja, por la selección de grama (*Paspalum notatum*), además de la presencia de los árboles en el potrero. Por otro lado, los pastos de la cobertura alta tuvieron mayor contenido de proteína y digestibilidad in vitro de la materia seca.

Durante la época seca, las novillas en cobertura alta perdieron en promedio 11% menos peso (93 g/animal/día), que las de cobertura media (160 gramos;  $p < 0.05$ ), pero similares en la cobertura baja (104 g), estos cambios estuvieron relacionados con la calidad de los pastos existentes y la sombra de los árboles. El contenido de proteína del pasto en esta época varió entre 2 y 5% siendo superior el de cobertura alta, y la digestibilidad in vitro de la materia seca estuvo entre 20 y 50, con valores cercanos a 20% en la cobertura baja.

Palabras clave: cobertura arbórea, árboles en potrero, peso, consumo, selectividad

#### 2 INTRODUCCIÓN

La ganadería en América Latina durante los últimos años ha sufrido un proceso de expansión; la población bovina y las áreas de pasturas en las últimas décadas han incrementado fuertemente. En los últimos 40 años el área en pasturas en Centroamérica ha aumentado de 3.5 a 9.5 millones de hectáreas y el inventario bovino ha pasado de 4.2 a 9.6 millones de cabezas (Kaimowitz, 2001). Sin embargo, la productividad de los sistemas de producción bovina para carne ha tenido una tendencia a declinar, como consecuencia de la implementación de sistemas más extensivos y de la incorporación de suelos de menor fertilidad, en los que se plantaron especies de pastos no adaptadas, generando mayor proporción de pasturas degradadas y poco productivas (Pezo *et al.*, 1992).

En general, la ganadería se practica en sitios inapropiados, lo que promueve la degradación ambiental, como en la Amazonía, donde ya un 35% de las pasturas están abandonadas ante

el fracaso económico y los suelos improductivos (Murgueitio e Ibrahim, 2001). En América Central, la capacidad de carga de las pasturas fue baja (inferior  $0.7 \text{ UA ha}^{-1}$ ), debido a que una alta proporción de sus pasturas ( $> 40\%$ ) están degradadas por el manejo inadecuado y la presencia de especies inapropiadas (Szott *et al.*, 2000). Por lo anterior, es necesario una reconversión de los sistemas ganaderos, hacia sistemas mas productivos desde el punto de vista económico, tanto como social y ambiental.

Los sistemas silvopastoriles, muestran un alto potencial para contribuir a la reconversión de estos sistemas, al haber sido desarrollados bajo un marco de optimización de los efectos benéficos de las interacciones de los componentes arbóreos con el componente animal, para obtener un patrón productivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (Nair, 1982). Dentro de estos sistemas, tienen particular importancia los árboles dispersos en potrero, debido a que los ganaderos tradicionalmente, manejan la regeneración natural en potreros para proveer sombra y alimentos a los animales (Pezo e Ibrahim, 1999).

La presencia de árboles en potreros ofrece una alternativa para incrementar la productividad de fincas ganaderas al aportar bienes y servicios adicionales a la producción bovina (Kaimowitz, 2001, Alonzo e Ibrahim, 2001), como madera y postes para cercas (Souza, 2002; Casasola, 2000), suplementos de alta calidad nutricional como forrajes y frutos (Lowry, 1995; Osuji y Odenyo, 1997; Navas *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2001; Camero *et al.*, 2001), además del potencial que tuvieron estos sistemas para recibir pagos por servicios ambientales (Pedroni, 2001; Kanninen, 2001).

Desde el punto de vista de la productividad animal, los árboles tuvieron efectos positivos explicados por la creación de un microclima bajo el dosel de los árboles (Blackshaw y Blackshaw, 1994), lo cual causa cambios en el comportamiento, eficiencia productiva y reproductiva de los animales. Entre estos cambios se encuentran el incremento de consumo voluntario (Souza *et al.*, 1999); mayor termorregulación (Djimde *et al.*, 1989; Mitlöhner *et al.*, 2001), disminución de la mortalidad de animales jóvenes, mejoras en el comportamiento reproductivo del hato (Pezo e Ibrahim, 1999) y por consiguiente, cambios en la producción bovina en crecimiento (Mc Daniel y Roark, 1956, Mitlöhner *et al.*, 2001) así como en producción de leche (Johnson *et al.*, 1962; Souza *et al.*, 1999). La mayoría de estos cambios, también suceden con sombra artificial, sin embargo la sombra que proviene de

árboles es mucho más efectiva, al proveer protección de la luz solar, combinada con el control de la temperatura ambiental, así como el mantenimiento de la humedad por parte de las hojas (Blackshaw y Blackshaw, 1994),

Al hablar de los cambios en producción animal por efecto de la presencia de árboles existen algunos estudios en donde se muestran resultados al comparar la presencia o ausencia de árboles. En la zona de bosque premontano de Costa Rica, se reportaron incrementos en la producción diaria de leche de 13%, en vacas Jersey en pastoreo en potreros con árboles vs. potreros sin árboles (Souza, *et al.*, 1999). En el valle interandino, en Colombia, en potreros con árboles de *Samanea dulce* y *Brachiaria decumbens*, la producción de leche en vacas de doble propósito durante una lactancia completa fue 24% mayor y la reconcepción al finalizar la lactancia 75% superior en el grupo pastoreando en los potreros con árboles que en las de pasturas de gramínea pura (Botero, 1993) y en estudios realizados en el estado de Luisiana, Norteamérica, se encontraron diferencias en la ganancia diaria de peso superiores en 300 gramos, en terneros con sombra de árboles vs. terneros sin sombra (McDaniel y Roark, 1956).

Sin embargo, la mayoría de estudios realizados han sido con sombra artificial, o en sistemas silvopastoriles homogéneos en estructura, especies y distribución espacial de árboles, situación muy distinta a la distribución aleatoria que se encuentra en potreros reales. Tampoco existen estudios en donde se comparen diferentes densidades o coberturas de árboles en la producción de carne en animales en pastoreo en potreros con condiciones heterogéneas de distribución espacial, especies, alturas de los árboles presentes. Por lo tanto, es necesario evaluar el efecto de diferentes coberturas sobre la productividad animal, para determinar las relaciones entre la presencia de los árboles dentro de los potreros y la respuesta animal. El propósito de este estudio fue cuantificar la productividad animal bajo varias coberturas de árboles en potreros y evaluar el efecto de la cobertura arbórea en potreros sobre la cantidad, calidad y composición de la dieta seleccionada en animales en pastoreo.



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

Determinar el efecto de la cobertura arbórea sobre la producción animal en fincas ganaderas en Cañas, Guanacaste.

#### **3.2 Específicos**

- Cuantificar la productividad animal bajo varias coberturas de árboles en potreros.
- Determinar el efecto de la cobertura arbórea en potreros sobre la cantidad, calidad y composición de la dieta seleccionada en animales en pastoreo.
- Evaluar como influye la cobertura arbórea en potreros en la selección de especies herbáceas y arbóreas de animales en pastoreo.

### **4 HIPÓTESIS**

La cobertura arbórea en potreros esta relacionada con la producción animal en las fincas ganaderas, al modificar la cantidad y calidad de alimentos consumidos por animales en pastoreo.

### **5 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1 Localización del estudio**

El estudio se realizó en la Hacienda La Montaña, finca dentro de la zona de influencia del proyecto Fragment, ubicada en el Cantón de Cañas, en la provincia de Guanacaste, región Chorotega, Pacífico norte de Costa Rica. La finca está localizada a 10°19'44" N y 85° W, con una altitud de 160 msnm. La temperatura promedio de la zona fue 27.6° C, con un máximo de 34.4° y un mínimo de 22.3° y la precipitación media anual fueron 1544 mm, con una época lluviosa entre mayo y octubre, en donde caen aproximadamente el 88.2% de las lluvias. La humedad relativa de la zona varía entre 22 y 82% durante el año. La zona de vida, a la cual corresponden estas características, es bosque seco tropical (Holdridge, 1982)

Los suelos de esta finca se clasificaron como franco arenosos en los potreros de cobertura media y alta y francos en la cobertura baja. Se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica, y por no tener problemas de acidez, son suelos con pH medio, con bajo porcentaje de saturación de acidez, baja acidez extraíble, con capacidad de intercambio catiónico (CIC) y catiónico extraíble (CICE) en nivel medio. El suelo posee niveles óptimos de calcio,

magnesio y potasio, los cuales también se encuentran en óptimo balance. Por otro lado, el nivel de fósforo en todos los potreros muestra deficiencias, mientras los niveles de zinc y de manganeso fueron críticos en todos los potreros. Por el contrario, el nivel de hierro fue alto en el potrero de cobertura media, pero óptimo en los otros potreros, al igual que el nivel de cobre en todas las coberturas (Cuadro 13). Los suelos de esta finca poseen características típicas de la provincia de suelos de Guanacaste (Bertsch, 1986)

Cuadro 13. Análisis químico y de fertilidad de los suelos de los potreros de cobertura alta, media y baja. Cañas, Costa Rica. Agosto, 2002.

Parámetro	Cobertura		
	Alta	Media	Baja
pH	6.20	6.20	6.30
Acidez extraíble (cmol+/l)	0.10	0.09	0.09
Saturación acidez (%)	1.18	1.04	0.80
Capacidad de intercambio catiónico extraíble (cmol+/l)	8.50	8.65	11.23
Capacidad de intercambio catiónico (cmol+/l)	8.40	8.56	11.14
Calcio (cmol+/l)	6.31	6.41	8.40
Magnesio (cmol+/l)	1.83	1.91	2.27
Potasio (cmol+/l)	0.26	0.24	0.47
Fósforo (mg/l)	1.00	1.50	1.70
Zinc (mg/l)	0.70	0.80	0.70
Manganeso (mg/l)	6.10	6.40	2.70
Hierro (mg/l)	76.00	102.00	76.00
Cobre (mg/l)	5.70	7.00	6.00
Materia Orgánica (%)	8.90	7.40	8.90

## 5.2 Selección de la finca

Se seleccionó una finca dentro del área de estudio del proyecto Fragment, con base a la cobertura arbórea media observada en las imágenes de satélite, la presencia de todas las coberturas en la finca, el sistema de producción de carne, la presencia de potreros con árboles y pastos mejorados y el manejo zootécnico de los animales. El estudio no se pudo replicar en otras fincas debido a que los productores no estuvieron dispuestos a colaborar en un ensayo de ocho meses de duración, además no fue posible encontrar fincas, ni potreros que tengan exactamente la misma cobertura y distribución de árboles.

En esta finca se seleccionaron tres potreros con dos meses de periodo de descanso, presencia de *Brachiaria brizantha* e *Hyparrhenia rufa* y con coberturas arbóreas alta, media y baja, los cuales fueron seleccionados por medio la cobertura arbórea en los potreros de la

finca, calculados por medio de imágenes de satélite (Anexo 4). Los rangos de cobertura utilizados se basaron en la distribución de la cobertura arbórea en potreros de la zona de estudio (Restrepo, 2002) En cada potrero se mantuvieron 8 novillas Brahman en promedio, manteniendo una carga animal de 0.65 unidades animales/ha<sup>1</sup> (UA/ha) bajo pastoreo continuo, la carga durante la sequía fue de 0.6 y durante la época lluviosa de 0.9 UA/ha, la cual es representativa de la finca. El peso inicial promedio de las novillas fue 219 ± 32 kg. Para realizar las mediciones únicamente se utilizaron 4 novillas por cada potrero, el resto cumplían la función de ajustar la carga. Los potreros seleccionados midieron 8.4 ha en promedio, 6.4 (alta), 7.3 (media) y 11.5 hectáreas (baja), por lo cual se ajustó la carga en cada potrero con otras novillas de las mismas características que las cuatro utilizadas como unidades experimentales (Anexo 5).

### **5.3 Diseño experimental y Tratamientos**

Para determinar el efecto de diferentes coberturas de árboles en potreros sobre la producción animal se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas (4 novillas), en donde la parcela grande fue la época (lluviosa y seca) y la cobertura la subparcela (alta, media y baja). El estudio fue realizado en la época seca (febrero, marzo y abril) y lluviosa (mayo, junio y julio) del presente año. En cada una de las épocas hubo un periodo de adaptación de los animales, durante el primer mes y otra de toma de datos durante los siguientes dos meses. Durante esta fase se evaluaron las variables de respuesta agrupadas en tres componentes: herbáceo (Producción de MS, composición botánica y calidad nutricional), arbóreo (diámetro de la copa, volumen de madera) y animal (cambios de peso vivo, selectividad).

### **5.4 Descripción de la cobertura de árboles en potrero**

#### **5.4.1 Cobertura arbórea**

Para caracterizar la cobertura de los árboles presentes en los potreros se realizó un inventario arbóreo en los tres potreros, en los cuales se cuantificó la cantidad, especie y distribución de los árboles en potreros. La cobertura arbórea fue calculada por medio de mediciones del diámetro de copa y porcentaje de sombra de todos los árboles del potrero. El diámetro de la copa fue medido en las dos direcciones de mayor extensión de la copa, promediando dos mediciones distintas (Bellow, 2000). El porcentaje de sombra fue medido

---

<sup>1</sup> 1 Unidad Animal = 400 kg

con un densiómetro, con el cual se calcula el porcentaje de área cubierta por la copa. Con base en el área de la copa y el porcentaje de sombra se calculó un índice de cobertura arbórea (ICA) con respecto al área total de cada potrero.

$$\text{ICA} = \frac{\sum(\text{Área de Copa} * \% \text{Sombra})}{\text{Área del potrero}}$$

Con el objetivo de clasificar los tipos de árboles presentes en los potreros en los que se trabajó se midió la altura del fuste, la altura total, la profundidad de las copas y el diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.30 metros) y el volumen. Para realizar estos cálculos se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Diámetro de copa} = \pi * \text{radio1} * \text{radio2}$$

$$\text{Profundidad de copa} = \text{Altura rama mas alta} - \text{Altura de la rama mas baja}$$

$$\text{Volumen} = (\pi/4) * \text{DAP}^2 * \text{Altura del fuste} * 0.45$$

## 5.5 Componente pasturas

### 5.5.1 Producción de materia seca (MS) y composición botánica

La producción de MS y la composición botánica de la pastura bajo las diferentes coberturas arbóreas se evaluó dos veces en la época seca (febrero y abril) y dos en la época lluviosa (junio y agosto), en cada uno de los potreros, por medio del método BOTANAL (Mannetje y Haydock, 1963). Se escogieron 5 puntos reales que representaran al potrero, pertenecientes a una escala de 1 a 5, con 2 replicas para cada punto y en cuadros de 50x50 cm (0.25 m<sup>2</sup>). Posteriormente se recorrieron los potreros en forma de X, evaluando visualmente la composición botánica (% de cada especie encontrada) y la producción de MS (clasificación dentro de los puntos reales), en los mismos cuadros (0.25 m<sup>2</sup>). En total, se evaluaron 120 puntos visuales por potrero y 10 puntos reales. Luego se cortó, secó y pesó una muestra en cada uno de los puntos reales, para determinar la producción de MS en cada punto.

### 5.5.2 Calidad nutricional

Para cuantificar y evaluar la composición nutricional de la dieta en animales bajo diferentes coberturas arbóreas se realizaron análisis de laboratorio de los pastos, forrajes y frutos consumidos por los animales dos veces en la época seca (febrero y abril) y dos en la época lluviosa (junio y agosto), en cada uno de los potreros. Con las muestras de pasto utilizadas para determinar la producción de MS (10 muestras/potrero) se formó un pool para

seleccionar una muestra de 200 gramos, en la cual se evaluó la calidad. Se midió contenido de MS a 60° C hasta peso constante, concentración de proteína cruda (método kjeldahl; Bateman, 1970), concentración de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida, FDA (Van Soest y Robertson, 1985) y digestibilidad in vitro de la MS (Tilley y Terry, 1963).

## **5.6 Componente animal**

Para evaluar el efecto de la cobertura arbórea sobre la producción animal se utilizaron 12 novillas raza Brahman (4 por cada potrero) con un peso promedio de 255 kg Durante la época de verano las novillas fueron suplementadas con urea y melaza, en una ración de 1 kg melaza y 50 g de urea /animal / día y a todas se les ofreció agua, sal y minerales a voluntad, el cual es el suplemento que utiliza el productor. Las novillas fueron bañadas con Ivermectina 1 vez / mes durante la época lluviosa para el control de mosca y garrapata. Para estimar la producción de carne y las variaciones de peso bajo las diferentes coberturas arbóreas las novillas fueron pesadas al inicio del tratamiento y mensualmente durante todo el experimento. Las novillas no tuvieron ayuno antes de ser pesadas.

### **5.6.1 Selectividad**

Por medio de la observación directa del comportamiento de las 12 novillas se evaluarán sus preferencias alimenticias. Se realizaron dos mediciones (dos días seguidos) en la época seca (en mayo) y dos en la época lluviosa (en agosto). En cada día de evaluación se registraron las especies seleccionadas por cada animal durante 30 minutos. El índice de selectividad se calculó como la proporción de bocados de cada especie sobre los bocados totales de todas las especies herbáceas y arbustivas.

$$\text{Índice de selectividad} = \frac{\text{Bocados de cada especie}}{\text{Bocados totales}} * 100$$

### **5.6.2 Determinación de consumo voluntario**

Con el fin de cuantificar los cambios en el consumo voluntario de bovinos en pastoreo bajo diferentes coberturas arbóreas se realizaron pruebas con alcanos en 4 novillas por tratamiento. Se dosificó con pellets de papel impregnados con dotriacontane (C<sub>32</sub>), por un periodo de 10 días, recolectando muestras de heces durante los últimos 5 días de dosificación. En estas muestras se analizó la concentración de n-alcanos (C<sub>23-35</sub>), por

cromatografía de gases (Mayes *et al.*, 1986). También se recolectaron muestras de los forrajes y frutos consumidos por los animales para cuantificar su concentración de alcanos.

Con estos datos, se calcularon los niveles de consumo el cual será calculado con la siguiente ecuación (Mayes *et al.*, 1986.)

$$\text{Consumo voluntario} = \frac{(F_i/F_j) * (D_j + I_c * C_j) - I_c * C_i}{H_i - (F_i/F_j) * H_i}$$

Donde  $H_i$ ,  $C_i$ , y  $F_i$  fueron las respectivas concentraciones de alcanos naturales en el forraje, suplemento y heces (mg/kg DM);  $H_j$ ,  $C_j$ , y  $F_j$  fueron las respectivas concentraciones (mg/kg DM) de las cadenas de alcanos en el forraje suplemento y heces;  $I_c$  es el consumo de suplemento (kg MS/día) y  $D_j$  es la cantidad de alcanos dosificados por el pellet (mg/day).

### 5.6.3 Composición de la dieta

La determinación de la concentración de cadenas de alcanos también presenta un alto potencial para conocer la composición de la dieta seleccionada en animales en pastoreo. Para este fin se recolectaron muestras del alimento seleccionado, en cada época y potrero, simulando pastoreo o ramoneo y se llevaron al laboratorio para comparar las concentraciones encontradas con su presencia en las heces. Las mediciones fueron realizadas con las mismas muestras de heces seleccionadas para determinar consumo voluntario.

## 6 Análisis de la información

Para evaluar las relaciones entre las diferentes coberturas con los componentes animal, pastura y arbóreo se hicieron comparaciones de medias, análisis de correlación, de regresión lineal entre las diferentes variables. La ganancia de peso entre las novillas fue analizada por medio de comparaciones entre las pendientes de las curvas de regresión de los pesos durante la época lluviosa, utilizando como covariable el peso inicial de las novillas. Para evaluar la selectividad de especies se hicieron comparaciones de medias entre las coberturas, los animales, las épocas y se midieron las interacciones entre estos. Se realizaron regresiones lineales para ver el comportamiento de la producción de pasto durante el experimento. Todos los análisis se hicieron por medio del software SAS.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Descripción de la cobertura arbórea

Los potreros fueron escogidos según el porcentaje de cobertura de árboles dispersos, calculado a partir del área del potrero cubierta por las copas, con esta medida se clasificaron los potreros como cobertura alta, media y baja. También se determinó el Índice de cobertura arbórea (ICA), calculado con base en el porcentaje de sombra por el área de copas en cada uno de los potreros. El área de copas correspondiente a cada animal, junto con la cobertura arbórea y el ICA, mostraron la misma tendencia que determinaron la clasificación de los potreros por sus coberturas. Por el contrario, la cantidad de árboles por hectárea no varió entre la cobertura baja y media, pero fue superior a la cobertura alta (Cuadro 14).

Cuadro 14. Cobertura arbórea, expresada como el porcentaje del área del potrero cubierta por las copas y como índice de cobertura arbórea (ICA), número de árboles por hectárea y área de copa correspondiente a cada animal en los diferentes potreros, calculadas con base en la medición directa de las copas de los árboles. Cañas, Costa Rica. Agosto, 2002.

Cobertura	Alta	Media	Baja
Cobertura (% área del potrero cubierta por copas)	27.35	14.33	7.00
Índice Cobertura Arbórea (%área)	21.48	10.13	0.51
Numero de árboles adultos/ ha	19.46	7.70.	8.13
Área de copa/ animal (m <sup>3</sup> /novilla)	2299.07	1061.33	536.88

La cobertura de copas de cada potrero puede explicarse con las características de las copas de los árboles presentes en cada potrero (Figura 13 a y b). La profundidad promedio de copa fue diferente entre todos los potreros, los árboles de la cobertura media (13.58 m) tuvieron la copa mas profunda, que los árboles de la cobertura alta (10.45 m) y la baja (7.49 m). En cuanto al área de copa promedio de los árboles, los árboles de cobertura media tuvieron copas de mayor área (122.1 m<sup>2</sup>), que los de cobertura baja (86.08 m<sup>2</sup>) y alta (78.05 m<sup>2</sup>).

Las características de los potreros están determinadas por la presencia de diferentes especies arbóreas en potreros. En estos tres potreros (25.3 ha) se observaron 23 especies de árboles dentro de potreros (número de árboles=405), de las cuales en el potrero de alta cobertura se encontraron el 95% de las especies, en el de baja el 86% y en el de media el

100%. La especie más común en estos potreros fue *Cordia alliodora* (30% de los árboles medidos), seguida por *Myrospermum frutescens* (13%), *Tabebuia rosea* (6.2%) y *Byrsonima crassifolia* (5.2%). Anexo 5.

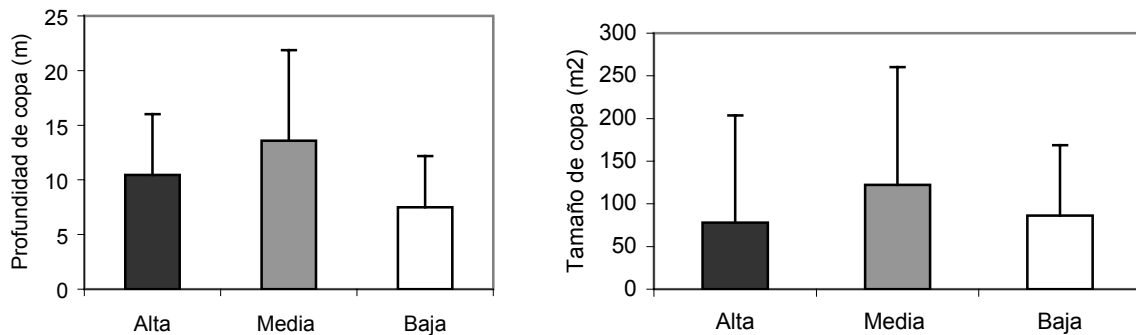


Figura 13. Profundidad (a) y diámetro promedio de copas (b), de los árboles presentes en los potreros de cobertura alta, media y baja (n= 405). Cañas, Costa Rica, 2002.

La frecuencia de especies arbóreas difirió entre potreros (Figura 14, Anexo 6). En todos los potreros, predominan los árboles maderables, entre los cuales están *Cordia alliodora* (40% de los árboles en cobertura alta y 20% en media), *Myrospermum frutescens* (9.2% en alta y 17% en media) y *Tabebuia sp* (12% en la cobertura baja). Se encontraron algunos árboles de maderas de alto valor comercial como: *Lonchocarpus costarricensis* (8.8% en la cobertura alta) y *Acosmium panamense* (en la cobertura media 2.3%).

Las especies de uso múltiple en el potrero representaron aproximadamente un 15% de los árboles presentes en todos los potreros. Las principales fueron *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hymenaea courbaril* y *Lysiloma divaricata*. Estas especies además de proveer sombra y madera ofrecen frutos y follaje como alimentos para el ganado. Otros árboles observados en los potreros fueron los frutales, con una frecuencia superior en la cobertura baja, los más abundantes fueron árboles de *Byrsonima crassifolia* (19% en la cobertura baja), pero también se observaron otras especies como *Spondias purpurea*, *Anona muricata* y *Persea americana*. El resto de árboles presentes en los potreros se clasificaron como árboles de sombra, entre ellos están *Acosmium panamense*, *Caesalpinia eriostachys*, *Licania arbórea*, *Tapiria miriantha* y *Anacardium excelsum*.



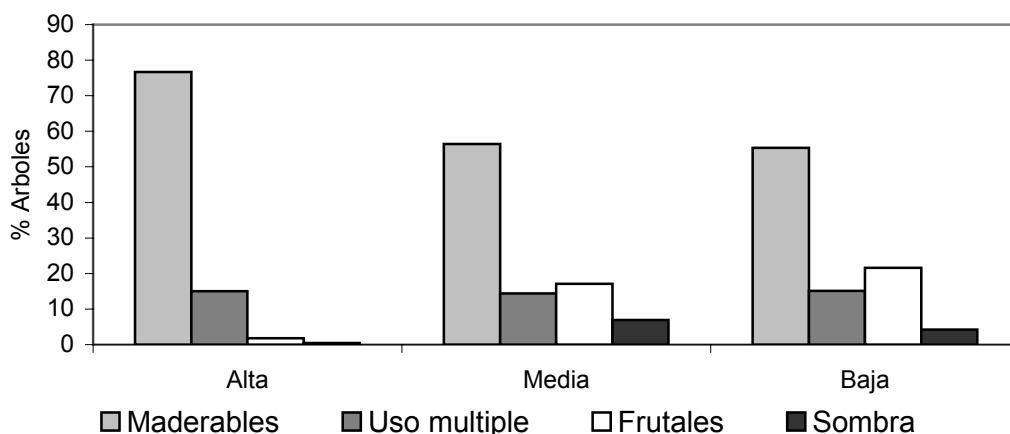


Figura 14. Frecuencia de las especies de árboles, por uso principal, en potreros en las coberturas alta, media y baja, expresada como porcentaje del total de árboles presentes en cada potrero. Cañas, Costa Rica, 2002.

Los árboles presentes en los potreros también tuvieron diferencias entre sus características silviculturales (Cuadro 15). La altura promedio de los árboles de la cobertura media fue 56% superior a los árboles de la cobertura baja, y 15% superior a los de alta. Por otro lado, la altura de los fustes de los árboles de la cobertura alta fue mayor que en las otras dos coberturas, lo cual tuvo incidencia en el volumen de madera por hectárea en cada potrero. El volumen total de madera potencialmente producible en el potrero de alta cobertura fue 12 m<sup>3</sup>/ha, en el de media 4.91 m<sup>3</sup>/ha y en el de cobertura baja 2.32 m<sup>3</sup>/ha.

Cuadro 15. Promedios de altura total y de fuste, diámetro a la altura del pecho (DAP) y volumen de madera en los en los potreros de cobertura alta, media y baja. Cañas, Costa Rica, 2002.

Característica	Cobertura		
	Alta	Media	Baja
Altura total (m)	15.58 ± 6.5	17.86 ± 8.8	11.39 ± 6.1
Altura fuste (m)	5.15 ± 2.3	4.28 ± 2.1	3.90 ± 2.1
DAP (cm)	39.88 ± 17.2	44.05 ± 27.0	40.02 ± 18.7
Volumen/ árbol (m <sup>3</sup> )	34.0 ± 38.0	41.8 ± 69.7	28.0 ± 60.0

Promedio ± Desviación estándar

En los potreros de alta y media cobertura se encontró una distribución de las clases diamétricas similar, la mayoría de árboles presentes tuvieron un diámetro entre 30 y 40 cm, siendo inferiores las proporciones de árboles en las clases bajas y altas. (Figura 15). En la cobertura baja existe una distribución más homogénea de las clases diamétricas de los árboles presentes. Las diferencias entre la frecuencia de las clases diamétricas están relacionadas con el manejo de los árboles en los potreros en la finca, siendo así que los potreros en los que se decide dejar árboles (alta y media cobertura) han habido años anteriores en donde se dejaron mayores cantidades de árboles en el momento del control de malezas, mientras en otros potreros los árboles fueron controlados permanentemente.

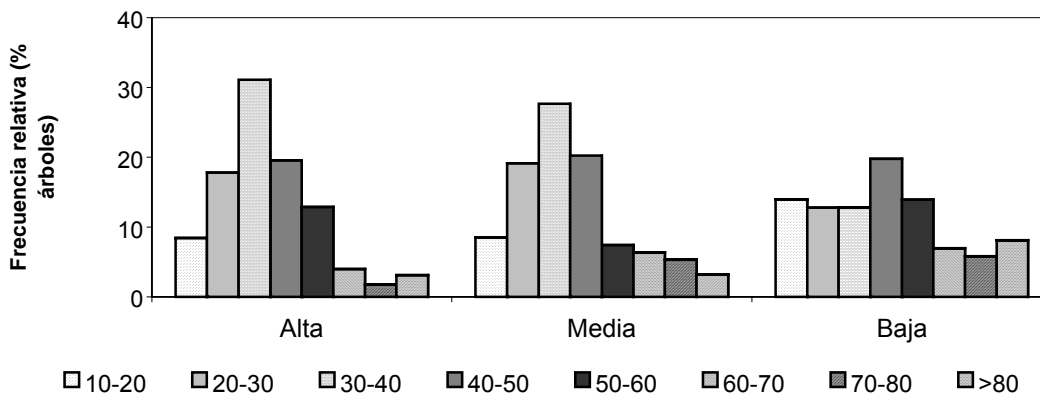


Figura 15. Frecuencia relativa de las clases diamétricas en los árboles en potrero en las coberturas alta, media y baja, expresada como porcentaje del total de árboles presentes en cada potrero. Cañas, Costa Rica, 2002.

## 6.2 Producción de Forraje

En general, durante el experimento se encontró una mayor producción de pasto en la cobertura alta que en las coberturas baja y media. En el potrero de cobertura alta, se presentó una producción de MS por hectárea (ha) superior a la producida en la cobertura baja, pero igual a la de cobertura media. En cuanto a la oferta de forraje (kg MS/ animal) se observó que en la cobertura alta hubo una cantidad superior de MS en la cobertura alta que en la media y baja (Figura 16 y 17).

La producción y la oferta por animal de MS en los diferentes potreros, durante el tiempo del experimento, presentó tendencias diferentes, lo cual evidencia las variaciones entre los potreros (Figura 16 y 17). En los potreros de cobertura alta y baja se encontró una tendencia a incrementar la producción de forraje con el transcurso del experimento, mientras en el potrero de cobertura media, tanto la producción de MS por hectárea, como la oferta por animal tuvieron una disminución con el tiempo.

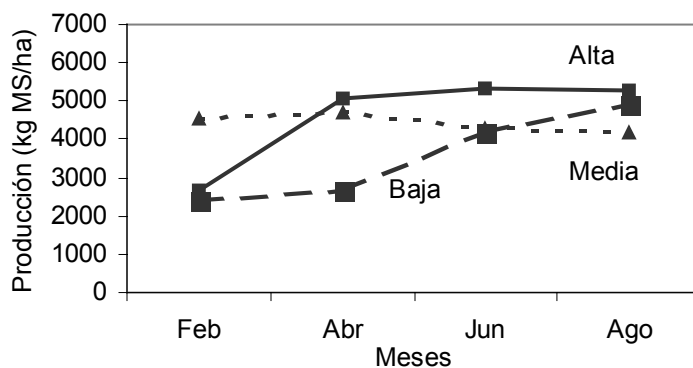


Figura 16. Producción de MS (kg/ha) en potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de febrero a agosto, Cañas, Costa Rica, 2002.

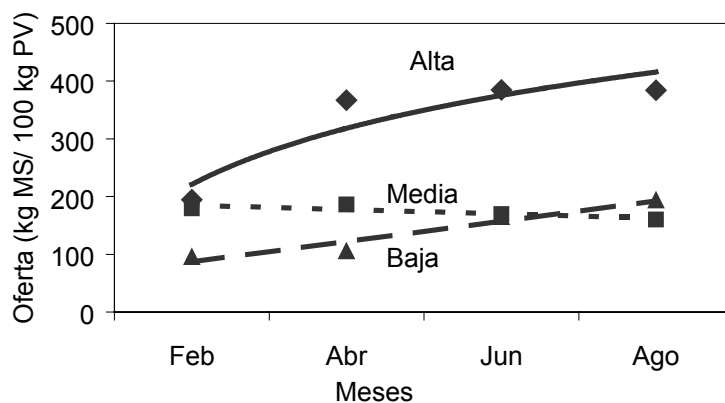


Figura 17. Oferta de MS (kg/100 kg PV) en potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de febrero a agosto, Cañas, Costa Rica, 2002.

Las principales especies forrajeras de gramíneas y leguminosas encontradas en potreros fueron *Brachiaria brizantha*, Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), grama (*Paspalum notatum*), sacate mechudo (*Rottboellia cochinchinensis*) y engordador o kudzú (*Pueraria phaseloides*), las cuales varían ampliamente en su proporción dentro de los potreros (Figura 18 a, b,c). En los potreros de cobertura baja y alta la mayoría de la MS correspondió a *Brachiaria brizantha* e *H. rufa*, mientras en la cobertura media, la mayoría siempre fue *H. rufa*. En la cobertura alta, durante la época seca la mayor cantidad de pasto fue *H. rufa*, pero con las lluvias, fue reemplazado por *B. brizantha* y *P. notatum*, disminuyendo casi a la mitad. Estas dos últimas mostraron una tendencia al incremento en la época seca; una tendencia similar fue observada en la proporción de malezas. En la cobertura media la mayor proporción de pasto fue *H. rufa* durante todo el experimento; pero se pudo observar un incremento de la proporción de otras gramíneas después del inicio de las lluvias, principalmente *R. cochinchinensis*, al igual que la proporción de *P. notatum*. En este potrero se encontró una cantidad inferior al 20% de *B. brizantha* durante todo el experimento, a diferencia de los otros potreros.

En la cobertura baja, al igual que en la alta, la proporción de *H rufa* fue la mayor en la época seca, pero después de las lluvias, la cantidad de maleza se duplicó en este potrero, en su mayoría arbustos de nance (*Byrsonima crassifolia*) y reemplazó parte del área ocupada por *H rufa*. Durante la época lluviosa (julio y agosto) se observó un incremento de la proporción de *P notatum* y una reducción en la cantidad de *B brizantha*, pero también hubo un incremento de otras gramíneas durante los meses de abril y agosto.

La producción de MS estuvo relacionada con la especie de pasto presente en el potrero. Se encontró una correlación positiva entre el porcentaje de *P notatum* ( $r=0.41$ ,  $p < 0.005$ ) y de leguminosas ( $r=0.48$ ,  $p < 0.001$ ). Por el contrario se encontró una relación negativa entre la producción de MS y la cantidad de *H rufa* en el potrero ( $r = -0.31$ ,  $p < 0.05$ ).

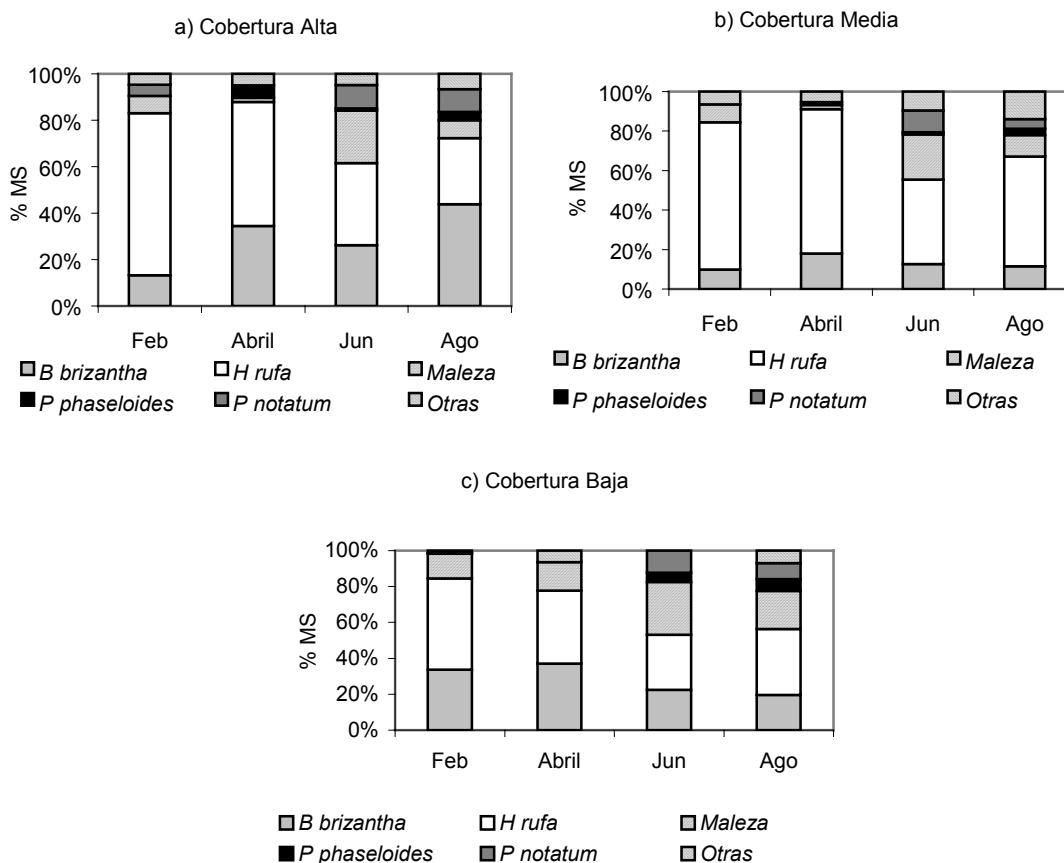


Figura 18. Composición botánica de los potreros en cobertura alta (a), media (b) y baja (c), como porcentaje de la materia seca producida en cada potrero, durante la época seca (febrero y abril) y la época lluviosa (junio y agosto) Otras gramíneas (*Rottboellia cochinchinensis*). Cañas, Costa Rica, 2002

### 6.3 Calidad nutricional de la pastura bajo diferentes coberturas arbóreas.

El contenido nutricional de los pastos en las diferentes coberturas varió de acuerdo con la época del año; durante la época seca la calidad nutricional fue inferior y al iniciar la época lluviosa, la calidad de la pastura mejoró (Figura 19). En cuanto a la concentración de proteína en el pasto, en los potreros de alta y baja cobertura se observó una fuerte disminución la sequía, llegando hasta valores del 2%. En la cobertura media no se observaron cambios durante esta época. En los meses lluviosos, la concentración de proteína se incremento en todos los potreros, manteniendo un nivel similar durante los 2 meses de muestreo.

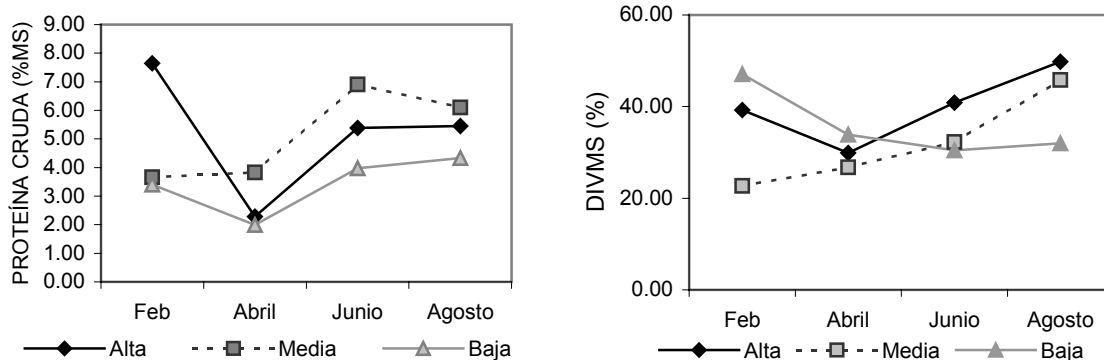


Figura 19. Concentración de proteína cruda y digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) en las pasturas de los potreros con cobertura alta, media y baja, durante los meses secos (febrero – abril) y los lluviosos (junio-agosto). Cañas, Costa Rica. 2002.

La digestibilidad de la MS mostró una tendencia variada entre los potreros con coberturas diferentes. En la época seca los pastos de las coberturas alta y baja disminuyeron hasta 29 y 33% de DIVMS, mientras los pastos de la cobertura media pasaron de 23 a 26% de DIVMS. Durante la época lluviosa la digestibilidad tendió a incrementarse en la cobertura alta y media, pero a disminuir en la cobertura baja (Figura 20).

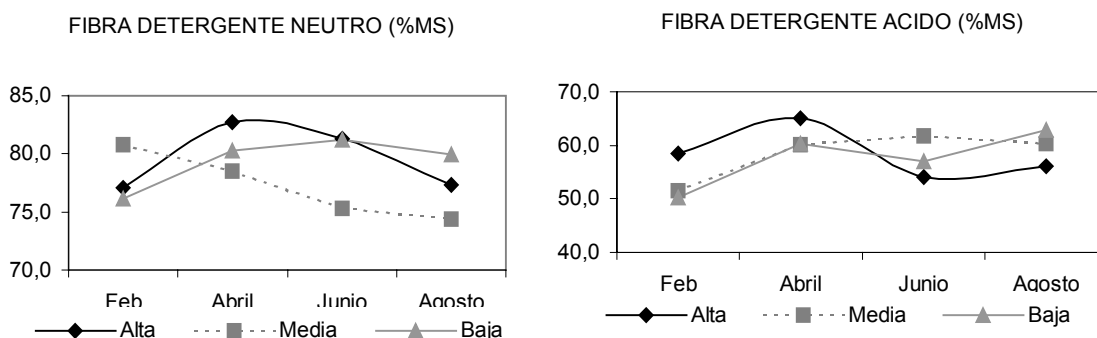


Figura 20. Contenido de fibra detergente neutro (FND) y detergente ácida (FDA), expresada como porcentaje de MS en los potreros de cobertura alta, media y baja durante los meses de sequía (febrero a abril) y de lluvia (junio a agosto). Cañas, Costa Rica, 2002.

Por otro lado, la concentración de fibra detergente neutro (FND) y detergente ácida (FDA), muestran los cambios en calidad de la pastura. Durante la época seca las proporciones de

FDA y FDN aumentan en todos los potreros, con excepción de la cobertura media en FDN, la cual muestra una tendencia a disminuir con el tiempo. En la época lluviosa se observó una disminución de la cantidad de FDN en todas las coberturas, pero en cuanto a FDN, se observó una tendencia a incrementarse en las coberturas alta y baja. Figura 20.

La calidad de la dieta seleccionada, simulando pastoreo, también mostró variaciones con la época del año y con la cobertura arbórea. La digestibilidad de la dieta fue superior en todos los potreros durante la época lluviosa y se observó un leve incremento en la cobertura alta, lo cual puede explicar la respuesta animal encontrada en el ensayo. El contenido de proteína tuvo la misma tendencia entre las épocas, pero se observó un valor superior en la cobertura media, probablemente por la mayor proporción de leguminosas seleccionadas en este potrero (Figura 21).

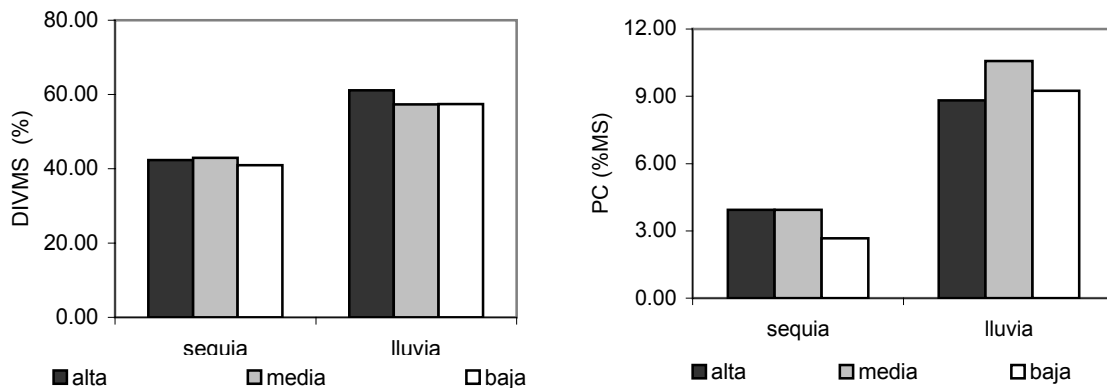


Figura 21. Digestibilidad in vitro de la materia seca (a) y proteína cruda (b) de la dieta seleccionada, simulando pastoreo, en los potreros de cobertura alta, media y baja, expresada como porcentaje de la MS, durante la época seca y lluviosa. Cañas, Costa Rica, 2002.

#### 6.4 Selectividad de especies consumidas en diferentes coberturas arbóreas

Las novillas en todos los potreros seleccionaron principalmente especies de gramíneas, tanto durante la época seca, como en la lluviosa (Figuras 22 a y b). En términos generales, solo se encontraron diferencias significativas en la selección de frutos durante la época seca ( $p < 0.0001$ ). Sin embargo, al comparar entre las especies de gramíneas seleccionadas se observaron diferencias entre las épocas y las coberturas.

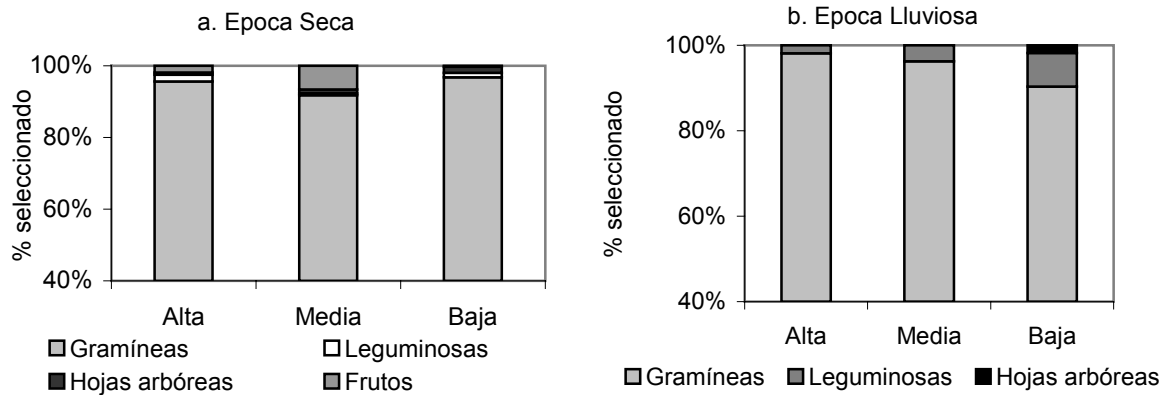


Figura 22. Selectividad de especies consumidas en potreros con cobertura arbórea alta, media y baja, durante la época seca (a) y lluviosa (b). Cañas, Costa Rica, 2002. Gramíneas: *B brizantha*, *P notatum*, *H rufa*, *R cochinchinensis*. Leguminosas: *Pueraria phaseoloides*. Hojas de árboles: *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*. Frutos de árboles: *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mangifera indica*.

La selección de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) varió según la cobertura de los potreros ( $p < 0.001$ ) y la época del año ( $p < 0.001$ ). Durante la época seca en la cobertura baja y media, el consumo de *H rufa* correspondió al 30% de las especies seleccionadas, mientras en la cobertura alta aporta 9%. Durante la época lluviosa, el consumo de *H rufa* disminuyó hasta en la mitad en todas las coberturas ( $p < 0.001$ ). Por el contrario, no hubo diferencias en la selección de especies de leguminosas ni de hojas de árboles entre las coberturas ni entre las épocas, aunque las leguminosas contribuyeron entre 0.5 y 8% de las especies seleccionadas, mientras que la selección de hojas de árboles solo aportó el 2% de la selección como máximo.

La cobertura arbórea mostró un efecto ( $p < 0.001$ ) sobre la selección de *B brizantha*. Las novillas en la cobertura alta escogieron en 64% de los bocados consumidos pasto *B brizantha*, a diferencia con las novillas en potreros de coberturas baja y media que seleccionaron el 45% en baja y 33% en media. Con respecto a la época del año, se observó que la selección de *B brizantha* no fue diferente entre sequía y lluvia, pero dentro de las coberturas en la época seca se observó que hubo una mayor selección de *B brizantha* en la cobertura baja, la cual fue igual a la alta pero superior a la media. En la época lluviosa



también se presentaron diferencias entre coberturas, siendo mayor la selección en las novillas de la cobertura alta ( $p < 0.05$ )

La selección de *P notatum* mostró diferencias entre las épocas ( $p < 0.03$ ), pero tuvo una tendencia diferente en cada una de las coberturas, (Figura 22) durante la sequía el mayor consumo de *P notatum* se presentó en la cobertura alta, pero durante las lluvias la mayor selección fue en la cobertura baja ( $p < 0.05$ ).

La selección de frutos de arbóreas, principalmente de *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Mangifera indica*, se presentó únicamente en la época seca (Figura 22). Se encontraron interacciones entre la época de consumo y cobertura ( $p < 0.01$ ), las cuales están explicadas por la ausencia de frutos durante la época lluviosa. En la época seca se observó que las novillas en cobertura media seleccionaron una mayor proporción de frutos (3,85% en promedio) que las de cobertura alta (0.13%) y baja (1.12%;  $p < 0.05$ ).

La cantidad de especies de pastos y arbóreas seleccionadas en cada potrero también varió con la época del año ( $p < 0.01$ ) y con la cobertura de los potreros ( $p < 0.0001$ ; Figura 23). En la época seca las novillas de los potreros con cobertura alta y media seleccionaron más especies que en la baja ( $p < 0.01$ ), mientras en la época lluviosa, las novillas del potrero con cobertura media fueron las que seleccionaron más especies, seguidas por las de cobertura baja y por último de la cobertura alta ( $p < 0.0001$ )

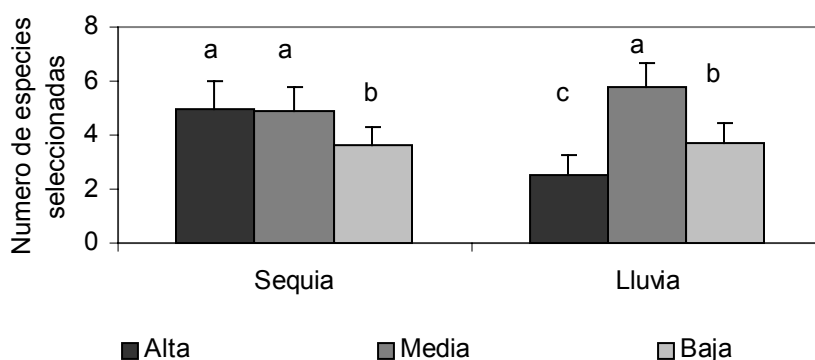


Figura 23. Numero de especies seleccionadas en potreros con cobertura arbórea alta, media y baja, durante la época seca y lluviosa. Cañas, Costa Rica, 2002. Medias con letras diferentes entre la misma época presentan diferencias significativa ( $p < 0.05$ )

## 6.5 Efectos de la cobertura sobre los cambios de peso vivo

Los cambios de peso vivo (PV) en animales en pastoreo estuvieron influenciados por la época del año. Se encontró que el mes del año tuvo efecto significativo ( $p < 0.001$ ) sobre el peso de los animales. Todas las novillas tuvieron un peso superior durante los últimos 2 meses de lluvia, pero fue similar durante los meses de febrero a julio ( $p < 0.0001$ ), lo que puede interpretarse como que las novillas recuperaron el peso perdido en sequía durante los dos primeros meses de lluvia. Igualmente se encontraron diferencias entre las épocas del año, en los meses de lluvia se encontraron pesos superiores, 271.9 kg/animal en promedio vs 239.5 kg/animal en la época seca. El peso de las novillas tuvo una tendencia similar en todas las coberturas: en la sequía disminuyeron de peso, y en la época lluviosa incrementaron en la misma forma (Figura 24).

La ganancia diaria de peso durante la época lluviosa, fue superior en las novillas que se encontraban en alta cobertura de árboles en potreros ( $p < 0.03$ ), que en las otras dos coberturas. Se encontró que los animales en la cobertura alta tuvieron un incremento de peso mensual de 26.7 kg/animal (893 g/animal/día), superior en un 14% que los animales en cobertura media ( $p < 0.01$ ) y superior en 13% a los animales en cobertura baja ( $p < 0.05$ ). No se encontraron diferencias en las ganancias de peso entre las coberturas media y baja. Todas las pendientes y los modelos de regresión por animal para calcular de la ganancia de peso, en esta época fueron significativos.

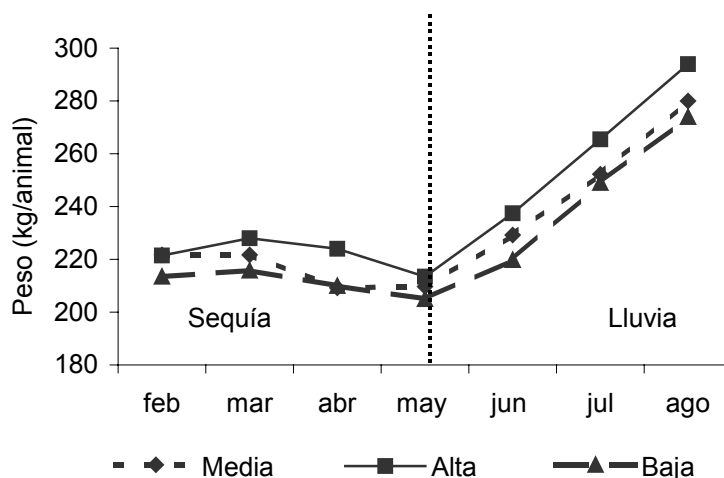


Figura 24. Cambios de peso durante la época de sequía (febrero-mayo) y lluviosa (junio-agosto) en coberturas arbóreas alta, media y baja. Cañas, Costa Rica, 2002.

En la época seca casi todas las novillas perdieron peso, sin embargo las novillas en cobertura alta perdieron en promedio 11% menos peso (93 g/animal/día), que las novillas en cobertura media (160 g/animal/día;  $p=0.05$ ). Las novillas en cobertura baja perdieron en promedio 104 g/animal/día (70% inferior a la cobertura alta), pero no se detectaron diferencias con este grupo.

## 7 DISCUSIÓN

### 7.1 Descripción de la cobertura arbórea

Las coberturas arbóreas fueron clasificadas con base en la cobertura de árboles en potreros, encontrada en la caracterización del área de estudio, en donde se encontró que el 97% de las fincas tuvieron una cobertura arbórea menor del 30%. El 37% de las fincas tuvieron entre 0-10%, el 35% entre 10-20% y el 18% entre 20 y 30%, por lo cual se seleccionaron potreros con una cobertura entre estos mismos rangos: 27.4, 14 y 7%.

Las diferencias entre la cobertura de los árboles en potreros, dependen principalmente del número de árboles por hectárea en cada potrero, de la dinámica de las especies arbóreas, de las preferencias de los productores, además de las características propias de los árboles presentes. El número de árboles/ha en el potrero de alta fue 2.4 veces mayor que el de los potreros de media y baja cobertura, igualmente el porcentaje de sombra por árbol fue superior en los árboles del potrero de alta, que en los de baja y media, lo cual confirma que estas características hacen que el potrero de alta, tenga una cobertura arbórea superior a los otros potreros. En estudios realizados entre la cobertura arbórea y el número de árboles/ha, en fincas ganaderas en Cañas, se observó una relación de 1,25 entre número de árboles y cobertura en potreros ( $R^2= 0.796$ ;  $p<0.0001$ ); lo cual confirma el papel del número de árboles al calcular la cobertura arbórea (Esquivel, comunicación personal).

Por otro lado, el diámetro y la profundidad de la copa fueron mayores en los árboles de cobertura media, que en los de alta y baja, siendo siempre menores las copas de los árboles de baja cobertura, sin embargo, al existir menos número de árboles la cobertura total del potrero fue menor. En caso del potrero de baja cobertura las diferencias radican en el tamaño de las copas (diámetro y profundidad), que fue menor, y no en el número de árboles/ha. Los altos valores de las desviaciones estándar observados en estas características,

muestran que el productor mantiene una diversidad de especies de árboles con copas diferentes dentro de los potreros.

La presencia de árboles de diferentes especies también juega un papel importante en la determinación de las características de la cobertura de árboles. En este estudio, se observaron 23 especies diferentes de árboles en potreros, menos de la mitad reportadas por los productores en la encuesta de caracterización del área (64 especies, Restrepo, 2002), probablemente por que los potreros representan un área mínima en el área de estudio. Las especies más frecuentes en los potreros de esta finca fueron *Cordia alliodora*, *Myrospermum frutescens*, *Tabebuia rosea* y *Byrsonima crassifolia*, lo cual es similar a lo reportado en encuestas anteriores a los productores de la zona (Stokes, 2001; Restrepo, 2002), con excepción de la alta frecuencia de árboles de *M. frutescens*, no reportada en los trabajos anteriores. Es posible que las diferencias entre las especies presentes en los potreros se deban a que los suelos del potrero de la cobertura baja fueron un poco diferentes a los otros dos o a que el tamaño de los potreros evaluados, varió entre ellos.

En la zona de estudio en Cañas, la presencia de árboles en potreros muestra una tendencia a disminuir a través del tiempo. El proyecto TROF (Morales y Kleinn, 2001) encontró que la presencia de árboles en potreros tuvo una distribución de diámetros en la cual las clases diamétricas menores (10-20 cm) representan valores alrededor del 15% de los árboles encontrados en potreros, lo cual muestra la disminución de la población en el tiempo, debida a una alta eliminación de los árboles que se están regenerando constantemente. La tendencia observada en los árboles de los potreros evaluados, también muestra una disminución en los árboles adultos, que al disminuirse, se reduce la disponibilidad de árboles semilleros, los cuales juegan un papel muy importante en la regeneración de árboles (Janzen, 1977; Ibrahim y Camargo, 2001).

## **7.2 Producción de Forraje**

La oferta de forraje varió con respecto a las diferentes coberturas arbóreas, siendo superior en la cobertura alta, sin embargo, estuvo afectada por la época del año. La precipitación juega un papel determinante en la producción de las pasturas (Pearson e Ison, 1987; Cesar, 1992), lo cual explica los incrementos observados en la producción de MS a medida que avanzan los meses y comenzaron las lluvias, sobretudo en los potreros de cobertura alta y

baja. En los meses lluviosos (junio a agosto) se observó una tendencia positiva en la producción de forraje la cual seguramente está explicado por la disponibilidad de agua. En Cañas, la precipitación media anual fueron 1500 mm, la cual está repartida entre los meses de junio a diciembre, dejando una época seca, sin presencia de lluvias, en donde la producción de forraje es inferior.

En la cobertura media la producción de MS mostró una tendencia a disminuir en el tiempo, durante la época lluviosa, sin embargo estos cambios pueden tener efectos confundido, los cuales no se pueden detectar debido a la falta de repeticiones de potreros para evaluar la producción de forraje. La producción de forraje no fue afectada negativamente en la cobertura superior en ninguna de las dos épocas, probablemente porque los valores de cobertura no fueron tan altos, además existe un buen arreglo espacial y mezcla de especies de los árboles dentro del potrero, dispersos en todo el área (Villafuerte *et al.*, 1999). Otro factor que influyó fue la predominancia de *Brachiaria brizantha* en este potrero, especie con alta tolerancia a la sombra (Carvalho, 1997; Andrade e Ibrahim, 2001).

Durante la época seca se observó una mayor disponibilidad de forraje en las coberturas media y alta que en la baja. Aunque estos datos no pueden ser extrapolados a otros potreros, en otros estudios se han encontrado efectos positivos de la sombra de árboles sobre la producción de forraje sobre todo en la época de sequía (Belsky, 1994; Ludwig *et al.*, 2001). El incremento en la producción de forraje estuvo relacionado con el tipo de pasto presente, en la cobertura alta, en donde la producción de MS fue superior, la mayor proporción de la pastura estuvo cubierta por *B. brizantha*, lo cual se puede deber a la alta tolerancia a la sombra de este pasto (Carvalho, 1997; Andrade e Ibrahim, 2001). En la cobertura alta y baja se encontraron porcentajes superiores de *B. brizantha*, que en la cobertura media, pero la tendencia en la cobertura alta durante la época lluviosa fue a incrementarse, mientras en la cobertura baja hubo una tendencia a la disminución.

La proporción de *H. rufa*, estuvo relacionada con la época del año: en la época seca se encontró una mayor proporción de este pasto en todos los potreros, que en la época lluviosa. Esto probablemente sucedió por la alta resistencia a la sequía de este pasto, la cual se debe principalmente a la localización de gran proporción de la biomasa en las hojas, abundante germinación y rápido crecimiento de las plántulas (Baruch y Bilbao, 1999).

La arquitectura de copa de los árboles y el tipo de pastos también pudo influir en la producción de forraje en las pasturas. Existen evidencias que en potreros con árboles de copas densas y amplias (frutales) la producción de pasto natural (*Paspalum notatum* e *Ischaemum ciliare*), se redujo hasta en 50% mientras en pasturas mejoradas (*C. nlemfluensis*, *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria subcudripara* y *P. maximun*) con árboles de copa abierta (*Cordia alliodora*); la producción de pasto tuvo una reducción del 33% al compararlo con pastura abierta en zonas sub-húmedas en Costa Rica (Villafuerte *et al.*, 1999).

La disponibilidad de forraje es un factor que determina la respuesta animal. En la época seca, de menor oferta de forraje, todas las novillas tuvieron pérdidas de peso, mientras en la época lluviosa, se observaron incrementos hasta de 890 gramos diarios. La oferta de forraje es uno de los principales limitantes en la producción bovina, debido a que esta limita la cantidad de alimento consumido por los animales (Forbes, 1995; Vásquez y Smith, 2000). Se considera que a pesar que los niveles de oferta de forraje varían, estos fueron adecuados y las diferencias de producción de forraje entre los potreros podrían estar relacionadas con el efecto de los árboles en la creación de un micro ambiente positivo para los pastos (Wilson, 1996; Rhoades, 1997).

### **7.3 Calidad de la dieta**

En los sistemas silvopastoriles el mayor efecto de la presencia de árboles sobre las pasturas es en la cantidad y calidad de alimento producido. Pero la magnitud de las interacciones esta en función de la disponibilidad de los factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes), atributos de cada componente (requerimientos y morfología), la composición vegetal, el arreglo espacial y el manejo ofrecido (Djimde *et al.*, 1989).

En el pacifico de Centroamérica, *H. rufa* fue el pasto que se encuentra con mayor frecuencia en los potreros de sistemas de producción tradicionales, la baja productividad y calidad de esta especie son las razones que justifican la baja producción animal en estas zonas (Hollman y Estrada, 1997). En Cañas, también se encontró que la especie mas frecuente en los potreros fue *H. rufa*, junto con *B. brizantha*. La baja calidad nutricional durante la sequía de *H. rufa* (2.58 % PC; 37.51 % DIVMS) y de *B. brizantha* (2.54% PC y 44.64 % DIVMS) determinaron la pérdida de peso en las novillas en todas las coberturas. Contenidos

nutricionales similares en *H. rufa* y *B. brizantha* han sido reportados previamente (Franco, 1997; Ibrahim *et al.*, 2001; Andrade e Ibrahim, 2001). Las plantas de *H. rufa* se caracterizan por ser altamente afectadas en forma negativa, por la precipitación, tanto en producción total de forraje, como en su contenido nutricional (Baruch y Bilbao, 1999). Por el contrario, las plantas de *B. brizantha* han sido seleccionados dentro de las especies que mas toleran la sequía entre varios grupos de gramíneas (Thiago *et al.*, 1997; Hollman y Estrada, 1997; Costa *et al.*, 1999). Sin embargo, la calidad nutricional de *B. brizantha* fue muy superior en la época lluviosa, en comparación con la época seca (8.67% PC; 61.97% DIVMS).

La composición nutricional de la dieta seleccionada varió entre las épocas del año. En la época lluviosa se observaron mayores concentraciones de proteína y mayor digestibilidad en la dieta que en la época seca, en todos los potreros, lo cual esta relacionado con los cambios en las características nutricionales de los pastos en cada época. Esto también tuvo relación con la selección de especies diferentes en cada época, en la época lluviosa las novillas, especialmente las del potrero de cobertura media, seleccionaron hasta 20% de leguminosas herbáceas (19.07% PC; 54.26 % DIVMS). Mientras en la época seca, las novillas seleccionaron frutos de *P. saman*, *E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia* (11-16 % PC; 67-74% DIVMS). Los frutos de estas arbóreas juegan un papel importante para reducir las deficiencias nutricionales de las dietas basadas en forrajes de baja calidad, debido a su papel en el incremento del consumo voluntario y el aporte al balance de nutrientes (Navas *et al.*, 2001), tanto en la época de menor oferta de forraje, como en épocas de máxima oferta, incrementando los resultados en producción animal (Baquero *et al.*, 1999; Roncallo *et al.*, 1996; Zamora *et al.*, 2001).

El bajo contenido nutricional de la dieta seleccionada probablemente fue el principal causante de los resultados en los cambios de peso. Los requerimientos de proteína cruda para novillas entre 200 y 300 kg, con ganancias de peso diarias entre 0.2 y 1.0 kg/día, están entre 9.2 y 13.6% MS (NRC, 1996), mientras la proteína de la dieta seleccionada en la época lluviosa, varió entre 8.8 y 10.6% MS, lo cual, podría cubrir estos requerimientos, pero en la época seca, a pesar de haber suplementado las novillas con 50 gramos diarios de urea, el contenido de proteína no alcanza a cubrir ni los requerimientos de mantenimiento (6% PC). En cuanto al contenido de energía, se observó que la dieta no cubrió los requerimientos para mantenimiento durante la época seca (1.60 Mcal/kg MS). Los niveles de suplementación de urea y melaza no fueron suficientes para cubrir los requerimientos de mantenimiento durante

la época seca, por lo tanto se observaron pérdidas de peso. Por el contrario en la época lluviosa, la pastura cubrió los requerimientos para mantenimiento y para ganancia de peso energía para mantener un nivel de mantenimiento y crecimiento para cada grupo de novillas. Esto confirma la relación entre la calidad de la dieta y la ganancia y pérdida de peso en las dos épocas del ensayo (Figura 25).

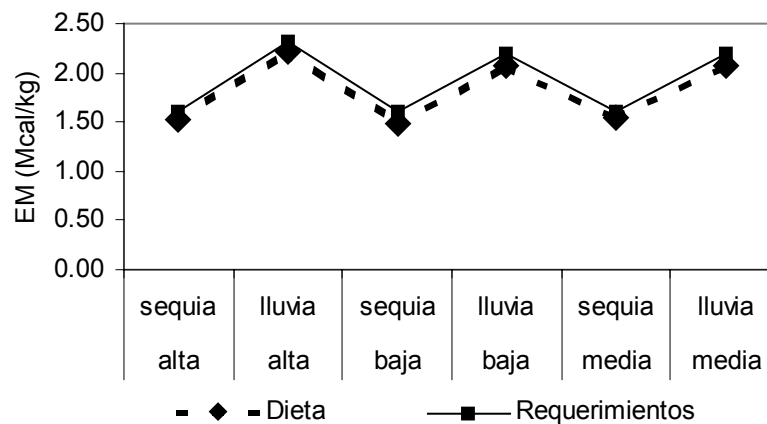


Figura 25. Requerimientos y contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) de la dieta seleccionada (NRC, 1996) Cañas, Costa Rica, 2002.

Las ganancias de peso encontradas en este experimento, durante la época lluviosa, fueron superiores a las reportadas en la literatura, probablemente por el manejo de cargas bajas durante la época lluviosa, a pesar de ser similar a la carga animal reportada para las fincas productoras de carne en la región de Guanacaste (0.68 UA/ha; CORFOGA, 2000). Existe una relación negativa entre la carga animal y la ganancia diaria de peso (Hart y Ashby, 1998), por lo que se puede pensar que con cargas superiores la ganancia de peso en estos potreros hubiera sido menor.

#### 7.4 Selectividad de especies consumidas en pastoreo bajo diferentes coberturas arbóreas

La selección de forrajes de animales en pastoreo depende de varios factores que se interrelacionan y afectan el tipo de forrajes que finalmente consumen los animales. La composición botánica de las pasturas determina las preferencias de los animales, al igual que la selección de especies determinan que especies predominan los potreros (Pearson e Ison, 1987; Abaye *et al.*, 1997). Así, cuando los animales seleccionaron una especie en



particular, esta disminuye en el potrero, en los potreros de baja y media cobertura las novillas seleccionaron principalmente *B. brizantha*, lo cual hizo que el porcentaje en la pastura fuera disminuyendo con el tiempo y aumentando las proporciones de *H. rufa* y *P. notatum*.

Las características estructurales de las plantas influyen en la decisión de cuales especies consumir. Entre ellas se encuentran la densidad de hojas verdes, la relación de hojas vivas y muertas en la planta, la formación de tallos y las diferencias en palatabilidad de cada especie (Milne, 1991; Provenza, 1996). Con base en lo anterior, se confirma la preferencia de especies como *B. brizantha*, la cual, durante la época seca tuvo mayor proporción de hojas verdes que tallos y un menor contenido de carbohidratos estructurales (FDN) que especies como *H. rufa*. La época del año también tuvo un efecto en la selección de especies, por la presencia de frutos o pastos en una sola época del año, pero también por la calidad de estos forrajes en cada época (Nascimento *et al.*, 1995).

Otras características que determinan la selección de la dieta, fueron los requerimientos de los animales. La selección de hojas verdes y vivas resulta en el incremento del consumo de proteína, de carbohidratos solubles y de la digestibilidad de la dieta, dados por las características de estas hojas (Milne, 1991). También existe otra hipótesis que explica que los rumiantes pueden seleccionar la dieta según sus requerimientos nutricionales, tanto de nitrógeno como de energía (Rogers y Blundell, 1991; Illius y Jessop, 1996; James *et al.*, 2001; Atwood *et al.*, 2001). Lo cual justificaría que las novillas del experimento seleccionaron leguminosas en la dieta de la cobertura baja, para balancear la poca disponibilidad de nitrógeno, por la baja cobertura de *B. brizantha* en este potrero.

La variedad de especies presentes en el potrero estimula la cantidad de forraje consumido. Al pastorear animales en matorrales, en dónde hay mayor variedad de especies ofrecidas que en potreros, se presentaron niveles de consumo entre 2.0 y 3.67% PV, mientras en potreros con menos árboles se encontraron niveles entre 1.33 y 2.0% PV (Casasola, 2000). En potreros con arbustivas como *L. leucocephala*, *G. sepium* y *C. cujete* se encontró que los animales consumían hasta el 50% del total de la dieta como forraje de las arbóreas (Cajas-Girón *et al.*, 2001). Lo anterior sugiere que en potreros con alta variedad de especies arbóreas y herbáceas los animales podrían consumir una alta cantidad de forraje y cubrir sus requerimientos, sin embargo en potreros con baja calidad nutricional, es probable que los

animales deban consumir mayor número de especies para lograr un mejor balance nutricional, que fue lo que probablemente sucedió durante la época lluviosa.

La producción de suplementos, como hojas y frutos de arbóreas, en el potrero o en el mismo sitio de alimentación de los animales, tienen ventajas desde el punto de vista nutricional, debidas a la sincronización de proteína y energía en el momento de ser consumidas (Lascano, 1996). Los rumiantes tuvieron la capacidad de seleccionar y balancear su dieta cuando se les ofrece esta posibilidad. Corderos con dietas con diferentes niveles de energía y proteína eligieron suplementos que completara los macro nutrientes de la dieta basal (Wang y Provenza, 1996). Igualmente vacas con altos requerimientos nutricionales seleccionaron entre dietas con diferentes balances proteína / energía, la óptima para incrementar el nitrógeno retenido (Kolver y Muller, 1998). Lo anterior muestra el potencial que tiene la presencia de árboles que produzcan alimentos de alta calidad en los potreros para incrementar la eficiencia nutricional de los rumiantes.

#### **7.5 Efectos de la cobertura sobre los cambios de peso vivo**

Durante la época lluviosa se encontró que los animales en la cobertura alta ganaron 14 y 13% mas de peso, que en la cobertura media y baja. Sin embargo, la oferta de MS por animal también fue superior durante todos los meses evaluados en este potrero. Igualmente la calidad de la dieta, en particular la digestibilidad de la MS, fue superior en este potrero con respecto a los otros dos. Por lo tanto, el efecto de la cobertura arbórea esta mezclado con el efecto de la oferta de forraje y se podría afirmar que en potreros con cobertura alta y condiciones de pasturas similares a las del experimento, los animales tienen ganancias de peso superiores.

En trabajos anteriores, se ha reportado el efecto positivo de la sombra de árboles (Mc Daniel y Roark, 1956; Mitlohner *et al.*, 2001) y de la sombra artificial sobre la ganancia de peso (Mader *et al.*, 1999). Estos cambios tuvieron una relación positiva con el control del estrés calórico en condiciones de sombra (Blackshaw y Blackshaw, 1994; Mitlohner *et al.*, 2001; Souza, 2002). Los efectos relacionados con sombra de árboles están explicados por la creación de un microclima bajo los árboles, estos proveen protección de la luz solar, controlan de la temperatura ambiental, y a diferencia de la sombra artificial, las hojas de los

árboles mantienen la humedad del ambiente (Blackshaw y Blackshaw, 1994), lo cual es muy importante en climas secos, como el de la zona de estudio.

Las variaciones en producción animal han sido demostrada desde años atrás. McDaniel y Roark (1956) encontraron ganancias de peso superiores en terneros cuando había disponibilidad de sombra, tanto natural como artificial (832 y 801 g/día vs. 530 gramos), igualmente en vacas encontraron un efecto positivo en peso con la disminución de la intensidad solar y pérdidas de peso en potreros sin sombra.

## 8 CONCLUSIONES

La ganancia diaria de peso esta relacionada con las condiciones generales de los potreros, teniendo resultados diferentes en cada época del año. Durante la época seca se encontró que los animales en potreros con mayor cobertura arbórea y mayor porcentaje de pasto *B brizantha*, tuvieron una menor perdida de peso, debido probablemente a la mejor calidad del forraje presente y el efecto de la sombra de los árboles. En la época lluviosa, se encontraron mayores ganancias de peso en el potrero con mayor cobertura de árboles, el cual también tuvo una mayor proporción de *B brizantha* y mejor contenido nutricional.

La selección de especies en el potrero es un factor que determinó la respuesta animal, puesto que las novillas que seleccionaron mayor cantidad de *B brizantha*, en el potrero de cobertura alta, tuvieron una mayor ganancia de peso o menor perdida, según la época del año.

La producción de forraje y la calidad de este varió entre las épocas seca y lluviosa, probablemente debido a los cambios en la precipitación. La calidad de estos forrajes muestra que durante la época seca, el pasto solamente no cubre los requerimientos energéticos ni proteicos de los animales, lo cual fue la principal causa de la perdida de peso en las novillas.

A pesar de no existir replicas que confirmen el efecto positivo de la cobertura sobre la producción y calidad de forrajes y por lo tanto sobre la producción animal, existen bastantes indicios y experiencias anteriores que sugieren que la presencia de árboles en potreros causa efectos positivos sobre la ganancia diaria de peso.

## 9 APLICACIÓN DEL ESTUDIO

En los sistemas ganaderos en Cañas Guanacaste, es una practica tradicional dejar árboles en potreros, sin embargo existe mucha variación entre las coberturas de árboles en cada finca, por lo tanto la respuesta animal que existe en estos potreros muestra las ventajas de tener coberturas altas (entre 20 y 30%), siempre y cuando los potreros tengan una buena cobertura de pastos, en este caso *Brachiaria brizantha*. Las condiciones en las cuales se realizó el experimento, novillas de razas Brahman, potreros con pasturas de *H rufa* y *B. brizantha*, carga animal entre 0.6 y 0.9 UA/ha, árboles dispersos en potrero como guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Laurel (*Cordia alliodora*) y nance (*Byrsonima crassifolia*) fueron las condiciones generales del área de Cañas, en la cual la producción de carne es el principal sistema de producción. Estas condiciones representativas del área permiten decir que aunque el estudio solo fue realizado en una finca, se puede esperar que en otras fincas, en donde se realice un manejo similar de los potreros, se puede esperar un efecto positivo de la cobertura sobre la producción animal.

El manejo de los animales durante la época seca en el experimento mostró resultados negativos en la producción animal, por lo tanto no es recomendable realizar una suplementación basada en los niveles de melaza y urea ofrecidos a los animales, que no cubrieron los requerimientos de mantenimiento de las novillas en estas condiciones y por lo tanto perdieron peso.

Estudios encaminados a evaluar la producción de carne en áreas con potreros deben ser realizados posteriormente, puesto que las variaciones entre los potreros entre fincas, en cuanto a tipos de árboles, arreglo espacial y manejo de estos, fueron muy altas, inclusive dentro de una misma finca. Sin embargo es importante resaltar que trabajos en producción de carne requieren por lo menos tres meses de duración para poder descartar efectos de la ganancia de peso compensatorio después de la época seca.

La productividad animal es un punto clave en la discusión de cual es la cobertura arbórea que se debe tener en los potreros para lograr un optimo económico y ecológico en las fincas ganaderas, por lo tanto es necesario realizar otras mediciones de la producción animal en otros sistemas de producción, como doble propósito y mixtos, los cuales también juegan un papel muy importante en la economía de la zona de Cañas.

La inclusión de árboles que producen frutos tiene un alto potencial para la reducción de las pérdidas de peso durante la época seca, además también tuvieron alto potencial para incrementar la producción durante el resto del año. Los animales consumen los frutos en el potrero directamente durante la época seca, sin embargo estos se pueden recoger almacenar y ser usados como suplemento el resto del año. Por lo tanto es una estrategia productiva mantener bastantes árboles en potreros para que produzcan suficiente cantidad de frutos que contribuyan a mejorar la calidad de la dieta de animales en pastoreo.

Para balancear las pérdidas de peso en los animales en pastoreo durante la época seca, sería recomendable evaluar otros beneficios que prestan los árboles dentro del potrero, tanto al forraje, como a los animales y por supuesto al sistema de producción.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Abaye, AO; Allen, V; Fontenot, JP. 1997. Grazing sheep and cattle together or separately: Effects on soils and plants. *Agronomy Journal*. 89:380-386.
- Alonzo, Y; Ibrahim, M. 2001. Potential of silvopastoral system for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. In: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 465-470.
- Andrade, H; Ibrahim, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvopastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. En: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 170-173.
- Atwood, SB; Provenza, FD; Wiedmeier, RD; Banner, RE. 2001. Influence of free-choice mixed ration diets on food intake and performance of fattening calves. *Journal of Animal Science*. 79:3034-3040.
- Ayabe, AO; Allen, VG; Fontenot, JP. 1997. Grazing sheep and cattle together or separately: effects on soils and plants. *Agronomy Journal*. 89:380-386.
- Baquero, LA; Becerra, A; Roncallo, B y Silva, J. 1999. Suplementación de vacas doble propósito con frutos de algarrobbillo (*Samanea saman*) durante el verano. VI Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles, 28 al 30 Octubre. Cali, Co.
- Baruch, Z; Bilbao, B. 1999 Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C4 grasses in a neotropical savanna. *Oecologia*. 119 (4): 510-520
- Bateman, J. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. México. Ed. Herrero. 138 p.
- Bellow, JG. 2000. Canopy variation in overstory species and assessment of light availability for shaded crops in agroforestry systems. Master of Science, Thesis. University of Florida.
- Belsky, AJ. 1994. Influences of trees on savanna productivity: test of shade, nutrients and tree grass competition. *Ecology*. 75:922-932.
- Belsky, A.J.; Mwangi, S.M.; Doxbury, J.M. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry Systems*. 24(1):1-20
- Bertsch, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Programa de Comunicación Agrícola. Universidad de Costa Rica. San Jose, CR.73 p.

Blackshaw, JK; Blackshaw, AW 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34 (2): 285-295.

Botero, R. 1993. Papel de las especies forrajeras tropicales en la conservación y recuperación de suelos ácidos de ladera. *Industria y Producción Agropecuaria, Colombia*. 1(4):14-23.

Cajas-Giron, YS; Mayes, RW; y Sinclair, FL. 2001. Estimating feed intake of browse species in biodiverse silvopastoral system. In: M. Ibrahim (Ed.), *International Symposium on Silvopastoral Systems*. San José, Costa Rica. P. 280-284.

Camero, A; Ibrahim, M, Kass, D. 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. *Agroforestry Systems*. 51:157-166.

Carvalho, MM. 1997. Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. *Agroforestería de las Américas*. 4: 15, 5-8.

Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente Estelí, Nicaragua. MSc Tesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 95 p.

Cesar, J. 1992. La production biologique des savanes de Cote d'Ivoire et fueron utilisation par l'homme: Biomasse, valeur, pastorale et production fourragère. CIRAD IEMVT. 671 p.

CORFOGA (Corporación Ganadera, CR), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 2000. *Consenso Ganadero* (en línea). Costa Rica, 13 p. Consultada en Septiembre, 2002.

Costa, N de L; Townsend, CR; Magalhaes, JA; Pereira, RG. 1999. Agronomic performance of forage grasses under the shade of mature rubber trees. *Pasturas Tropicales*. 21: 2, 65-68.

Djimde, M; Torres, F; Migongo-Bake, W. 1989. Climate, animal and agroforestry. En: WS Reifsnnyder; TO Darnhofer (eds.). *Meteorology and agroforestry. Proceedings of an international workshop on the application of meteorology to agroforestry systems planning and management, Nairobi 9-13 February 1987*. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) Nairobi, Kenya. P. 463-470

Forbes, JM. 1995. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. CAB International. Wallingford, UK. 532 p.

Franco, M.H. 1997. Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba (CR). 75 p.

Hart, RH; Ashby, MM. Grazing intensities, vegetation, and heifer gains: 55 years on shortgrass. 1998. *Journal of Range Management*. 51( 4):392-398.

Hodridge, LR. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. H Jiménez S. San José, CR, IICA. 216 p.

Holmann, F; Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífico central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En: C. Lascano, F Holman (eds) *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Consorcio Tropileche. Cali, CO. p 134-150.

Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería de las Américas*. 8(32):35-41

Ibrahim, M; Franco, M; Pezo, DA; Camero, A; Araya, JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the sub humid tropics. *Agroforestry Systems* 51(2):167-175

Illius, JP y Jessop, NS. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3052-3062.

James, SM; Kyriazakis, I; Emmans, GC. 2001. Diet selection of sheep: effects of adding urea to foods with different protein contents. *Animal Science*. 73:183-195.

Janzen, DH. 1977. Intensity of predation on *Samanea saman* (Leguminosae) seed by *Merobruchus colombinus* and *Stator limbatus* (Bruchidae) in Costa Rican deciduous forest. *Tropical Ecology*. 18:162-176.

Johnson, HD; Ragsdale, AC; Shanklin, MD. 1962. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Mo. Agricultural Experimental Sta Research Bull*. 791.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? In: Angelsen, A and D. Kaimowitz (eds.). *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK. CABI Publishing.

Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. In: FAO, LEAD, CATIE. *Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la*

generación de servicios ambientales. Conferencia electrónica (en línea). Consultada en Septiembre, 2002.

Kolver, FUE y Muller, LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81:1403-1411

Lascano, C. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas doble propósito. En: T. Clavero (ed.). *Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical*. Maracaibo, Venezuela. P 29-40.

Lowry, JB. 1995. Deciduous trees: a dry season feed resource in Australian tropical woodlands? *Tropical Grasslands (Australia)*. 29(1): 13-17.

Ludwig, F; Kroon, H ; Prins, HHT; Berendse, F; de Kroon, H. 2001. Effects of nutrients and shade on tree-grass interactions in an East African savanna. *Journal of Vegetation Science*. 2001, 12: 4, 579-588

Mader, TL; Dahlquist, JM; Hahn, GL; Gaughan, JB. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of animal Science*. 77:2065-2072.

Mannetje, L ; Haydock, KP. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society* 18: 268-275.

McDaniel, AH; Roark, CB. 1956. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. *Journal of Animal Science*. 15(1):59-63.

Milne, JA. 1991. Diet selection by grazing animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. 50:77-85.

Mittlöhner, FM; Morrow, JL; Dailey, JW; Wilson, SC; Galyean, ML; Miller, MF; McGlone, JJ. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 79:2327-2335.

Morales, D; Kleinn, C. 2001. Tree resources on pastureland in Costa Rica. En: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 117-121.

Murgueitio, E; Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development*. 13:3

Nair, P.K.R. 1982. Soil productivity aspects of agroforestry. *Science and Practice of Agroforestry ICRAF*, no. 1. Nairobi (Kenia). 83 p

Nascimento Jr., D; Diogo, JMS; Torregrosa, LJ. 1995. Dieta seleccionada por novillos en una pastura natural de Viçosa, Brasil. *Pasturas Tropicales*, 17(2): 39-41.

Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 2001. Ruminal function in sheep supplemented with *Samanea saman* pods. En: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 285-289.

NRC. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Research Council. National Academic Press, Washington, D.C. 152 p.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. University Arkansas. (en línea) Consultado: Nov 24, 2002.

Osuji, PO; Odenyo, AA. 1997. The role of legume forages as supplements to low quality roughages: ILRI experience. *Animal Feed Science Technology*. 69:27-38.

Pearson, CJ; Ison, RL. 1987. *Agronomy of grassland systems*. Cambridge University. New York, USA. 169 p.

Pedroni, L. 2001. Oportunidades y requisitos para el pago de servicios ambientales a proyectos de desarrollo limpio. Conferencia electrónica en potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. LEAD, CATIE, FAO.

Pezo, D.A., Romero, F, Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. In: Fernández-Baca, S. (ed.). *Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano*. FAO, Santiago, Chile. pp. 47-98.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. *Materiales de Enseñanza No. 40*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 258 p.

Provenza, FD. 1996. Acquired versions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal of Animal Science*. 74:2010-2020.

Restrepo, C. 2002. Relaciones entre la cobertura de árboles en potrero y la producción bovina en Cañas, Costa Rica. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba, CR.

Rhoades, CC. 1997. Single – tree influences on soil properties in agroforestry: lessons from natural forest and savannas ecosystems. *Agroforestry Systems*. 35:71-94.

Rogers, P; Blundell, JE. 1991. Mechanisms of diet selection: the translation of needs into behavior. *Proceedings of the Nutrition Society*. 50:65-70.

Roncallo, B; Navas, A; Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: A. Uribe (compilador). *Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana*. Compilación de las memorias de los dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles 1995- 1996. Bogotá, Colombia.

Smith, MA; Whiteman, PC. 1983. Animal production for rotationally grazed natural and sown pastures under coconuts at three stocking rates in Solomon Island. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 104:173-180.

Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. PhD Tesis. CATIE, Turrialba, CR.

Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*. 7(26):53-56.

Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Silva, JC. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible. Memorias. Cali, CO. CIPAV

Stokes, K. 2001. Farmers' knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. MSc Thesis. University of Wales, Bangor.

Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 313.

Thiago, LRLS; Silva, JM da; Gomes, RSC; Macedo, MCM; Porto, JCA; Arruda, ZJ de; da Silva JM; de Arruda, ZJ. 1997. Millet and oat pasture for rearing and fattening of cattle. *Boletim de Pesquisa Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte*. No. 6, 32 pp.

Tilley, JM y Terry, RA. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18 (2): 101-111

Van Soest, P; Robertson, J. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. *Laboratory Manual for Animal Science*. Cornell University. New York, EU. 165 p.

Vásquez, OP; Smith, TR. 2000. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83(10):2301-2309.

Villafuerte, L.; Arze, J.; Ibrahim, M. 1999. Rendimiento de pasturas con y sin sombra en el trópico húmedo de Costa Rica *Agroforestería en las Américas*, 6(23):54-56.

Wang, J; Provenza, F. 1996. Food preference and acceptance of novel foods by lambs depend on the composition of the basal diet. *Journal of Animal Science*. 74:2349-2354.

Wilson, JR. 1996. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47:1075-1093.

Zamora, S.; García, J.; Bonilla, G.; Aguilar, H.; Harvey, C.A.; Ibrahim, M. 2001. Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genízaro (*Samanea saman*) y jícara (*Crescentia alata*) en alimentación animal?. *Agroforestería en las Américas*. 8(31): 45-49.



## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Los resultados del segundo artículo demostraron, que la alta cobertura de árboles en potreros (27%) no tiene influencia negativa sobre la producción animal, como muchas veces se ha sugerido. En la cobertura alta (27%) los animales tuvieron una mayor ganancia de peso en la época lluviosa (125 g superior a las otras coberturas) y una pérdida menor en la época seca (60 g/día, menos), con respecto a los animales en las coberturas menores. Estos resultados positivos estuvieron influenciados por la presencia de árboles dispersos y la proporción de pasto *Brachiaria brizantha* en el potrero con cobertura alta (máximo del 30% MS en las coberturas baja y media y entre 20 y 50% en la cobertura alta), especie tolerante a la sombra (Hollman y Estrada, 1997; Costa, 1999). Estos cambios también estuvieron relacionados con la calidad superior del pasto en esta cobertura, digestibilidad superior en la época lluviosa (61% en la cobertura alta vs 57% en las otras) y mayor contenido de proteína durante la época seca (4% en la cobertura alta y media y 2.6% en la baja), valores similares han sido encontrado en condiciones de sombra de árboles (Carvalho, 1997; Andrade e Ibrahim, 2001). Estos resultados sugieren que es indispensable el manejo de pasturas adecuadas para mantener coberturas altas de árboles dentro de potreros.

En la Zona de Cañas los productores están adoptando especies de pastos mejorados, principalmente *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* cv Tanzania las cuales son muy tolerantes a sombra (Costa, 1999; Andrade e Ibrahim, 2001). Un aspecto importante de estas especies es que mantienen una buena oferta de pasto durante la época seca y por lo tanto los ganaderos no tienen que aplicar fuego, como lo hacen tradicionalmente con *H. rufa* (Hollman y Estrada, 1997). La presencia de estas especies en la zona podrá permitir a incrementar la densidad de árboles en porteros considerando que una 40% de las fincas solo tienen 5 - 15% de cobertura arbórea, por su tolerancia a la sombra. Sin embargo, se desconoce que efectos tienen estas especies, que son agresivas, sobre la regeneración de las especies arbóreas en porteros, dado que la mayoría de los productores manejan la regeneración natural como una herramienta para arborizar su finca.

Estudios en la zona húmeda de Costa Rica muestran que el laurel (*Cordia alliodora*) tuvo una buena regeneración en pasturas de *Panicum maximum*, puesto que esta especie crece en forma de macolla (López Musalem *et al.*, 1999). Igualmente la regeneración del laurel en la zona sub-húmeda de Costa Rica fue mucho mayor con pasto *Brachiaria decumbens* que con

pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), la cual es mucho más invasiva (Camargo *et al.*, 2000). Sin embargo sería importante evaluar en zonas cálidas, como Cañas, que pasa con la sobrevivencia de las plántulas cuando existe competencia por agua entre pasto y árboles.

Las ganancias de peso encontradas en el ensayo (700-890 g/día en lluvias) fueron superiores a las encontradas en pasturas tropicales manejadas tradicionalmente, las cuales oscilan entre 300 y 500 g en Costa Rica (MAG, 1999), esto se debe principalmente a la baja carga (0.65-0.9 UA/ha) manejada dentro del experimento (Smith y Whietman, 1983). Esta fue inferior a la reportada para la zona de estudio (1.32 UA/ha), pero similar a la reportada para las ganaderías de carne en Guanacaste y toda América Latina (<0.70 UA/ha; CORFOGA, 2000; Szott *et al.*, 2000). Esta carga permitió una mayor selección de la dieta en estos potreros, haciendo que los animales consumieran probablemente los pastos de mejor calidad y estado más tierno.

Muchos investigadores han indicado que las oportunidades de la ganadería en América Latina son maximizar la producción por ha, puesto que las capacidades de las pasturas tropicales para producir alta cantidades de biomasa (ponga cantidades y referencias). Sin embargo, esta situación podrá cambiar cuando se piensa en diversificar las fincas para producir servicios múltiples (CO<sub>2</sub>, biodiversidad y agua). En este estudio se muestra que los animales tuvieron una alta ganancia de peso vivo con baja carga animal, lo que significa que en estos sistemas se podrían utilizar cargas baja para incrementar la producción por animal y a su vez para permitir la generación de otros servicios por el árbol.

Con base en la cobertura general de los potreros en la zona de Cañas, en donde se observó que el 80% de las fincas tienen coberturas de árboles en potrero, relativamente bajas (entre 0 y 20%), se puede afirmar que sugerir que la cobertura de árboles podría incrementarse en los potreros por encima del 25%, sin afectar la respuesta animal, ni la producción de forraje. Con esto, se puede mejorar la producción total de la finca, tanto por la parte animal, como por el aporte de madera, postes y frutos y forraje para el ganado que proveen los árboles. Otro aspecto que se debe tener en cuenta en el momento de incrementar la cobertura de árboles en las fincas es manejar la distribución de árboles y selección de especies claves para la zona, por lo tanto sería muy importante realizar estudios de conocimiento local y como productores toman decisiones para desarrollar estrategias para incrementar árboles en las fincas. Por otro lado, en diversos estudios se ha demostrado que los productores

mantienen especies de árboles de baja copa (Villafuerte, 1998; Camargo, 2000; Souza, 2002) en este estudio los productores utilizan una estrategia de combinación de especies de copa densa, como chilamate (*Ficus spp*) con especies de copa abierta, como *C alliodora* para mantener sombra en los potreros durante todo el año.

Además en la zona de Cañas la sequía resulta en muy baja producción de forraje (< 5 ton MS/ha), por lo tanto es importante la presencia de árboles que producen frutos para el consumo del ganado en esta época. Las especies más frecuentes que producen frutos en la zona son *Guazuma ulmifolia*, *Samanea saman* y *Enterolobium cyclocarpum*, las cuales fueron mencionadas en el 15% de las especies arbóreas reportadas en las fincas. En el 92% de las fincas mencionaron que tienen árboles que el ganado consume sus frutos. Estos árboles juegan un papel muy importante en la ganadería de la zona, puesto que fructifican en la sequía, época de menor oferta de forrajes y sirven para mitigar la baja producción de pasto en estos meses.

Los frutos de arbóreas tienen un alto potencial nutricional debido a las altas concentraciones de azúcares y de proteína que poseen (Roncallo *et al.*, 1996) además causan efectos positivos en el consumo voluntario de forrajes y en el mejoramiento del balance de nutrientes a nivel ruminal, lo cual incrementa la eficiencia en el uso de forrajes (Navas *et al.*, 2001), lo cual muestra su potencial de ser usados como suplemento durante la época de mayor producción de forraje para incrementar la producción animal. En esta zona sería muy importante realizar estudios que verifiquen el uso de estas arbóreas, puesto que existe un conocimiento local importante sobre su utilización. Por ejemplo algunos productores mencionaron que hay abortos cuando las vacas consumen frutos de *S. saman*, lo cual debería ser probado posteriormente.

Por otro lado, la ganadería de carne es el sistema de producción bovino más difundido en la región (56% de las fincas entrevistadas). Estas fincas generalmente son grandes, poco intensivas en utilización de mano de obra y manejan cargas animales bajas. La cobertura de árboles en estas fincas esta determinada positivamente por la frecuencia del control de malezas en potreros. Esto puede ser por que en estas fincas se realizan control de malezas selectivo. En fincas en el trópico sub-húmedo en Costa Rica se demostró que es posible mantener densidades importantes de leñosas haciendo control selectivo de malezas (Ibrahim y Camargo, 2001).

En estas fincas se podrían realizar programas de capacitación específicos en las características y calidades de las especies arbóreas presentes en las fincas, para estimular la selección de especies de alto valor nutricional para el ganado y de maderables de alto valor económico en la zona, durante el momento del control de malezas. En estos programas jugaría un papel importante la capacitación de las personas que realizan las chapias y la aplicación de herbicidas, debido a que estos generalmente son mano de obra contratada temporalmente en las fincas. También sería importante establecer fincas modelos en donde se muestren las ventajas del manejo de los árboles dentro de los potreros. Por otro lado, otorgar incentivos a las fincas en donde se conserven los árboles dentro de potreros y se mantengan especies que estén en peligro extinción, como el guayacán real (*Guaiaacum sanctum*), o amenazado, como el Tempisque (*Sideroxylon capiri*), los cuales fueron reportados en algunas fincas de la zona.

Las fincas de producción mixta, las cuales dedican el 60% de su área a la ganadería de carne, son fincas de mayor tamaño y mucho más intensivas en uso de mano de obra comparado con otros sistemas de producción. En estas fincas la cobertura de árboles tuvo una influencia positiva de la frecuencia del control de malezas, el uso de fertilizantes en potreros y el área dedicada a bosques en la finca. La cobertura de árboles en estas fincas podría ser estimulada con base en proyectos que estimulen la dedicación de áreas en la finca a bosques, como pagos por conservación, manejo de bosques o de reforestación, los cuales están aprobados en Costa Rica por la Ley Forestal No 7575, del año 1996. Estos incentivos actualmente incluyen la exención del pago del impuesto y la protección contra invasiones de inmuebles sometidos voluntariamente al régimen forestal o dedicados a la actividad forestal (Carranza *et al.*, 1996). Recientemente se aprobó y creo un fondo para pagar incentivos de servicios ambientales generados por sistemas agroforestales (Ibrahim, comunicación personal). Otra forma de estimular la cobertura de árboles en potreros en estas fincas, es a través de cursos de capacitación en la intensificación de los sistemas ganaderos, como manejo de potreros, uso de pastos tolerantes a sombra y selección de especies arbóreas que producen frutos y forraje para el ganado.

Las fincas dedicadas a doble propósito son fincas pequeñas, aunque necesitarían mejorar la genética de los hatos para incrementar la producción leche. Estas fincas generalmente manejadas y trabajadas por sus propietarios, son más intensivas en uso de mano de obra

familiar, manejan cargas animales superiores al promedio de la zona y en general su potencial productivo es altamente aprovechado desde el punto de vista social y económico. En estas fincas tuvo una influencia positiva en la cobertura de árboles en potrero la realización de otras actividades, pero negativa del uso de fertilizantes y de los años de experiencia ganadera sobre. En estas fincas todas las actividades relacionadas con generación de ingresos adicionales pueden tener efectos positivos en la cobertura de árboles en potrero, por ejemplo el pago de por servicios ambientales, la otorgación de incentivos o créditos.

Otro factor que podría tener un efecto positivo en el incremento de cobertura puede ser la generación de programas de capacitación a los ganaderos jóvenes, puesto que entre mas años de experiencia tienen, menor es la cobertura de árboles en los potreros de sus fincas. En estas fincas tuvo particular importancia la presencia de árboles en los potreros, debido a existe una alta proporción de bovinos puros o cruzados con razas europeas (*Bos taurus*), las cuales tienen una menor resistencia la radiación solar y necesitan mayores áreas con sombra para controlar el estrés calórico (Gregory, 1995, Mitlöhner, *et al.*, 2001). La sombra de árboles ha mostrado efectos positivos en el consumo de alimentos, la producción de leche y la reducción del estrés calórico en las ganaderías del trópico (Blackshaw y Blackshaw, 1994; Souza de Abreu, *et al.*, 1999).

En general en las fincas de la zona se encontraron valores superiores de cobertura de árboles en potrero, en fincas con mayor frecuencia de control de malezas, periodo de descanso de los potreros más largo, mayor empleo de mano de obra familiar, mas años en manos del mismo propietario y en donde los propietarios realizan otras actividades productivas adicionales a la finca. Sin embargo, el aumento del área de bosques en la finca y la carga animal influyen negativamente en la cobertura arbórea.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H; Ibrahim, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvopastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. En: M. Ibrahim (ed.). Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 170-173
- Blackshaw, JK; Blackshaw, AW 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34 (2): 285-295.
- Camargo, C.; Ibrahim, M.; Somarriba, E.; Finegan, B.; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas

silvopastoriles del trópico húmedo y sub-húmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7 (26): 46 – 52.

Carranza, CF; Aylward, B; Echeverría, J; Tosi, JA; Mejias, R. 1996. Valoración de los servicios ambientales de los bosques de Costa Rica. Centro Científico Forestal. San José, CR. 78 p.

Carvalho, MM. 1997. Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. *Agroforestería de las Américas*. 4: 15, 5-8.

Costa, N de L; Townsend, CR; Magalhaes, JA; Pereira, RG. 1999. Agronomic performance of forage grasses under the shade of mature rubber trees. *Pasturas Tropicales*. 21: 2, 65-68.

Gregory, NG. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38: 423-450

Holmann, F; Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífica central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En: C. Lascano, F Holmann (eds) *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Consorcio Tropileche. Cali, CO. p 134-150.

Ibrahim, M; Camargo, JC. 2001. Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? *Agroforestería de las Américas*. 8(32):35-41.

López Musalem, A., Schlönvoigt, A., Ibrahim, M., Kleinn, C. & Kanninen, M. 1999. Cuantificación del carbono almacenado en un sistema silvopastoril en la zona atlántica de Costa Rica. In: *Actas IV Semana Científica del CATIE*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 6-9 de abril, 1999. Pp. 263-267.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1999. Programa Nacional de la Carne. Inédito.

Mitlöchner, FM; Morrow, JL; Dailey, JW; Wilson, SC; Galyean, ML; Miller, MF; McGlone, JJ. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 79:2327-2335

Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 2001. Ruminant function in sheep supplemented with *Pithecellobium saman* pods. En: M. Ibrahim (ed.). *Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems*. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica. P. 285-289.

Roncillo, B; Navas, A; Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: A. Uribe (compilador). *Silvopastoreo: Alternativa para Mejorar la Sostenibilidad y Competitividad de la Ganadería Colombiana*. Compilación de las memorias de los dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles 1995- 1996. Bogotá, CO.

Smith, MA; Whiteman, PC. 1983. Animal production for rotationally grazed natural and sown pastures under coconuts at three stocking rates in Solomon Island. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 104:173-180.

Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Silva, JC. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In *Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible*. Memorias. Cali, CO. CIPAV.

Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. CATIE. 71 p. (Serie Técnica. Informe Técnico No. 313).

Villafuerte, LE. 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones de manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 98 p.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Propietarios de fincas entrevistadas. Cañas, Costa Rica. 2002.

Sistema de producción	Propietario de la finca
Carne	Marcos Leiva
Carne	Calibra
Carne	Francisco Morises
Carne	Rolando Rojas
Carne	Ramón Álvaro González Chavarría
Carne	Alberto Aldenur
Carne	Gerardo Castro Secades
Carne	Luis Enrique Castro Secades
Carne	Jorge Ruanes (Hacienda La Montaña S.A.)
Carne	Rigoberto Salas Aguilar
Carne	Agropecuaria Marsil
Carne	Claudio Antonio Salazar Fernández
Carne	Pedro Castro Secades
Carne	Juan Agustín Rodríguez Alfaro
Carne	Sociedad El Encanto
Carne	Marcos Castillo García
Carne	Fernando Alvarado
Carne	Ana Isabel Bolívar Briceño
Carne	Francisco Briceño
Carne	Guido Treter
Carne	José Néstor Arroyo
Carne	Gabriel Moreira
Carne	Julio Tomeu de Varona
Carne	Ilse María Martínez Gutiérrez
Carne	Hilda María Salazar Fernández
Carne	Rafael Fernell López
Carne	Humberto León
Carne	Nicolás Elizondo
Carne	Madeleine Wilke

Sistema de producción	Propietario de la finca
Doble Propósito	Pastor Arguello
Doble Propósito	Romelio Arguello
Doble Propósito	Freddy Paniagua Valverde
Doble Propósito	Miguel Méndez Lara
Doble Propósito	Abel Quesada Bravo
Doble Propósito	Angela Reina Briceño Brenes
Doble Propósito	María Alvarado
Doble Propósito	Hernán Vargas
Doble Propósito	Rafael Ángel Rodríguez
Doble Propósito	Asteria Bolívar
Doble Propósito	Ingrid Briceño
Mixto	Gonzalo Sánchez (Ganadería Cortijo El Badén)
Mixto	Marcela Sánchez (Inversiones Sánchez Solera)
Mixto	Jesús Salazar Rodríguez
Mixto	Maximino Vásquez Vázquez
Mixto	Alfredo Segura González
Mixto	Cipriano Torrentes
Mixto	Mayela Morales Rojas
Mixto	Inversiones J S S.A.
Mixto	Juan Manuel Sánchez (Agrícola El Cántaro)
Mixto	Juan Carlos Alfaro
Mixto	Gladis Salazar Rodríguez
Mixto	Luis Antonio Mejías Fernández

Anexo 2. Frecuencia de árboles en potreros, expresado como porcentaje las fincas encuestadas, nombre científico, común y familia. Cañas, Costa Rica, 2002.

Familia	Especie	Nombre común	Número de fincas	% fincas
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	50	94.34
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	44	83.02
Mimosaceae	<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	39	73.58
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	32	60.38
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	30	56.60
Papilionaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	22	41.51
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	21	39.62
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	21	39.62
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	20	37.74
Bombacaceae	<i>Pachira quinata</i>	Pochote	20	37.74
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble Sabana	19	35.85
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Higuerón, Chilamate	17	32.08
Papilionaceae	<i>Andira inermis</i>	Almendro, arenillo	16	30.19
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	16	30.19
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Saino	11	20.75
Papilionaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilín	11	20.75
Mimosaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Quebracho	10	18.87
Anacardiaceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	10	18.87
Mimosaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guayaquil, Cenizaro macho	10	18.87
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	10	18.87
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón	9	16.98
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Coyol	7	13.21
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	6	11.32
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	6	11.32
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez amarillo	6	11.32
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	5	9.43
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán Real	5	9.43
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Guaitil	4	7.55
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>	Melina	4	7.55
Caesalpinaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	4	7.55
Caesalpinaceae	<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	4	7.55
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Ronrón	3	5.66
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i>	Jiñote, jiñocuabe, indio desnudo	3	5.66
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño	3	5.66
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i>	Guayacán, guayacancillo	3	5.66
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>	Níspero	3	5.66
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i>	Canelo, Quina	3	5.66
Papilionaceae	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Sietecueros	3	5.66
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	3	5.66
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	2	3.77
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	2	3.77
Papilionaceae	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	2	3.77
Papilionaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	2	3.77

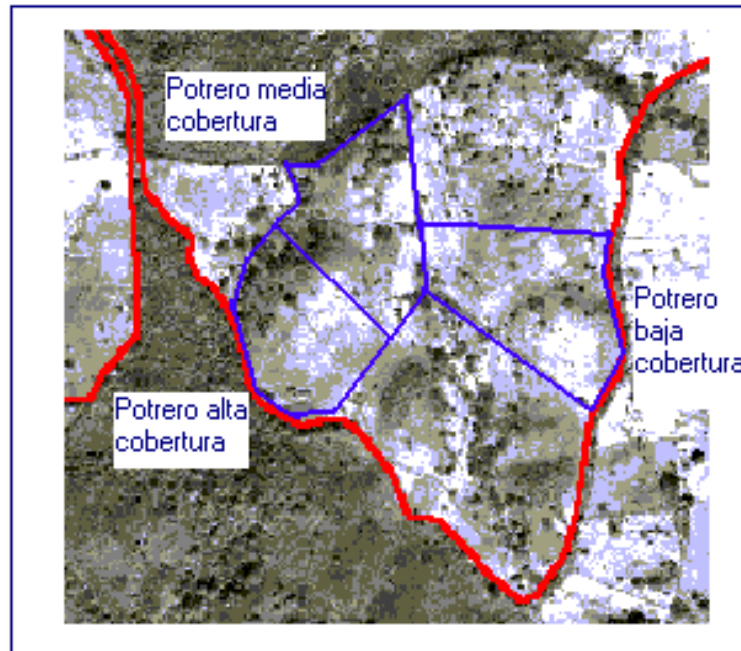


Familia	Especie	Nombre común	Número de fincas	% fincas
Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i>	Guayabo	2	3.77
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	2	3.77
Papilionaceae	<i>Acosmiun panamense</i>	Carboncillo	1	1.89
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	1	1.89
Annonaceae	<i>Annona sp</i>	Anonas	1	1.89
Rutaceae	<i>Citrus limeta</i>	Limón dulce	1	1.89
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	1	1.89
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp</i>	Papaturro	1	1.89
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Tiquilote	1	1.89
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	1	1.89
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india	1	1.89
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulina	1	1.89
Papilionaceae	<i>Myrospermum frutescens</i>	Guachipelín ratón, arco	1	1.89
Papilionaceae	<i>Pterocarpus michelianus</i>	Sangregado	1	1.89
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea terniflora</i>	Terciopelo, Coralillo	1	1.89
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i>	Panamá	1	1.89
Caesalpinaceae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	1	1.89
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Vainillo	1	1.89

Anexo 3. Uso de árboles en potreros, cantidad de especies usadas para cada fin, especies más comunes y porcentaje de las especies mencionadas por los productores usadas para cada fin. Cañas, Costa Rica. 2002.

Uso	Número de especies	% especies (n= 64 especies)	Especies más usadas por los finqueros
Forrajeras	13	21.87	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Postes muertos	22	34.38	<i>Maclura tinctoria</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Gliricidia sepium</i>
Maderables	32	50.00	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Pithecellobium saman</i> <i>Cordia alliodora</i>
Sombra	25	39.06	<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Ficus sp</i>
Leña	18	28.12	<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Byrsonyma crassifolia</i>
Frutos para animales silvestres	7	10.94	<i>Anacardium excelsum</i> <i>Mangifera indica</i>
Frutos para ganado	16	25.00	<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Samanea saman</i>
Frutales para humanos	21	32.81	<i>Mangifera indica</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Persea americana</i>

Anexo 4. Mapa potreros utilizados para el experimento. Hacienda La Montaña. Cañas, Costa Rica, 2002.



Anexo 5. Árboles presentes en los potreros de cobertura alta, media y baja. Hacienda La Montaña. Cañas, Costa Rica, 2002.

Nombre Científico	Nombre Común	Alta	Media	Baja
<i>Acosmiun panamense</i>	Carboncillo		*	*
<i>Acromia aculeata</i>	Coyol	*		
<i>Acromia aculeata</i>	Coyol	*		*
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel		*	
<i>Andira inermis</i>	Almendro	*	*	*
<i>Anona muricata</i>	Anona	*	*	*
<i>Astronium graveolens</i>	Ronrón		*	
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	*	*	*
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Saino			*
<i>Casearia aculeata</i>	Matacartago		*	
<i>Cassia grandis</i>	Carao		*	
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	*	*	*
<i>Crescentia alata</i>	Raspahuacal			*
<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	*		*
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste		*	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	*		*
<i>Eugenia spp</i>	Guayacan		*	
<i>Genipa americana</i>	Guaitil	*		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	*	*	*
<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	*	*	*
<i>Licania arbórea</i>	Roble blanco	*		*
<i>Lonchocarpus costaricensis</i>	Chaperno	*		
<i>Luehkea seemannii</i>	Guácimo molenillo	*		
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Quebracho	*	*	*
<i>Mangifera indica</i>	Mango	*	*	
<i>Myrospermum frutescens</i>	Guachipelín raton	*	*	*
<i>Pachira quinata</i>	Pochote		*	
<i>Persea americana</i>	Aguacate		*	
<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	*		
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo			*
<i>Spondias mombin</i>	Jocote	*		
<i>Spondias purpurea</i>	Jocote		*	
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	*	*	*
<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez amarillo	*		
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble Sabana	*	*	*
<i>Tapiria miriantha</i>	Manteco		*	