

Avances de investigación

Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica

Cristóbal Villanueva¹; Muhammad Ibrahim²; Celia Harvey²; Humberto Esquivel³

Palabras claves: árboles en pasturas; cobertura arbórea; densidad de árboles en pasturas; tipologías de fincas ganaderas; uso del suelo.

RESUMEN

Se llevó a cabo la tipificación de los sistemas de producción bovina y la caracterización del componente arbóreo en pasturas (árboles dispersos y cercas vivas) en la zona de Cañas, Costa Rica. Los sistemas de producción bovina encontrados fueron producción de carne, mixto (ganadería de carne con cultivos) y doble propósito (dedicados a la producción de carne y leche) (64, 21 y 15% de las fincas, respectivamente). Los árboles dispersos y las cercas vivas en pasturas fueron encontrados en el 93 y 88 % de las fincas, respectivamente. Las pasturas fueron el uso del suelo de mayor relevancia en los sistemas de producción de carne (80-81%). En los sistemas de producción mixta, las pasturas, charrales y cultivos agrícolas (47, 25 y 11%, respectivamente) fueron los usos más importantes del suelo. Se registraron 5896 árboles dispersos en 801 ha de pasturas. Las especies más frecuentes fueron *Tabebuia rosea*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Acrocomia aculeata* y *Byrsonima crassifolia*, las cuales conforman el 55% del total. En cercas vivas, se reportaron 20974 individuos en 84 km. Las especies más abundantes fueron *Bursera simaruba* y *Pachira quinata*, los cuales representan el 82% del total. La densidad y cobertura de copa total no mostraron diferencia significativa ($P > 0,05$) entre sistemas de producción, variando de 34,9 a 38,5 árboles ha⁻¹ y 11,7 a 21,8%, respectivamente.

Cattle farms typology and tree cover on pastureland in the dry tropic zone of Costa Rica

Key words: Cattle farm typologies; land use; tree cover; trees in pastures.

ABSTRACT

The object of this study was to typify bovine production systems and characterize the tree cover on pastureland (dispersed trees and live fences) in Cañas, Costa Rica. The bovine production systems found were meat, mixed and dual purpose (64, 21 and 15%, respectively). Dispersed trees and live fences on pastureland were found in 93 and 88% of the farms, respectively. Pasture was the most relevant land use in the meat production systems (80–81%), but in the mixed productions systems pasture, charral and agriculture crops were the most important (47, 25, and 11%, respectively). On pastureland, 5896 dispersed trees were registered in 801 ha. The most common species were *Tabebuia rosea*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Acrocomia aculeata* and *Byrsonima crassifolia*, comprising 55% of total trees. Regarding live fences, 20974 individuals were registered in 84 km; the most predominant species were *Bursera simaruba* and *Pachira quinata* (85% of total trees). The total density and total tree crown cover did not show a significant difference between production systems ($P > 0.05$). The values varied between 34.9 and 38.5 trees ha⁻¹ for density and 11.7 and 21.8 % for crown cover.

INTRODUCCIÓN

La mayor tasa de deforestación en América Central ocurrió entre los años 1950 y 1986, siendo la ausencia de políticas apropiadas de tenencia y usos de la tierra, facilidad de créditos a la ganadería y altos precios de la carne los principales factores asociados con este cambio. 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 de ganado bovino ha experimentado un aumento de 4,2 a 9,6 millones de cabezas. Esta expansión

ha sido asociada a la pérdida y fragmentación de bosques y a la creación de paisajes con mosaicos de monocultivos de pastos, cultivos agrícolas y fragmentos de bosques (Kaimowitz 2001). A la vez, más del 50% de las pasturas se encuentran en un estado avanzado de degradación (Szott *et al.* 2000).

Los árboles en pasturas desempeñan un papel muy importante en la productividad de las fincas, ya que proveen

¹ Investigador en sistemas silvopastoriles CATIE/FRAGMENT. Correo electrónico: cvillanu@catie.ac.cr (autor para correspondencia).

² Profesores investigadores, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correos electrónicos: mibrahim@catie.ac.cr; charvey@catie.ac.cr

³ Doctorando en Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: hesqui@catie.ac.cr

productos y funciones valiosas, como madera y sombra, y son fuente de alimento para el ganado (Harvey y Haber 1999, Zamora *et al.* 2001). La presencia de sombra de árboles ha provocado incrementos de alrededor de un 13% en la producción de leche de vacas Jersey, en comparación con las manejadas sin sombra en la zona del trópico húmedo de Costa Rica (Souza de Abreu 2002) donde, además, las cercas vivas enriquecidas con especies maderables pueden generar aumentos del 15% en el ingreso de las fincas lecheras (Holmann *et al.* 1992). Los árboles en pasturas son capaces de brindar beneficios ecológicos, como la contribución a conservar hábitats para especies animales, importantes en la dispersión de semillas arbóreas para la regeneración natural, y funcionan como corredores biológicos (Harvey y Haber 1999). Además, las especies leñosas pueden contribuir a la restauración de pasturas degradadas (Szott *et al.* 2000), como sumideros de carbono (Kaninnen 2001) y como alternativa estratégica para reducir la presión sobre los bosques (Kaimowitz 2003).



Árboles dispersos en potreros en Cañas, Costa Rica (proyecto FRAGMENT).

Los estudios sobre árboles en pasturas se concentran generalmente en árboles dispersos. Sin embargo, existe un efecto de los árboles localizados en las cercas vivas. Algunos estudios en fincas ganaderas del trópico húmedo de Costa Rica reportan una densidad de árboles dispersos en pasturas de 12 a 22 árboles ha^{-1} (Souza de Abreu *et al.* 2000), mientras que en el trópico seco de Nicaragua se registraron densidades de 14 a 82 árboles ha^{-1} (Zamora *et al.* 2001). Por otro lado, Morales y Kleinn (2001) registraron una densidad de 19 árboles ha^{-1} , que corresponde a árboles dispersos y en cercas vivas en el trópico seco de Costa Rica. Los factores de

mayor relevancia en la densidad de árboles en pasturas son el control de malezas y el uso anterior de los suelos (Camargo *et al.* 2000). Esta situación refleja que es importante considerar de manera integral el componente arbóreo en fincas ganaderas, tomando en cuenta su manejo, composición, abundancia, diversidad y estructura. Desde esta perspectiva, se deben diseñar estrategias que conduzcan a un aumento de la cobertura arbórea, acordes con las condiciones biofísicas y socioeconómicas de los ganaderos, en combinación con un incremento en la productividad. Los objetivos principales del presente estudio fueron la tipificación de los sistemas de producción bovina y la caracterización del componente arbóreo en pasturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio fue conducido de febrero a agosto del 2002 en Cañas y Abangares, Guanacaste, Costa Rica. El área de influencia fueron 10000 ha seleccionadas por el Proyecto FRAGMENT (10°19,2'N y 85°4,8'O; 80-250 msnm). La zona de vida pertenece a un Bosque Tropical Seco (Holdrige 1978); la temperatura media anual es de 27,6 °C y la precipitación media de 1544 mm año⁻¹, distribuida de mayo a octubre.

Tipología de fincas

Se seleccionaron al azar 53 fincas de la base de datos del proyecto TROF (*Tree Resources Outside Forests*), las cuales debieron tener ganadería activa y anuencia del propietario para brindar información. Se verificó el área de la propiedad y se encuestó al propietario o administrador en cada finca seleccionada, donde se recopiló información sobre usos del suelo, mano de obra, sistema de producción, composición y tamaño del hato bovino, sistema de alimentación, tipo y manejo de pasturas, especies y usos de los árboles en pasturas y cercas vivas. De acuerdo con la información recolectada, los sistemas de producción prevalecientes fueron: carne (64%), mixtos (21%) y doble propósito (15%).

Usos del suelo y caracterización de árboles en pastura y cercas vivas

Se seleccionaron 16 fincas, distribuidas en cuatro grupos: 1) cuatro fincas pequeñas con sistema de producción de carne (1–50 ha); 2) cinco fincas medianas con sistema de producción de carne (51–100 ha); 3) tres fincas grandes con sistema de producción de carne (>101 ha), y 4) cuatro fincas con sistema de producción mixto (agricultura y ganadería).

Los usos del suelo de cada finca fueron determinados utilizando la imagen Ikonos 2001 brindada por el proyecto TROF. A partir de esta imagen, se reprodujeron mapas para cada finca y mediante visitas a estas se identificaron y localizaron los diferentes usos del suelo. Utilizando el software ArcView GIS 3.0, se editaron los bordes de los usos del suelo en cada finca dentro de la imagen Ikonos y de esa manera se determinó el área total por finca y por uso del suelo.

En las fincas seleccionadas se inventariaron los árboles dispersos y en cercas vivas de las pasturas, tomando en cuenta los individuos con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor a 10 cm. En los árboles dispersos, las variables medidas fueron el dap, altura total, altura de fuste y diámetros mayor (DC1) y menor (DC2) de copa. Además, se determinó la cobertura de copa de los árboles en la pastura y el área basal (AB) de la siguiente manera:

Cobertura de copa (%) = (sumatoria del área de copas de los árboles/área total de las pasturas) * 100

Donde:

$$\text{Área de copa (m}^2\text{)} = \pi * DC1/2 * DC2/2$$

Área basal (m² ha⁻¹) = (sumatoria del AB de todos los árboles en la pastura/área de pastura)

Donde:

$$AB = \pi * dap^2/4$$

En este estudio, se consideraron como cercas vivas todas aquellas con más de un árbol con dap mayor a 10 cm. En cada finca se determinaron las variables número de cercas vivas, longitud total de cada cerca y número de árboles por especie. Igualmente, en cada cerca viva se seleccionaron de manera sistemática 10 individuos, distribuidos equitativamente a lo largo de la cerca. En cada uno de estos individuos se midieron las variables identificación de la especie, dap, altura total, altura de fuste y diámetro de copa.

Análisis de la información

En la tipología de fincas, las variables cuantitativas biofísicas y socioeconómicas fueron evaluadas mediante análisis de varianza. Se utilizó la prueba de chi cuadrado para determinar la dependencia entre las variables cualitativas y las tipologías de fincas. Los usos del suelo fueron analizados por medio de un análisis de varianza. Las variables de la caracterización de árboles en pastu-

ra y cercas vivas fueron evaluadas a través de un análisis de varianza, índices de diversidad (Shanon y Simpson) e índice de similitud de Jaccard con el programa BioDiversity Pro. Además, se calculó la curva de abundancia de especies por medio de los programas EstimateS y Sigma Plot.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipologías de fincas

Los sistemas predominantes fueron: carne (64%), dedicados a la crianza o engorde de toretes; mixtos (21%), fincas que incluyen agricultura y ganadería de carne, y doble propósito (15%), dedicadas a la producción de carne (venta del ternero al destete) y leche (Cuadro 1). Esta tendencia concuerda con la distribución de los sistemas de producción en Costa Rica, donde el 64% del ható nacional es dedicado a la producción de carne (Montenegro y Abarca 2001). El tamaño de las fincas varió de 8,3 a 323,5 ha, siendo las fincas mixtas las de mayor tamaño. El sistema de producción de doble propósito mostró significativamente el mayor uso de mano de obra (0,3 hombres ha⁻¹), lo cual se relaciona con el tamaño pequeño de las fincas y la presencia de la mano de obra familiar en las diferentes actividades. El sistema de producción de carne presentó un mayor uso de pasturas mejoradas (especialmente de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*), lo cual está relacionado con la capacidad de inversión de los propietarios y señala también una mayor productividad animal en comparación con las pasturas nativas. La carga animal fue mayor en el grupo doble propósito (2,0 UA ha⁻¹); ello se atribuye al uso de pasturas de corte en la época crítica de alimento (estación seca), tales como caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) o king grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*).

Con la prueba de Chi cuadrado no se encontró relación significativa entre el número de fincas con árboles dispersos en potrero y en cercas vivas, fertilización química y uso de herbicidas en pasturas con el sistema de producción. Sin embargo, el sistema de producción mixto presentó el mayor uso de fertilizante químico en pasturas (54,6% de las fincas), especialmente en *Digitaria decumbens*, utilizada para la producción de heno. El control químico de malezas en pasturas es muy común en la zona, ya que se encontró que más del 70% de las fincas en los sistemas de producción realizan dicha actividad, que es la causa más importante en la reducción de la regeneración natural de árboles en pasturas.

Cuadro 1. Características de las fincas según el sistema de producción, Cañas, Costa Rica.

Variables	Sistemas de producción ^z		
	Carne (n=34)	Mixtos (n=11)	Doble propósito (n=8)
Tamaño de finca (ha)	139,9±38,2 ab	323,5±161,5 a	8,25±0,6 b
Mano de obra (jornal ha ⁻¹)	0,1±0,02 b	0,1±0,03 b	0,3±0,1 a
Pasturas mejoradas (%)	59,4±6,2 a	43,1±10,6 a	43,9±13,1 a
Carga animal (UA ^y ha ⁻¹)	1,5±2,1 a	1,1±0,8 a	2,0±1,2 a
Fincas con árboles en potrero (%) ^{*ns}	100,0	91,0	88,0
Fincas con cercas vivas (%) ^{*ns}	88,0	100,0	75,0
Fincas con fertilización química en pasturas (%) ^{*ns}	40,0	54,55	12,5
Fincas que aplican herbicidas en pasturas (%) ^{*ns}	76,0	73,0	87,0

^z Media±error estándar.

^y UA= unidad animal equivalente a 400 kg de peso vivo.

^{*ns} Variables no significativas según chi cuadrado ($P < 0,05$).

Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila reflejan diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Se encontraron árboles en pasturas en el 93% de las fincas, siendo más comunes en las fincas con ganado de carne (100%). Las cercas vivas estuvieron presentes en el 88% de las fincas de la zona, pero el 100% de las fincas mixtas utilizan este arreglo espacial de árboles. Estos resultados son similares a los encontrados en fincas ganaderas del trópico húmedo de Costa Rica, donde se reportó que el 90% y 85% de las fincas mostraron árboles en pasturas y cercas vivas, respectivamente (Souza de Abreu *et al.* 2000).

Uso del suelo

El uso predominante en las fincas ganaderas fueron los pastos (72%), seguidos por el bosque ripario (17%), cultivos (7%) y charral (3%). El área destinada a pasturas no mostró diferencia significativa entre los sistemas de producción de carne (pequeño, mediano y grande), pero fueron diferentes del sistema de producción mixto. El bosque ripario y otros usos —pastos de corte, caminos, construcciones e instalaciones— no presentaron diferencia significativa entre sistemas de producción. En las áreas de charral y cultivos hubo diferencia significativa, siendo superior el sistema de producción mixta (Figura 1).

En los sistemas de producción de carne, las pasturas comprendieron el uso del suelo de mayor importancia (80 - 81%), en contraste con los sistemas de producción mixta, donde el área de pasturas (47%) se reduce en favor de los cultivos (25%). Los cultivos más explotados fueron caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sandía (*Citrullus vulgaris*) y melón (*Cucumis melo*). El bosque ripario tiene alguna importancia para la protección de las fuentes de agua en los diferentes sistemas de producción (14 - 18%). Los charrales en las fincas mixtas refle-

jan que algunos se manejan con el propósito de recuperar la fertilidad del suelo y obtener productos maderables (leña y postes muertos) y, en otros casos, surgen del abandono de fincas por pequeños finqueros y posterior venta a grandes finqueros.

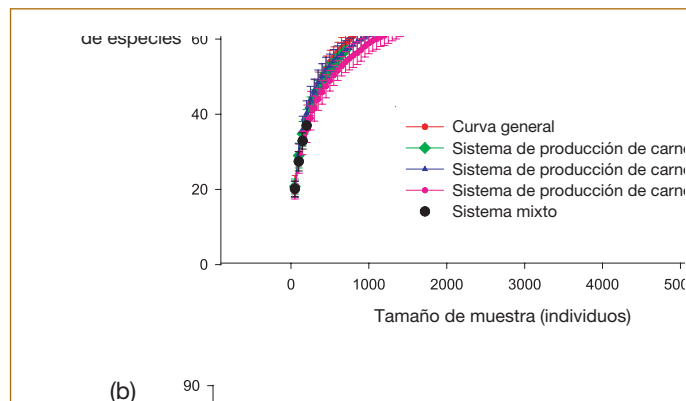


Figura 1. Usos del suelo en fincas ganaderas del trópico seco, Cañas, Costa Rica. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencia significativa ($P < 0,05$).

Caracterización de árboles dispersos en pasturas y cercas vivas

Composición y abundancia

Se encontraron 5896 individuos de árboles dispersos en pasturas en un total de 834 ha. Estos individuos pertenecieron a 101 especies, de las cuales las 10 más abundantes conformaron el 70,5%. En cercas vivas, se encontraron 20974 individuos de 85 especies en 84 km. Cabe notar que las especies más abundantes fueron jiñote (*Bursera simaruba*) y pochote (*Pachira quinata*), representando el 82% del total (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies arbóreas más abundantes en pasturas, Cañas, Costa Rica.

Árboles dispersos en potrero		Cercas vivas	
Especie	Abundancia (%)	Especie	Abundancia (%)
<i>Tabebuia rosea</i> (roble)	12,8	<i>Bursera simaruba</i> (jiñote)	54,2
<i>Guazuma ulmifolia</i> (guácimo)	12,6	<i>P. quinata</i> (pochote)	27,6
<i>Cordia alliodora</i> (laurel)	12,0	<i>Spondias purpurea</i> (jocote)	4,0
<i>Acrocomia aculeata</i> (coyol)	10,2	<i>Ficus werckleana</i> (chilamate)	3,9
<i>Byrsonima crassifolia</i> (nance)	7,4	<i>T. rosea</i> (roble)	2,0
<i>Tabebuia ochracea</i> (corteza amarilla)	4,5	<i>Gliricidia sepium</i> (madero negro)	2,0
<i>Pachira quinata</i> (pochote)	3,1	<i>G. ulmifolia</i> (guácimo)	1,0
<i>Andira inermis</i> (almendro)	2,9	<i>Caesalpinia eriostachys</i> (sahino)	0,6
<i>Piscidia carthagenensis</i> (siete cueros)	2,7	<i>T. ochracea</i> (corteza amarilla)	0,6
<i>Acosmium panamensis</i> (guayacán)	2,4	<i>B. crassifolia</i> (nance)	0,4

Árboles dispersos en pasturas: $n=5896$ individuos. Cercas vivas: $n=20974$ individuos.

Los finqueros no realizan actividad específica alguna para promover la regeneración natural en pasturas. Los árboles de mayor edad proceden de la vegetación original (remanentes de bosque) y la regeneración natural que aconteció cuando las fincas utilizaron pastos naturales, manejados con poco herbicida. Los árboles jóvenes son el producto de la selección por parte de los finqueros (atributos maderables como fuste recto y buen desarrollo) cuando realizan chapeas y aplicación localizada de herbicidas; además, en esta etapa del desarrollo, los árboles son afectados por la competencia del pasto y el consumo o pisoteo de los animales. Las especies predominantes muestran características que facilitan su regeneración natural, tales como abundante producción de semilla y capacidad de dispersión por el viento (*T. rosea*, *C. alliodora*) y por el ganado bovino después del consumo (*G. ulmifolia* y *A. aculeata*). Sin embargo, especies como *G. ulmifolia* y *B. crassifolia* poseen una gran capacidad de colonización (pioneras), y algunos finqueros están eliminándolas de la finca, reduciendo así los costos de limpieza de pasturas en el futuro.

En cercas vivas, las especies de mayor abundancia fueron *B. simaruba* y *P. quinata*, las cuales presentan ventajas como la capacidad de reproducirse asexualmente, alto prendimiento de las estacas y rápido crecimiento. *P. quinata* podría transformarse en una fuente de madera de alto valor comercial; sin embargo, ningún finquero lo ha visualizado desde esa perspectiva. Estas especies son establecidas por los finqueros con una frecuencia promedio de cada dos años.

Diversidad y curvas de acumulación de especies

La diversidad de árboles dispersos no mostró diferencia significativa entre sistemas de producción. Los índices de Shannon y Simpson variaron de 0,7 a 0,82 y de 0,1 a

0,15, respectivamente. El índice de similaridad (Jaccard) entre el sistema de producción mixto y el sistema de producción de carne (pequeño, mediano y grande) fue de 40%, aunque los sistemas de producción de carne mostraron el mayor valor de similitud, de 65%. En cercas vivas, el índice de diversidad de Simpson no presentó diferencia significativa entre sistemas de producción. El sistema de producción mixto mostró el mayor índice de diversidad de Shannon (0,6), el cual fue significativamente similar a los sistemas de producción de carne pequeño y grande, pero diferente del sistema de carne mediano. El índice de similaridad entre los sistemas de producción varió entre 40 y 62%, con el mayor índice entre los sistemas de producción de carne mediano y grande (Cuadro 3).

En ambos sistemas silvopastoriles, la curva de acumulación de especies mostró que la riqueza fue similar en los distintos sistemas de producción. Además, la tendencia de las curvas por sistema y la general no alcanzaron un comportamiento asintótico, lo cual posiblemente se deba a que existen más especies en el sitio que no fueron inventariadas en el presente trabajo (Figura 2). En este sentido, Gillespie *et al.* (2000) encontraron 204 especies en bosque seco para Nicaragua y Costa Rica, cantidad dos veces mayor de lo registrado en el presente estudio en árboles dispersos en pasturas y cercas vivas.

Densidad y cobertura de copa de árboles en pastura

La densidad y cobertura de copa de árboles dispersos fue significativamente mayor en el sistema de producción de carne pequeño (13,9 árboles ha⁻¹ y 12,3%, respectivamente) en comparación con los sistemas de carne y mixto. La densidad de árboles en cercas vivas, la densidad total de árboles en pastura, la cobertura de copa de árboles en cerca viva y la cobertura total de copa

Cuadro 3. Diversidad de árboles en pasturas de sistemas de producción ganaderos, Cañas, Costa Rica.

Sistema de producción	Árboles dispersos		Cercas vivas	
	Shannon	Simpson	Shannon	Simpson
Carne pequeño	0,78±0,01a	0,1±0,01 a	0,51±0,18 ab	0,37±0,19 a
Carne mediano	0,70±0,05 a	0,18±0,07 a	0,32±0,17 b	0,56±0,28 a
Carne grande	0,72±0,02 a	0,11±0,01 a	0,36±0,04 ab	0,38±0,06 a
Mixto	0,82±0,04 a	0,15±0,04 a	0,60±0,13 a	0,26±0,11 a

Distintas letras dentro de la columna indican diferencia significativa ($P > 0,05$) según prueba de Duncan.

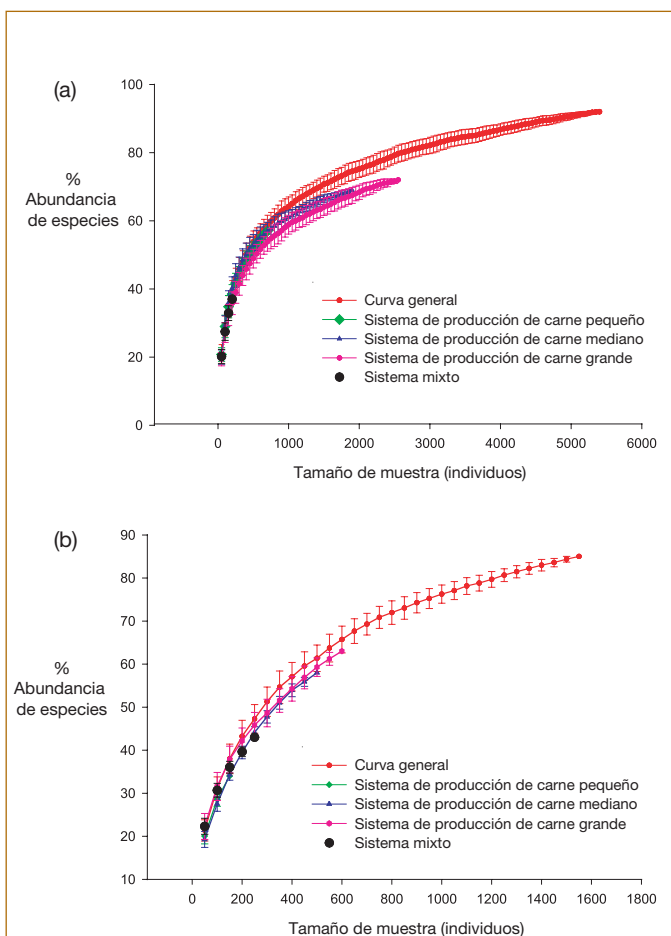


Figura 2. Curva de acumulación de especies arbóreas en: (a) árboles dispersos en pasturas y (b) cercas vivas. Cañas, Costa Rica.

de árboles en pastura no mostraron diferencias significativas (Cuadro 3). El sistema de producción no influyó en la densidad total de árboles en pastura y, consecuentemente, en la cobertura de copa; esto refleja que el manejo y las decisiones de cambio en los árboles dispersos y cercas vivas en pasturas son similares en el paisaje estudiado.

Diámetro a la altura del pecho y área basal

La clase diamétrica 31-40 cm arrojó la mayor presencia de individuos en árboles dispersos en pasturas. La población joven (10-20 cm de dap), producto de la regeneración natural, es menor y los árboles grandes (>41 cm de dap) mostraron una tendencia a decrecer; esta situación indica que, posiblemente, en el futuro la abundancia de árboles en pasturas será menor (Figura 3). Este panorama es producto del uso sistemático de herbicidas, principalmente en la última década, durante la cual ha ocurrido una introducción fuerte de pastos mejorados (generalmente *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*). Por lo tanto, la combinación de herbicidas, pastos de mayor agresividad y el efecto de los animales (pisoteo y consumo) ha reducido la regeneración natural. En cercas vivas, la distribución de las clases diamétricas es mayor conforme disminuye el tamaño (dap) de los individuos; la mayor parte de la población de individuos se agrupó en la clase 10-30 cm de dap (Figura 3). Esto se podría atribuir a la siembra intensiva que ha ocurrido en los últimos años de especies como jiñote y pochote, para las cuales se utilizan estacas con un diámetro que varía entre 5,3 y 15,5 cm, y al efecto de la poda, que ocurre al menos cada dos años.

En árboles dispersos, el dap no mostró diferencia significativa ($P > 0,05$) entre sistemas de producción, y los valores variaron entre 40,4 y 45,0 cm. El AB presentó diferencia significativa entre sistemas ($P < 0,05$); el sistema de producción de carne pequeño fue similar al de carne mediano y mayor que los sistemas de producción de carne grande y mixto (2,4 vs. 1,6; 2,4 vs. 1,3 y 2,4 vs. 0,9 $m^2 ha^{-1}$, respectivamente). En cercas vivas, el dap no mostró diferencia significativa ($P > 0,05$) entre sistemas de producción y los promedios variaron entre 27,1 y 31,0 cm. El AB presentó diferencia significativa entre sistemas de producción ($P > 0,05$); el sistema de producción mixto fue similar al de carne pequeño, pero mayor que los sistemas de producción de carne grande y mediano (1,0 vs. 0,7; 1,0 vs. 0,3; 1,0 vs. 0,4 $m^2 ha^{-1}$, respectivamente).

Cuadro 3. Densidad y cobertura de copa de árboles en pasturas en fincas ganaderas, Cañas, Costa Rica.

Variable	Sistema de producción			
	Carne pequeño	Carne mediano	Carne grande	Mixto
Área inventariada (ha)	89,2	274,4	351,0	48,7
Densidad de árboles dispersos (árboles ha ⁻¹)	13,9±2,8 a	7,2±1,2 b	7,1±1,3 b	5,0±0,6 b
Densidad de árboles en cercas vivas (árboles ha ⁻¹)	23,1±9,6 a	31,3±6,5 a	28,3±2,7 a	29,9±6,8 a
Densidad total de árboles en pastura (árboles ha ⁻¹)	37,0±11,6 a	38,5±7,2 a	35,4±1,6 a	34,9±6,9 a
Cobertura de copa de árboles dispersos (%)	12,3±2,8 a	6,5±1,4 b	6,2±2,1 b	3,2±0,5 b
Cobertura de copa de árboles en cercas vivas (%)	19,7±11,3 a	14,2±2,9 a	21,2±9,8 a	22,7±4,2 a
Cobertura total de árboles en pastura (%)	32,0±14,1 a	20,7±3,1 a	27,4±9,1 a	25,9±4,1 a

Diferentes letras en la misma fila reflejan diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

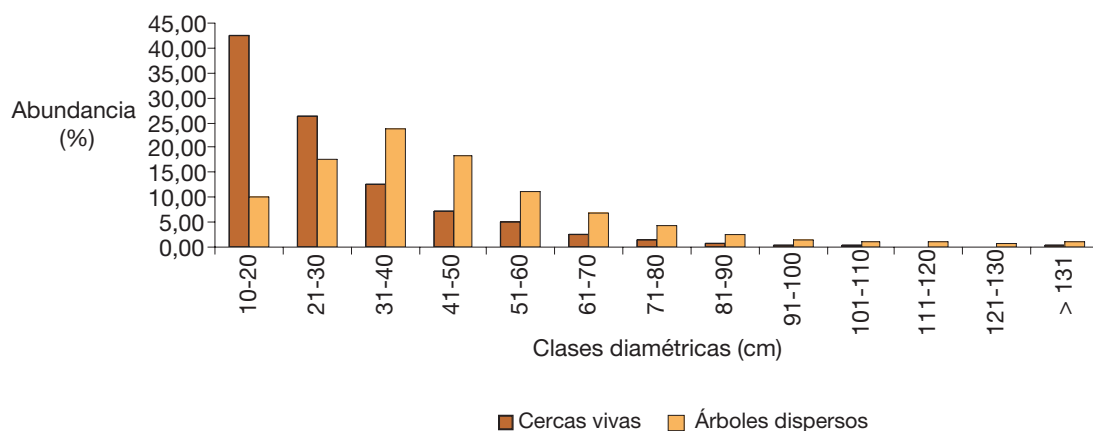


Figura 3. Distribución de las clases diamétricas de árboles en pasturas (dispersos y en cercas vivas) en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica.

CONCLUSIONES

Los sistemas de producción bovina predominantes en la zona de estudio fueron carne, mixto y doble propósito, los cuales representaron el 64, 21 y 15% del total de fincas, respectivamente.

Los árboles en pasturas son manejados en el 93% de las fincas, mientras que el 85% posee cercas vivas. Las especies de árboles dispersos en pasturas más abundantes fueron *G. ulmifolia*, *T. rosea*, *C. alliodora*, *A. aculeata* y *B. crassifolia*, y en cercas vivas *B. simaruba* y *P. quinata*.

En árboles dispersos, los índices de diversidad fueron similares entre los sistemas de producción; igualmente, los sistemas de producción de carne presentaron el mayor índice de similaridad de especies (65%). En cercas vivas, el índice de diversidad de Shannon fue diferente

significativamente únicamente entre los sistemas de producción mixto y carne mediano. El mayor índice de similaridad ocurrió entre los sistemas de producción de carne mediano y grande (62%).

La riqueza de especies arbóreas fue similar en los distintos sistemas de producción. Además, las curvas de abundancia no alcanzaron un comportamiento asintótico, lo cual presagia que existen más especies en el sitio que las inventariadas en este estudio.

La densidad y cobertura de copa de árboles total (árboles dispersos + cercas vivas) en pasturas fue similar en los diferentes sistemas de producción, variando de 34,9 a 38,5 árboles ha⁻¹ y de 20,7 a 32,0%, respectivamente. Ello indica que la distribución y manejo de los árboles en pasturas en fincas ganaderas se rigen bajo un mismo patrón.



Las cercas vivas constituyen un uso tradicional del suelo en Cañas, Costa Rica (proyecto FRAGMENT).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Camargo, JC; Ibrahim, M; Somarriba, E; Finegan, B; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 46-49.
- Deffontaines, JP; Thenail, C; Baudfy, J. 1995. Agricultural systems and landscape patterns: how can we build a relationship? *Landscape and Urban Planning* 31: 3-10.
- Gillespie, TW; Grijalva, A; Farris, CN. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147: 37-47.
- Gregory, NG. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38: 423-450.
- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44(1): 37-68.
- Holmann, F; Romero, F; Montenegro, J; Chana, C; Oviedo, E; Baños, A. 1992. Rentabilidad de sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42(1): 79-89.
- Holdridge, L. 1978. *Ecología, zonas de vida*. San José, CR, IICA. 214 p.
- Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's tropical forest? In Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford, UK, CABI. p. 1-20.
- Montenegro B, J; Abarca M, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. San José, CR, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 135 p.
- Place F; Otsuka, K. 2000. Population pressure, land tenure, and tree resources management in Uganda. *Land Economics* 76(2): 233-251.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hanger: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p. (Serie Técnica no. 313).
- Souza, 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 en las Américas* 7(26): 53-56.
- 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. Ph.D. Thesis. Turrialba, CR, CATIE.
- Kanninen, M. 2003. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. In Ibrahim, M; Mora, J; Rosales, M. eds. *Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales*. Roma, IT, FAO. 196 p. *En prensa*.
- Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, C; Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 8(31): 31-38.