

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSGRADUADOS

PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES TRADICIONALES
EN MOROPOTENTE, ESTELI, NICARAGUA 2000

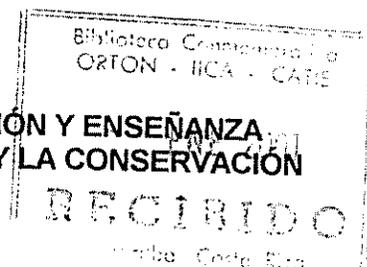
POR

FRANCISCO CASASOLA COTO

CATIE

Turrialba, Costa Rica
2000

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



**PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES TRADICIONALES EN
MOROPOTENTE, ESTELÍ, NICARAGUA 2000.**

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

Magister Scientiae

Por

FRANCISCO CASASOLA COTO

Turrialba, Costa Rica

2000

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



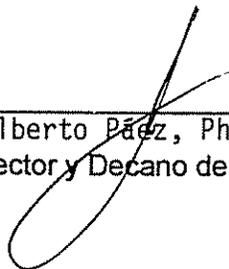
Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Consejero Principal



Celia Harvey, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Christoph Kleinn, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Gilberto Pérez, Ph.D.
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados



Francisco Rolando Casasola Coto
Candidato

DEDICATORIA

A DIOS Todopoderoso y a la Virgen María porque me dieron las fuerzas suficientes para salir adelante.

A mi padre Rolando Casasola P porque es ejemplo de trabajo y honradez.

A mi madre Yadira Coto Sandoval por su gran amor y comprensión a través de toda mi vida.

A mis hermanos Roy y Vivian de quienes he recibido apoyo en todo momento.

A todos los ganaderos y agricultores del mundo.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a todas las personas e Instituciones que de una u otra manera me proporcionaron colaboración, durante estos dos años de estudio y me brindaron su apoyo moral y espiritual, para alcanzar la meta propuesta.

A Dios por todas las cosas que me ha dado.

Al CATIE, FUNDATRÓPICOS, FONABE Y PANIF, por poner a disposición los recursos económicos para mi especialización.

A todos los ganaderos de Moropotente, Esteli, Nicaragua por permitirme realizar la fase de campo en sus fincas.

Mi más sincero agradecimiento al Ph. D Muhammad Ibrahim asesor principal de la investigación, por su dedicación, sugerencias, apoyo integral y enseñanza profesional durante el desarrollo de la tesis y por su amistad.

A la Ph. D Celia Harvey por su guía profesional, aportes, sugerencias y revisiones durante el desarrollo del trabajo.

Al Ph. D Christoph Kleinn por su guía profesional y revisión del documento final.

Al Lic Jhonny Pérez por sus valiosos aportes y oportunas sugerencias en los análisis estadísticos de los datos.

A todos los empleados del CATIE en especial al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, al personal administrativo y a la gente de posgrado.

Al Ph. D Eduardo Somarriba por darme la oportunidad de realizar la fase de campo en Estelí.

Al Ph. D Rodolfo Salazar y al Lic Antonio Salas por su gran apoyo económico.

A todas las personas que colaboraron con mi formación profesional durante estos dos años y de manera especial a Alexander Prado, Bayardo Galeano y a Franklin López.

A mi amigo Cristian Zúñiga y a todos los compañeros de promoción, en especial a Giniva Guiracocha, Gabriela Ávila, Maybellin Escalante, Jhong Hyong Shing, Henry Perla, Amilcar Aguilar, Jaime Flórez , Otto Argueta, Ramón Mendoza, Hernán Nieto y Ana Paula Correa.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XIII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 <i>Objetivo General:</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos:</i>	2
1.2 HIPÓTESIS	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 SISTEMAS SILVOPASTORILES	4
2.1.1 <i>Potreros con árboles dispersos</i>	4
2.1.2 <i>Cercas vivas</i>	5
2.1.3 <i>Bancos de proteína puros</i>	6
2.1.4 <i>Bancos de energía</i>	6
2.2 LEÑOSAS FORRAJERAS COMO OPCIÓN PARA MEJORAR LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	7
2.3 CALIDAD DE LAS LEÑOSAS UTILIZADAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL	8
2.4 CONOCIMIENTO LOCAL	9
2.5 INVENTARIOS DE PLANTAS	10
2.6 ASPECTOS RELEVANTES DE LOS PASTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS	11
2.7 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE	11
2.8 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS PASTOS	12
2.9 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINOS DOBLE PROPÓSITO	13
2.10 CONSUMO	14
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	16
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA	17
a) <i>Diagnóstico del manejo tradicional del ganado y las leñosas en los sistemas de</i>	

<i>producción</i>	17
<i>b) Definición de las unidades de muestreo por categoría de vegetación a partir de donde se escogió la muestra</i>	17
<i>c) Inventario de especies</i>	19
<i>d) Disponibilidad de pastos y su calidad</i>	19
<i>e) Producción de frutos de carbón y determinación de las variables de calidad en potreros con árboles dispersos</i>	19
<i>f) Producción frutos y determinación de las variables de calidad en matorrales</i>	20
<i>g) Calidad de la biomasa del carbón</i>	20
<i>h) Índice de aceptabilidad de las especies presentes en un potrero con baja densidad de árboles de carbón y en un matorral</i>	20
<i>i) Consumo de forraje</i>	21
3.4 ESPECIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE FUERON MEDIDAS	23
3.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN E INFERENCIA	24
4 RESULTADOS	27
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS GANADERAS	27
4.2 INVENTARIO DE ESPECIES EN LAS 5 CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN	31
4.3 DISPONIBILIDAD DE PASTOS	35
4.4 PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN POTREROS	36
4.5 PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN MATORRALES	38
4.6 LA CALIDAD DE LAS PASTURAS	39
4.7 CALIDAD DE LOS FRUTOS DE CARBÓN	40
4.8 FOLLAJE DE CARBÓN	41
4.9 ÍNDICE DE ACEPTABILIDAD	42
4.10 CONSUMO DE ESPECIES ALIMENTICIAS PARA EL GANADO EN POTREROS Y MATORRALES	44
5 DISCUSIÓN	45
5.1 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS GANADERAS	45
5.2 INVENTARIO DE ESPECIES	48
5.3 DISPONIBILIDAD DE LOS PASTOS	50
5.4 PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE CARBÓN	51
5.5 VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES	52
5.6 APLICACIÓN DEL ESTUDIO	56
5.7 INTENSIDAD DEL USO DE LA TIERRA	63
5.8 MANEJO DE PASTO Y GANADO	64
6 CONCLUSIONES	65
7 RECOMENDACIONES	67
8 BIBLIOGRAFIA	70
9 APÉNDICES	83

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1 CALIDAD FORRAJERA DE LEÑOSAS ARBÓREAS COMÚNMENTE UTILIZADAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	8
CUADRO 2 ESTUDIOS REALIZADOS EN CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA GANADERA DE MIRAFLORES – MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	18
CUADRO 3 CARACTERÍSTICAS PROMEDIO DEL HATO EN UNA FINCA REPRESENTATIVA DEL ÁREA GANADERA DE MOROPOTENTE, ESTELÍ, 2000.....	22
CUADRO 4 PORCENTAJE DE CADA CATEGORÍA DE VEGETACIÓN EN FINCAS DE DIFERENTE TAMAÑO EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	27
CUADRO 5 ÁREA PROMEDIO DE CADA CATEGORÍA DE VEGETACIÓN (HA) PRESENTE EN LAS FINCAS GANADERAS DE MOROPOTENTE, NICARAGUA 2000.....	28
CUADRO 6 PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LAS FINCAS GANADERAS DE MOROPOTENTE, 2000.....	29
CUADRO 7 PRINCIPALES ESPECIES LEÑOSAS CONSUMIDAS POR LOS ANIMALES SEGÚN ENCUESTA REALIZADA A LOS PRODUCTORES DE MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	30
CUADRO 8 PASTOS PRESENTES EN MOROPOTENTE Y SU DISTRIBUCIÓN CON RESPECTO AL NÚMERO TOTAL DE PRODUCTORES EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	31
CUADRO 9 NÚMERO DE ESPECIES POR CATEGORÍA DE VEGETACIÓN EN LAS FINCAS.....	32
CUADRO 10 COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD DE ESPECIES PRESENTES EN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN CON BASE DEL ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD, MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	33
CUADRO 11 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE PLANTAS POR CATEGORÍA DE VEGETACIÓN Y POR ESTADO SUCESIONAL EN EL ÁREA GANADERA DE MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	34
CUADRO 12 COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE QUERCUS Y ACACIA EN CADA CATEGORÍA DE VEGETACIÓN Y SU DISTRIBUCIÓN POR ESTADO SUCESIONAL EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000.....	35
CUADRO 13 VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE LA CALIDAD DE LOS PASTOS DISPONIBLES EN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN, ENTRE LOS MESES DE ABRIL A AGOSTO EN MOROPOTENTE, ESTELÍ, 2000 (DIVMS = DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA, FDN = FIBRA DETERGENTE NEUTRO, FDA = FIBRA DETERGENTE ÁCIDO, PC = PROTEÍNA CRUDA).....	40
CUADRO 14 VARIACIÓN EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS DE CARBÓN EN LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN POTREROS CON ALTA DENSIDAD DE CARBÓN Y MATORRAL (DIVMS=DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA, FDN = FIBRA DETERGENTE NEUTRO, FDA = FIBRA DETERGENTE ÁCIDO, PC = PROTEÍNA CRUDA).....	41
CUADRO 15 VARIACIÓN EN LA CALIDAD DEL FOLLAJE DE CARBÓN EN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN EN MOROPOTENTE, ESTELÍ, 2000 (DIVMS = DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA, FDN = FIBRA DETERGENTE NEUTRO, FDA = FIBRA DETERGENTE ÁCIDO, PC = PROTEÍNA CRUDA).....	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DENSIDAD PROMEDIO DE PLANTAS POR HA EN LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN MOROPOTENTE, 2000 LAS LÍNEAS REPRESENTAN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR; BARRAS CON LA MISMA LETRA NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE (P < 0.05)	33
FIGURA 2 VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE LA DISPONIBILIDAD DE PASTO (KG MS/HA) MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000 (LAS LÍNEAS REPRESENTAN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR; BARRAS CON LA MISMA LETRA NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE P < 0.05)	36
FIGURA 3 ÁRBOLES DE CARBÓN EN PRODUCCIÓN POR SEMANA EN POTREROS (N = 30) DURANTE LA ÉPOCA SECA EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	37
FIGURA 4 RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN SEMANAL DE FRUTA/ÁRBOL EN POTREROS Y LAS SEMANAS DE EVALUACIÓN EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	37
FIGURA 5 RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN (KG) DE CARBÓN/HA Y LAS SEMANAS DE EVALUACIÓN EN LOS MATORRALES EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	38
FIGURA 6 ÍNDICE DE ACEPTABILIDAD DE LAS ESPECIES MOSTRADO POR LOS BOVINOS	43
FIGURA 7 CONSUMO DE ESPECIES FORRAJERAS MOSTRADO POR LOS BOVINOS A) EN UN PBDAC B) UN MATORRAL EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000 (LAS LÍNEAS REPRESENTAN LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR; BARRAS CON LA MISMA LETRA NO DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE P < 0.05)	44
FIGURA 8 PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA CRUDA Y ENERGÍA METABOLIZABLE EN LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN PBDAC, PADAC Y MATORRAL, MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	58
FIGURA 9 ENERGÍA METABOLIZABLE APORTADA POR LOS PASTOS Y EL FOLLAJE Y FRUTOS DE CARBÓN EN LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN (ARRIBA) PASTURAS CON BAJA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN; (MEDIO) PASTURAS CON ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN Y (ABAJO) MATORRAL, EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	59
FIGURA 10 PROTEÍNA CRUDA APORTADA POR LOS PASTOS Y EL FOLLAJE Y FRUTOS DE CARBÓN EN LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN (ARRIBA) PASTURAS CON ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN; (MEDIO) PASTURAS CON BAJA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN Y (ABAJO) MATORRAL, EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	60
FIGURA 11 REQUERIMIENTOS MENSUALES DE A) PROTEÍNA CRUDA B) ENERGÍA METABOLIZABLE SEGÚN NRC (1998) PARA ALIMENTAR 40 UA/400 KG DE PESO VIVO	61
FIGURA 12 APORTE DE A) PROTEÍNA CRUDA Y B) ENERGÍA METABOLIZABLE DE CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN PADAC, PBDAC Y MAT AL TOTAL DE PROTEÍNA Y ENERGÍA CONSUMIDOS POR EL GANADO EN MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	62
FIGURA 13 EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE LAS PASTURAS TRADICIONALES CON PASTURAS MEJORADAS SOBRE EL USO DE LA TIERRA, MOROPOTENTE, NICARAGUA, 2000	64

RESUMEN

CASASOLA COTO, Francisco Rolando, 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. M. Sc. Tesis CATIE.

Palabras claves: *Acacia pennulata*, aceptabilidad, categorías de vegetación, calidad de forraje, conocimiento local, inventario de especies, consumo.

Se realizó un estudio para caracterizar los sistemas silvopastoriles y evaluar su productividad en el Area Protegida Mirafior Moropotente en Estelí, Nicaragua. El área se ubica entre las coordenadas geográficas 13° 3' 22" y 13° 7' 30" latitud norte y 86° 29' 15" y 86° 29' 50" longitud oeste. La temperatura promedio anual es de 21.4 °C y la precipitación media anual de 874 mm.

Se identificaron 5 categorías de vegetación en el área de estudio: 1) potreros con menos de 30 árboles de carbón (*Acacia pennatula*)/ha (PBDAC); 2) potreros con más de 30 árboles de carbón/ha (PADAC); 3) potreros con robles (P+R); 4) matorrales (Mat) y 5) bosques (BQ). Se levantó un inventario de especies (leñosas y herbáceas) en éstas categorías de vegetación, tomando cuatro fincas por categoría. Se midió el número de especies total, la densidad de plantas/ha y su distribución por estado sucesional (brinzal, latizal y fustal).

La producción y calidad de los pastos en las diferentes categorías de vegetación fue medida entre los meses de abril, julio y agosto, tomando cuatro fincas al azar. La calidad de los pastos fue medida en términos de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), la proteína cruda (PC), la fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA). La producción y calidad de frutos y del follaje de carbón fue medida en los mismos meses en que se midió la calidad de la pastura y fue evaluada en las categorías de vegetación PADAC y Mat. También se evaluó el índice de aceptabilidad (IA) y el consumo en las categorías PBDAC y Mat.

Las variables de caracterización de las fincas y conocimiento local fueron analizadas mediante estadística descriptiva. Las del inventario de especies mediante estadística descriptiva, la riqueza de especies entre categorías de vegetación mediante una prueba de t y el índice de Jaccard para determinar la similitud de especies entre categorías de vegetación. Se utilizó un diseño de parcelas divididas para analizar los datos de disponibilidad y calidad de pasto; frutos y follaje y el índice de aceptabilidad tomando las categorías de vegetación como parcela grande y las fechas de evaluación como sub-parcela. Se corrió un análisis de regresión para ver la relación entre la producción de frutos (Y) y las semanas de evaluación (X). Para la variable consumo, se utilizó un diseño irrestricto al azar para determinar diferencias en consumo entre fechas de evaluación en las categorías de vegetación PBDAC y matorral.

En promedio el tamaño de finca fue de 143,2 ha pero el 48.7%, 28.2% y 23% de los productores entrevistados tienen fincas que se ubican en el estrato de 0 – 100, 100-200 y > 200 ha respectivamente. Independientemente del tamaño de la finca, un alto porcentaje (>65%) de la finca está bajo pasturas con árboles (PBDAC + PADAC). Se encontró que en las fincas grandes (>200 ha) los ganaderos dejan una mayor área

bajo matorrales (12.2%) en comparación con las medianas (2.90 %) y pequeñas (6.36 %). El área de bosque promedio en las fincas representa entre un 12 a 16%.

En promedio la carga animal fue 0.5 UA/ha, pero se encontró mucha variación (0.019 – 1.28 UA/ha). Las principales especies de pastos fueron *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon spp* y *Hyparrhenia rufa* y las especies arbóreas utilizadas para alimentación animal fueron *Acacia pennatula*, *Piscidia grandifolia* y *Guazuma ulmifolia*. Un 100% de los productores entrevistados tuvo preferencia por los árboles *A. pennatula* y *Guazuma ulmifolia* para alimentar sus animales durante la época seca.

La prueba de t no detectó diferencias en riqueza de especies entre el bosque y el Mat pero la mayor riqueza de especies se encontró en los bosques (11.5 en 0.1 ha). Las pasturas de PADAC y PBDAC, presentaron igual riqueza de especies (10 en 1 ha) y una riqueza superior a la que mostraron los P + R (5 en 1 ha), pero la prueba de t no detectó diferencias significativas entre estas categorías de vegetación. El índice de diversidad de Jaccard mostró que las categorías de vegetación con especies más similares fueron los PADAC y PBDAC con valor de 0.43. La densidad de plantas difirió significativamente ($p < 0.05$) entre categorías de vegetación, observándose las mayores densidades de plantas en los Mat (3600 plantas/ha) y en los bosques (2890 plantas/ha), en comparación con PADAC (346 plantas/ha), PBDAC (144 plantas/ha) y P+R (184 plantas/ha).

La disponibilidad de pasto no varió entre categorías de vegetación pero sí entre los meses de muestreo con un promedio de 683, 1073 y 1047 kg/ha respectivamente para los meses de abril, julio y agosto. Se detectó una relación lineal entre la producción de frutos (Y) y las semanas de recolección de frutos (X) para ambos Mat ($y \text{ (prod/ha)} = 5336.64 - 415.96X$, $R^2 = 0.75$) y PADAC ($Y \text{ (kg/ árbol)} = 4.66 - 0.33 X$, $R^2 = 0.71$). La producción total de frutos recolectados fue 31594 kg/ha en Mat y 26 kg/árbol en PADAC. Los análisis de varianza detectaron interacciones ($p < 0.05$) entre categorías de vegetación y mes de evaluación para la DIVMS, PC, y FDN de la pastura.

En promedio la DIVMS del pasto en las categorías de vegetación fue de 47.7, 44.7, 43.2, 42.9 y 35.9% respectivamente para Mat, P+R, BQ, PADAC y PBDAC. Los valores mas bajos de DIVMS fueron determinados en el mes abril observándose el menor valor en los matorrales (21.7%) en comparación con el resto de categorías de vegetación (35 – 39%). La PC del pasto fue mayor en los matorrales (14.3 %) y se observó valores de 9.4, 8.1, 6.3 y 5.7% respectivamente para PADAC, P+R, BQ y PBDAC. Se detectó una correlación (0.76) negativa entre la DIVMS y FDN del pasto.

No se detectó diferencias en la calidad de los frutos de carbón entre categorías de vegetación. Los análisis de calidad de la fruta de carbón presentaron en promedio valores de 46.8, 13.0, 51.6 y 40.9 para las variables DIVMS, PC, FDN y FDA. Con respecto al follaje de carbón, la DIVMS varió significativamente entre meses de evaluación con un promedio de 44.7, 45.7 y 37.8 % respectivamente para los meses de abril, julio y agosto.

Por otro lado se detectó diferencias significativas ($p < 0.01$) para la PC del follaje entre categorías de vegetación observándose un mayor % PC en el Mat (22.7) en

comparación con PADAC (19.5%). El análisis de varianza detectó diferencias significativas para el índice de aceptabilidad de las especies entre los meses de evaluación. En el PBDAC el jaragua presentó el mayor índice de aceptabilidad promedio 0.65 a pesar que en el mes de julio se observó el valor de IA más bajo para esta especie 0.46. El IA de carbón en PBDAC fue de 0.11 y 0.08 respectivamente en abril y julio. En los matorrales, la especie *Hedyozmum mexicanum* presentó en promedio el mayor IA 0.38 mientras el carbón tuvo un IA de 0.156. El consumo de forraje en PBDAC ($p < 0.01$) difirió entre el mes de abril (1.33) y los meses de julio (2) y agosto (2). En el Mat el consumo de forraje difirió significativamente entre meses de evaluación. En el mes de julio fue de (3.67) y este superó el consumo registrado en abril (2.33) y agosto (2). Los árboles dispersos de carbón en pasturas proveen sombra, leña, postes y principalmente alimento de alta calidad nutricional para el ganado durante la época seca cuando los pastos disponibles presentan baja producción y calidad.

SUMMARY

CASASOLA COTO, Francisco. Rolando. 2000. Productivity of traditional silvopastoral systems in Moropotente, Estelí, Nicaragua. M. Sc. Thesis CATIE.

Key words: Vegetation categories, local knowledge, species inventory, forage quality, acceptability, intake, *Acacia pennulata*.

A study was carried out to characterize the silvopastoral systems and to evaluate their productivity in the Miraflores Moropotente Protected Area in Estelí, Nicaragua. The area is located between the geographic coordinates 13° 3' 22" and 13° 7' 30" North Latitude and 86° 29' 15" and 86° 29' 50" West Longitude. The average annual temperature is 21.4 °C and the average annual precipitation is 874 mm.

Five categories of vegetation were recognized in the study area: 1) pastures with less than 30 carbon (*Acacia pennulata*) trees ha⁻¹ (PBDAC); 2) pastures with more than 30 carbon trees ha⁻¹ (PADAC); 3) pastures with oak trees (PR); 4) scrub vegetation (Mat) and 5) forests. A species inventory (woody and herbaceous) was carried out for each vegetation category, in four farms per category. Measurements were taken of the total number of species, density of plants ha⁻¹ and their distribution by successional state (brinzal, latizal y fustal).

Pasture production and quality in the different vegetation categories was measured between the months of April, July and August, in four randomly selected farms. The pasture quality was measured in terms of *in-vitro* dry Matter digestibility (DIVMS), crude protein, neutral detergent fiber (FDN), and acid detergent fiber (FDA). Production and quality of fruits and leaves of carbon were measured in the same months in which pasture quality was measured and these were evaluated in the vegetation category PADAC and Mat. In addition, the acceptability index (IA) was evaluated as well as intake in the PBDAC and Mat categories.

Farm characterization variables and local knowledge were analyzed using descriptive statistics. Species inventory was analyzed using descriptive statistics, t-test to detect differences in the richness of species between vegetation categories, and the Jaccard index to determine species similarity between vegetation categories. A split plot design was used to analyze data on the availability and quality of pasture, fruits and foliage and the acceptability index, taking vegetation categories as the mainplot and the evaluation dates as the subplots. Regression analysis was run to determine the relationship between fruit production (Y) and the evaluation weeks (X). For the intake variable, a completely randomized design was used to determine the differences in intake between evaluation dates in the vegetation categories PBDAC and the scrub vegetation.

The average farm size was 143,2 ha but 48.7%, 28.2% and 23% of the producers interviewed have farms that are located in the strata of 0 – 100, 100-200 and > 200 ha, respectively. Independent of the farm size, a high percentage (>65%) of the farm is under pasture with trees (PBDAC + PADAC). In the large farms (> 200 ha), livestock farmers left a greater area under scrub vegetation (12.2%) in comparison with medium

(2.90%) and small (6.36%) farms. The area under forest in the farms represents between 12 to 16%.

The carrying capacity was 0.5 UA/ha, but a high variation (0.019 – 1.28 UA/ha) was found. The main pasture species found were *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon spp* and *Hyparrhenia rufa*. The tree species used for animal feeding were *A. pennatula*, *Piscidia grandifolia* and *Guazuma ulmifolia*. All the producers interviewed preferred the *A. pennatula* and *Guazuma ulmifolia* trees for animal feeding during the dry season.

The t-test did not detect differences in the number of species between the forest and Mat, but the greater number of species was found in the forests (11.5 in 0.1 ha). Pastures of PADAC and PBDAC presented similar number of species (10 in 1 ha) and (5 in 1 ha) for P+R, but the t-test between vegetation categories did not detect significant differences. The diversity index of Jaccard showed that the vegetation categories with more similar species were PADAC and PBDAC with a value of 0.43. Plant density (trees + shrubs) differed significantly ($p < 0.05$) between vegetation categories, with higher plant densities in Mat (3600 plants ha^{-1}) and in the forests (2890 plants ha^{-1}), in comparison with PADAC (346 plants ha^{-1}), PBDAC (144 plants ha^{-1}) and P+R (184 plants ha^{-1}).

Pasture availability did not vary between vegetation categories, but did so between sampling months with an average of 683, 1073 and 1047 kg/ha for the months of April, July and August, respectively. A linear relationship was observed between fruit production (Y) and weeks of fruit collection (X) for both Mat ($Y \text{ (prod. Ha}^{-1}) = 5336.64 - 415.96X$, $R^2 = 0.75$) and PADAC ($Y \text{ (kg tree}^{-1}) = 4.66 - 0.33X$, $R^2 = 0.71$). Total production of fruits collected was 31594 kg ha^{-1} in Mat and 26 kg $tree^{-1}$ in PADAC. Analysis of variance detected interactions ($p < 0.05$) between the vegetation categories and the evaluation months for DIVMS, PC and FDN of the pastures. Average DIVMS of the pasture in the vegetation categories was 47.7, 44.7, 43.2, 42.9 and 35.9% for Mat, P+R, forest, PADAC and PBDAC, respectively. The lowest values of DIVMS were determined in the month of April, with the lowest value in the scrub vegetation (21.7%) in comparison with the rest of the vegetation categories (35 – 39%). The PC of the pasture was greatest in the scrub vegetation (14.3%) and values of 9.4, 8.1, 6.3 and 5.7% were observed for PADAC, P+R, forest and PBDAC, respectively. A negative correlation (0.76) between DIVMS and FDN of the pasture was observed. Differences in the carbon fruit quality were not detected between vegetation categories. Analysis of carbon fruit quality showed average values of 46.8, 13.0, 51.6 and 40.9 for the DIVMS, PC, FDN and FDA variables. With respect to the foliage of carbon, DIVMS varied significantly between the evaluation months with values of 44.7, 45.7 and 37.8% for the months of April, July and August, respectively. On the other hand, significant differences ($p < 0.01$) were detected for the foliage between vegetation categories with a major % PC in Mat (22.7) in comparison with PADAC (19.5%). Analysis of variance detected significant differences for indice of acceptability (IA) of the species between the months of evaluation. In PBDAC, the jaragua grass, presented the highest index of average acceptability 0.65 although in the month of July, the IA value was lower for this species, 0.46. The IA of carbon in PBDAC was 0.11 and 0.08 in April and July, respectively. In the scrub vegetation, *Hedyozmum mexicanum* presented on average, the highest IA of 0.38, while carbon had an IA of 0.156. Forage intake in PBDAC ($p < 0.01$) differed between the month of April (1.33) and the months of July (2) and August

(2). In Mat, forage consumption differed significantly between the evaluation months. In the month of July, it was 3.67 and this exceeded the consumption registered in April (2.33) and August (2). The dispersed carbon trees in pastures provided shade, firewood, posts and mainly feed of high nutritional quality for livestock during the dry season when the pastures on offer were low in production and quality.

1 INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las principales actividades del sector agropecuario Nicaragüense. Entre 1950 y 1997 el área bajo pastos en este país incrementó de 0.8 a 4.2 millones de hectáreas (Kaimowitz, 1996), e igualmente el número de cabezas en el mismo periodo incrementó de 1.1 a 2.65 millones (Szott *et al.* 2000).

El sector ganadero nicaragüense se encuentra representado por los departamentos de Chontales, Boaco, Jinotega, Zelaya, Matagalpa, Nueva Guinea, Río San Juan y las Segovias. Dentro de la zona de las Segovias una de las regiones de mayor importancia por su actividad ganadera, es Estelí, en donde se ubica la zona ganadera del Area Protegida Mirafior Moropotente (APMM) que abarca 5585 ha.

En el APMM las fincas ganaderas presentan un tamaño que varía entre 50 a 400 ha y son manejadas bajo la modalidad del doble propósito. La vegetación arbórea existente puede ser clasificada en potreros con predominancia de robles (*Quercus spp*), potreros con alta densidad de árboles de carbón (*Acacia pennatula*), potreros con baja densidad de árboles de carbón, matorrales y bosques. Las principales razas de ganado son el holstein, el pardo suizo, el criollo y el brahman que basan su alimentación en la producción de gramíneas nativas y en la utilización del follaje y los frutos de leñosas, principalmente del carbón que es la especie arbórea que se encuentra más frecuente en las fincas ganaderas de Moropotente. Durante el periodo de sequía los pastos no logran llenar los requerimientos cualitativos y cuantitativos de los bovinos, por ésta razón todos los años durante la época de sequía se presentan fuertes disminuciones en el peso corporal de los animales y en la cantidad de leche producida (Le Hoerou, 1980).

Una posible solución para superar la pobre nutrición animal podría encontrarse en la utilización del follaje y los frutos de leñosas perennes que tienen alto valor nutritivo y forrajero. Es ampliamente conocido el uso de especies leñosas en la suplementación de los animales en regiones donde se presenta una marcada época seca (Devendra, 1995; Ibrahim *et al.* 1998). Se ha demostrado que las leñosas (Guácimo, *Guazuma*

ulmifolia; *Leucaena spp*; y *Gliricidia*, *Gliricidia sepium*) presentan mayor valor nutritivo en la época seca que las gramíneas tropicales p.e. Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), (Benavides, 1998; Ibrahim *et al.* 1998). En general, los árboles forrajeros se caracterizan por presentar un nivel de proteína cruda mayor de 10% durante la época seca e independientemente de su estado fenológico, lo cual tiene un significado muy importante para la alimentación animal considerando que la proteína cruda de la mayoría de las gramíneas durante la época seca puede disminuir hasta un 3 ó 4%. (Benavides, 1994; Franco *et al.* 1997; Ibrahim, 2000).

Con el propósito de generar información que permita mejorar la alimentación de los animales durante la época seca se realizó un estudio sobre el conocimiento local que muestran los productores acerca de sus sistemas silvopastoriles, un inventario de especies para tratar de identificar y manejar plantas con valor forrajero, estudios para medir la calidad y la producción de los pastos, frutos y follajes del carbón y un estudio para observar cuales especies son más apetecidas por los animales y en que categoría de vegetación fue mayor el consumo por parte del ganado.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Generar información sobre las características y productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí Nicaragua.

1.1.2 Objetivos específicos:

Caracterizar los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente y evaluar el conocimiento local de los ganaderos sobre el uso de leñosas en éstos sistemas.

- Realizar un inventario de las especies presentes en las categorías de vegetación del área ganadera para determinar el número de especies total, la similitud de especies, la densidad de plantas y la distribución de plantas por estado sucesional en cada categoría de vegetación.

- Evaluar la dinámica de producción y la calidad de los pastos en las diferentes categorías de vegetación presentes en la zona ganadera de Moropotenté.
- Cuantificar la producción de frutos de *Acacia pennatula* en los matorrales y en los potreros durante la época de fructificación.
- Determinar el índice de aceptabilidad que muestran los bovinos por las especies forrajeras en un potrero con baja densidad y en un matorral.
- Evaluar la variación en el consumo de forraje por los bovinos pastoreo/ramoneo en el potrero y el matorral entre los meses de marzo a setiembre.

1.2 Hipótesis

HA: La producción y calidad de los pastos en base a su pesos seco varía entre categorías vegetales y entre meses de evaluación.

HA : La calidad de los frutos y follaje del carbón *Acacia pennatula* varía entre categorías de vegetación.

HA : La aceptabilidad que muestran los bovinos por las especies de pastos, herbáceas y leñosas dentro de los matorrales y dentro de los potreros es diferente entre las especies y varía entre los meses de evaluación.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Sistemas silvopastoriles

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos) y de los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), en donde todos ellos interactúan bajo un sistema de manejo integral (Somarriba, 1992). Los sistemas silvopastoriles (SSP) son prácticas agroforestales que contribuyen con la economía y la sostenibilidad biótica del sistema de producción (Beer y Guevara, 2000; Souza *et al.* 2000). Algunos sistemas silvopastoriles mencionados en la literatura son: las leñosas en callejones ("Alley farming"), el pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, barreras vivas y cortinas rompeviento, las cercas vivas, los árboles y arbustos dispersos en potreros y los bancos forrajeros siendo estos 3 últimos tipos SSP de gran interés para este trabajo (Nair, 1993; Pezo e Ibrahim, 1998).

2.1.1 Potreros con árboles dispersos

La presencia de árboles en baja densidad en las pasturas (4 – 30/ha) es frecuente en los potreros de Centroamérica. Los árboles en pasturas proveen sombra, forraje, frutos, madera, secuestran carbono y mantienen la biodiversidad (Barrios *et al.* 1999; Harvey y Haber, 1999; Camargo *et al.* 2000; Souza *et al.* 2000). En Centroamérica un alto porcentaje de finqueros maneja árboles en sus potreros para proveer sombra a sus animales especialmente en las regiones calientes pues estos ayudan a contrarrestar el estrés calórico de los animales (Souza *et al.* 2000). En un estudio realizado en San Carlos Costa Rica, la producción de leche de vacas pastoreando a la sombra fue 20.5 veces mayor a la encontrada con vacas pastoreando a plena exposición solar (Souza *et al.* 1999).

En la zona del Pacífico de América Central las especies cenízaro o samán (*Pithecellobium saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*) son muy frecuentes en los potreros. Los frutos y el forraje de estas leñosas se caracterizan por mantener un alto valor

nutritivo (DIVMS 54 – 65 %; PC > 18 %) durante la época seca cuando los pastos presentan bajos niveles de DIVMS (< de 38 %) y de PC (< 7 %) (Hernández *et al.* 1999; Ibrahim *et al.* 2000). Otro aspecto importante de los árboles dispersos en las pasturas es la producción de madera, en Esparza (Costa Rica) se encontró que la extracción de maderables de fincas pequeñas (<40 ha), medianas (40–100 ha) y grandes (>100 ha), fue de 1.35, 0.55 y 0.13 m³ ha⁻¹, respectivamente (Viera y Barrios 1997).

Existen evidencias de que los ganaderos están dejando árboles en sus fincas porque a pesar de que estos ofrecen sombriamiento a las pasturas algunas son tolerantes a la sombra y muestran altos niveles de producción, un ejemplo de ello lo constituye la mezcla de pastos *Panicum máximum* más *Brachiaria brizantha* en asocio con *Erythrina poeppigiana* que ha llegado a producir hasta 24 ton MS/ha (Bustamante *et al.* 1998). La exitosa regeneración de los árboles en pasturas depende de la competencia con otras especies pues se ha demostrado que el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), afecta la sobrevivencia de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en sus estados iniciales por lo que se recomienda reducir la competencia mediante chapias alrededor de los árboles (Camargo *et al.* 2000). En Nicaragua existen ejemplos importantes de regeneración natural de *Acacia pennatula* en potreros que presentan mezclas de especies de pasto (Experiencia personal).

2.1.2 Cercas vivas

La importancia de las cercas vivas ha sido destacada por varios autores de la región en los diferentes sistemas agroforestales (OET, 1992) y en particular para la ganadería (Simón, 1996). La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central (Budowski 1987; Ivory 1990). Con frecuencia en las zonas secas se utilizan especies arbóreas tales como

o *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpureas* (Budowski 1987).

Las cercas vivas han tomado relevancia económica y ecológica, no sólo por que su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales, sino por que constituyen una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, y representan una forma de introducir árboles en los potreros. En el trópico húmedo de Costa Rica, se han realizado estudios de manejo de podas de cercas vivas de poró *Erythrina spp* madero negro *Gliricidia sepium*, con el fin de incrementar la producción de forraje. Con podas tres veces por año se produjeron 3500 a 6000 kg MS km⁻¹ año⁻¹, con un nivel de digestibilidad (DIVMS) de 56 –65% y proteína (PC) de 20 a 26% (Romero *et al.* 1993). También cabe mencionar que los árboles en las cerca vivas juegan un rol importante para la conectividad y la conservación de especies (Harvey y Haber, 1999).

2.1.3 Bancos de proteína puros

El manejo de árboles forrajeros o arbustos en altas densidades (20,000 a 40000 plantas/ha) con adecuadas frecuencias de poda (3 – 6 meses) pueden conducir a la producción de altas cantidades de forraje; 7 a 14 ton MS/ha/año (Benavides, 1994; Ibrahim *et al.* 1998; Crespo *et al.* 1999). En zonas con un período seco bien definido, los resultados del uso de leñosas para suplementar animales han sido muy satisfactorios. Un ejemplo de ello lo muestra el uso de *Cratylia* como un suplemento para vacas de doble propósito: ésta puede aportar hasta un 80% de los requerimientos de proteína que necesitan los bovinos y tiene un potencial para producir entre 7 y 9 l vaca⁻¹ día⁻¹ (Ibrahim *et al.* 1998). Además, la siembra de *C. argentea* en zonas frágiles puede tener beneficios indirectos como el mejoramiento de suelo y control de la erosión.

2.1.4 Bancos de energía

Es bien conocido y utilizado en toda América latina el cultivo de la caña de azúcar para alimentación del ganado, en especial en la época seca actuando de esta manera como un banco de energía (Preston y Leng 1987). La mayoría de los pastos tropicales se caracterizan por poseer una baja concentración de energía (Minson, 1990). Las leñosas como la morera *Morus spp* presentan altas concentraciones de energía y

potencial para producir entre 9 a 13 kg leche⁻¹ vaca⁻¹ (Ibrahim *et al.* 1998). Esta especie puede suplir hasta el 60 %, de los concentrados comerciales sin que se observe disminución en la producción de leche, además la especie ha sido exitosamente utilizada en el levantamiento de novillas de reemplazo (Oviedo y Benavides 1994; Jiménez *et al.* 1998).

2.2 Leñosas forrajeras como opción para mejorar la alimentación animal

Existen varios ejemplos de sistemas silvopastoriles donde las leñosas juegan un papel importante en la alimentación animal, por un lado se encuentran los sistemas silvopastoriles poco modificados donde los animales consumen el follaje de las leñosas arbóreas directamente y por el otro lado están los sistemas donde el hombre le proporciona el alimento a los animales. En América Tropical y Sub - Tropical, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, existen sistemas silvopastoriles poco modificados donde los animales basan su alimentación en el uso de una vegetación natural constituida por leñosas perennes dispersas y un estrato bajo una vegetación herbácea con gramíneas (Pezo e Ibrahim, 1998). Ejemplos de ello son la "Caatinga" del noreste de Brasil (Kirmse *et al.* 1987) y los bosques del gran Chaco Argentino (Miñon *et al.* 1991) donde la fuente principal de alimentación del ganado en el periodo de sequía proviene de las leñosas presentes en el sistema de producción bovino, las cuales son ramoneadas. Mientras que en ciertos lugares de Africa, Asia y América latina donde existe una época seca bien definida se suele proporcionar el alimento a los animales contituyendo ello un sistema silvopastoril modificado.

En general la suplementación de los animales con forrajes provenientes de las leñosas juega un papel preponderante porque las dietas a base de leñosas son ricas en proteínas y minerales (Saleen *et al.* 1979; Adegbola, 1985) y contienen hasta el doble de energía que los pastos (Le Hoerou, 1980), aún finalizando la época seca. De manera similar la DIVMS de algunos follajes leñosos es muy elevada destacándose por esta característica especies dentro de las familias Euforbiaceae, Moraceae, Malvaceae y Asteraceae (Benavides, 1998).

2.3 Calidad de las leñosas utilizadas en alimentación animal

Las leñosas arbóreas presentan niveles de proteína entre 10 y 30 %, DIVMS entre 30 a 80 %, FDA de 20 a 45 % y FDN de 30 a 80% y generalmente su calidad es superior a la mostrada por las gramíneas tropicales (Cuadro 1).

Cuadro 1 Calidad forrajera de leñosas arbóreas comúnmente utilizadas en alimentación animal.

Nombre científico	Nombre común	PC	DIVMS	FDN	FDA	Fuente
<i>Acacia pennatula</i>	Carbón	11	28.7	49.5	42.3	Jiménez, 2000.
<i>Caliandra calothyrsus</i>	Caliandra	30.3	34	55.4	24.3	Flores <i>et al.</i> 1998.
<i>Cratylia argentea</i>	Cratilia	20.0	55.2	51.0	33.9	Franco, 1997
<i>Erithryna poepiggiana</i>	Poró	27.2	54.4			Corado, 1991.
<i>Gliricidia sepium</i>	Gliricidia	21.3	61.2	50.9	27.6	Jiménez, 2000.
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	20.9	50.9	50	33.1	Jiménez, 2000.
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Clavelón	26.5	72.0	36.7	22.3	Flores <i>et al.</i> 1998
<i>Leucaena</i>	Leucaena	30,3	68,8	--	--	Hernández, 1996.
<i>Morus spp</i>	Morera	24.3	74.5	29.8	18.8	Flores <i>et al.</i> 1998.
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	19.9	67.4	40.7	33.9	Flores <i>et al.</i> 1998.
<i>Polyscias guilfoylei</i>	Aralia	20	80	-	-	Cáceres <i>et al.</i> 1996.

Aunque existen varias leñosas que han sido utilizadas en la alimentación animal, sin lugar a duda la leñosa forrajera más estudiada y que ha dado resultados a nivel comercial es la leucaena, *Leucaena leucocephala*. En estudios donde se ha comparado animales con dietas basadas en pastos y animales con dietas basadas en pastos más leucaena siempre se ha obtenido mayores ganancias de peso en los animales que consumen la leñosa arbórea como parte de su dieta. Cardoso (1986)

por ejemplo, obtuvo ganancias de 0.8 kg animal⁻¹ día⁻¹ cuando suplementó con leucaena al ganado por periodos de 115 días, mientras Jones (1979) obtuvo ganancias de 0.9 kg animal/día cuando suplementó por periodos de 200 días.

La literatura también menciona la utilización de leñosas como suplemento de dietas basadas en pastos en sistemas especializados en la producción de leche. Stobbs (1972) por ejemplo reportó una producción de leche de 6290 kg y 272 kg de grasa por hectárea en animales pastoreando *Panicum máximum* con Leucaena. En vacas lecheras en sistemas de pastoreo, el uso de niveles crecientes de arbóreas forrajeras, como suplemento a pastos que se encuentran en crecimiento, resulta en aumentos modestos 12 a 20 % en la producción de leche, pero al haber efectos sustitutos sobre el consumo de pasto esto redundará en una mayor utilización de los mismos permitiendo ello utilizar cargas animales más altas, obtener mayores producciones por hectárea y hacer un uso más racional de los recursos (Jiménez, 2000).

2.4 Conocimiento local

Los términos conocimiento tradicional, conocimiento indígena o conocimiento local son definidos como el conocimiento de un grupo étnico rural acerca de un tema específico y pueden incluir diversas áreas del conocimiento tales como la botánica, la zoología, la agricultura, la artesanía y la lingüística entre otras (Altieri, 1996). Por muchas décadas, el conocimiento tradicional fue señalado como intuitivo, no obstante, muchas innovaciones exitosas han tomado como base el conocimiento indígena agrícola; ejemplos de ello son el cultivo en callejones (basado en los métodos africanos de agricultura migratoria) y el cultivo arroz-peces en el sudeste asiático (Warren, 1989). Es por ello que el conocimiento local de los pueblos ha empezado a ser tomado en cuenta en muchos proyectos de investigación y extensión (Warren *et al.* citados por Morrison *et al.* 1996), porque el conocimiento local ha sido generado en los pueblos a través del tiempo, basado en la experiencia local, con el uso de los recursos locales y adaptado a las condiciones y necesidades locales (Morrison *et al.* 1996).

Existen varios métodos para captar el conocimiento tradicional de un grupo de individuos acerca de un tema, lo cual permite seleccionar y conservar la información

de mayor interés que es, en muchos de los casos la que se va transmitiendo de generación en generación a través de medios orales y empíricos. Algunas maneras de captar el conocimiento local son el diagnóstico rural rápido, el diagnóstico rural participativo (Schönhuth y Kievelitz, 1994), las narraciones con personas claves en las comunidades, tal es el caso de los ancianos y los líderes comunales (Ferrer, 1996), la observación y la participación en las operaciones agrícolas o mediante entrevistas grupales o individuales (Babbie, 1995).

Una de las metodologías más utilizadas en la actualidad para captar el conocimiento local de un grupo de personas acerca de un tema es mediante el uso de entrevistas, en las cuales siempre es deseable incluir ayudas visuales en relación al tema a tratar, por ejemplo muestras de follaje, mapas, calendarios y diagramas para que las personas al ser entrevistadas puedan tener un mejor entendimiento de las preguntas por realizarse y ayuden a hacer más participativo el trabajo (Birmingham, 1998).

Algunos estudios para captar el conocimiento local sobre la importancia de las leñosas en los sistemas de producción ganaderos han sido realizados en Jamaica y Belize. En un estudio realizado en Green Park Jamaica se concluyó que más del 70 % (n=45) de los ganaderos conocían acerca del uso de árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal. Las principales especies arbóreas mencionadas por los ganaderos fueron *Pithecellobium saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum allicastrum*, *Gliricidia sepium*, las cuales se encontraron principalmente en las cercas vivas, pero es resaltable el hecho de que los ganaderos no conocían su valor nutritivo (Morrión *et al.* 1996). Otro estudio fue realizado en el distrito de Cayo en Belize, donde más del 70 % (n=40) de los ganaderos conocían acerca de la utilización de especies forrajeras como alimento de rumiantes con referencia especial hacia *Guazuma ulmifolia* y *Brosimum allicastrum* (Ibrahim *et al.* 1998).

2.5 Inventarios de plantas

Los inventarios de plantas permiten conocer la riqueza, la abundancia y la distribución de individuos en las poblaciones (Magurrán, 1983). Las condiciones necesarias para realizar un inventario de especies son, la descripción legal de la propiedad a

inventariar y la descripción física de la tierra, la cual incluye la descripción de la cobertura vegetal, la topografía del área a inventariar, los usos anteriores de la tierra y la condición actual de la vegetación. El detalle con que se debe llevar a cabo un inventario depende del nivel de exactitud con que se desea trabajar (Musselman, 1992). En los inventarios generalmente se miden las variables dasométricas de las especies de interés (dap, diámetro de copa, altura), se registra el número de plantas de una determinada especie que presentan un estado fenológico específico, o sirven simplemente para conocer la dinámica poblacional de una especie en el campo.

2.6 Aspectos relevantes de los pastos utilizados en la alimentación de bovinos

Bajo condiciones de pastoreo donde la única fuente de alimento a excepción de los minerales en oferta es el forraje, existe una relación directa entre la calidad y disponibilidad de las pasturas y la ganancia de peso y producción de leche en los animales. Los atributos medidos comúnmente en las pasturas son la disponibilidad de forraje, la composición botánica de la pastura (gramíneas, leguminosas y malezas) y la calidad del forraje en oferta (Mannetje, 1978).

2.7 Factores que influyen sobre la producción de forraje

Los factores que influyen directamente sobre la producción de forraje en los trópicos son los climáticos y los factores de manejo de las pasturas. La producción de forraje en el trópico está altamente correlacionada con la precipitación pues los meses del año que presentan menor precipitación siempre coinciden con una menor producción de forraje (Jones 1982; Cáceres, *et al.* 1989; Ibrahim, 1994; Gutiérrez 1996). Otros factores climáticos que afectan la producción de forraje en el trópico son la temperatura, cuyo rango óptimo para el crecimiento de los pastos se encuentra entre los (30 a 35) °C (Pezo, 1982; Castro, 1984; Gutiérrez, 1996), la variación en la cantidad y distribución de la radiación solar Gutiérrez (1996) y los cambios en la longitud del día (Cubillos, 1981).

Al igual que las condiciones climáticas, el manejo de las pasturas puede influir sobre la producción de biomasa. Entre ellos los que mayor influencia presentan son la

presión de pastoreo y específicamente los regímenes de defoliación (Vickery, 1981). Cuando se presentan defoliaciones severas, la producción de biomasa se ve afectada (Brougham, 1956), porque se gastan las reservas orgánicas de carbohidratos y se experimenta fuertes reducciones en el área fotosintética residual (Humpreys, 1966).

2.8 Factores que afectan la calidad de los pastos

Las pasturas tropicales se caracterizan por poseer baja calidad nutricional (Minson y McLeod, 1970). Las razones por las cuales las gramíneas de climas tropicales presentan una baja digestibilidad son: a) Su gruesa cutícula y su alta concentración de sílice en la superficie del follaje; b) la presencia de varios conjuntos vasculares y esclerénquima, que conducen a la temprana lignificación de los tejidos y c) su alto contenido de lignina (Gutiérrez, 1996). La calidad de las pasturas se ve afectada por condiciones climáticas, por factores de manejo de las pasturas, por aspectos propios de la especie en evaluación y por cambios en la fertilidad de los suelos. Entre las condiciones climáticas que afectan la calidad de las pasturas se mencionan con gran importancia la intensidad lumínica, la temperatura y la humedad. Los aumentos en la intensidad lumínica hacen que la concentración de carbohidratos solubles en las plantas aumenten y que el contenido de proteína cruda, carbohidratos estructurales, fibra cruda, nitratos y cenizas disminuyan (Gutiérrez, 1996).

La máxima calidad en las pasturas tropicales se obtiene cuando las pasturas se desarrollan dentro del rango de (20 a 35 °C), porque los procesos fotosintéticos de los pastos dentro de este rango se optimizan y su valor nutritivo incrementa (Gutiérrez, 1996). Los aumentos en la temperatura favorecen una serie de reacciones bioquímicas que conllevan a la lignificación de los tejidos vegetales y a la disminución de la digestibilidad en los forrajes (Akin *et al.* 1984). Otra condición climática que afecta la calidad de los pastos es la falta de disponibilidad de agua durante los periodos de sequía, pues en pastos como el Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), los niveles de PC llegan a descender fácilmente a un 3 % y su DIVMS llega a presentar niveles de 35 % (Camero 1991; Franco 1997).

Los factores de manejo periodos de ocupación de los potreros, manejo de la carga

animal, sistema de pastoreo y la frecuencia e intervalo de pastoreo, al igual que las condiciones ambientales pueden afectar la calidad de las pasturas. Pezo, (1981), indica que los largos periodos de ocupación de los potreros, con cortos periodos de descanso mejoran la calidad de las pasturas. Lo cual coincide con lo observado por Whiteman (1980), quien reporta que largos periodos de descanso (> de 35 días) en sistemas de rotación de potreros hacen que los pastos se vuelvan viejos rápidamente y decline la digestibilidad de la materia seca, el contenido de proteína cruda (Jackson, 1980; Villareal 1985; Vanegas, 1993) y en general el contenido nutricional (Rocha y Vera, 1981).

Martínez *et al.* (1993) reportan que el porcentaje de proteína cruda en pasturas de *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizantha* aumentó cuando las pasturas fueron sometidas a cargas animales altas, pues cuando la intensidad de defoliación fue mayor, el forraje que los animales encontraron, estuvo constituido por una mayor proporción de rebrotes nuevos los cuales presentaron mayor calidad nutritiva.

La calidad de las pasturas también varía con respecto a la composición botánica de la pastura Tothill (1978), la parte de la planta que se muestrea (Martínez *et al.* 1993), con respecto a la variación entre y dentro de los géneros de una misma especie (Minson, 1971), entre sus diferentes estados fenológicos (Norton 1982), y como respuesta a gradientes de fertilidad del suelo (Castro, 1984; Gutiérrez, 1996).

2.9 Sistemas de producción bovinos doble propósito

En Moropotente la explotación bovina dominante, es la de doble propósito. En este tipo de explotaciones, las fincas operan con reducido capital y bajos niveles de mano de obra, tecnología e insumos. Las principales razas en Moropotente son el brahman, holstein, pardo suizo, criollo, éstas son manejadas en potreros de gran extensión mediante pastoreo continuo en pasturas de jaragua (*Hyparrhenia rufa*), grama (*Cynodon dactylon*), estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) o mezclas de éstas que sirven a los animales como base para su alimentación y su dieta es suplementada por frutos y follaje de especies leñosas como el carbón y el guácimo *Guazuma ulmifolia*. Los potreros puros, los pastizales con árboles dispersos y los matorrales son los sitios

donde principalmente se alimentan los bovinos, entendiéndose por un pastizal con árboles dispersos en potreros aquel en que la cantidad de árboles adultos presentes no llegan a formar conglomerados de árboles, mientras que como un matorral se conoce a la vegetación del bosque secundario en su fase de regeneración temprana (Ibrahim *et al.* 1998). Los matorrales son formaciones de vegetación leñosa compuestos principalmente por arbustos que no superan los 5 metros de altura y donde las plantas que lo constituyen representan un recurso forrajero de gran importancia económica para la población rural. En los matorrales de las regiones ganaderas de Centroamérica se puede encontrar especies leñosas forrajeras tales como *Acacia pennatula*, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce* y *Enterolobium cyclocarpum*, donde las hojas y las vainas de estas especies, representan una importante fuente de alimentación para los bovinos durante la época seca (Ibrahim *et al.* 1998).

Las explotaciones ganaderas doble propósito son aquellas en las que las vacas son ordeñadas una vez al día y el ternero permanece comúnmente algunas horas diarias con su madre, hasta el destete, combinándose así la producción de leche con la crianza de terneros para producir carne (Aragón, 1981; Preston y Leng, 1987). Este tipo de explotaciones presentan varias ventajas sobre los sistemas de producción especializados, dentro de las cuales se encuentra la facilidad con que se adaptan los animales a las condiciones tropicales para producir y sobrevivir bajo pastos con reducido valor nutricional (Minson, 1990). Los sistemas de producción de doble propósito se caracterizan por su sencillez, estabilidad, flexibilidad, y liquidez diarias, características que le imprimen una extraordinaria capacidad de adaptación a las más difíciles condiciones agroecológicas y socio-económicas (Stagnaro, 1992).

2.10 Consumo

El consumo de los pastos está influenciado por factores inherentes al animal, a su estado productivo, a la calidad de la pastura, a la aceptabilidad del contenido total de la fracción de pared celular, a la velocidad de pasaje del forraje por el tracto digestivo y a la disponibilidad de forraje (Arnold, 1966). El consumo se define como la cantidad de materia seca de un forraje que el animal puede ingerir en condiciones normales y con

suministro a libre consumo " ad libitum" (Johnson, 1972). Existen dos tipos de métodos para determinar consumo: a) el método directo el cual consiste en medir la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y la cantidad de forraje rechazado por el animal y b) el método indirecto que utiliza marcadores, internos o externos. Los primeros se presentan como componentes normales del forraje y los segundos tienden a ser suministrados al animal (Van Soest, 1985). Los marcadores pueden ser usados siguiendo técnicas de relación o índices fecales (Van Soest, 1985). Las técnicas de relación se basan en que la cantidad consumida del indicador deben ser las mismas que las excretadas, lo cual hace necesario determinar la concentración del indicador entre el alimento y las heces. Las técnicas de índices fecales usan la concentración del indicador en las heces, para obtener ecuaciones empíricas y poder predecir a partir de éstas el consumo (Reid, 1967).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se ubica en el Área Protegida Mirafior Moropotente en el departamento de Estelí, Nicaragua. En ésta área, los usos más importantes del suelo son la agricultura de granos básicos, la siembra de hortícolas, la caficultura y la ganadería, siendo esta última actividad la que abarca mayor área dentro de la reserva (Tekelenburg y Van Eak, 1998).

El Área Protegida Mirafior – Moropotente se ubica entre las coordenadas geográficas 13° 3' 22" y 13° 7' 30" latitud norte y 86° 29' 15" y 86° 29' 50" longitud oeste y presenta un área de 12.3 km², según la fotografía aérea del año 1988. El área presenta dos periodos estacionales bien definidos: el periodo seco abarca los meses desde noviembre hasta abril y de mayo a setiembre se presenta el periodo lluvioso. La temperatura promedio anual es de 21.4 °C; la precipitación media anual de 874 mm; y la humedad relativa en el aire en los meses lluviosos en promedio es de un 70 % (Tekelenburg y Van Eak, 1998).

La zona donde se practica la ganadería extensiva de doble propósito que ejerce mayor presión sobre los recursos naturales en Moropotente está constituida por las comunidades de Yarculí, Llano del pozo, el Robledal, las mesas de Moropotente, el Chilamatillo, el Quebracho, los Brasiles, la Campana. Al conjunto de comunidades en adelante en este documento se le llamará las mesas de Moropotente. La ganadería extensiva se desarrolla sobre suelos tipo vertisoles con alta pedregosidad.

3.2 Materiales y equipos

Los materiales empleados en esta investigación fueron los reactivos utilizados en la determinación de las variables de calidad, el óxido de cromo, los mecates, los formularios de campo, lápices, lapiceros, bolsas de papel de 3 kg de capacidad,

marcadores permanentes, cintas plásticas, marcos de hierro de 0,5 x 0,5 cm, alambre de púas, grapas y guantes de cuero, mientras el equipo empleado fueron los machetes, los martillos, los hornos de secado del follaje, las balanzas, las romanas, las barras de hierro y el molino de martillo.

3.3 Descripción de la metodología aplicada

a) Diagnóstico del manejo tradicional del ganado y las leñosas en los sistemas de producción

Para caracterizar y captar el conocimiento de los ganaderos sobre los sistemas silvopastoriles, se aplicó una encuesta a los 39 finqueros dueños del área. Partiendo de una lista levantada en un recorrido previo por la zona, todos los finqueros fueron entrevistados al azar debido a que si no se entrevistaban al azar la calidad de la información recolectada en algunas de las preguntas pudo haber sido menos precisa. La encuesta incluyó 20 preguntas abiertas y 7 cerradas, que pretendían extraer información acerca de los aspectos biofísico, agroforestales y específicamente sobre las características de las fincas y las leñosas presentes y su importancia para la alimentación del ganado.

b) Definición de las unidades de muestreo por categoría de vegetación a partir de donde se escogió la muestra

Mediante una encuesta se ubicó a cada uno de los productores de las mesas de Moropotente en una, dos o hasta más categorías de vegetación según la ocupación de la tierra en sus fincas. Las categorías de vegetación presentes en las mesas de Moropotente fueron: 1) Potreros con baja densidad de árboles de carbón (< de 30 árboles de carbón/ha a nivel fustal, PBDAC); 2) Potreros con alta densidad de árboles de carbón (> de 30 árboles de carbón/ha a nivel fustal, PADAC); 3) potreros con robles, P + R; 4) matorrales, Mat; y 5) bosques, BQ. Una vez que se tuvo a todos los productores ubicados por categoría de vegetación, se les asignó un único número y se seleccionó al azar un total de 4 productores por categoría de vegetación. Para seleccionar las áreas de estudio dentro de cada finca, el área de la finca de cada productor seleccionado bajo determinado tipo de vegetación fue montada en un sistema de coordenadas, donde tanto el eje X, como el Y fueron divididos en

distancias de 100 m, por lo que se obtuvo un número F de parcelas de 1 ha. Las parcelas que representaban una categoría de vegetación particular en la finca de cada productor fueron numeradas consecutivamente y a partir de allí se seleccionó totalmente al azar 1 parcela por productor. Para los estudios de inventario de especies y disponibilidad de pastos en cada una de las categorías de vegetación se utilizó 4 parcelas para medir las variables, mientras la calidad de los pastos, la calidad del follaje de los árboles en PADAC y la calidad de los frutos en árboles de carbón en matorrales fue medida en 3 parcelas por categoría de vegetación. Adicionalmente la producción de frutos y su calidad en potreros con alta densidad de árboles de carbón, se realizó en 2 parcelas, que fueron seleccionadas en 2 fincas distintas, mientras que la producción de frutos en matorrales fue medida en 4 parcelas (Cuadro 2). Para todos los estudios donde se determinó el inventario de especies (excepto en los bosques y matorrales), la producción de pasto, su calidad, la calidad del follaje de carbón y la producción y calidad de frutos en los potreros se utilizó unidades de muestreo de 1 ha. Solamente en los estudios de inventario de especies en matorrales y bosques se utilizó parcelas de 0.1ha y para los estudios de producción de fruta fresca y su calidad en matorrales el área utilizada fue de 12 m² (Cuadro 2).

Cuadro 2 Estudios realizados en cada una de las categorías de vegetación presentes en el área ganadera de Mirafior – Moropotente, Nicaragua, 2000.

Categoría de vegetación	Disponibilidad de los pastos	Inventario de especies	Calidad de pastos.	Biomasa de carbón	Producción de frutos de carbón	Calidad de los frutos de carbón
PBDAC	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)			
PADAC	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)	(n = 2 parcelas de 1 ha)	(n=2 parcelas de 1 ha)
P + R	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)			
BQ	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 0.1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)			
Mat	(n = 4 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 0.1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)	(n = 3 parcelas de 1 ha)	(n = 4 parcelas de 12 m ²)	(n = 3 parcelas de 12 m ²)

c) Inventario de especies

Para comparar la diversidad presente en las diferentes categorías de vegetación; se realizó un inventario de especies (Cuadro 2) y dentro de cada una de las 4 parcelas por categoría de vegetación se midió la riqueza de especies, el índice de Jaccard, la densidad de plantas por categoría de vegetación y la distribución según su estado sucesional (brinzal, latizal bajo, latizal alto, fustal).

d) Disponibilidad de pastos y su calidad

Se determinó la disponibilidad de los pastos $n = 4$ y la calidad de las pasturas en 3 parcelas en cada categoría de vegetación (Cuadro 2). La disponibilidad se midió cortando el material vegetal presente en un total de 20 marcos por hectárea; posteriormente el material fue secado durante 48 horas a 62 °C y se obtuvo la disponibilidad de biomasa en base a peso seco. La medición de peso seco de los pastos se realizó en los meses de abril, julio y agosto utilizando las mismas 4 parcelas en cada categoría de vegetación en todo el estudio.

Los análisis de calidad de pastos fueron realizados en 3 parcelas por categoría de vegetación. En cada fecha de muestreo se seleccionó 3 muestras, las cuales fueron secadas durante 48 horas a 62 °C. Luego se molieron a un 1mm de grosor y a partir de allí se obtuvo mediante análisis de laboratorio los valores para las variables: proteína cruda (PC), por el método de micro Kjeldahl (Bateman, 1970), la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963), y las fibras detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) por el método de Van Soest (1985).

e) Producción de frutos de carbón y determinación de las variables de calidad en potreros con árboles dispersos

Con base en mediciones del diámetro a 10 cm (da_{10}), realizadas inicialmente en un pre-muestreo en árboles dispersos de carbón en potreros, se clasificó los árboles presentes en la categoría de vegetación PADAC en $n = 2$ parcelas (Cuadro 2). Según su diámetro los árboles se dividieron en 5 clases diamétricas (6 árboles para cada clase diamétrica o sea en 30 árboles en total). Se midió su producción semanal

durante el periodo de cosecha 5 de abril al 4 de julio y se recolectó muestras para posteriormente realizar los análisis de calidad. La primer clase diamétrica incluyó árboles entre 13.6 a 22.9 - cm, la segunda entre 22.9 a 32.2 - cm, la tercera entre 32.2 a 41.5 - cm, la cuarta de 41.5 a 50.8 - cm y la quinta de 50.8 cm en adelante. En los árboles presentes en las 2 parcelas electas en el campo se midió el peso fresco de fruta, da 10 cm, diámetro de copa y el número de ramas primarias por árbol. A nivel de laboratorio, se determinó las variables digestibilidad *in vitro* de la materia seca DIVMS, proteína cruda PC, fibra detergente ácido FDA y fibra detergente ácido FDN.

f) Producción frutos y determinación de las variables de calidad en matorrales

En los matorrales se seleccionó y cercó con alambre de púa 4 parcelas para realizar el estudio de producción de frutos y 3 parcelas para el estudio de calidad, cada una con un área de 12 m² (Cuadro 1). A los árboles presentes dentro de esta área, se les midió a nivel de campo su da 10cm, el número de ramas primarias y semanalmente durante el periodo de cosecha (5 abril al 20 de junio), se recolectó los frutos para obtener su peso fresco. La PC fue evaluada por el método de Micro Kjeldahl (Bateman,1970), la (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963), y las (FND Y FDA) por el método de Van Soest (1985).

g) Calidad de la biomasa del carbón

La calidad del follaje de carbón fue estudiada en las categorías de vegetación 1) PADAC y 2) matorrales (Cuadro 2). En ambas categorías se tomó muestras en 3 parcelas de 1 ha durante los meses de abril, julio y agosto para realizar los análisis de calidad. Las muestras fueron secadas durante 48 horas a 62 °C y molidas a 1 mm de grosor. La PC fue evaluada por el método de micro Kjeldahl (Bateman,1970), la (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963), y las (FND Y FDA) por el método de Van Soest (1985).

h) Índice de aceptabilidad de las especies presentes en un potrero con baja densidad de árboles de carbón y en un matorral

Para determinar si en los PBDAC y matorrales de Moropotente existen plantas con

alta aceptabilidad para el ganado que eventualmente podrían ser importantes desde el punto de vista de alimentación animal, se midió en parcelas 1 ha el índice de aceptabilidad de las principales especies seleccionadas por el ganado en un potrero y en un matorral. Se utilizó 4 novillos de 200 kg/peso vivo para la evaluación en el matorral y 4 para la evaluación en el potrero con árboles dispersos. La dieta normal de los animales en los potreros fue el consumo de las gramíneas jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y grama (*Cynodon dactylon*) principalmente, mientras que en los matorrales la dieta del ganado se compuso de las especies Vara blanca (*Hedyozmum mexicanum*), Guacuco (*Eugenia hondurensis*), Carbón (*Acacia pennatula*), Sarza (*Mimosa albida*), Grama (*Cynodon dactylon*), Parra (*Liabum*), Hojarasca, Garabatillo (*Mimosa acantholoba*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Jaraguillo (*Oplismenus burmanis*), Guakike (*Cordia globosa*) y Vara roja (*Perhnia compacta*).

El índice de aceptabilidad fue evaluado en los meses de abril, julio y agosto. En cada uno de los meses el periodo de evaluación fue de 10 días y consistió de 7 días de acostumbramiento de los animales a la vegetación y 3 días de evaluación. En cada día de evaluación se registró las especies seleccionadas por cada animal durante un lapso de 30 minutos. Cabe mencionar que los animales tenían experiencia previa seleccionando esos tipos de vegetación. El índice de aceptabilidad de cada especie se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$IA = BTE1 / BTET$$

IA = Índice de aceptabilidad

BTE1 = Bocados totales de una especie

BTET = Bocados totales de todas las especies

i) Consumo de forraje

El consumo de forraje fue medido en los mismos meses, las mismas parcelas y utilizando los mismos animales que fueron utilizados para medir el índice de aceptabilidad. Se utilizó el método de marcadores con óxido de cromo (Cr_2O_3) para estimar la producción fecal por día y a partir de la producción fecal poder estimar el consumo. Para estimar la producción fecal, se dosificó cada uno de los cuatro

animales con 5 gramos de óxido de cromo (animales promedio 200 kg peso vivo) diariamente durante un periodo de 10 días y en los últimos 3 días se recolectó 200 g de heces/animal para analizar la concentración de óxido de cromo presente en las heces. La concentración de cromo en las heces fue analizada mediante la técnica de absorción atómica. Adicionalmente en cada mes de evaluación se tomó una muestra simulando el pastoreo/ramoneo para estimar la DIVMS de la dieta consumida por los animales y poder así calcular el consumo. El consumo se calculó utilizando las siguientes fórmulas: $PF = (\text{mg Cr}_2\text{O}_3/\text{g heces}) / (\text{cantidad de cromo dosificado})$

PF = Producción fecal Consumo = (PF) / (1 – DIVMS)

J) Balance de energía y proteína en los sistemas ganaderos

Utilizando datos de campo sobre la producción y calidad de forrajes (pastos, follaje y frutos de carbón) en los meses evaluados y datos secundarios sobre la producción y calidad de forrajes (pastos, frutos y follajes de carbón) durante todo el año, se estimó el aporte de energía y proteína de cada uno de los forrajes y de cada categoría de vegetación en una finca representativa que tuvo un área de 37 ha con PADAC, un área de 35 ha con PBDAC y 8 ha de matorrales (Cuadro 3).

Cuadro 3 Características promedio del hato en una finca representativa del área ganadera de Moropotente, Estelí, 2000.

Característica	Unidad
Area de la finca (ha)	100
Vacas en ordeño	25
Vacas secas	14
Novillas 2 a 3 años	3
Novillas 1 a 2 años	4
Novillos	10
Temeros	23
Toros	1
Número total de animales	80
UA de 400 Kg. peso vivo	40

Se estimó el total de energía y proteína utilizado por los animales según el nivel de consumo de cada forraje, asumiendo que la finca tenía un hato de 80 cabezas y las vacas lecheras producían en promedio 3.4 litros de leche vaca⁻¹día⁻¹ durante la época seca y de 5.4 litros de leche vaca⁻¹día⁻¹ durante la época lluviosa.

La energía metabolizable (EM) del pasto y de los frutos y follaje de carbón se estimó utilizando las siguientes fórmulas: Energía degradable (ED Mcal/kgMS) = DIVMS x 4.409.

$$\text{Energía Metabolizable (EM Mcal/ kg MS)} = \text{ED} \times 0.82$$

La producción de EM se calculó mediante la siguiente fórmula: PEM = EM x Producción de MS/mes (pasto, frutos o follaje de carbón).

La producción de proteína cruda se calculó mediante la siguiente fórmula: PPC = % N (follaje, frutos o pastos) x 6.25 producción de MS/mes (pastos, frutos o follaje de carbón).

Se utilizó las tablas de NRC (1998), para estimar los requerimientos nutricionales teóricos del hato para su mantenimiento y producción durante todo el año. Los requerimientos nutricionales de los animales según NRC (1998), fueron comparados con los valores de energía y proteína consumidos por los animales.

3.4 Especificación y clasificación de las variables que fueron medidas

Las variables medidas en el estudio de conocimiento local estuvieron relacionadas con las categorías de vegetación presentes en las fincas, el número de cabezas/finca, el número de vacas en producción, la cantidad de leche producida por día, los pastos en las fincas, las especies arbóreas, las especies que producen frutos, las que producen follaje, el mes de fructificación de las especies, el manejo que se les da a las leñosas en las fincas ganaderas y las preferencias de los productores para alimentar su ganado. En el estudio de inventario de especies se midió las variables densidad de

plantas, riqueza de especies, similitud de especies y se observó la distribución del carbón y el roble en los diferentes estados sucesión ales. Con respecto a los pastos se midió su disponibilidad con base en su peso seco y las variables de calidad DIVMS, PC, FND, FDA. Por otra parte en los estudios relacionados con la fruta del carbón se midió su diámetro a 10 cm, su diámetro de copa, el número de ramas primarias, la producción semanal de frutos y las variables de calidad DIVMS, PC, FDA, FDN. En cuanto al follaje de carbón se evaluó las variables DIVMS, PC, FDN, FDA y en el estudio de aceptabilidad se calculó el número de bocados totales consumidos por cada animal y el número de bocados por cada especie, con estas variables se calculó el índice de aceptabilidad. Finalmente en el estudio de consumo se midió el consumo de materia seca por cada 100 kg de peso vivo de los novillos, tanto en el matorral como en el PBDAC.

3.5 Análisis de la información e inferencia

En el estudio de conocimiento local las variables medidas fueron evaluadas mediante estadística descriptiva (promedios, desviación estandar, varianza). La variable densidad de especies en el inventario fue evaluada mediante una prueba t y el índice de Jaccard.

El índice de Jaccard se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$C_j = j / (a+b-j)$ Índice de diversidad del hábitat, donde;

J = especies en común en ambas localidades

A = # de especies en la localidad A

B = # de especies en la localidad B

Las variables densidad de plantas y el consumo de materia seca en los matorrales y potreros con baja densidad de árboles de carbón fueron evaluados mediante un diseño irrestricto al azar y la prueba de diferenciación de medias de Tukey. El modelo matemático fue el siguiente: $Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$, donde Y_{ij} = Densidad de plantas, U = media general del experimento, T_i = Categorías de vegetación, E_{ij} = Error general del experimento.

La disponibilidad de los pastos fue evaluada mediante un diseño de parcelas divididas en el tiempo con submuestreo, donde:

$$Y_{ij} = U + C_i + O_{ij} + F_k + CF_{ik} + E_b + E_{sm}$$

U = media general del experimento

C_i = Categoría de vegetación

O_{ij} = Error de parcela grande

F_k = Mes de evaluación

CF_{ik} = Interacción entre la categoría de vegetación y el mes de evaluación

E_b = Error de subparcela

E_{sm} = Error de muestreo

La variación en la producción de fruta fresca de carbón en los matorrales y en los potreros a través del tiempo fue analizada mediante gráficos de tendencia y regresión.

Las variables DIVMS, PC, FDN, y FDA en los pastos, frutos y follaje y el índice de aceptabilidad fueron evaluados mediante un diseño en parcelas divididas en el tiempo.

La ecuación que describe el modelo matemático es: $Y_{ijk} = U + C_i + O_{ij} + F_k + CF_{ik} + E_{ijk}$

Y_{ijk} = Variable de respuesta

U = Media general del experimento

C_i = Categoría de vegetación

O_{ij} = Error de parcela grande

F_k = Semana de evaluación

CF_{ik} = Interacción categoría de vegetación por semana de evaluación

E_{ijk} = Error general del experimento

Donde: C_i = Categoría de vegetación se asignó a la parcela grande

F_k = Semana de evaluación se asignó como subparcela.

En el caso del estudio del índice de aceptabilidad en lugar de categoría de vegetación

se debe colocar en la ecuación:

C_i = Especie de planta

CF_{ik} = Interacción especie por fecha de muestreo.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización de las fincas ganaderas

a) Área de la finca y categorías de vegetación

Según las fotografías aéreas de (1998) y las encuestas realizadas la actividad ganadera en Moropotente se desenvuelve en un área de 5584 ha. En las fincas ganaderas, se identificó 5 categorías de vegetación: 1) potreros con menos de 30 árboles de carbón (*Acacia pennatula*)/ha; 2) potreros con más de 30 árboles de carbón/ha; 3) potreros con robles (*Quercus spp*); 4) matorrales; y 5) bosques con robles y otras especies arbóreas. En el área de estudio un 48.7 % de las fincas encuestadas se encuentra en el estrato de las 0 –100 ha. Las mismas presentaron un área en promedio de 54.6 ha, mientras que las fincas con un área mayor a 200 ha, representan un 23.1 % del total de fincas encuestadas (Cuadro 4).

Cuadro 4 Porcentaje de cada categoría de vegetación en fincas de diferente tamaño en Moropotente, Nicaragua, 2000.

Tamaño de finca (ha)	# de fincas y área total	Potreros			Mat (n)	% BQ (n)
		P + R % (n)	PADAC % (n)	PBDAC % (n)		
0 – 100	(19)	4.91 (5)	35.35 (13)	41.19 (12)	6.36 (14)	12.18 (16)
100 –200	(11)	12.19 (5)	42.98 (5)	26.16 (5)	2.90 (6)	15.77 (10)
> 200	(9)	1.05 (1)	28.87 (4)	41.85 (5)	12.21 (8)	16.02 (7)
Área total (ha)	(39) 5584	283 (11)	1918 (22)	2065 (22)	464 (28)	854 (33)
% del área total		5	35	37	8	15

Los números entre paréntesis representan el número de fincas en cada tipo de vegetación.

Independientemente del tamaño de finca, se determinó que un 72 % del área total en estudio se maneja bajo sistemas silvopastoriles de pastos en asocio con árboles

dispersos de carbón. Adicionalmente se observó que los productores con fincas de más de 200 ha presentaron un mayor porcentaje de sus fincas bajo matorrales con respecto a los productores cuyas fincas presentaban un área inferior a las 200 ha (Cuadro 4). Los ganaderos mantienen un área bajo bosque que varía de un 12 % a un 16% según el tamaño de la finca (Cuadro 4). Por otra parte las categorías de vegetación que agruparon mayor cantidad de fincas fueron los bosques $n = 33$ y los matorrales $n = 28$, sin embargo estas categorías en conjunto con los potreros con robles fueron las que presentaron las menores áreas en promedio (Cuadro 5).

Cuadro 5 Área promedio de cada categoría de vegetación (ha) presente en las fincas ganaderas de Moropotente, Nicaragua 2000.

Categoría de vegetación	de	Area promedio, ha	Rango, ha	# Fincas
P + R		25.7 ± 43.2	1 – 152	11
PADAC		87.1 ± 81.7	2 – 296	22
PBDAC		93.8 ± 94.0	7 – 355	22
MAT		16.5 ± 26.3	2 – 100	28
BQ		25.8 ± 33.2	1 – 120	33

Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos de carbón en potreros fueron los que presentaron las mayores áreas en promedio (87.1 a 93.8 ha) (Cuadro 5). En todas las categorías de vegetación se detectó una alta desviación estándar, lo cual indica que existe mucha variabilidad en el tamaño de las fincas dentro de cada categoría de vegetación.

b) El ganado

En Moropotente predomina el sistema de ganadería doble propósito, donde se manejan razas europeas (holstein, pardo suizo), razas tropicales (brahman, criollo) y

cruces entre éstas. En promedio las fincas presentan 82 cabezas y 25 vacas lecheras, aunque 12 (43%) de los 28 ganaderos que ordeñan tienen menos de 5 vacas. La producción de leche promedio por finca fue de 69 litros/día y el promedio por vaca de 3.1 litros/día, sin embargo se observó un amplio rango de producción de leche por finca y por vaca (Cuadro 6). El promedio de carga animal fue de 0,5 UA/ha, no obstante se observó una amplia variabilidad en los valores registrados para esta variable.

Cuadro 6 Parámetros productivos de las fincas ganaderas de Moropotente, Nicaragua, 2000.

Parámetro	Promedio	Rango
Producción de leche por finca (litros / día).	69	4 – 200
Producción de leche (litros / vaca / día).	3.1	0.83 – 4.5
# animales/finca	82	2 – 270
# vacas lecheras/finca	25	1 – 80
Carga animal, *UA/ha	0.5	0.019 – 1.28

* 1 UA (Unidad animal) = 400 kg peso vivo

c) El componente arbóreo y el conocimiento local de ganaderos

Mediante las encuestas realizadas a los ganaderos $n = 39$ se identificó 30 especies leñosas que brindan bienes y servicios en las fincas ganaderas (Apéndice 2). De los 39 ganaderos encuestados, el 71 % indicaron que los árboles sirven como alimento para sus animales, el 69 % para leña, el 59 % mencionaron que los árboles proporcionan postes y sombra y el 25,6 % madera.

En cuanto al manejo silvicultura, el 59 % de los ganaderos realiza chapeas alrededor de árboles, el 46 % maneja podas de árboles, el 20 % realiza jaleos, mientras un 25,6% de los productores no realiza ninguna labor silvicultura.

Cuadro 7 Principales especies leñosas consumidas por los animales según encuesta realizada a los productores de Moropotente, Nicaragua, 2000.

Especies	Nombre científico	# de productores total (n = 39)	%
Follaje			
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	36	92
Zopilote	<i>Pizcilla grandifolia</i>	5	13
Quebracho	<i>Lysiloma auritum</i>	3	8
Frutos			
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	39	100
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	16	41
Zopilote	<i>Piscidia grandifolia</i>	6	15
Quebracho	<i>Lysiloma auritum</i>	3	7

Las principales especies leñosas que aportan alimento al ganado en Moropotente se muestran en el Cuadro 7. Arriba del 90% de los productores manejan en sus fincas el árbol de carbón para alimentar los bovinos especialmente durante la época seca. Al igual que el carbón, otro árbol muy utilizado por los productores para alimentar su ganado es el árbol de guácimo (Cuadro 7). Complementariamente los ganaderos mencionaron que los bovinos también consumen frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), capulín (*Trema micranta*), guayabo (*Psidium guineense*), higo (*Ficus pertusa*) y sarzas (*Mimosa spp*). Los ganaderos entrevistados, mencionaron que todas las especies leñosas que brindan frutos al ganado en Moropotente fructifican entre los meses de marzo, abril y mayo y que su ganado presenta una alta preferencia por los frutos de carbón y guácimo en comparación con los frutos de otras especies. La mayoría de los productores ubicaron el carbón en primer lugar como la especie de mayor preferencia con valor para la alimentación de sus animales, seguido por el guácimo. El 43% de los ganaderos tiene conocimiento de que cuando las vacas consumen frutos y especialmente, el follaje de carbón, la leche presenta un mal sabor.

d) Los pastos

En los sistemas de producción, el ganado basa su alimentación principalmente en los pastos jaragua (*Hyparrhenia rufa*), grama (*Cynodon dactylon*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y guinea (*Panicum máximum*). Treinta y tres (84.6%) de los 39 ganaderos poseen en sus fincas jaragua, 32 tienen grama y una minoría tiene otros pastos (Cuadro 8).

Cuadro 8 Pastos presentes en Moropotente y su distribución con respecto al número total de productores en Moropotente, Nicaragua, 2000.

Pastos	Nombre científico	# de productores con ese pasto (n = 39)	% de ganaderos (n = 39)
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	33	84,6
Grama	<i>Cynodon dactylon</i>	32	82,1
Estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	8	20,5
Guinea	<i>Panicum máximum</i>	8	20,5
Gamba	<i>Andropogon gayanus</i>	3	7,7
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	2	5,1
Caña	<i>Saccharum officinarum</i>	2	5,1
Taiwán	<i>Pennisetum purpureum</i>	1	2,6

En general los potreros en las fincas son constituidos por mezclas de pastos, pudiendo fácilmente en la finca de un solo ganadero encontrar 3 o más especies en un mismo potrero. Los potreros son manejados bajo un sistema de pastoreo continuo, sin fertilización y únicamente realizan una chapia anual para controlar las malezas arbustivas. Recientemente se empieza a incorporar en fincas, pequeñas áreas de pastos de corta como la caña y el taiwán.

4.2 Inventario de especies en las 5 categorías de vegetación

En el área total del estudio se recolectaron 1323 plantas de 60 especies de plantas (Apéndices 3 y 4).

Cuadro 9 Número de especies por categoría de vegetación en las fincas ganaderas de Moropotente, Nicaragua, 2000.

Categorías de vegetación	Área de muestreo en ha	Riqueza de especies/sitio	Densidad de plantas por ha
P + R	1	5	184
PADAC	1	10	346
PBDAC	1	10	144
Mat	0.1	7.5	3600
BQ	0.1	11.5	2890

Plantas = Leñosas y herbáceas excluyendo pastos.

En las categorías de vegetación donde el tamaño de parcela fue de 1 ha la mayor riqueza de especies (10) se encontró en las categorías de vegetación potreros con árboles de carbón en altas y bajas densidades, seguido con 5 especies por la categoría de vegetación potrero con roble. Cuando estas fueron comparadas mediante la prueba de t no se encontró diferencias para la riqueza de especies por sitio (Apéndice 5).

En las categorías matorral y bosques se encontró en promedio 7.5 y 11.5 especies respectivamente, en éstas categorías la riqueza de especies fue medida en parcelas en 0.1 ha y el menor número de especies se registró en los matorrales (Cuadro 9). Al igual que en el caso anterior cuando se comparó mediante la prueba de la riqueza de especies no se detectó diferencias significativas (Apéndice 5). La riqueza de especies /hábitat no fue comparada mediante un diseño porque fue medido en parcelas de diferente tamaño, sin embargo los promedios obtenidos con relación al área muestreada indican que la mayor riqueza de especies se presentó en los bosques.

Se aplicó el índice de diversidad de Jaccard para observar la similitud de especies entre las diferentes categorías de vegetación y se comparó las categorías de vegetación que fueron medidas en parcelas del mismo tamaño (Cuadro 10). El índice muestra que existen pocas especies en común entre los matorrales y los bosques en

Moropotente y entre los potreros de roble y los PADAC, además muestra que las categorías de vegetación que más se parecen en términos de especies son las 2 categorías con árboles de carbón (Cuadro 10).

Cuadro 10 Comparación de la densidad de especies presentes en las diferentes categorías de vegetación con base del índice de similaridad de Jaccard, Moropotente, Nicaragua, 2000.

Jaccard (Matorral vrs Bosque)	0.19
Jaccard (Potrero con roble vrs Potrero con alta densidad de árboles de carbón)	0.17
Jaccard (Potrero con alta densidad de carbón vrs Potrero con baja densidad de árboles de carbón)	0.43
Jaccard (Potrero con roble vrs Potrero con baja densidad de carbón)	0.26

Para la variable densidad de plantas/ha, el andeva mostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre categorías de vegetación (Apéndice 6). La densidad de plantas/ha no difirió entre los bosques y los matorrales, ni entre las categorías de vegetación PBDAC, PADAC y P + R pero si difirió entre las dos primeras categorías mencionadas y las 3 últimas (Figura 1).

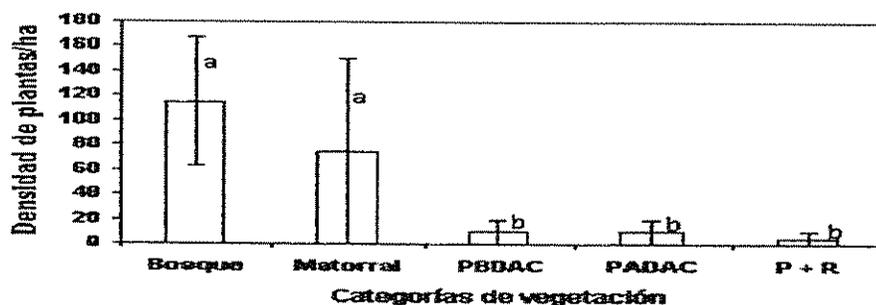


Figura 1. Densidad promedio de plantas por ha en las categorías de vegetación presentes en Moropotente, 2000 Las líneas representan la desviación estándar; Barras con la misma letra no difieren significativamente ($p < 0.05$).

En los estados sucesionales brinzal y fustal existe mayor distribución porcentual de plantas que en los latizales indiferentemente de la categoría de vegetación (Cuadro 11).

Cuadro 11 Distribución porcentual de plantas por categoría de vegetación y por estado sucesional en el área ganadera de Moropotente, Nicaragua, 2000.

Vegetación	Brinzal %	Lat bajo %	Lat alto %	Fustal %	n/ha
Potreros con roble	31.5	23.5	10.0	35.0	184
PADAC	23.9	20.3	10.0	45.8	346
PBDAC	37.5	1.4	0.6	60.5	144
Matorrales	24.5	0.8	1.4	73.2	3600
Bosque de roble	14.7	0.5	0.5	84.2	2890

n = de plantas ha, Brinzal = De 30 cm a 1.49 m de alto; latizal bajo = > de 1.49 m de altura a 5 cm de diámetro; latizal alto = De 5cm a 10 cm de diámetro; fustal = > a 10 cm de diámetro.

En las categorías de vegetación P + R y PADAC se observó un mejor comportamiento poblacional de las plantas que en el resto de categorías donde muy pocas plantas alcanzaron el estado de latizal alto (Cuadro 11).

Según la opinión de los ganaderos las especies arbóreas de mayor importancia en Moropotente son el carbón *Acacia pennatula* el cual tiene valor como fuente de leña y alimento para el ganado y los robles *Quercus spp* cuyo valor se basa en la producción de madera y postes. En los bosques, el carbón no presentó importancia en ninguno de los estados sucesionales, de la misma manera el roble no fue importante en las categorías de vegetación donde había árboles de carbón. En todas

las categorías de vegetación donde se registró *A. pennatula* y *Quercus spp* y para ambas especies, se encontró que el mayor número de plantas se ubicó en el estado sucesional fustal (Cuadro 12).

Cuadro 12 Comparación de la abundancia de *Quercus* y *Acacia* en cada categoría de vegetación y su distribución por estado sucesional en Moropotente, Nicaragua, 2000.

Estado sucesional	NC	BQ (n= 4)	MAT (n=4)	PBDAC (n=4)	PADAC (n=4)	P+R (n=4)	
Brinzal	<i>Acacia pennatula</i>	0	2	1	5	4	
Latizal Bajo		0	16	0	1	0	
Latizal Alto		0	22	0	2	1	
Fustal		Carbón	0	143	27	149	4
Total			0	183	28	157	9
Brinzal	<i>Quercus spp</i>	9	0	0	0	1	
Latizal Bajo		15	0	0	0	0	
Latizal Alto		20	0	0	0	0	
Fustal		Robles	53	0	0	0	148
Total			97	0	0	0	149

n = 4 productores por categoría de vegetación, NC= Nombre científico.

4.3 Disponibilidad de pastos

La disponibilidad de materia seca de los pastos difirió significativamente ($p < 0.05$) entre los meses de evaluación, pero el análisis de varianza no detectó diferencias de disponibilidad entre categorías de vegetación, ni para la interacción mes de evaluación por categoría de vegetación ($p < 0.05$) (Apéndice 7), por lo tanto se promedió los datos obtenidos en las diferentes categorías de vegetación para cada periodo de

muestreo.

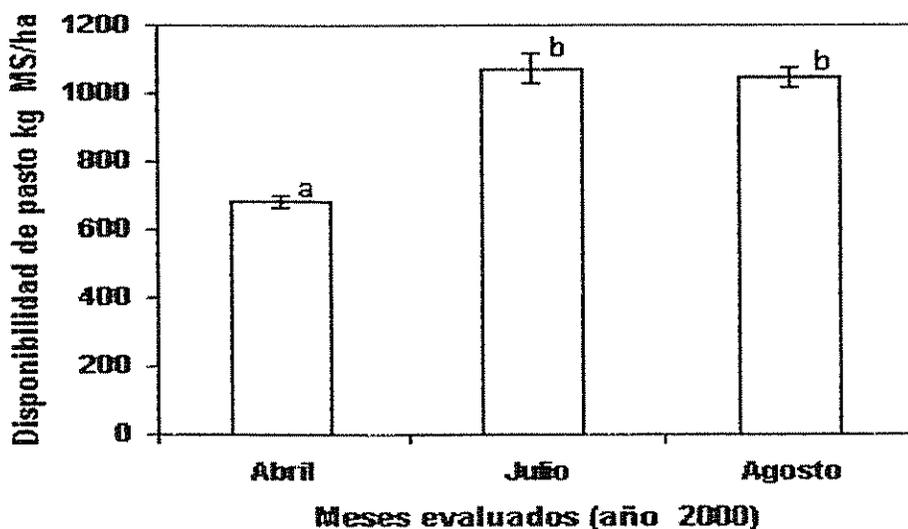


Figura 2 Variación en el tiempo de la disponibilidad de pasto (kg MS/ha) Moropotente, Nicaragua, 2000 (Las líneas representan la desviación estándar; Barras con la misma letra no difieren significativamente $p < 0.05$).

La disponibilidad de pasto en los meses de julio y agosto fue superior en más de un 34 % a la que se determinó para el mes de abril donde la producción fue solamente de 683 kg MS/ha.

4.4 Producción de frutos en potreros

La fructificación en los potreros con alta densidad de árboles de carbón fue medida por 13 semanas y se extendió desde el 05 abril hasta el 4 de julio del 2000. La producción de frutos por árbol fue más o menos constante durante las primeras 4 semanas de recolección, sin embargo a partir de la quinta semana se observó una tendencia decreciente a través del tiempo en el porcentaje de árboles en producción de frutos (Figura 3).

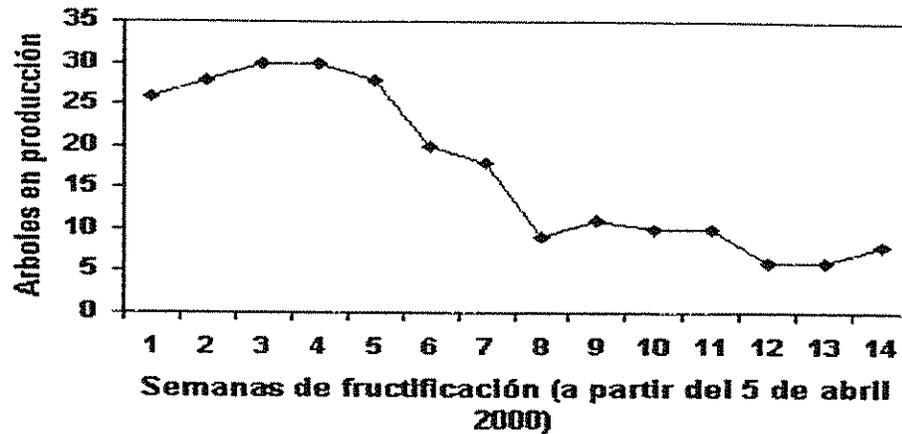


Figura 3 Árboles de carbón en producción por semana en potreros (n = 30) durante la época seca en Moropotente, Nicaragua, 2000.

El análisis de regresión entre la producción de fruta/árbol (Y, kg/árbol) y las semanas de evaluación (X, semanas) mostró que la producción de frutas de carbón, disminuye linealmente ($p < 0.001$) a través del tiempo ($Y = 4,66 - 0,33 X$ $R^2 = 0.71$) (Figura 4). La producción semanal de frutos por árbol fue en promedio de 2 kg y la máxima producción mensual promedio fue de 15 kg/árbol, registrándose ésta durante abril pues en este mes está llegando al final la época seca (Figura 4). No se encontró ninguna relación entre la producción de frutas por árbol y las variables dasométricas da 10cm, diámetro de copa y número de ramas primarias.

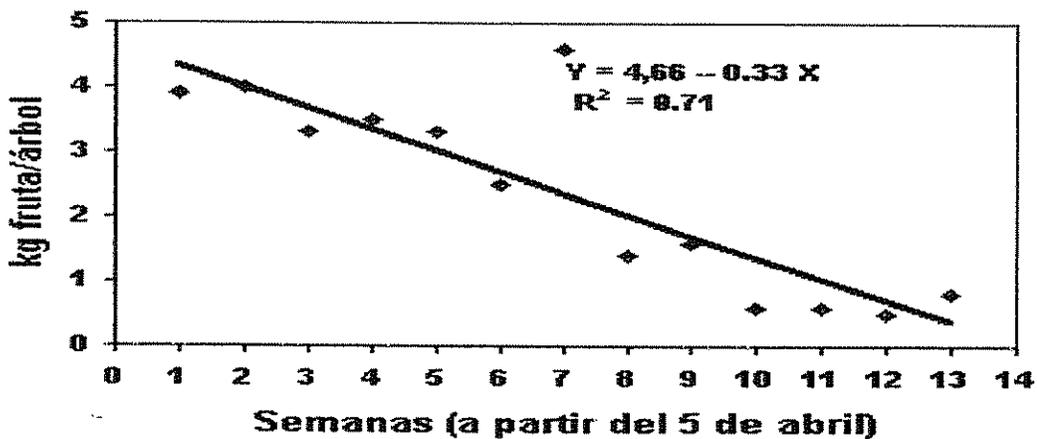


Figura 4 Relación entre producción semanal de fruta/árbol en potreros y las semanas de evaluación en Moropotente, Nicaragua, 2000.

4.5 Producción de frutos en matorrales

La producción total de fruta fresca de carbón registrada durante las 12 semanas de fructificación fue de 31594,08 kg/ha. En promedio la producción semanal de frutos fue de 2632,8 kg/ha y la máxima producción mensual de frutos se registró durante abril. El periodo de fructificación en los matorrales fue similar al observado en los potreros. El análisis de regresión ajustó a un modelo lineal donde la producción de frutos (Y, kg/ha) y fecha de evaluación (X, semanas), muestran que la producción de frutos de carbón, disminuye linealmente ($p < 0.05$) a través del tiempo ($Y = 5336,64 - 415,96 X$; $R^2 = 0.75$) (Figura 5).

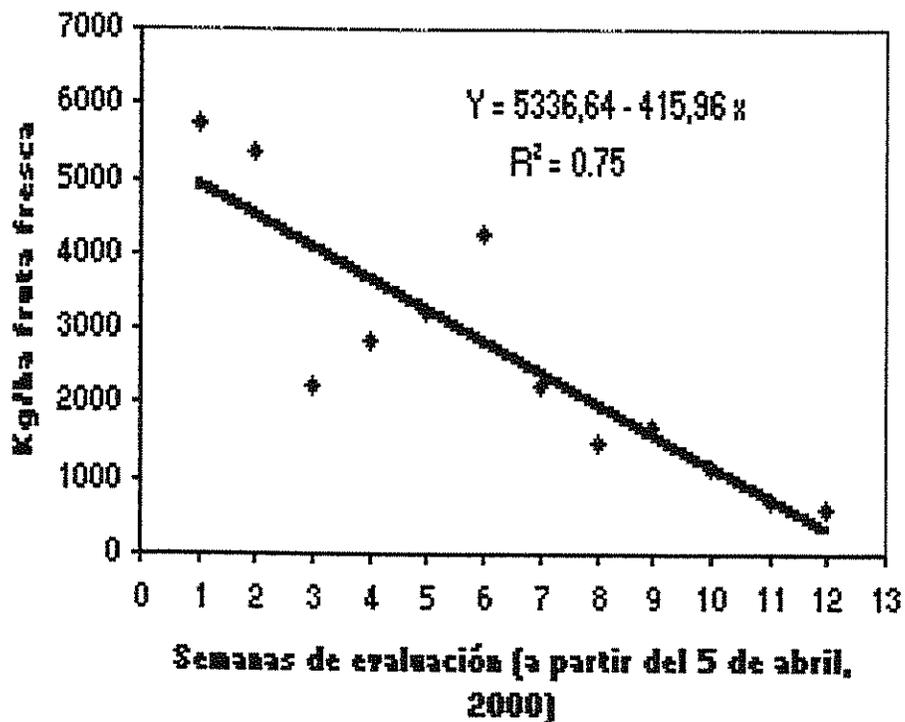


Figura 5 Relación entre la producción de frutos en (kg) de carbón/ha y las semanas de evaluación en los matorrales en Moropotente, Nicaragua, 2000.

4.6 La calidad de las pasturas

Los análisis de varianza detectaron interacciones significativas ($p < 0.05$) entre mes de evaluación y la categoría de vegetación, para las variables de DIVMS, PC y FDN de los pastos (Apéndice 8). Los datos de calidad de la pastura (DIVMS, PC, FDA, FDN) según los meses de evaluación y categoría de vegetación se presentan en el (Cuadro 12). En promedio la categoría de vegetación de **PBDAC** presentó niveles de DIVMS y PC inferiores a los observados en las restantes categorías de vegetación. Los máximos valores de DIVMS y PC en los pastos fueron observados en los matorrales, exceptuando el dato registrado en el mes de abril, donde se registró el valor más bajo de DIVMS (21,7 %) en comparación con los datos obtenidos en las otras categorías de vegetación. Los mínimos valores de DIVMS y PC en los pastos fueron registrados en el mes de abril, mientras los máximos valores fueron registrados en el mes de Julio. Se observó poca variación en la DIVMS entre los meses de julio y agosto, excepto para la categoría de vegetación **PBDAC** donde la DIVMS de la pastura disminuyó en un 9.5%. En todas las categorías de vegetación la PC de la pastura disminuyó entre los meses de julio y agosto siendo este efecto más marcado en la categoría de vegetación potreros con roble. En promedio, el valor más bajo de FDN de la pastura se detectó en el matorral (46,2%) y en las pasturas de las restantes categorías de vegetación muestreadas se observó valores similares de FDN. La correlación entre DIVMS y FDN alta ($r = - 0.76$) indicando que altos niveles de DIVMS corresponden a bajos niveles de FDN.

Cuadro 13 Variación en el tiempo de la calidad de los pastos disponibles en las diferentes categorías de vegetación, entre los meses de abril a agosto en Moropotente, Estelí, 2000 (DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido, PC = Proteína cruda).

Categoría de vegetación	Mes de evaluación (2000)	DIVMS	FDN	FDA	PC
PBDAC	Abril	34,7 ± 4,2	80,4 ± 1,0	53,9 ± 6,9	3,5 ± 1,9
	Julio	41,2 ± 8,3	77,6 ± 6,4	53,7 ± 2,9	7,3 ± 1,9
	Agosto	31,7 ± 3,3	79,2 ± 4,4	53,9 ± 5,6	6,4 ± 1,9
	Promedio	35,9	79,0	53,8	5,7
PADAC	Abril	38,2 ± 3,4	81,5 ± 5,5	52,4 ± 3,8	5,8 ± 3,2
	Julio	47,6 ± 6,3	75,4 ± 5,2	41,1 ± 4,1	12,2 ± 4,5
	Agosto	43,0 ± 5,3	75,0 ± 4,2	49,0 ± 1,4	10,2 ± 3,3
	Promedio	42,9	77,3	47,5	9,4
BQ	Abril	35,9 ± 4,5	78,4 ± 2,9	50,4 ± 2,0	4,7 ± 0,9
	Julio	47,0 ± 4,6	76,1 ± 3,6	51,4 ± 3,4	7,6 ± 1,4
	Agosto	46,7 ± 1,6	73,9 ± 0,8	48,6 ± 4,8	6,5 ± 2,9
	Promedio	43,2	76,1	50,1	6,3
Mat	Abril	21,7 ± 3,2	78,5 ± 7,0	64,5 ± 4,9	7,7 ± 1,4
	Julio	61,3 ± 6,0	68,8 ± 8,2	42,8 ± 6,5	18,7 ± 3,8
	Agosto	60,2 ± 4,9	60,2 ± 3,6	37,8 ± 6,4	16,6 ± 1,1
	Promedio	47,7	46,2	48,4	14,3
P + R	Abril	38,6 ± 7,1	76,0 ± 1,3	47,2 ± 5,2	5,6 ± 1,4
	Julio	48,7 ± 4,1	74,2 ± 1,7	46,5 ± 1,2	10,7 ± 2,2
	Agosto	46,9 ± 1,7	72,3 ± 0,9	—	7,9 ± 0,4
	Promedio	44,7	74,2	46,8	8,1

4.7 Calidad de los frutos de carbón

La calidad de los frutos de carbón no varió significativamente ($p < 0.05$) entre las semanas de evaluación, ni entre las categorías de vegetación Mat y PBDAC (Apéndice 9). Las concentraciones promedio determinadas en frutos fueron para las variables PC (13.0%), DIVMS (46,8) FDN (51,6) y FDA (40,9 %) (Cuadro 14) y se

encontró una alta correlación negativa ($r = 0.91$) entre DIVMS y la FDN de los frutos.

Cuadro 14 Variación en la calidad de los frutos de carbón en las categorías de vegetación potreros con alta densidad de carbón y matorral (DIVMS=Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido, PC = Proteína cruda).

Categoría de vegetación	Semanas de evaluación (2000)	DIVMS	FDN	FDA	PC
PADAC	1	46,5	52,4	40,3	13,1
	2	51,9	46,4	37,4	12,8
	3	46,2	50,9	39,2	12,6
	4	55,1	45,1	36,4	13,5
	5	41,0	57,3	45,0	13,7
	6	50,9	51,7	39,8	12,8
Mat	1	52,1	48,1	36,2	12,7
	2	39,6	54,5	45,0	12,8
	3	43,4	52,5	45,1	13,6
	4	41,0	57,0	44,3	12,4
Promedio general		$46,8 \pm 5.61$	$51,6 \pm 3.89$	$40,9 \pm 3.69$	$13,0 \pm 0,47$

4.8 Follaje de carbón

Con respecto al follaje de carbón, el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los meses de evaluación para las variables de DIVMS y FDN (Apéndice 10). El follaje proveniente de árboles en potreros mostró su máximo valor de DIVMS en abril y ésta disminuyó conforme transcurrió el tiempo, mientras en los matorrales el follaje de carbón presentó los menores valores de DIVMS en los meses de abril y agosto en comparación con el valor determinado para el mes de julio con diferencias de (2.1 a 5.7 %). En los potreros la FDN del follaje de carbón, presentó su valor máximo en Julio mientras en los matorrales se registró en agosto (Cuadro 15). La PC del follaje de carbón no varió entre los meses de evaluación, sin embargo se determinó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las categorías de vegetación observándose que la PC del follaje de carbón en los matorrales fue superior en 3,2 % a la encontrada en potreros.

Cuadro 15 Variación en la calidad del follaje de carbón en las diferentes categorías de vegetación en Moropotente, Estelí, 2000 (DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, FDN = Fibra detergente neutro, FDA = Fibra detergente ácido, PC = Proteína cruda).

Categoría de vegetación	Mes de evaluación (2000)	DIVMS	FDN	FDA	PC
PADAC	Abril	44,0 ± 2,0	38,3 ± 5,4	26,6 ± 5,9	19,3 ± 2,5
	Julio	43,9 ± 7,3	44,4 ± 4,7	27,6 ± 6,1	19,7 ± 0,8
	Agosto	33,7 ± 1,3	43,9 ± 0,7	28,7 ± 2,9	19,4 ± 0,1
	Promedio	40,5	38,8	27,6	19,5
Mat	Abril	45,5 ± 0,8	35,2 ± 4,2	21,8 ± 1,9	23,1 ± 0,4
	Julio	47,6 ± 8,0	38,4 ± 5,0	22,7 ± 3,1	25,0 ± 3,9
	Agosto	41,9 ± 3,6	44,4 ± 3,3	28,4 ± 2,9	20,1 ± 0,6
	Promedio	45,0	39,3	24,3	22,7

4.9 Índice de aceptabilidad

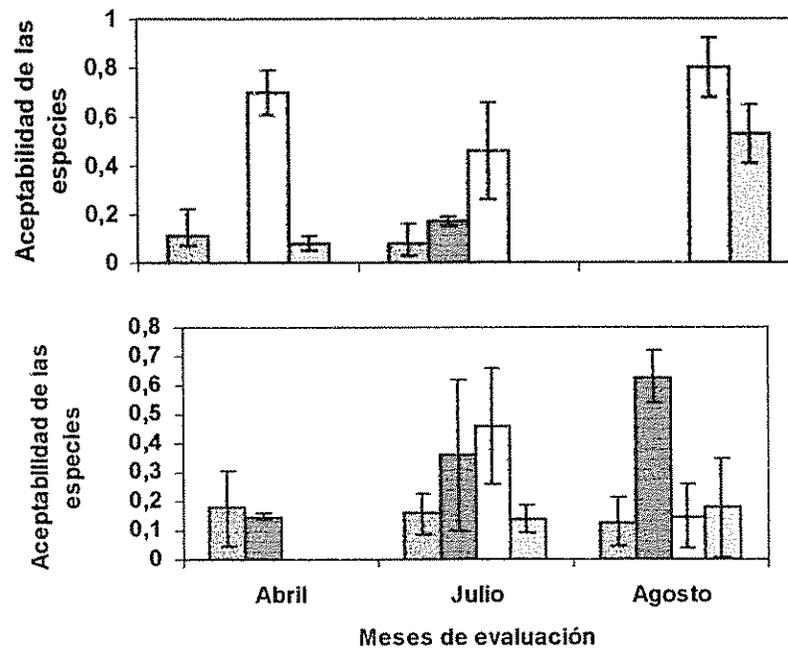
Los análisis de varianza tanto en el matorral como en el PBDAC detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la interacción entre el mes de evaluación y las especies para la variable índice de aceptabilidad (Apéndices 11 y 12). Los animales en potrero presentaron el mayor índice de aceptabilidad por el pasto jaragua el cual en promedio de las tres evaluaciones mostró un índice de 0.65 a pesar de que en el mes de julio se observó un valor inferior para el índice de aceptabilidad de ésta especie con respecto a las evaluaciones de abril y agosto. El índice de aceptabilidad del follaje de carbón fue bajo (0.09) y ésta especie no fue seleccionada por los animales en el mes de agosto.

En cada uno de los meses de evaluación la aceptabilidad mostrada por los animales hacia las especies con excepción del jaragua fue diferente. En el mes de julio vara blanca tuvo una aceptabilidad de 0.17 mientras en el mes de agosto la grama presentó

un índice de aceptabilidad 0.53 (Figura 6).

Por otro lado en el matorral los animales, mostraron la máxima aceptabilidad por vara blanca *Hediozmmum mexicanum*, la cual en promedio de los 3 meses de evaluación presentó un índice de 0.38 observándose además un incremento lineal en la aceptabilidad de ésta especie. La aceptabilidad del carbón varió entre 0.13 a 0.18 y el valor más bajo se registró en el mes de agosto. En el mes de julio la especie que mostró la mayor aceptabilidad por parte de los animales fue jaragua, aunque en los meses de julio y agosto, además de jaragua los animales seleccionaron en sus dietas grama.

a)



b)

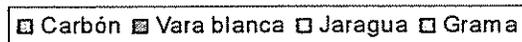


Figura 6 Índice de aceptabilidad de las especies mostrado por los bovinos en las diferentes fechas de evaluación en a) PBDAD y b) matorrales en Moropotente, Estelí, 2000 (Líneas en el gráfico corresponden a La desviación estándar).

4.10 Consumo de especies alimenticias para el ganado en potreros y matorrales

El consumo de pasto en los matorrales varió significativamente ($p < 0.01$) entre los meses de evaluación, pero este no varió en los potreros (Figura 6. En los potreros, el consumo de pasto en el mes de abril fue solamente 1.33 kg MS/100 kg PV y este fue inferior a los valores observados para los meses de julio y agosto (2.0 kg MS/100 kg PV). En los matorrales el consumo de pasto en el mes de julio fue 3.67 kg MS/100kg PV y este valor superó el consumo que se registró para abril y agosto en 1,34 y 1,66 % respectivamente.

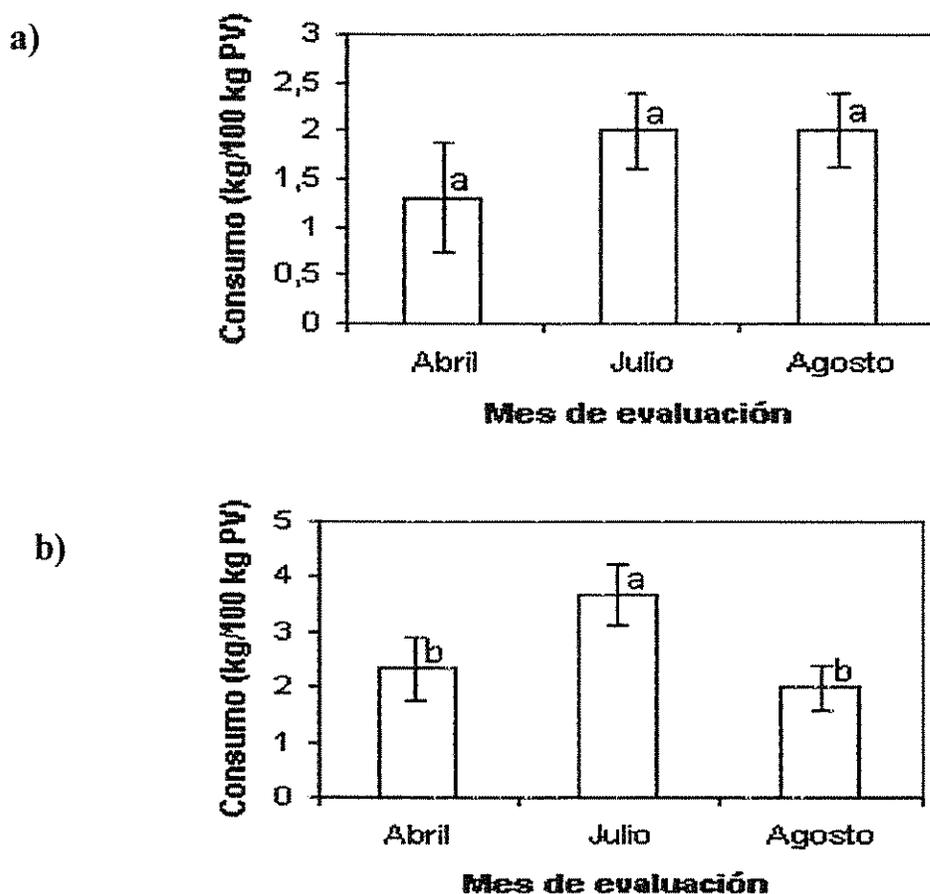


Figura 7 Consumo de especies forrajeras mostrado por los bovinos a) en un PBDAC b) un matorral en Moropotente, Nicaragua, 2000 (Las líneas representan las desviaciones estándar; Barras con la misma letra no difieren significativamente $p < 0.05$).

5 DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de fincas ganaderas

a) Las fincas ganaderas

El 72% de la zona dedicada a la ganadería de doble propósito en APMM está ocupada por las categorías de vegetación que incluyen potreros con árboles de carbón (en altas y bajas densidades) respectivamente. A pesar de que los matorrales solo ocupan un 8 % del área ganadera son de gran importancia porque en ellos se encuentran diferentes especies arbóreas que aportan follaje y frutos para la alimentación animal y la mayoría de leña que requieren los productores para el autoconsumo. De manera similar a los matorrales, los bosques presentes en las fincas son considerados por los finqueros de gran importancia para la producción de leña. La presencia de leñosas en los sistemas de producción los hace más estables desde el punto de vista económico porque además de obtenerse ingresos por venta de leche y carne, se obtienen ingresos adicionales por venta de leña y madera (Pezo *et al.* 1999).

b) El ganado

La ganadería en las fincas de Moropotente es de doble propósito y en ella predominan las razas europeas (holstein, pardo suizo), las razas tropicales (brahman, criollo) y algunos cruces entre éstas. La carga animal promedio fue de 0.5 UA ha/año y se considera similar a la reportada por Tekelenburg y Van Eak, (1998) en la misma zona de este estudio e inferior a la carga de 1 UA/ha reportada para el trópico húmedo mexicano (Álvarez, 1986). El rango de carga animal en Moropotente varió entre 0.019 a 1.28 UA/ha, lo cual muestra que la ganadería se practica extensivamente en grandes áreas (Kaimowitz, 1996). Este desbalance en la cantidad de animales encontrado con respecto al área de la finca se debe a que después de la reforma agraria las fincas quedaron desganaderizadas y no han podido restablecer sus hatos porque la situación crediticia para los pequeños productores es difícil y en la mayoría de casos su capacidad gerencial es baja.

En general las explotaciones con ganadería de doble propósito en Moropotente se desenvuelven en sitios con prolongada sequía, baja disponibilidad de forraje, falta de caminos internos, falta de estanques para aguar los animales, poca división de potreros, falta de pasturas mejoradas, deficiente manejo del hato y bajo potencial genético de muchos de los animales, lo que hace que la producción ganadera sea baja a pesar de que los asentamientos se ubican sobre suelos tipo vertisoles los cuales se caracterizan por presentar alta fertilidad.

Los sistemas ganaderos en Moropotente operan con bajo capital y reducida mano de obra para producir carne, leche y sus subproductos los cuales venden a los comerciantes en sus fincas. Similares características a las de este estudio han sido reportados por Stagnaro (1992) pues este menciona que la sencillez, la estabilidad, la flexibilidad, y liquidez diarias, son las principales características que le permiten a los sistemas de producción de doble propósito adaptarse a las más difíciles condiciones agroecológicas y socio-económicas. Además los análisis económicos muestran que las fincas doble propósito son más rentables que las fincas ganaderas especializadas en producción de carne, debido a que la venta de leche aporta ingresos diariamente (Holmann y Estrada, 1997).

C) El componente arbóreo

Los ganaderos en Moropotente percibieron en orden decreciente de importancia que las leñosas en sus fincas aportan alimento para sus animales, leña, postes, sombra y madera. Resultados similares a los de este estudio han sido reportados en estudios realizados por varios autores (Young, 1997; Souza *et al*, 1999; Harvey *et al*, 1999), para otros sitios de América Central. Los ganaderos indican que las leñosas Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Quebracho (*Lysiloma auritum*), Zopilote (*Pscidia grandifolia*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Capulín (*Trema micranta*), Guayabo (*Psidium guineense*), Higo (*Ficus pertusa*) y Sarzas (*Mimosa spp*), contribuyen a la alimentación de los animales durante la época seca en Moropotente, sin embargo ellos reconocen que el Carbón (*Acacia pennatula*) es la principal especie productora de

frutos y follajes debido a que es una especie muy bien adaptada al ambiente biofísico de Moropotente, ampliamente distribuida y que además sus frutos son muy apetecidos por el ganado. Aunque se cita muy poco en la literatura el uso del carbón como especie forrajera, si es frecuente encontrar el uso de otras especies leñosas en la alimentación animal, porque los frutos y el follaje de las leñosas presentan altos niveles de PC y DIVMS y son ricos en energía, proteína, minerales, vitaminas y en la mayoría de los casos superan en calidad a los pastos presentes en los sistemas de producción ganaderos (Saleen *et al.*, 1979; Le Hoerou, 1980, Adegbola, 1985; Benavides 1989; Roncallo *et al.* 2000).

El impulso del carbón como forrajera debe ser estudiado con atención porque los ganaderos mencionan que cuando las vacas consumen carbón en exceso la leche toma un mal sabor, lo cual podría estar relacionado con algún factor antinutricional, pues es ampliamente mencionado en la literatura que los follajes de algunas especies leñosas contienen sustancias como los fenoles, taninos, saponinas o aminoácidos que influyen el consumo del forraje y afectan la calidad de la leche (Jiménez, 2000). Las leñosas en Moropotente también ofrecen sombriamiento a los animales lo cual ayuda a animales a mejorar su productividad. Los árboles crean bajo sus copas condiciones microclimáticas favorables para el ganado que le permiten aumentar su productividad (carne y leche) debido a 1) mayor consumo de alimentos fibrosos y 2) disminución del estrés calórico. En San Carlos, Costa Rica vacas pastoreando en un sistema silvopastoril laurel (*Cordia alliodora*), con estrella (*Cynodon nlemfluensis*), produjeron hasta un 20 % más de leche que lo que produjeron vacas pastoreando en estrella en monocultivo (Souza *et al.* 1999). Similarmente en Jamaica, uno de los principales motivos por los cuales los finqueros conservan arbóreas en sus fincas es por el sombriamiento que los árboles ofrecen al ganado (Morrison *et al.* 1996).

A pesar de que los ganaderos coinciden en que la presencia de leñosas en sus fincas genera leña, postes, madera, sombra y alimento para los animales, que no es posible percibir en pasturas en monocultivo, las especies leñosas en sus fincas no son plantadas por ellos y más bien son obra de la regeneración natural la cual algunos años es dejada sin chapar.

d) Los pastos

Básicamente en Moropotente el ganado se alimenta de pasturas naturales aunque recién inicia la introducción de algunos pastos de corte. Los pastos jaragua (*Hyparrhenia rufa*), grama (*Cynodon dactylon*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*) son los pastos mejor adaptados a las condiciones biofísicas del sitio. Adicionalmente con la introducción de la caña (*Saccharum officinarum*) y el taiwán (*Pennisetum purpureum*) los ganaderos pretenden suplementar la dieta del ganado que se basa en el pasto que producen los potreros, pues el aporte de los pastos durante la época seca es insuficiente cualitativa y cuantitativamente para mantener los niveles de producción de carne y leche en los sistemas de producción ganaderos en Moropotente.

5.2 Inventario de especies

En cuanto a la riqueza de especies por categoría de vegetación y la similitud de especies entre categorías, se comparó las categorías de vegetación bosques con los matorrales porque las especies en ambas categorías fueron medidas en parcelas de 0.1ha. Por otro lado se comparó la riqueza de especies y la similitud de especies encontrada entre las categorías de vegetación con potreros porque estas fueron medidas en parcelas de 1 ha. No se detectó diferencias significativas en la riqueza de especies encontrada entre matorrales y los bosques. En los bosques se registró un promedio de 11.5 especies y de todas las plantas registradas el 34.5 % correspondieron a las especies *Quercus bumeliodes* y *Quercus segoviensis* que son importantes para la producción de madera. En caso de que las políticas de extracción de productos forestales en el APMM cambien, los ganaderos podrían realizar un adecuado manejo de los bosques para extraer madera, postes y leña sosteniblemente y mejorar sus ingresos. En los matorrales se encontró en promedio 7.5 especies diferentes de plantas por parcela y se determinó que el carbón es la especie dominante porque el 50 % del total de plantas encontradas perteneció a esta especie lo cual tiene gran importancia desde el punto de vista alimenticio para el ganado porque los árboles de carbón aportan frutos, follaje y sombra y son igualmente importantes para los finqueros porque de ellos extraen leña y postes. No se encontró

diferencias en la riqueza de especies entre las categorías de vegetación que incluían potreros. En los PADAC se encontró 10 especies de plantas, en los PBDAC se encontró 10 especies de plantas, mientras en los potreros con roble solo se encontró 5 especies y aunque no se detectó diferencias significativas en la riqueza de especies, los potreros con robles son menos diversos que los potreros con predominancia de carbón. La mayor similitud de especies fue encontrada entre las categorías de vegetación PADAC y los PBDAC debiéndose ello a que estos últimos son los antecesores de los PADAC, mientras que la similitud entre los potreros con árboles de roble y las categorías con presencia de árboles de carbón fue muy baja, evidenciando ello, que éstas categorías de vegetación tienen muy pocas especies en común.

La densidad de plantas por ha presente en las categorías de vegetación bosques y matorrales difirió ($p < 0.05$) con respecto a la densidad de plantas encontradas en las categorías de vegetación con potreros. En los matorrales y los bosques el número de plantas/ha fue mayor que en las categorías de vegetación con potreros probablemente porque en éstas categorías de vegetación el pastoreo es menos intenso durante el año y el hombre interviene menos sobre la vegetación con respecto al área de pasturas con árboles de carbón y roble.

En las categorías de vegetación P + R y PADAC el número de plantas en cada estado sucesional se ajustó a una dinámica de población normal y en este caso se tendría que averiguar cual es el turno de corta de los árboles de cada especie existente dentro de cada categoría de vegetación para realizar un plan de extracción de los productos forestales sin ir en detrimento de la dinámica poblacional. Por el contrario en los PBDAC, los BQ y los Mat, se observó que las plantas no presentaron una adecuada distribución en los diferentes estados sucesionales, pues existen muchas plantas en los estados brinzal y fustal pero pocas en los latizales. La inadecuada distribución de plantas por estado sucesional en las categorías de vegetación PBDAC, P + R y Mat podría ser explicada desde 2 puntos de vista a) todos los años germina una gran cantidad de plantas que en años son dejadas porque no se puede realizar la chapia anual y b) el fuego regula las poblaciones de plantas en los estados iniciales pues en la categoría fustal difícilmente muere un individuo y más bien todos los años se suman

a esta categoría unos árboles más.

En los PBDAC, los BQ y los Mat preocupa el hecho de encontrar tan pocas plantas en el estado latizal alto porque si se extrajera todos los árboles en categoría fustal se rompería el equilibrio y posiblemente se duraría muchos años en restablecerlo nuevamente.

Las PBDAC mostraron una inadecuada distribución de plantas en los diferentes estados sucesionales pues existió gran cantidad de plantas en los estados brinzal y fustal y pocas plantas a nivel de los latizales. Este fenómeno puede ser que esté relacionado con la chapea la cual es un mecanismo por parte de los productores para regular las poblaciones de árboles jóvenes. Camargo *et al.* (2000), en la zona de Esparza en Costa Rica, mencionan que la pobre regeneración natural de *Cordia alliodora* en potreros está correlacionada con la chápia y la quema.

En los bosques y matorrales se observó una baja regeneración de plantas y posiblemente los bajos índices poblacionales están relacionados con el alto sombriamiento que brindan los árboles fustales, pues la cobertura a nivel fustal resulta en un fuerte sombriamiento del suelo y es posible que muchas de las especies que crecen y se desarrollan bajo el dosel necesiten luz para crecer o que en éstas categorías de vegetación, gran parte del follaje se encuentra fuera del alcance del ganado (< 2m) por lo es posible que éste ejerza mayor presión sobre la vegetación en sus estados iniciales y en muchos de los casos las plantas llegan a morir.

5.3 Disponibilidad de los pastos

La disponibilidad de pastos no varió significativamente entre categorías de vegetación lo cual se debe posiblemente a que en el momento en que se realizó las determinaciones de producción de pasto había muy poco forraje acumulado en las pasturas, pero si se detectó diferencias en la producción de forraje entre fechas de evaluación ($p < 0.05$). En el mes de abril la disponibilidad de pasto fue 683 kg MS/ha,

lo cual representa una limitante para la producción animal, debido a que el consumo es altamente correlacionado con la disponibilidad de forraje (Arnold, 1966; Gutiérrez, 1996). La baja disponibilidad de forraje en el mes de abril se debió posiblemente a que estaba llegando al final de la época seca. Posteriormente la disponibilidad de forraje incrementó en los meses de Julio y Agosto porque a mediados de Junio cayeron unos aguaceros que estimularon la producción de los pastos. Otros estudios también han reportado que la producción de forraje en el trópico está altamente correlacionada con la precipitación, pues los meses del año en que se presenta menor precipitación siempre coinciden con una menor producción de forraje (Jones 1982; Cáceres *et al.* 1989; Ibrahim, 1994; Gutiérrez, 1996). El incremento en la disponibilidad de los pastos es posible que no solo esté relacionado con la mayor humedad del suelo sino también con una mayor disponibilidad de nutrientes a nivel del mismo.

5.4 Producción de frutos de carbón

La producción mensual promedio de fruta de carbón por árbol en los árboles dispersos en los potreros fue de 2 kg, mientras la producción promedio semanal por ha calculada en los matorrales fue de 2632 kg/ha. Cabe destacar que existe una gran variabilidad en la producción de frutos por árbol pues algunos son excelentes productores mientras otros producen muy poca cantidad de fruta. El carbón tanto en los PADAC como en los matorrales fructificó entre los meses de Marzo, Abril y Mayo y alcanzó su pico máximo de producción durante el mes de Abril, lo cual tiene gran importancia desde el punto de vista de alimentación de los bovinos porque fue precisamente en Abril cuando los pastos en Moropotente registraron su menor disponibilidad y calidad en los potreros. La disponibilidad de los frutos de carbón en el área hizo que la disminución en la producción de leche y carne no fuese tan drástica. En los lugares donde existe una época seca bien definida la suplementación de los animales con alimentos que provienen de las leñosas juega un papel preponderante, porque estas ofrecen follaje y frutos de alta calidad nutricional, que permiten mantener los niveles de producción de leche y evitan la pérdida de peso corporal en los animales durante los meses que se presenta poca disponibilidad de alimento (Saleen *et al.* 1979; Le Hoerou, 1980;

Adegbola, 1985, Devendra 1995; Benavides, 1998). Por eso es recomendable mantener al menos 30 árboles de carbón a nivel fustal/ha para que los mismos aporten alimentos durante la época seca.

5.5 Valor nutritivo de los forrajes

Las pasturas con PBDAC se caracterizaron por presentar baja calidad nutricional en comparación con las pasturas presentes en las restantes categorías de vegetación. Estas pasturas estuvieron dominadas por los pastos jaragua y grama las cuales son especies que se caracterizan por perder rápidamente su calidad conforme avanza su madurez, principalmente durante la época seca (Rocha y Vera, 1981). En la zona pacífica de Centroamérica, el pasto que se encuentra frecuentemente en los potreros de los sistemas de producción tradicionales es el jaragua. La baja calidad y productividad que muestra ésta especie durante la época seca son las razones que justifican la baja producción animal en estas zonas (Franco *et al.* 1997; Holmann y Estrada, 1997). Los niveles de DIVMS (35.9), PC (5.7) y FDN (79) observados en éste estudio para los PBDAC fueron similares a los reportados por Ibrahim *et al.* (2000) y ligeramente superiores a los reportados por Franco (1997), en pasturas de jaragua (*Hyparhenia rufa*), durante la época seca del pacífico central de Costa Rica. Las pasturas de los matorrales y los PADAC presentaron alta calidad nutricional. Esto puede estar relacionado con el reciclaje de nutrientes que realiza el carbón mediante la pudrición de raíces, el aporte de frutos y de su follaje o la fijación de nitrógeno en el suelo, pues los árboles presentes en las pasturas reciclan nutrientes y los disponibilizan en las capas superiores del suelo que es la parte del perfil del cual extrae los nutrientes el sistema radicular de los pastos Halliday (1984), por lo que es de esperar que especies de árboles que presenten sistemas radicales cuya ubicación en el suelo sea diferencial al espacio ocupado por el sistema radical de los pastos y cuyas copas permitan una adecuada transmisión de luz favorezcan la calidad de las pasturas. Ibrahim (1994), observó que la concentración de PC de pasto (*B. humidicola* y *B. brizantha*) incrementó significativamente en asocio con la leguminosa *Arachis pintoi*. Además es posible que al presentarse mayor densidad de árboles en los suelos de estas categorías se conserve por mayor tiempo la humedad.

Algunos estudios realizados muestran que en sistemas silvopastoriles se conserva por mayor tiempo la humedad del suelo. En estudios realizados en una zona sub-húmeda en Panamá se encontró que los sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Brachiaria humidicola* mantuvieron mayor humedad en el suelo que los pastos en monocultivo, por esta razón las pasturas en los sistemas silvopastoriles presentaron una producción de materia seca (5.7%) y una PC (2.5 %) superiores a los determinados en pasturas puras (Bolívar *et al.* 1999). En este estudio la concentración de PC en los pastos fue mayor en las categorías de vegetación con mayor densidad de árboles en todos los meses de evaluación; esto podría explicarse por el sombriamiento que brindan los árboles. Algunos estudios muestran que las gramíneas incrementan su nivel de PC bajo la sombra (Zelada 1996; Wild *et al.* 1993; Andrade, 1999) pues la sombra favorece la conservación de la humedad del suelo y la tasa de mineralización reflejándose ello en una mayor concentración de N disponible para los pastos (Wild *et al.* 1993).

En términos generales la calidad de los pastos en abril fue baja porque estaba llegando a su fin la época seca, luego incrementó en julio como respuesta a unos aguaceros que cayeron en la zona entre el 15 y el 18 de Junio y luego disminuyó porque desde Junio a agosto cuando se realizó la última evaluación no había llovido en la zona de estudio.

Esta variación encontrada entre meses de evaluación para las variables DIVMS y el PPC, puede ser explicada con base a la respuesta que presentan los pastos a la disponibilidad de agua, pues en condiciones de baja humedad se favorece la alta transpiración y se desarrolla gran cantidad de tejido de sostén, el cual se constituye básicamente de fibras, por lo que tanto la DIVMS como el PPC disminuyen (Quintero *et al.* 1995).

El follaje de carbón se caracterizó por mantener altos niveles de PC especialmente en

los matorrales y bajos niveles de DIVMS, mientras los frutos presentaron valores de DIVMS similares a los del follaje pero niveles de PC inferiores. El follaje de carbón recolectado en árboles de los matorrales presentó una DIVMS de 45.5 en abril, en julio incrementó con la caída de los primeros aguaceros 47,6 y descendió nuevamente porque desde mediados de junio no llovió más en el área del estudio. Esta variación encontrada entre fechas de muestreo para la variable DIVMS en matorrales puede ser explicada en los árboles analógicamente mediante las observaciones realizadas en pastos por Quintero *et al.* (1995), quienes mencionaron que en condiciones de baja humedad se favorece la alta transpiración y se desarrolla gran cantidad de tejido de sostén, el cual se constituye básicamente de fibras, por lo que la DIVMS se ve directamente afectada. El aumento mostrado de abril a agosto para la FDN en este estudio posiblemente es el resultado de un paulatino incremento en la disponibilidad de la humedad en el suelo, lo cual difiere de los resultados encontrados por Jiménez (2000), para ésta misma especie, pues en todas las ocasiones que este determinó la FDN en la época seca, ésta presentó valores superiores a los determinados en muestreos en la época lluviosa. Al igual que en los pastos, los follajes provenientes de matorrales presentaron un nivel 3.29 % superior de PC al determinado en follaje colectado en los PADAC, lo cual se debe posiblemente a que al estar las copas de los árboles entrecruzadas unas con otras el follaje se encuentra menos expuesto a la radiación solar, que el follaje de los árboles en los PBDAC. La variación conjunta encontrada entre PFDN y PFDA; con respecto a la DIVMS es lógica pues se sabe que conforme aumentan los contenidos de fibra en las plantas disminuye su digestibilidad.

En general el follaje de carbón en Moropotente presentó una DIVMS de 42,8 % un contenido de PC de 21.1 % , una FDN promedio de 40.8 y una FDA de 26 %, siendo la calidad de los árboles de carbón en Moropotente superior a la reportada por Jiménez (2000), quien encontró para esta especie una DIVMS de 34.1 %, PC de 16,5 %, y una FDN de 45.35 % y una FDA de 38.4% en el norte de Chiapas, en México.

El carbón es una especie que presenta baja calidad nutricional pues desde el punto de vista proteico y de la DIVMS mostrada ésta especie es inferior en calidad a *Erythrina berteroana* Jiménez (2000), *Morus spp* Estrada, (1997), Flores *et al.* (1998), *Hibiscus*

rosa sinesis Flores *et al.* (1998), *Glicíndia sepium* Jiménez (2000), *Cratylia argentea* Franco, (1997), *Polyscias guilfoylei*, Cáceres, (1996), *Trichantera gigantea* Flores *et al.* (1998), *Calliandra calothyrsus* Flores *et al.* (1998), *Guazuma ulmifolia* Jiménez, (2000) y *Leucaena leucocephala*, Jiménez, (2000). Sin embargo a pesar de que el follaje de carbón presenta una baja calidad con respecto a la calidad mostrada por otras especies leñosas, el carbón en las condiciones de Moropotente puede llegar a ser de gran importancia para la alimentación animal por la excelente adaptación que muestra ésta especie al sitio, no obstante conviene realizar más investigación sobre los aspectos agronómicos de la especie y sobre sus cualidades antinutricionales.

En los matorrales los bovinos presentaron un buen nivel de aceptabilidad para la especie vara blanca (*Hedyozmun mexicanum*) indicando que esta especie tiene un buen potencial para su uso en la alimentación animal, aunque en la literatura no han sido citados datos sobre su calidad. Otra especie de gran aceptación para los bovinos fue el carbón. La aceptabilidad mostrada por los bovinos hacia el follaje del carbón se considera baja lo cual es posible que esté relacionado con la baja palatabilidad de ésta especie, pues las acacias incluyendo el carbón se caracterizan por presentar una alta concentración de taninos condensados que están correlacionados con la baja palatabilidad de éstas especies (Herrera, 1990; Dzowella *et al.* 1995). La baja aceptabilidad del carbón puede deberse también a que en el estrato de los 0 a 2m de altura los árboles de carbón presentaron baja disponibilidad de follaje (< de 300 kg follaje fresco/ha). El consumo de pasto en los PBDAC fue bajo (1.3 %) para el mes de abril, lo cual representa una severa limitante para la producción animal debido a que con éstos niveles de consumo los animales solo alcanzaron llenar un 40% de sus requerimientos nutricionales (NRC, 1998). El bajo consumo de pasto pudo estar relacionado con la baja producción de pasto que además se caracterizó por presentar bajos niveles de DIVMS y PC. La PC del pasto en el mes de abril fue solo 3.5% lo cual según varios autores afecta la eficiencia de fermentación ruminal y tiene efectos negativos sobre el consumo, pues como mínimo se requiere un 7 % de PC para que se lleve a cabo con normalidad la fermentación (Poppi *et al.* 1995; Ibrahim *et al.* 2000).

Los animales presentaron un buen nivel de consumo de follaje en los matorrales especialmente en el mes de julio (3.67%) lo cual indica la importancia del manejo de éste tipo de vegetación para la alimentación durante la época seca. En los matorrales los forrajes se caracterizaron por tener mayor calidad lo cual explica el mayor consumo en ésta vegetación. También es importante anotar que en los matorrales los animales seleccionaron una mayor proporción de carbón en su dieta lo cual posiblemente contribuyó a incrementar el consumo de forrajes lignificados, pues las leguminosas aportan nutrientes a las bacterias durante la fermentación resultando ello en un mayor consumo del forraje fibroso.

5.6 Aplicación del estudio

Según las estimaciones, los matorrales y PADAC producen mayor cantidad de energía y proteína cruda por unidad de área en comparación con la categoría de vegetación PBDAC especialmente durante la época seca cuando hay una fuerte disminución en la disponibilidad de los pastos (Figura 8).

Los datos muestran que en los meses críticos de estrés nutricional, la producción de frutos de carbón y su follaje representan una fuente importante de energía y proteína cruda (Figuras 9 y 10). Durante este estudio se observó que más del 90% de los frutos caídos fueron consumidos por los animales y varios productores afirmaron que el consumo de carbón redundaba en una mayor producción de leche.

Según las encuestas realizadas, un 8 % del área de total se maneja con matorrales y se puede pensar en ampliar ésta área para producir mayor cantidad de alimentos para los animales lo cual les permitiría superar los niveles de producción actuales durante la época seca. Estudios realizados en Colombia muestran que vacas supe mentadas con frutos de algarrobillo (*Pithecellobium amaran*) incrementaron en 0.5 litros la producción de leche cuando fueron supe mentadas sus dietas con 30 % de los frutos de esta especie (Roncador *et al.* 2000). En Moropotente algunos productores recolectan los frutos del carbón para suplementar sus vacas durante la época seca. En cuanto a los estudios con leñosas es deseable realizar estudios nutricionales para

estudiar el patrón de fermentación y la tasa de degradabilidad de éstos alimentos (Orskov y Mc Donald 1979), para dar recomendaciones prácticas sobre el uso de frutos de leñosas para la alimentación animal. En general muchas especies de leñosas entre ellas el carbón tienen frutos con semillas muy duras que no se degradan durante el proceso de fermentación por lo que conviene moler éstas para incrementar el área superficial disponible para que las bacterias realicen adecuadamente la degradación microbiana (Minson, 1990).

En la figura 11 se muestran los requerimientos energéticos y proteicos de los animales mensualmente. Se estimó que los animales obtuvieron 23% y 33% de sus requerimientos de energía y de 33 % y 60 % de sus requerimientos de proteína cruda en las pasturas con alta densidad de árboles de carbón y matorrales, respectivamente (Figura 12) durante la época seca. Los datos muestran claras ventajas a favor del aumento de árboles de carbón en los potreros para sostener la producción animal. La integración de árboles de carbón en potreros podría permitir a los animales tener mayor diversidad de alimento para seleccionar durante el año y una mayor sincronización de la dieta para llenar los requerimientos nutricionales lo cual tiene una gran importancia tomando en cuenta que los follajes y frutos de carbón se caracterizan por presentar mayor proteína cruda.

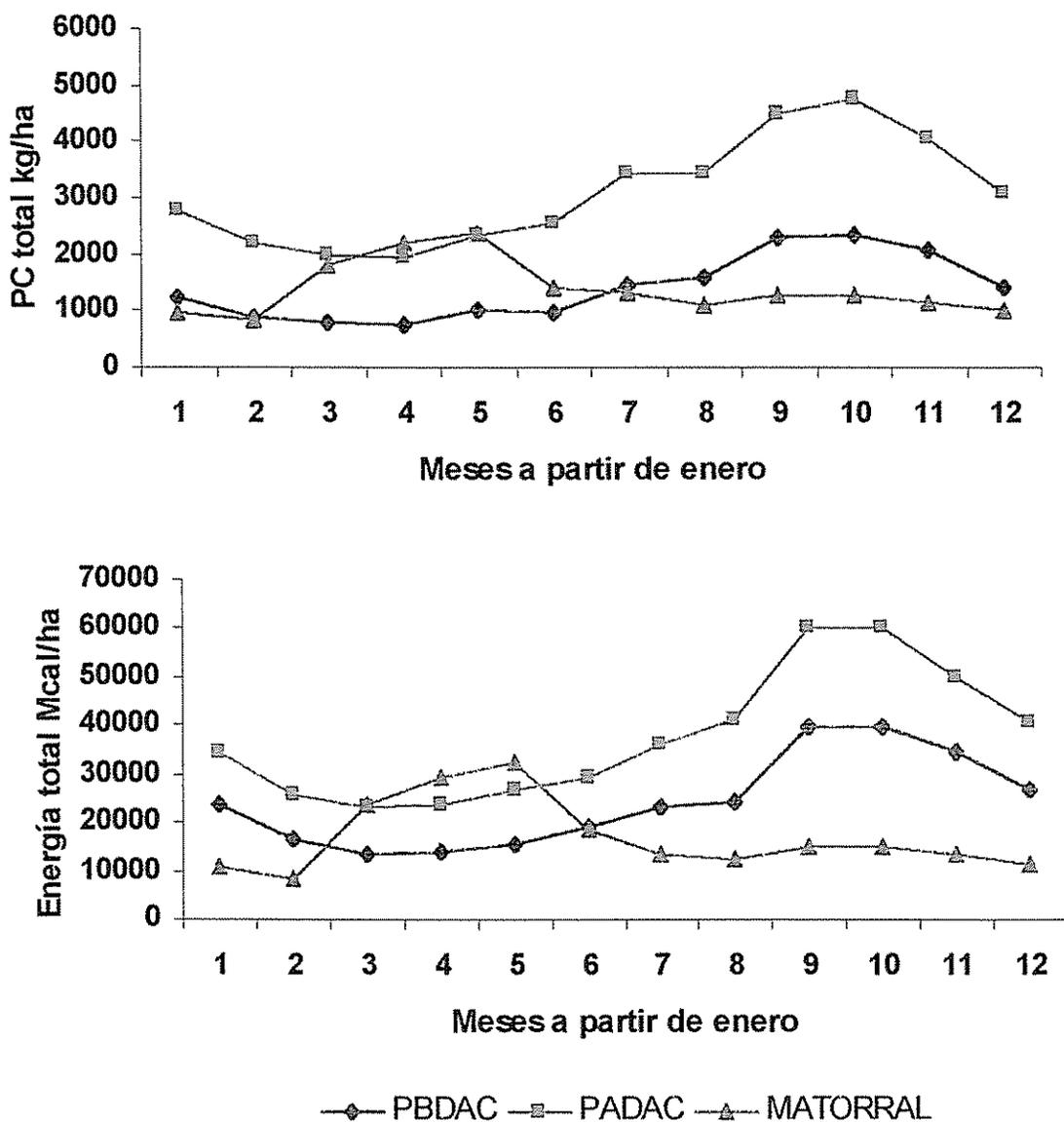


Figura 8 Producción de proteína cruda y energía metabolizable en las categorías de vegetación PBDAC, PADAC y matorral, Moropotente, Nicaragua, 2000.

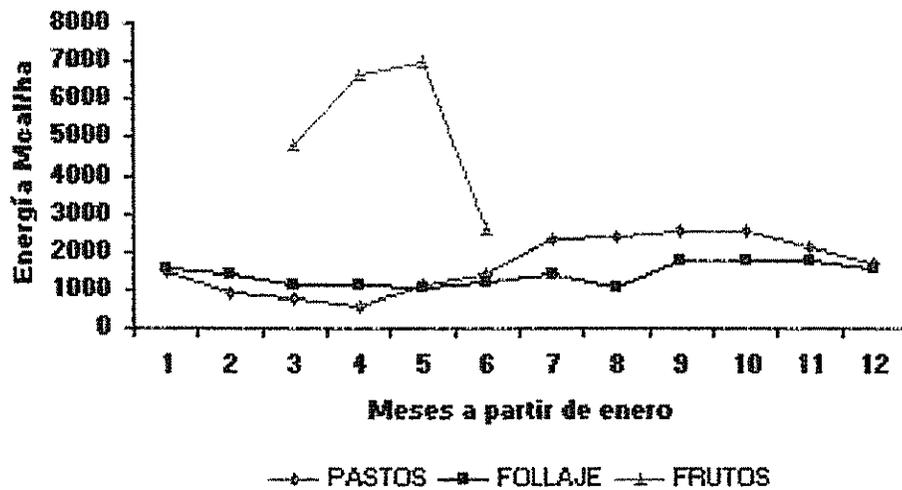
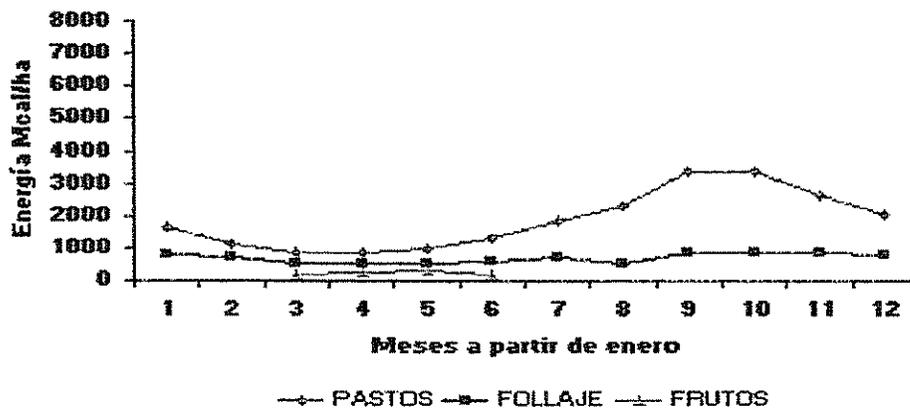
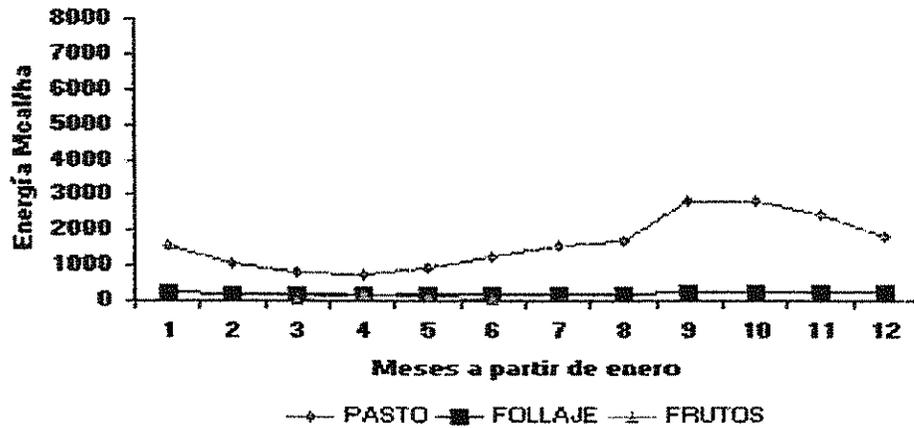


Figura 9 Energía metabolizable aportada por los pastos y el follaje y frutos de carbón en las categorías de vegetación (arriba) pasturas con baja densidad de árboles de carbón; (medio) pasturas con alta densidad de árboles de carbón y (abajo) matorral, en Moropotente, Nicaragua, 2000.

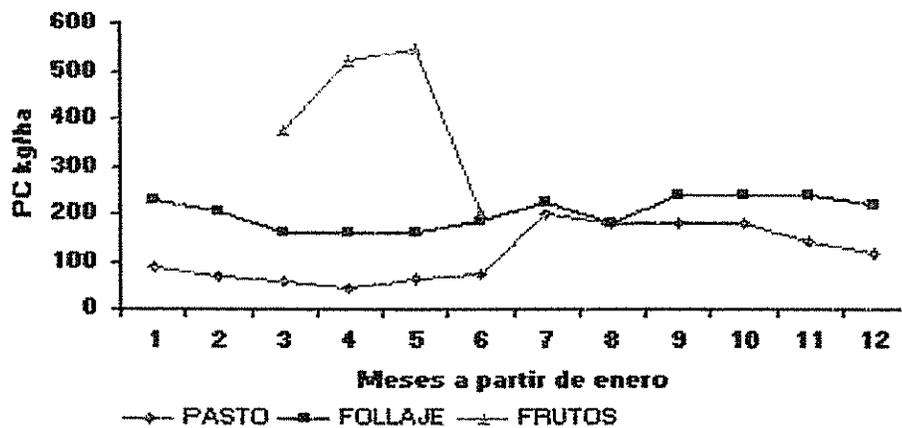
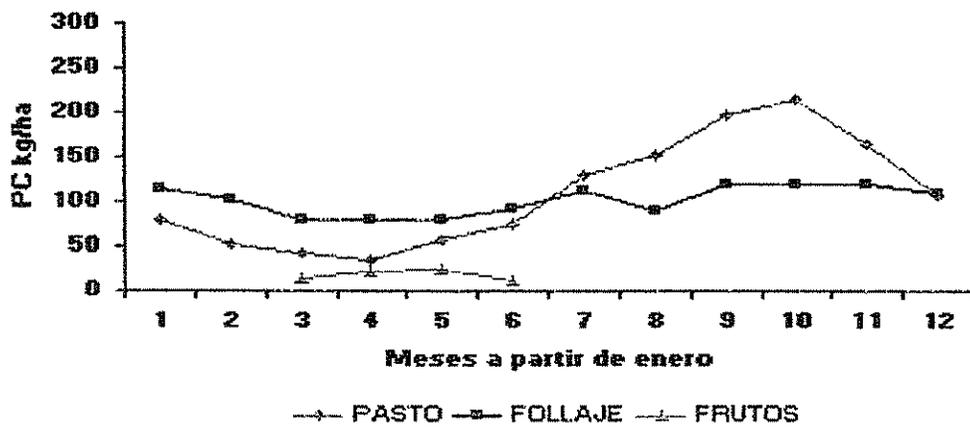
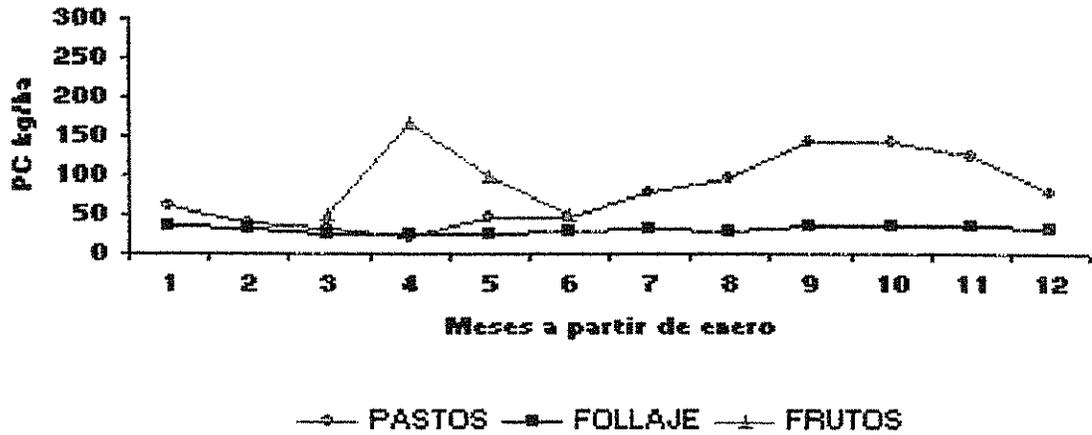


Figura 10 Proteína cruda aportada por los pastos y el follaje y frutos de carbón en las categorías de vegetación (arriba) pasturas con alta densidad de árboles de carbón; (medio) pasturas con baja densidad de árboles de carbón y (abajo) matorral, en Moropotente, Nicaragua, 2000.

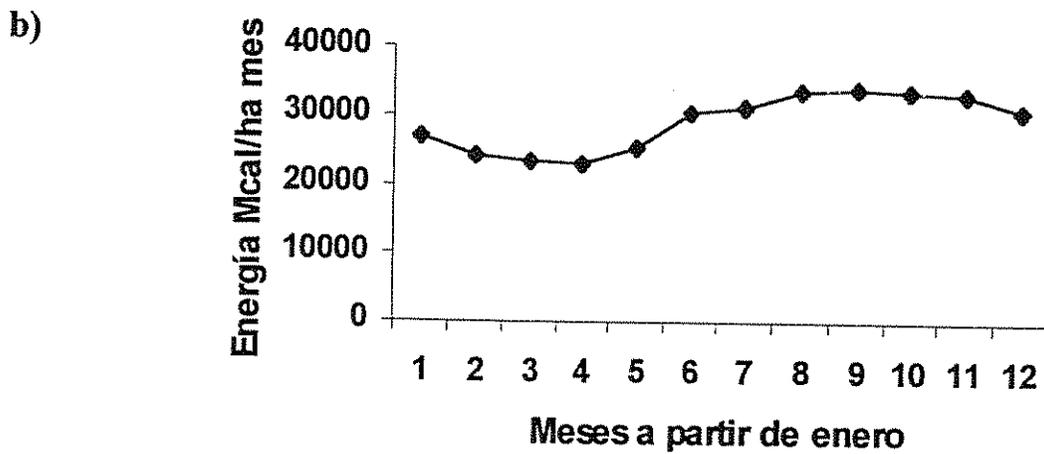
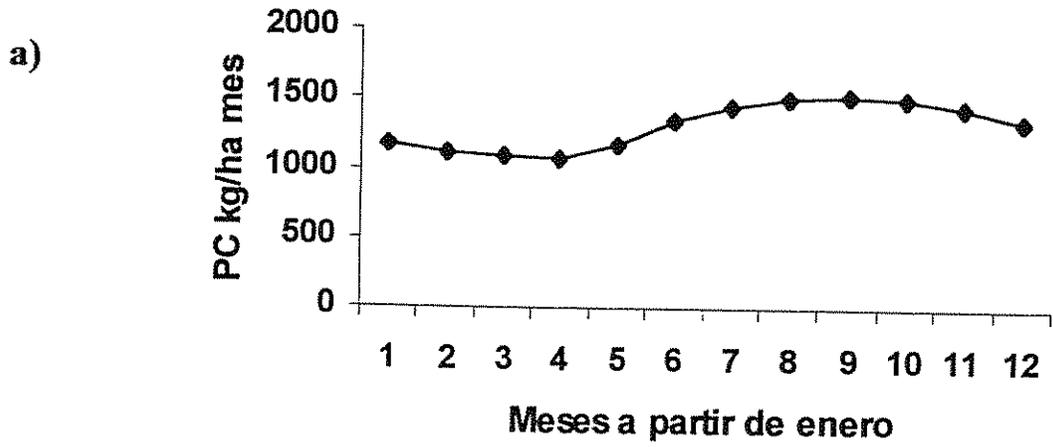


Figura 11 Requerimientos mensuales de a) proteína cruda b) energía metabolizable según NRC (1998) para alimentar 40 UA/400 kg de peso vivo.

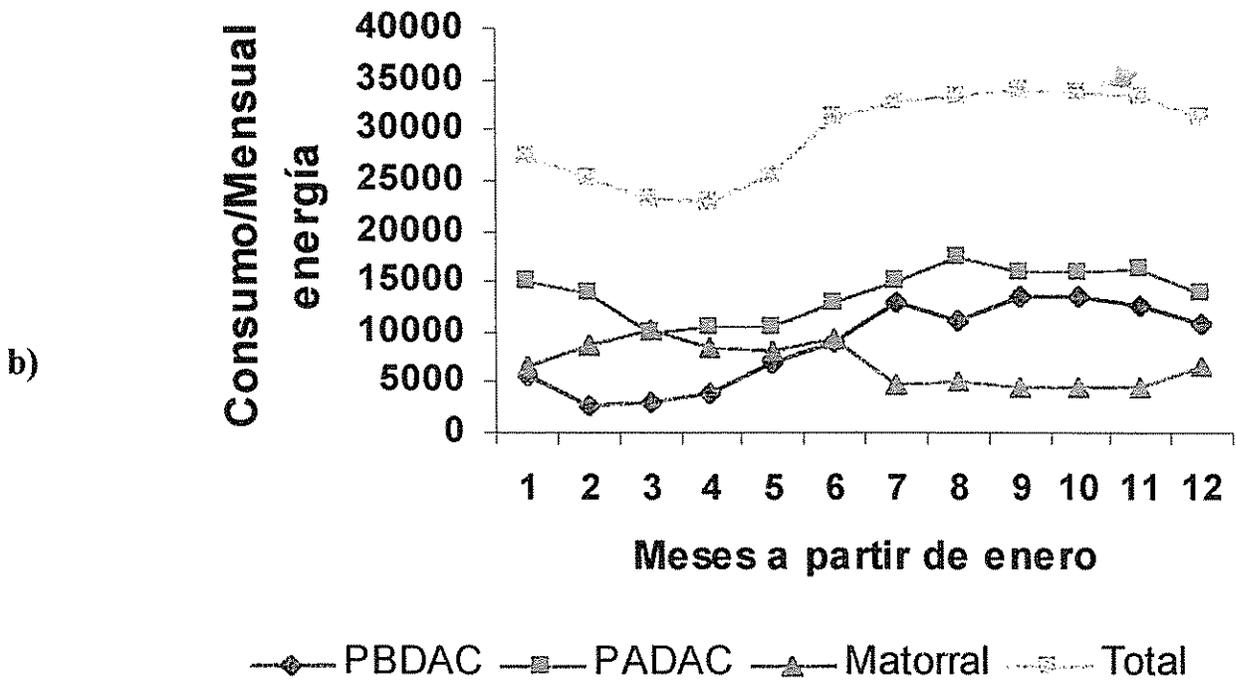
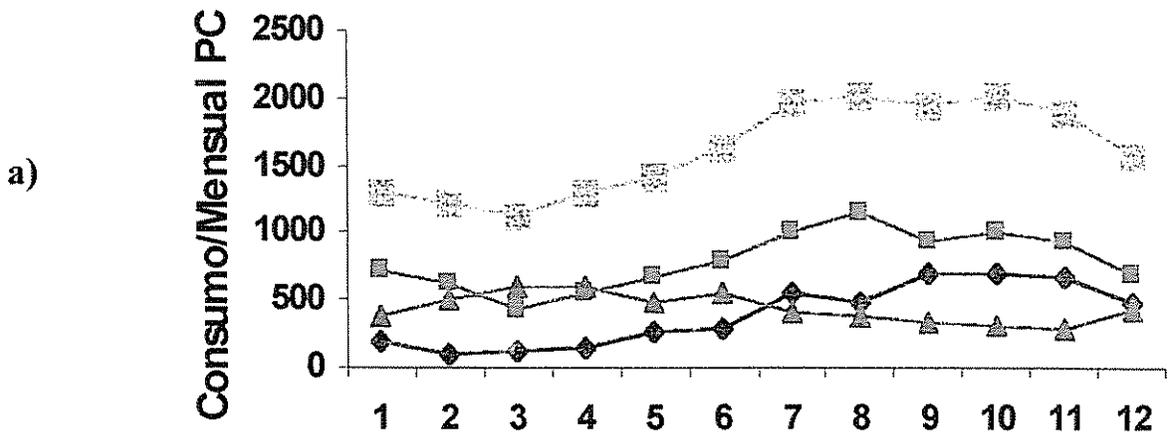


Figura 12 Aporte de a) proteína cruda y b) energía metabolizable de cada una de las categorías de vegetación PADAC, PBDAC y Mat al total de proteína y energía consumidos por el ganado en Moropotente, Nicaragua, 2000.

5.7 Intensidad del uso de la tierra

Los datos de las encuestas mostraron que la carga animal en promedio fue de solamente 0.5 UA/ha indicando que la ganadería se practica en forma extensiva (Tekelenburg y Van Eak, 1998. Muchos de los ganaderos (>50%) manejan la quema de los pastos al final de la época seca para estimular rebrotes tiernos, pero ésta práctica resulta en pérdida de biodiversidad en los sistemas. La introducción de pastos resistentes a la sequía podría incrementar la carga animal, redundando ello en una mejor utilización de los suelos con alto potencial ganadero y ello conllevaría a la liberación de terrenos frágiles para la reconversión a bosques secundarios (Holman sin publicar). Las especies *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* son especies altamente tolerantes a la sequía y con mayor potencial de producción que las especies nativas y no es necesario manejar quemas para estimular los rebrotes.

Para la finca representativa se simuló efectos de cambio de pasturas tradicionales por pasturas mejoradas sobre el uso de la tierra considerando que las pasturas tradicionales solo soportan 0.5 UA/ha mientras las pasturas mejoradas soportan en promedio una carga animal de 1.0 UA/ha. En la Figura 13 se puede observar que el cambio de 20% a 30% en las pasturas con baja densidad de árboles resulta en incrementos en el área de bosque secundario (8 a 28 ha por cada 100 ha) y matorrales (10 a 18,6 ha por cada 100 ha). Estos datos concuerdan con estudios realizados por Holmann (sin publicar) que muestran que la siembra de pastos mejorados resulta en liberación de áreas de la finca para la siembra de bosques, sin embargo este autor anota que los cambios de uso de la tierra dependen de la disponibilidad de capital por parte de dueño de la finca para realizar la inversión de sembrar la pastura mejorada tomando en cuenta que el costo de establecimiento de cada ha es de U\$ 250. En un estudio realizado en Esparza también se ha observado que los cambios tecnológicos de pastos contribuyen con la intensificación de la ganadería en áreas reducidas.

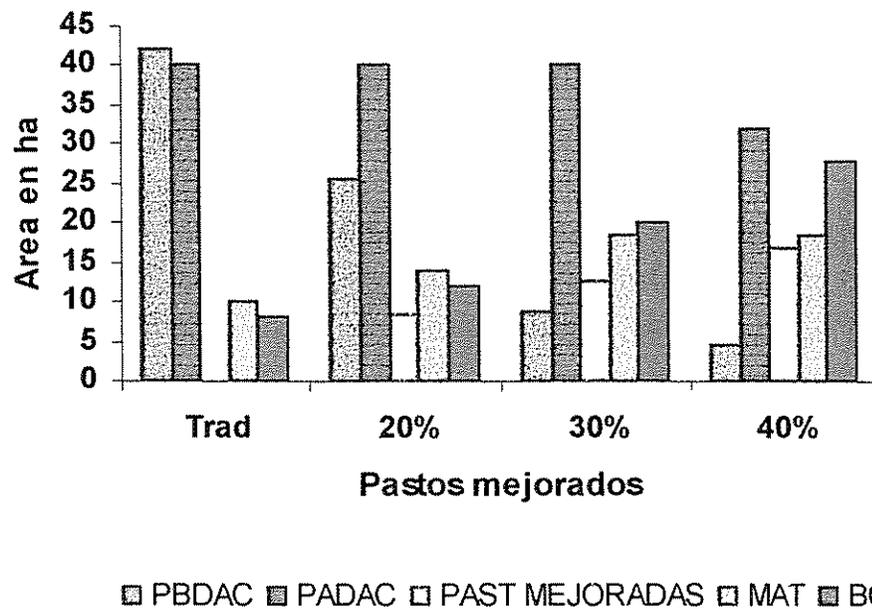


Figura 13 Efecto de la sustitución de las pasturas tradicionales con pasturas mejoradas sobre el uso de la tierra, Moropotente, Nicaragua, 2000.

El incremento de los árboles en potreros y del área de bosques contribuye a la conectividad de los parches boscosos y a la conservación de la biodiversidad (Harvey y Haber, 1999).

5.8 Manejo de pasto y ganado

El potencial de producción de las vacas es bajo debido a que no hay un adecuado sistema de manejo genético y de selección de los animales. Para una mejor utilización de los alimentos, hay que mejorar el potencial genético del ganado lo cual le permitirá a los productores obtener niveles de producción (carne y leche) superiores a los actuales. Además muchos de los productores practican el manejo de pasturas continuo y no hay un manejo estratégico para optimizar el uso de los recursos forrajeros. El manejo de sistema rotacional podría permitir un mejor aprovechamiento de los alimentos (Gutiérrez, 1996).

6 CONCLUSIONES

- 1) Independiente del tamaño de la finca, un alto porcentaje de la tierra se maneja con pasturas con árboles que proveen varias funciones incluyendo alimento para el ganado, leña, madera, postes y sombra para los animales.
- 2) Las encuestas con los productores mostraron que un alto porcentaje de ellos conoce acerca del uso de árboles en potreros con fines de alimentación animal siendo las especies *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia* las que prefieren los ganaderos para alimentar sus animales.
- 3) No se detectó diferencias significativas en la riqueza de especies entre las categorías de vegetación matorrales y bosques ni entre los potreros con árboles. Las categorías de vegetación matorrales y bosques presentaron poca similitud de especies entre sí. Entre las categorías de vegetación que incluían árboles en pasturas la mayor similitud se encontró entre las categorías con árboles de carbón. La densidad de plantas varió significativamente entre categorías de vegetación y se detectó la mayor densidad en los matorrales.
- 4) La disponibilidad de los pastos varió significativamente entre los meses de evaluación observándose los mayores valores de disponibilidad de pasto en julio y agosto cuando hubo mayor precipitación, sin embargo no se detectó diferencias en la disponibilidad de los pastos entre las diferentes categorías de vegetación.
- 5) La producción de frutos de *Acacia pennatula* en los matorrales durante el periodo de fructificación fue de 2633 kg/ha, mientras en los árboles presentes en los potreros en promedio fue de 2 kg/semana.
- 6) La calidad de los pastos tuvo un comportamiento diferente entre los meses de evaluación y en las diferentes categorías de vegetación, observándose las mayores concentraciones de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) y proteína cruda

(PC) del pasto disponible en los matorrales. Los valores más bajos de DIVMS y PC de pasto fueron observados en el mes de abril que correspondió a la época seca.

7) La calidad de frutos de *Acacia pennatula* no varió entre meses de evaluación lo que indica que la calidad de la fruta de ésta especie se mantiene a lo largo de la época de fructificación.

8) La proteína cruda del follaje de carbón varió entre categorías de vegetación siendo superior la calidad del follaje en los matorrales con respecto a los potreros y ésta diferencia se puede relacionar con una mayor tasa de fijación de N en los matorrales.

9) La producción de follaje y los frutos de carbón aportan energía y proteína durante la época seca, cuando el pasto sufre una reducción marcada en la cantidad de energía y proteína disponible.

10) El índice de aceptabilidad de las especies forrajeras (leñosas y herbáceas) por los animales varió significativamente en el tiempo tanto en los matorrales como en los PBDAC. En los matorrales la especie por la cual los bovinos presentaron mayor aceptabilidad fue Vara blanca (*Hedyozmun mexicanum*), mientras en los PBDAC la especie más aceptada fue Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y esto se puede relacionar con los efectos climáticos sobre la producción y calidad de las especies evaluadas y sobre el comportamiento animal durante pastoreo/ramoneo.

11) El consumo de forraje en las pasturas con baja densidad de árboles de carbón y matorrales varió entre los meses de evaluación observándose valores más bajos en el mes de abril que fue el mes donde se presentó la menor disponibilidad de pasto. Sin embargo en los matorrales se encontró un nivel de consumo aceptable en el mes de abril.

7 RECOMENDACIONES

PRODUCTORES

- 1) Los niveles de energía y proteína estimados para la finca representativa de la zona de Moropotente permitirían mantener niveles de producción de leche vaca $^{-1}$ día $^{-1}$ de 3.1 litros en verano y de 5.2 litros en invierno. Sin embargo con la siembra de bancos energéticos como la caña se podría incrementar el nivel de producción hasta en un 25 %. Cabe mencionar que dos productores ya están sembrando caña como bancos energéticos para suplementar los animales durante la época seca.
- 2) Introducir pasturas mejoradas como *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* que presentan alto potencial productivo, se adaptan bien a la sequía y pueden producir adecuadamente bajo sobriamiento. Ello permitiría manejar una carga animal hasta del doble a la actual en áreas reducidas y liberar algunas áreas marginales actualmente utilizadas por la ganadería para dar paso a la regeneración natural.
- 3) Para suplir los requerimientos nutricionales de 40 UA de 400 kg peso vivo se requiere tener 8 ha de matorral, 35 ha con PADAC, 37 ha PBDAC.
- 4) Como la producción de frutos se concentra entre los meses de febrero a junio sería recomendable recolectar el exceso de frutos para suplementar los animales durante el resto del año.
- 5) Realizar podas sincronizadas de los árboles de carbón para ofrecer follaje a los animales e incrementar el consumo durante la época seca.
- 6) En la actualidad el sistema predominante de pastoreo es el continuo, por lo que sería deseable implantar el sistema de pastoreo rotacional para realizar un uso

más adecuado de los recursos forrajeros del área y aumentar los niveles de producción/ha.

INSTITUCIONES

- 7) Capacitar a los ganaderos sobre el manejo de vegetación y de las pasturas para optimizar su uso y realizar así un manejo más adecuado de los recursos naturales.
- 8) Realizar un estudio más profundo acerca de los factores ecológicos y sociológicos que influyen sobre la decisión de los productores de conservar o incrementar los árboles de carbón en sus fincas.
- 9) Estudiar los factores edafofisiológicos que influyen sobre la regeneración de los árboles de carbón en las fincas ganaderas.
- 10) Realizar un estudio bioeconómico sobre la utilidad de la fruta de carbón como suplemento para bovinos.

MARENA

- 11) Debería promover la siembra del carbón en potreros y hacer que los ganaderos mantengan una densidad de 30 a 40 árboles de carbón/ha a nivel fustal, ello permitirá al ganadero, contar con una importante fuente de energía y proteína para sus animales durante el verano y mantendría la diversidad de especies dentro de la reserva.
- 12) La institución deberá permitir la poda de árboles de carbón durante el verano para suplementar los animales con el follaje y dejar que los productores utilicen los postes y la leña que se obtenga por medio de ésta práctica.

INVESTIGADORES

- 13) Repetir ésta investigación durante la época lluviosa para tener una idea de la

variación anual de la disponibilidad y calidad de los forrajes en los cuales basa su dieta el ganado.

8 BIBLIOGRAFIA

- Adegbola, T. 1985. Small Ruminants Production in Nigeria In Proceedings of national Conference on small ruminant Production, Zaria, Nigeria, October 6th a 10th 1985. p. 85 - 99.
- Akin, D.; Brown, R.; Rigsby, L. 1984. Digestion of stem tissues in Panicum species. Crop Science 24: 769 - 763.
- Altieri, M. A. 1996. Agricultura tradicional. In III Curso sobre agroecología y desarrollo rural. Modulo I: Bases históricas y teóricas de la agroecología y el desarrollo rural. 3ra. ed. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo. 33 p.
- Alvarez, F. 1986. Sistemas de producci6n bovino de doble proposito en el tropico Méxicano. In Memorias del seminario sobre ganaderia de doble proposito. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Bogota, Colombia. pp. 46 - 57.
- Andrade, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucaliptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag Sc. Turrialba C.R., CATIE. 69 p.
- Aragón, M. 1981. Evaluación bioeconómica de un hato de doble propósito En el trópico monzónico de Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, C.R., CATIE-UCR. 52 p.
- Arnold, G. W. 1966. The special senses in grazing animals. II smell, taste, and touch and dietary habit in sheep. Australian Journal of Agricultural Research 17:521 - 529.

- Babbie E. R. 1995. *The Practice of Social Research*. 7th ed. Belmont. Wadsworth p. 6.
- Barrios, C.; Beer, J.; Ibrahim, M. 1999. Pastoreo regulado y bostas del ganado para la protección de plantulas de *Pithecolobium saman* en potreros. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 63-68.
- Bateman, J. V. 1970. *Nutrición animal. Manual de métodos analíticos*. México, D.F., Herrero. 468 p.
- Beer, J., Guevara, R. 2000. Priority themes in tropical America for agricultural/forestry development: importance of networking. XXI IUFRO World Congress 2000. Sub-Plenary Sessions. Vol. 1., IUFRO, Kuala Lumpur, Malasia, pp. 891 - 901.
- Benavides, J.E. 1994. La investigación en árboles forrajeros *In* *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed. Por J. E. Benavides, CATIE, Serie Técnica Informe Técnico N° 236, vol. 1. p. 3 – 28.
- Benavides, J. 1998. Arboles y arbustos forrajeros una opción agroforestal para la ganadería. *In* *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales*. Ed. Por F. Jiménez y A. Vargas. CATIE. Serie Técnica Manual Técnico No 32. 30 p.
- Birmingham, D. 1998. Learning local knowledge of soils: a focus on methodology. *Knowledge and Developed Monitor* 6 (2): 7-10.
- Bolivar, D.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Jiménez, F.; Camargo, J.C. 1999. Productividad y Calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23) 48-50.
- Brougham, R. W. 1956. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 7:377-387.

- Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. *In* Agroforestry: realities, possibilities and potentials Ed. Por H.L. Gholz. Dordrecht, Nijhoff. p 169 - 178
- Bustamante, J.; Ibrahim, M.; Beer, J. 1998. Evaluación agonomica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el tropico húmedo de Turrialba. *Agroforesteria en las Américas* 5(19):11-16.
- Cáceres, O, Santana, H; Rivero, L. 1989. Influencia de la época sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de tres gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes* 12: (7): 71 – 81.
- Cáceres, O.; González, E.; Delgado, R. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos Tropicales. *Aralia* (*Polyscias guilfoylei*). *Pastos y Forrajes* 19:93 – 97.
- 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.
- Camero, L.A. 1991. Evaluación del poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) como suplementos proteicos para vacas lecheras alimentadas con heno de jaraguá (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 92 p.
- Cardoso, E. 1986. Performance of young bulls grazing Leucaena Pastures in Brazil. *Leucaena Research* 7:26 – 27.
- Castro, A. 1984. Producción bovina. San José, C. R., UNED. 380 p.

- Corado, L. 1991. Efecto de cuatro niveles de pulidura de arroz sobre la producción de leche de vacas en pastoreo, suplementadas con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana* (walpers) O.F. Cook). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 95 p.
- Crespo, G.; Rodriguez, I.; Sánchez, R.; Fraga, S. 1999. Influencia de *Albizia lebbek* y *Leucaena leucocephala* en indicadores de suelo, el pasto y los animales en sistemas silvopastoriles. In VI Seminario Internacional de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Ed. M. Espinel. CIPAV, Cali, Colombia, 5 p. (CD Rom).
- Cubillos, G. 1981. Producción y manejo de praderas en el trópico húmedo. In Producción y utilización de forrajes en el trópico: compendio. CATIE. Serie Materiales de enseñanza No 10 p. 155 - 176.
- Devendra, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legume. In Tropical Legumes in Animal Nutrición. Ed. Por J. Dmello; Y C. Devendra. Wallingford, R.U. CAB INTERNATIONAL, p. 49 – 66.
- Dzowela, B.H.; Hove, L.; Topps, J.H.; Mafongoya, P. 1995. Nutritional and anti-nutritional characters and rumen degradability of dry matter and nitrogen for some multipurpose tree species with potential for agroforestry in Zimbabwe. Animal Feed Science Technology 55:207-214.
- Estrada, X.A. 1997. Efecto de la sustitución de King grass (*Pennisetum purpureum* * *P. thypoides*) por morera (*Morus sp.*) sobre los parámetros de degradación y fermentación ruminal de cuatro forrajes de calidad contrastante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 70 p.
- Ferrer, G. 1996. Agroforestry ties in with local Knowledge ILEIA, 12 (1): 22.

- Flores, O.I.; Bolívar, D.; Botero, J.A.; Ibrahim, M.A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 10 (1):1-6.
- 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. Turrialba, C.R., CATIE. 75 p.
- Franco, M. H.; Ibrahim, M.; Pezo, D.; Camero, A.; Araya, L. 1997. Degradabilidad ruminal in situ y solubilidad de la proteína de rebrotes de *Cratylia argentea* de diferentes edades. *Agroforestería en las Américas* 5 (17 – 18) 29-33.
- Gutiérrez, M.A. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala su manejo y su utilización base de la producción animal. Ed. G. Ey. Guatemala, Universidad de San Carlos, 317 p.
- Halliday, J. 1984. Registration of nodulation reports for leguminous trees and other arboreal genera with nitrogen fixing members. *Nitrogen Fixing Trees Resp Rep* 2: 38 -- 45.
- Harvey, C.; Haber, W. 1999. Remanent trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68.
- Harvey, C.; Haber, W.; Solano, R.; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿ Herramientas para la conservación? *Agroforestería de las Américas* 6 (24) 19 – 22.
- Hernández, I. 1996. manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el periodo seco de Cuba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 83 p.

- Hernández, D.; Mirta, C.; Reyes, F. 1999. Establishment of a multi-associated silvopastoral system. *Pastos y Forrajes* 22(2):123–134.
- Herrera, M.Z. 1990. Análisis del comportamiento de 12 especies arbóreas de uso múltiple en Guápiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 145 p.
- Holmann, F.; Estrada, D. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífico central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. *In* Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Ed. Por C.E. Lascano; F. Holmann. Cali, CO., CIAT. p 134 - 150.
- Humpreys, L. R. 1966. Pasture defoliation practice. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 32: 93-105.
- Ibrahim, M. 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures for sustainable animal production in the atlantic zone of Costa Rica. Ph.D. Thesis. Wageningen, Wageningen Agricultural University. 129 p.
- Ibrahim, M.; Canto, G.; Camero, A. 1998. Establishment and management of fodder banks for livestock feeding in Cayo. *In: Agroforestry prototypes for Belize*. Ed. M. Ibrahim, J. Beer. CATIE. Serie Técnica, Manual Técnico No. 28. p. 15 – 43.
- Ibrahim, M.; Camero, A.; Pezo, D.; Esquivel, J. 1998. Sistemas silvopastoriles. *In* Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Ed. Por F. Jiménez; A. Vargas. CATIE. Serie Técnica Informe Técnico nº 32. p 289 - 314.
- Ibrahim, M.; Franco, F.; Pezo, D.; Camero, R.; Araya, J. 2000. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics of Costa Rica. *Agroforestry Systems* (In press).

- Ivory, D.A. 1990. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. *In* Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals, (1989, Denpasar Indonesia) Proceedings of a Workshop. Indonesia: Ed. Por C. Devendra. Ottawa, Canada. IDRC, p. 22 - 38.
- Jackson, R.F. 1980. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de los pastos estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y gamalote (*Axonopus micay*). Tesis Ing Agr. Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 72 p.
- Jiménez, M.; Aguirre, J.; Ibrahim, M.; Pezo, D. 1998. Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso posdestete de terneras de lechería. *Agroforestería en las Américas* 5(17-18): 23 - 28.
- Jiménez, G. 2000. Potencial de árboles y arbustos forrajeros en la región Maya Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Ph. D. Mérida, Yucatán Méx. Universidad Autónoma de Yucatán. 229 p.
- Johnson, W.L. 1972. La evaluación nutritiva de los forrajes. *In* II reunión de especialistas e investigadores forrajeros del Perú. Tomo. II. I.I.C.A. pp 12 – 16.
- Jones, R. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as feed for ruminants in the tropics. *World Animal Review*. 31: 13 – 23.
- Jones, R. 1982. Efecto del clima, del suelo y del manejo del pasto en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. *In* Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. Ed. Por O. Paladines, C. Lascano. Cali, Colombia. RIEPT. CIAT. p. 11 - 36.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America in the 80s and 90s. A Police Perspective. Jakarta, I.N. CIFOR. 88 p. CIFOR. Special Publication. 40 p.

- Ivory, D.A. 1990. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. *In* Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals, (1989, Denpasar Indonesia) Proceedings of a Workshop. Indonesia: Ed. Por C. Devendra. Ottawa, Canada. IDRC, p. 22 - 38.
- Jackson, R.F. 1980. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de los pastos estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y gamalote (*Axonopus micay*). Tesis Ing Agr. Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 72 p.
- Jiménez, M.; Aguirre, J.; Ibrahim, M.; Pezo, D. 1998. Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso posdestete de terneras de lechería. *Agroforestería en las Américas* 5(17-18): 23 - 28.
- Jiménez, G. 2000. Potencial de árboles y arbustos forrajeros en la región Maya Tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis Ph. D. Mérida, Yucatán Méx. Universidad Autónoma de Yucatán. 229 p.
- Johnson, W.L. 1972. La evaluación nutritiva de los forrajes. *In* II reunión de especialista e investigadores forrajeros del Perú. Tomo. II. I.I.C.A. pp 12 – 16.
- Jones, R. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as feed for ruminants in the tropics. *World Animal Review*. 31: 13 – 23.
- Jones, R. 1982. Efecto del clima, del suelo y del manejo del pasto en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. *In* Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. Ed. Por O. Paladines, C. Lascano. Cali. Colombia. RIEPT. CIAT. p. 11 - 36.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America in the 80s and 90s. A Police Perspective. Jakarta, I.N. CIFOR. 88 p. CIFOR. Special Publication. 40 p.

- Kirmse, R. D.; Provenza, F. D.; Malechek, J. C. 1987. Clear-cutting Brazilian Caatinga: assesment of a traditional grazing management practice. *Agroforestry systems* 5: 429 - 441.
- Le Hoerou, H. 1980. Browse in Africa. International Symposium on Browse in Africa. The current state of knowlodge (1980, Addis Abada) Browse in Africa. The current state of knowledge, Addis Abada, ET. P 261-289.
- Magurran, A. 1983. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones VEDRA. 199 p.
- Mannetje, L. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation. *In* Measuring of grassland vegetation and animal production. Commonwealth Bureau of pastures of field crops, Bulletin, N^o 52. Hurley, England. pp. 63 - 90.
- Martínez, A.; Ibrahim, M.; Pezo, D.; Mannetje, L. 1993. Selectividad de *A. pintoii* asociado con *B. brizantha* y *B. humidicola* por bovinos en pastoreo en condiciones del trópico seco. CATIE - MAG -UAW Field Report No 92 20 p.
- Minson, D.J.; McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. *In* International Grassland Congress (11. 1970, Surface Paradise, Australia) Proceedings Australia, s.e. p. 719 -722 .
- Minson, D. J. 1971. The nutritive value of tropical pastures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 37: 255 - 263.
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Inglaterra Academic Press 485 p.
- Miñon, D.; Fumagalli, A.; Auslender, A. 1991. Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región chaqueña semiárida. *Revista Argentina de Producción Animal (Argentina)* 11 (3): 275 - 283.

- OET (Organización de Estudios Tropicales) CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 1992. Principios y aplicaciones en los Trópicos. San José, C. R., 622 p.
- Morrison, J.; Gold, M.; Lantagne, D. 1996. Incorporating indigenous Knowledge of fodder trees in to small – scale silvopastoral systems in Jamaica. *Agroforestry Systems* 34: 101 – 117.
- Musselman, P. 1992. Determining Inventory Needs for Forest Resource Appraisal. *In* Proceedings of the stand inventory technologies: an international multiple resource conference. pp. 1 - 5.
- Nair, P. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht, Netherlands, Klumer Academic 499 p.
- Norton, B. W. 1982. Differences between species in forage quality. *In*. Nutritional Limits to Animal Production from Pastures; St. Lucia. Queens land Symposium, 1981. Proceedings of an International. Ed. by J. B. Hacker. Farnham Royal, UK, CAB. p. 89 - 110.
- NRC. 1998. Nutrient requeriments of dairy Cattle, 6th ed. Washington, D.C. National Academy of Sciences, 157 p.
- Orskov, E.; Mc Donald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen for incubation measurements weighted according to rate passage. *Journal of Agricultural Science (G. B.)* 92: 499 – 503.
- Oviedo, F.; Benavides, J. 1994. Utilización del forraje de morera (*Morus spp*), en la suplementación de vacas de lechería en pastoreo. *In* Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera (1994, Matanzas, Cuba). Resúmenes. Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" p. 18.

- Pezo, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. *In* Producción y utilización de los forrajes en el trópico: compendio. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no 10. p. 70 - 102.
- Pezo, D. 1982. El pasto como base de la producción bovina. *In*. Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina en el trópico. Programa de formación de recursos humanos. Unidad de capacitación. Turrialba, C.R. CATIE. p. 87 - 91.
- Pezo, D.; Ibrahim, M. 1998. CATIE. Materiales de enseñanza n° 40 258 p.
- Pezo, D; Ibrahim, M; Beer, J; Camero, L. A. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. 47 p.
- Poppi, D.; Norton, B. 1995. Intake of tropical legumes. *In* Tropical Legumes in Animal Nutrition. Eds. D. D'Mello and J.P.F. Devendra. Wallingford, UK. CAB International p. 173 – 190
- Preston T R.; Leng R. 1987. Ajustando los Sistemas de Producción Pecuaria a los Recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2da ed. Cali, Colombia., Condrit 312 p.
- Quintero, B.; Clavero, T.; Rincón, C.; Villar, A.; Febres, O. 1995. Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y la producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia, 12: 81 – 94
- Reid, J. T. 1967. El valor relativo de los resultados agronómicos y con animales en investigación en pastura. *In* Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Ed. Por O. Paladiens. Montevideo, I.I.C.A. p. 31-72.
- Rocha, P.G.; Vera, R.R. 1981. Structural carbohydrates, protein and in vitro digestibility Of 8 tropical grasses. Turrialba, (C. R.) 31 (1) 15 - 20.

- Romero, F.; Abarca, S.; Corado, L.; Tobon, J.; Kass, M.; Pezo, D. 1993. Producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Costa Rica. *In Erythrina in the New and Old Worlds*. Ed. S. Westley, M. Powell. Paia, Hawaii, USA. NFTA. p. 223 - 239.
- Roncallo, B.; Torres, E.; Sierra, M. 2000. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*) durante la época de lluvias. *In Simposio Internacional Sistemas Agroforestais Pecuários na América do Sul. Bibliografía seleccionada da Rede Latino-Americana de Sistemas Agroforestais Pecuários*. (CD)
- Saleen, M.; Oyatogum, O.; Chheda, H. 1979. Nigeria. *Journal Animal Production*. 6 (1:2): 3 -7.
- Schönhut, M.; Kievelitz, U. 1994. Diagnóstico rural rápido; diagnóstico rural participativo: métodos participativos de diagnóstico y planificación en la cooperación al desarrollo. Eschborn, Alemania, GTZ. 134 p.
- Simón, L. 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo. *In Sistemas Silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional*. Santafé de Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura - CONIF. p. 31 - 42.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19: 233 - 240.
- Souza, M.; Ibrahim, M.; Sales, S. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de leche. *In 1 Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Sostenible*. Cali, Colombia. 68 p.
- Souza de Abreu.; 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.

- Stagnaro, C. 1992. Ganadería Mestiza de doble propósito. Zulia, Venezuela. Ediciones Astro. 200 p.
- Stobbs, T. 1972. Suitability of tropical pastures for milk production. *Tropical Grassland* 6: 67 – 69.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie Técnica, Informe Técnico N° 313, 71 p.
- Tekelenburg, T.; Van Eak, E. 1998. Pautas para planes y políticas de desarrollo sostenible. *In* Resultados del proyecto piloto Análisis Ambiental Estratégico del Municipio de Estelí. Nic. Secretaría de Medio Ambiente de la Alcaldía de Estelí. 101 p.
- Tilley, J. M.; Terry, R. A. 1963. A two stage - technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-110.
- Tothill, J. C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. *In* Measuring of grassland vegetation and animal production. Mannetje, ed. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, England. Bulletin, N° 52.p. 22 - 55.
- Van Soest, P.; Robertson, J. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. Laboratory manual for animal science. Cornell University (N.Y.,EE.UU.). N° 613, 165 p.
- Vanegas, B. 1993. Evaluación comparativa de la evaluación de ocho pastos en la comunidad de cangrejo verde, asentamiento, Coto Sur. Tesis Ing Agr. Heredia, C.R. Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional. 109 p.
- Vickery, P.J. 1981. Pasture growth under grazing. *In* Grazing animals. Ed. F.H.W. Morley. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing. (World, Animal Science, B1). p. 55 - 77.

- Viera, C.; 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, C.R. 25 p.
- Villareal, C.M. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre la producción de algunas características del pasto estrella (*Cynodon nlenfuensis*) Tesis. Mag. Sc. Turrialba, C.R.,CATIE. 81 p.
- Warren, M. 1989. Introduction. *Studies in Technology and Social Change*, 13: 1-3
- Whiteman, P.C. 1980. *Tropical pasture science*. Oxford. Oxford University Press. 392 p.
- Wild, D.; Wilson, J.; Shelton, H. 1993. Shading increases yield of nitrogen limited tropical grasses In *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*. Rockhampton, Australia. pp 2060 – 2061.
- Young, A. 1997. *Agroforestry systems for soil management*. 2da. ed. International, New York, CAB. 320 p.
- Zelada, E.; Ibrahim, M. 1997. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras en el trópico húmedo de Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (ALPA)* 5: 42 - 44.

9 APÉNDICES

Apéndice 1 Encuesta realizada a los productores de Moropotente para captar la información acerca de los sistemas de producción ganaderos y el conocimiento local de los productores Moropotente, 2000.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE).

ENCUESTA PARA CONOCER EL MANEJO DEL GANADO Y LAS LEÑOSAS EN LAS FINCAS GANADERAS DE MIRAFLOR ESTELÍ.

I. EL PROPIETARIO.

1. Finca # -----
2. Nombre del propietario (a) -----
3. Comunidad-----

II LA FINCA.

4. ¿Cuál es el área total de su finca?-----
5. ¿Cuales categorías de vegetación presenta su finca ganadera en la actualidad y cual es su tamaño (ha) ? ----- a) Potreros con > de 30 árboles dispersos ----- b) Potreros con < de 30 árboles dispersos -----c) Matorral -----d) Potreros con roble----- f) Bosques-----.
6. ¿Cuál fue el uso de las áreas con las categorías de vegetación en los últimos 5 años y cual fue su tamaño (ha) ? ----- a) Potreros con > de 30 árboles dispersos ----- -- b) Potreros con < de 30 árboles dispersos -----c) Matorral -----d) Potreros con roble----- f) Bosques-----.
7. ¿ La finca en que trabaja es a) propia----- b) alquilada-----c) otra categoría.
7. ¿Cuál es su ingreso por concepto de la actividad ganadera.? a) < de 50\$ b) 50 a 70 \$ c) 70 a 100 \$ d) de 100 a 250 e) más de 250\$.

IV. EL SISTEMA GANADERO.

9. ¿ Cuantas cabezas de bovinos tiene usted ? a) < de 3 cabezas b) de 3 a 10 cab c)de 10 a 15 d) de 15 a 40 cab y e) > de 40 cabezas.

10. ¿ Cuantos vacas en producción ? a) < de 3 cabezas b) de 3 a 10 cab c) de 10 a 15 d) de 15 a 40 cab y e) > de 40 cabezas.
11. ¿ Cuantos litros de leche produce por día?-----
12. ¿ Cuantas cabezas de ganado vende usted al año ? ----- ¿-Porqué lo vende? a) Por falta de pasto b) Por problemas económicos c) Otros-----
13. ¿ Cuales son los principales pastos en su finca? a) Jaragua b) Paspalum c) Otros.
- 14 ¿ Tiene usted árboles en su finca? Si----- No -----
- 15 ¿ Qué especies?-----
- 16 ¿ Porqué le gusta dejar árboles en su finca?
- 17 ¿ Tiene usted especies las cuales el ganado consume su fruta? Si --- No----
- 18 ¿ Qué especies consumen frutos comestibles para el ganado en su finca? a) Guácimo b) Carbón c) Gliricidia d) otras.
- 19 ¿ En qué mes produce fruta cada especie de las anteriores? 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
- 20 ¿ Cual especie prefieren sus animales? a) Guácimo b) Carbón c) Gliricidia d) otras.
- 21 ¿ Tiene usted en su finca árboles los cuales el ganado consuma su follaje? Si--- No---
--
- 22 ¿ Qué especies consumen follaje comestible para sus animales? a) Guácimo b) Carbón c) Gliricidia d) otras.
- 23 ¿ Cual especie prefieren sus animales? a) Guácimo b) Carbón c) Gliricidia d) otras.
- 24 ¿ Que tipo de manejo le ofrece usted a los árboles en su finca ganadera?
- 25 ¿Han presentado problemas sus animales por haber consumido alguna especie leñosa?
a) intoxicaciones b) Mal sabor de la leche c) Timpanismo d) Otras.
- 26 ¿ Con qué frecuencia pastorea usted sus animales en los bosques de roble?
- 27¿ Qué especies consumen sus animales en los robledales?

APÉNDICE 2 Especies leñosas presentes en las fincas según la entrevista realizada a los ganaderos Moropotente, Nicaragua, 2000.

	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
CARBON1				
0	1	2.6	1	2.6
1	38	97.4	39	100.0
ZOPILOT1				
0	29	74.4	29	74.4
1	10	25.6	39	100.0
MILIGUI1				
0	28	71.8	28	71.8
1	11	28.2	39	100.0
EUCALIP1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
ROBLE1				
0	25	64.1	25	64.1
1	14	35.9	39	100.0
MORA1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
FRIJOLI1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
INDIO1				
0	33	84.6	33	84.6
1	6	15.4	39	100.0
QUEBRA1				
0	33	84.6	33	84.6
1	6	15.4	39	100.0
GUACIMO1				
0	22	56.4	22	56.4
1	17	43.6	39	100.0
MATAPALI				
0	37	94.9	37	94.9
1	2	5.1	39	100.0
HIGUERO1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
ACACIAS1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
MATASAN1				
0	37	94.9	37	94.9
1	2	5.1	39	100.0
MADERO1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
SARAY1				
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
GUANACA1				
0	36	92.3	36	92.3

1	3	7.7	39	100.0
CEDRO1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	36	94.7	36	94.7
1	2	5.3	38	100.0
CARANAL	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	35	92.1	35	92.1
1	3	7.9	38	100.0
MAMASQU1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	35	89.7	35	89.7
1	4	10.3	39	100.0
GUACUC1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
CORALIT1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
AGUACAT1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
CHINCHE1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
GUACHIL	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
LAUREL1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	37	94.9	37	94.9
1	2	5.1	39	100.0
PINO1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	37	94.9	37	94.9
1	2	5.1	39	100.0
CAPULIN1	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0
MATORRAL	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	38	97.4	38	97.4
1	1	2.6	39	100.0

APÉNDICE 3 Nombres científicos, nombres comunes y usos de las plantas encontradas en el inventario realizado en la zona ganadera de Moropotente, Nicaragua, 2000.

Nombre científico	NOMBRE COMÚN	Tipo de planta	Usos
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Comizuelo	Leñosa	Leña
		Leñosa	Leña, poste, sombra, alimento para ganado
<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schltl.) Benth.	Carbón		
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Varilla negra	Leñosa	Forraje
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Aguja de bledo	Herbácea	Mala hierba
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Anona	Leñosa	Frutal
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldl.	?????	Herbácea	
<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.	Arco	Leñosa	Madera
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth.) Triana & Planch.		Leñosa	Medicinal
	Caraña		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo	Leñosa	Medicinal
<i>Calea ternifolia</i> Kunth.	Murupo de perro	Herbácea	Forraje
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meins.	Barva de gato	Leñosa	Forraje, leña
<i>Capsicum annum</i> L.	Palo de chiles	Leñosa	Frutos
<i>Carpinus tropicalis</i> (Donn. Sm) Lundell.	?????	Leñosa	Leña
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold.	Chilca	Leñosa	Leña
<i>Casimiroa sapota</i> Oerst.	Matasano	Leñosa	Frutos
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Leñosa	Madera, leña
<i>Cestrum tomentosum</i> L.	Huesito	Leñosa	Leña, postes
<i>Chiococca semipilosa</i> Standl. & Steyer.		Leñosa	Forraje
	Comida de culebra		
<i>Cnidocolus acunitifolius</i> (Mill.) Johnston.	?????	Herbácea	Maleza
<i>Cordia spinescens</i> L.	?????	Herbácea	Maleza
<i>Croton heterochrous</i> Mull. Arg.	Muñeco	Leñosa	Forraje
<i>Eugenia guatemalensis</i> J. D. Sm.	Saray	Leñosa	Leña
<i>Eupatorium pittieri</i> Klatt.	Matorral		
<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	?????	Herbácea	
<i>Ficus pertusa</i> L.f	Higo	Leñosa	Frutos
<i>Galphimia glauca</i> Cav.	Grano de oro	Herbácea	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo	Leñosa	Forraje y frutos
<i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker.	Bejuco	Herbácea	Maleza
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Brig.	Chan	Herbácea	Maleza
<i>Hyptis obtusifolia</i> C. Presl ex Benth.	Chan	Herbácea	Maleza
<i>Idigofera costaricensis</i> Benth.	?????	Herbácea	Maleza
<i>Iresine calea</i> (Ibañez.) Standl.	Jovillo	Leñosa	Maleza

<i>Justicia comanata</i> (L.) Lam.	?????	Herbácea	
<i>Karwiskia calderonii</i> Standl.	Miliguiste	Leñosa	Madera, muebles
<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) Becker.	?????	Herbácea	
<i>Lysiloma auritum</i> (Schltl.) Benth.	I	Leñosa	
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torrey.	?????	Herbácea	
<i>Mimosa acantholoba</i> (Humb. & Bonpl ex Will.) Poir.	Garabatillo	leñosa	Forraje
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl ex Willd.	Sarza	Herbácea	Forraje
<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle.	Sarza de tanque	Herbácea	Forraje
<i>Opuntia cochinillifera</i> (L.) Mill.	Nopal	Herbácea	
<i>Pehria compacta</i> (Rusby) Sprague, J.	Varilla colorada	herbácea	Forraje
<i>Petiveria alliacea</i> L.	Zorrillo	Herbácea	
<i>Piscidia grandifolia</i> (Donn. Sm.) I. M. Johnst.	Zopilote	Leñosa	Forraje, frutos
<i>Pisonia macranthocarpa</i> J. D. Sm.	Espino Negro	Leñosa	Artesania
<i>Pithecelobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Espino Blanco	Leñosa	Forraje
<i>Pouzolzia parasitica</i> (Forssk.) Schweinf.	Guakike	Leñosa	Forraje
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Guayabo	Leñosa	Frutos, leña
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Mazon, J. Wash.	Helecho Macho	Herbácea	Maleza
<i>Quercus benthamii</i> A. DC.	Roble encino	Leñosa	Madera, leña
<i>Quercus bumeliodes</i> Liebm.	Roble	Leñosa	Madera, leña
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	Roble	Leñosa	Madera, leña
<i>Senna skinneris</i> (Benth.) H. S.	Umanda	Leñosa	Madera, leña
<i>Solanum acerifolium</i> Ducnal.	?????	Herbácea	Maleza
<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	?????	Herbácea	Maleza
<i>Stachytarpheta frantzii</i> Pol.	Chupa chupa	Herbácea	
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott.	?????	Herbácea	
<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba lisa	Herbácea	
<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) Presl.	?????	Herbácea	
<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.	Chinche	Leñosa	

Apéndice 4 Abundancia por especie en cada una de las categorías de vegetación según el inventario de especies realizado en la zona ganadera en Moropotente, Nicaragua, 2000.

C	N	B	L	L	F
A	C	R	A	A	U
T	I	I	T	T	S
V	E	N	B	A	T
E	T	Z	A	L	A
G	I	A	J	T	L
		L	O	O	
Bosque de ro	<i>Acacia pennatula</i>	3	0	1	0
Bosque de ro	<i>Anoda cristata</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Calea ternifolia</i>	20	1	0	0
Bosque de ro	<i>Calliandra calothyrsus</i>	9	22	2	0
Bosque de ro	<i>Cestrum tomentosum</i>	1	2	0	0
Bosque de ro	<i>Cordia spinescens</i>	10	0	0	0
Bosque de ro	<i>Croton heterochrous</i>	2	4	0	0
Bosque de ro	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	2	1	1	0
Bosque de ro	<i>Galphimia glauca</i>	0	0	1	0
Bosque de ro	<i>Hypoestes phyllostachya</i>	2	1	2	20
Bosque de ro	<i>Hyptis obtusifolia</i>	4	1	0	0
Bosque de ro	<i>Idigofera costaricensis</i>	0	1	0	0
Bosque de ro	<i>Lysiloma auritum</i>	1	1	0	7
Bosque de ro	<i>Mimosa acantholoba</i>	0	1	1	0
Bosque de ro	<i>Mimosa albida</i>	11	10	0	7
Bosque de ro	<i>Mimosa diplotricha</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Piscidia grandifolia</i>	1	1	0	4
Bosque de ro	<i>Pouzolzia parasitica</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Psidium guineensis</i>	0	1	0	0
Bosque de ro	<i>Pteridium arachnoideum</i>	4	2	0	0
Bosque de ro	<i>Quercus benthamii</i>	0	0	0	10
Bosque de ro	<i>Quercus bumeliodes</i>	4	4	10	38
Bosque de ro	<i>Quercus segoviensis</i>	9	11	10	15
Bosque de ro	<i>Senna skinneri</i>	0	0	1	0
Bosque de ro	<i>Solanum erianthum</i>	0	2	0	0
Bosque de ro	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	4	0	0	0
Bosque de ro	<i>Waltheria indica</i>	1	0	0	0
Matorral	<i>Acacia pennatula</i>	2	16	22	143
Matorral	<i>Apoplanesia paniculata</i>	0	0	0	2
Matorral	<i>Calea ternifolia</i>	7	2	0	0
Matorral	<i>Capsicum annum</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Cedrela odorata</i>	0	0	1	0
Matorral	<i>Chiococca semipilosa</i>	1	1	2	5
Matorral	<i>Cordia spinescens</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Croton heterochrous</i>	29	26	0	0
Matorral	<i>Hyptis mutabilis</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Iresine calea</i>	0	1	0	1
Matorral	<i>Justicia comanata</i>	3	2	0	0
Matorral	<i>Karwinskia calderonii</i>	0	0	0	1
Matorral	<i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	1	0
Matorral	<i>Mimosa albida</i>	2	0	0	0
Matorral	<i>Opuntia cochinillifera</i>	0	0	0	10
Matorral	<i>Petiveria alliacea</i>	1	1	0	0
Matorral	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	0	2	0	0
Matorral	<i>Pithecelobium dulce</i>	0	0	0	1
Matorral	<i>Pouzolzia parasitica</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Senna skinneris</i>	2	10	10	2
Matorral	<i>Solanum acerifolium</i>	1	0	0	0
Matorral	<i>Waltheria indica</i>	38	8	0	0

Potrarbdis < <i>Acacia collinsii</i>	1	0	0	2
Potrarbdis < <i>Acacia pennatula</i>	1	0	0	27
Potrarbdis < <i>Acalypha diversifolia</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Amaranthus spinosus</i>	1	0	0	.
Potrarbdis < <i>Chiococca semipilosa</i>	1	0	1	1
Potrarbdis < <i>Cordia spinescens</i>	3	0	0	0
Potrarbdis < <i>Croton heterochrous</i>	11	0	0	.
Potrarbdis < <i>Eugenia guatemalensis</i>	0	0	0	6
Potrarbdis < <i>Eupatorium pittieri</i>	1	0	0	.
Potrarbdis < <i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	0	2
Potrarbdis < <i>Iresine calea</i>	2	0	0	0
Potrarbdis < <i>Karwiskia calderonii</i>	1	0	0	5
Potrarbdis < <i>Lasianthaea fruticosa</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Malvastrum americanum</i>	2	0	0	.
Potrarbdis < <i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	0	18
Potrarbdis < <i>Mimosa albida</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Mimosa diplotricha</i>	1	0	0	6
Potrarbdis < <i>Opuntia cochinillifera</i>	0	0	0	2
Potrarbdis < <i>Pehria compacta</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Pithecellobium dulce</i>	1	0	0	10
Potrarbdis < <i>Pouzolzia parasitica</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Psidium guineense</i>	0	0	0	1
Potrarbdis < <i>Senna skinneris</i>	14	2	0	0
Potrarbdis < <i>Waltheria indica</i>	2	0	0	.
Potrarbdis < <i>Wissadula periplocifolia</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Zanthoxylum culantrillo</i>	0	0	0	6
Potrarbdis < <i>Zapoteca portoricensis</i>	0	0	0	1

Potrarbdis > <i>Acacia collinsii</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Acacia pennatula</i>	5	1	2	149
Potrarbdis > <i>Acalypha diversifolia</i>	1	0	0	0
Potrarbdis > <i>Annona cherimola</i>	0	0	1	7
Potrarbdis > <i>Bursera graveolens</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Bursera simaruba</i>	3	0	0	2
Potrarbdis > <i>Carpinus tropicalis</i>	3	0	0	4
Potrarbdis > <i>Cascabela thevetia</i>	3	0	0	0
Potrarbdis > <i>Casimiroa sapota</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Chiococca semipilosa</i>	2	0	0	1
Potrarbdis > <i>Cnidocolus acunitifolius</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Croton heterochrous</i>	18	0	0	0
Potrarbdis > <i>Ficus pertusa</i>	1	0	0	5
Potrarbdis > <i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0	0	27
Potrarbdis > <i>Iresine calea</i>	0	0	0	4
Potrarbdis > <i>Karwiskia calderonii</i>	0	1	2	33
Potrarbdis > <i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	0	5
Potrarbdis > <i>Mimosa diplotricha</i>	0	1	0	0
Potrarbdis > <i>Pithecellobium dulce</i>	0	0	0	2
Potrarbdis > <i>Pouzolzia parasitica</i>	2	0	0	0
Potrarbdis > <i>Senna skinneris</i>	23	0	0	0
Potrarbdis > <i>Waltheria indica</i>	20	0	0	0
Potrarbdis > <i>Zapoteca portoricensis</i>	0	0	0	10

Potrero con <i>Acacia pennatula</i>	4	0	1	4
Potrero con <i>Calea ternifolia</i>	9	0	0	0
Potrero con <i>Croton heterochrous</i>	6	0	0	0
Potrero con <i>Karwiskia calderonii</i>	0	0	0	1
Potrero con <i>Lasianthaea fruticosa</i>	1	0	0	0
Potrero con <i>Mimosa albida</i>	1	1	0	0
Potrero con <i>Mimosa diplotricha</i>	3	0	0	0
Potrero con <i>Piscidia grandifolia</i>	0	0	0	2

Potrero con	<i>Quercus bumeliodes</i>	1	0	0	148
Potrero con	<i>Syngonium podophyllum</i>	1	0	0	0
Potrero con	<i>Waltheria indica</i>	1	0	0	0

C	N	B	L	L	F
A	C	R	A	A	U
T	I	I	T	T	S
	E	N	B	A	T
V	N	Z	A	L	A
E	T	A	J	T	L
G	I	L	O	O	

Bosque de ro	<i>Acacia pennatula</i>	3	0	1	0
Bosque de ro	<i>Anoda cristata</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Calea ternifolia</i>	20	1	0	0
Bosque de ro	<i>Calliandra calothyrsus</i>	9	22	2	0
Bosque de ro	<i>Cestrum tomentosum</i>	1	2	0	0
Bosque de ro	<i>Cordia spinescens</i>	10	0	0	0
Bosque de ro	<i>Croton heterochrous</i>	2	4	0	0
Bosque de ro	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	2	1	1	0
Bosque de ro	<i>Galphimia glauca</i>	0	0	1	0
Bosque de ro	<i>Hypoestes phyllostachya</i>	2	1	2	20
Bosque de ro	<i>Hyptis obtusifolia</i>	4	1	0	0
Bosque de ro	<i>Idigofera costaricensis</i>	0	1	0	0
Bosque de ro	<i>Lysiloma auritum</i>	1	1	0	7
Bosque de ro	<i>Mimosa acantholoba</i>	0	1	1	0
Bosque de ro	<i>Mimosa albida</i>	11	10	0	7
Bosque de ro	<i>Mimosa diplotricha</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Piscidia grandifolia</i>	1	1	0	4
Bosque de ro	<i>Pouzolzia parasitica</i>	1	0	0	0
Bosque de ro	<i>Psidium guineensis</i>	0	1	0	0
Bosque de ro	<i>Pteridium arachnoideum</i>	4	2	0	0
Bosque de ro	<i>Quercus benthamii</i>	0	0	0	10
Bosque de ro	<i>Quercus bumeliodes</i>	4	4	10	38
Bosque de ro	<i>Quercus segoviensis</i>	9	11	10	15
Bosque de ro	<i>Senna skinneri</i>	0	0	1	0
Bosque de ro	<i>Solanum erianthum</i>	0	2	0	0
Bosque de ro	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	4	0	0	0
Bosque de ro	<i>Waltheria indica</i>	1	0	0	0

Matorral	<i>Acacia pennatula</i>	2	16	22	143
Matorral	<i>Apoplanesia paniculata</i>	0	0	0	2
Matorral	<i>Calea ternifolia</i>	7	2	0	0
Matorral	<i>Capsicum annum</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Cedrela odorata</i>	0	0	1	0
Matorral	<i>Chiococca semipilosa</i>	1	1	2	5
Matorral	<i>Cordia spinescens</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Croton heterochrous</i>	29	26	0	0
Matorral	<i>Hyptis mutabilis</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Iresine calea</i>	0	1	0	1
Matorral	<i>Justicia comanata</i>	3	2	0	0
Matorral	<i>Karwinskia calderonii</i>	0	0	0	1
Matorral	<i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	1	0
Matorral	<i>Mimosa albida</i>	2	0	0	0
Matorral	<i>Opuntia cochinillifera</i>	0	0	0	10
Matorral	<i>Petiveria alliacea</i>	1	1	0	0
Matorral	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	0	2	0	0
Matorral	<i>Pithecelobium dulce</i>	0	0	0	1
Matorral	<i>Pouzolzia parasitica</i>	0	1	0	0
Matorral	<i>Senna skinneri</i>	2	10	10	2
Matorral	<i>Solanum acerifolium</i>	1	0	0	0
Matorral	<i>Waltheria indica</i>	38	8	0	0

Potrarbdis < <i>Acacia collinsii</i>	1	0	0	2
Potrarbdis < <i>Acacia pennatula</i>	1	0	0	27
Potrarbdis < <i>Acalypha diversifolia</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Amaranthus spinosus</i>	1	0	0	.
Potrarbdis < <i>Chiococca semipilosa</i>	1	0	1	1
Potrarbdis < <i>Cordia spinescens</i>	3	0	0	0
Potrarbdis < <i>Croton heterochrous</i>	11	0	0	.
Potrarbdis < <i>Eugenia guatemalensis</i>	0	0	0	6
Potrarbdis < <i>Eupatorium pittieri</i>	1	0	0	.
Potrarbdis < <i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	0	2
Potrarbdis < <i>Iresine calea</i>	2	0	0	0
Potrarbdis < <i>Karwiskia calderonii</i>	1	0	0	5
Potrarbdis < <i>Lasianthaea fruticosa</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Malvastrum americanum</i>	2	0	0	.
Potrarbdis < <i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	0	18
Potrarbdis < <i>Mimosa albida</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Mimosa diplotricha</i>	1	0	0	6
Potrarbdis < <i>Opuntia cochinillifera</i>	0	0	0	2
Potrarbdis < <i>Pehria compacta</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Pithecellobium dulce</i>	1	0	0	10
Potrarbdis < <i>Pouzolzia parasitica</i>	1	0	0	0
Potrarbdis < <i>Psidium quieneense</i>	0	0	0	1
Potrarbdis < <i>Senna skinneris</i>	14	2	0	0
Potrarbdis < <i>Waltheria indica</i>	2	0	0	.
Potrarbdis < <i>Wissadula periplocifolia</i>	3	0	0	.
Potrarbdis < <i>Zanthoxylum culantrillo</i>	0	0	0	6
Potrarbdis < <i>Zapoteca portoricensis</i>	0	0	0	1

Potrarbdis > <i>Acacia collinsii</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Acacia pennatula</i>	5	1	2	149
Potrarbdis > <i>Acalypha diversifolia</i>	1	0	0	0
Potrarbdis > <i>Annona cherimola</i>	0	0	1	7
Potrarbdis > <i>Bursera graveolens</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Bursera simaruba</i>	3	0	0	2
Potrarbdis > <i>Carpinus tropicalis</i>	3	0	0	4
Potrarbdis > <i>Cascabela thevetia</i>	3	0	0	0
Potrarbdis > <i>Casimiroa sapota</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Chiococca semipilosa</i>	2	0	0	1
Potrarbdis > <i>Cnidoscolus acunitifolius</i>	0	0	0	1
Potrarbdis > <i>Croton heterochrous</i>	18	0	0	0
Potrarbdis > <i>Ficus pertusa</i>	1	0	0	5
Potrarbdis > <i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0	0	27
Potrarbdis > <i>Iresine calea</i>	0	0	0	4
Potrarbdis > <i>Karwiskia calderonii</i>	0	1	2	33
Potrarbdis > <i>Mimosa acantholoba</i>	0	0	0	5
Potrarbdis > <i>Mimosa diplotricha</i>	0	1	0	0
Potrarbdis > <i>Pithecellobium dulce</i>	0	0	0	2
Potrarbdis > <i>Pouzolzia parasitica</i>	2	0	0	0
Potrarbdis > <i>Senna skinneris</i>	23	0	0	0
Potrarbdis > <i>Waltheria indica</i>	20	0	0	0
Potrarbdis > <i>Zapoteca portoricensis</i>	0	0	0	10

Potrero con <i>Acacia pennatula</i>	4	0	1	4
Potrero con <i>Calea ternifolia</i>	9	0	0	0
Potrero con <i>Croton heterochrous</i>	6	0	0	0
Potrero con <i>Karwiskia calderonii</i>	0	0	0	1
Potrero con <i>Lasianthaea fruticosa</i>	1	0	0	0
Potrero con <i>Mimosa albida</i>	1	1	0	0
Potrero con <i>Mimosa diplotricha</i>	3	0	0	0
Potrero con <i>Piscidia grandifolia</i>	0	0	0	2
Potrero con <i>Quercus bumeliodes</i>	1	0	0	148
Potrero con <i>Syngonium podophyllum</i>	1	0	0	0

Apéndice 5 Pruebas de t para comparar la densidad de especies, Moropotente, Nicaragua, 2000.

VARIABLES	T	PROB > T	PROB > F
BOSQUE DE ROBLE VRS MATORRAL	1,37	0,2192	0,2968
POTREROS CON ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN VRS POTREROS CON BAJA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN	6,0	1,0000	0,7275
POTREROS CON ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN VRS POTREROS CON ROBLES	2,36	0,0565	0,4115
POTREROS CON BAJA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE CARBÓN	1,98	0,0941	0,2531

Apéndice 6 Análisis de varianza para la variable densidad de plantas en Moropotente, Nicaragua 2000.

FV	GL	P > F
CATEGORÍA DE VEGETACIÓN	4	0.0001 **
ERROR	15	
TOTAL	19	

** = Altamente significativo al 5 %.

Apéndice 7 Análisis de varianza para la variable disponibilidad de los pastos en las diferentes categorías de vegetación en Moropotente, Nicaragua, 2000.

FV	GL	P > F
CAT VEG	4	0.1056
PRODUC * (CAT VEG)	15	
MESES	2	0.038 **
MESES * CAT VEG	8	0.0683
PRODUC * CAT VEG * MESES	27	
ERROR DE MUESTREO	1080	
TOTAL	1136	

** = Significativo al 5 %

Apéndice 8 Análisis de varianza para las variables de calidad determinados en los en pastos en Moropotente, Nicaragua 2000.

FV	GL	DIVMS	PPC	PFDN	PFDA
CAT VEG	4	0.0254*	0.0029 **	0.0406 *	0.1675
PRODUC(CAT VEG)	10	0.0600	0.0014 **	0.0246 *	0.0119 *
MESES	2	0.0001**	0.0001 **	0.0001 **	0.0001**
CAT VEG * MESES	8	0.0001**	0.0089 **	0.0274 *	0.0001 **
ERROR	20				
TOTAL	44				

* = Difiere significativamente al 5 %

** = Diferencias altamente significativas al 5 %.

Apéndice 9 Análisis de varianza para las variables de calidad determinados en los frutos de carbón en Moropotente, Nicaragua 2000.

FV	GL	DIVMS	PPC	PFDN
CAT VEG	1	0.0650	0.79	0.1902
PRODUC (CAT VEG)	3	0.2311	0.0214*	0.5806
SEMANAS	5	0.3010	0.5415	0.3728
CAT VEG * SEMANAS	3	0.0510	0.5840	0.1253
ERROR	8			
TOTAL	20			

Apéndice 10 Análisis de varianza para las variables de calidad determinados en el follaje de carbón en Moropotente, Nicaragua 2000.

FV	GL	DIVMS	PPC	FDN
CAT VEG	1	0.1908	0.0221*	0.1996
PRODUC (CAT VEG)	4	0.1520	0.4963	0.5310
MESES	2	0.0171 *	0.1289	0.0468 *
CAT VEG * MESES	2	0.3839	0.1879	0.4667
ERROR	8			
TOTAL	17			

Apéndice 11 Análisis de varianza para la variable índice de aceptabilidad de las especies seleccionadas por los animales en los matorrales, Moropotente, Nicaragua, 2000.

FUENTE	GL	P > F
ESPECIE	4	0.0038 **
ANIMAL (ESPECIE)	13	0.1713
MES / ESPECIE	2	0.0177
MES	3	0.0077 **
ERROR	9	
TOTAL	32	

Apéndice 12 Análisis de varianza para la variable índice de aceptabilidad en potreros con baja densidad de árboles de carbón, 2000.

FUENTE	GL	P > F
ESPECIE	3	0.0001 **
ANIMAL (ESPECIE)	9	0.8955
MES / ESPECIE	2	0.0003**
MES	2	0.1479
ERROR	12	
TOTAL	28	

** = Significativo al 5 %

Anexo 13 Análisis de varianza para la variable consumo de forrajes en matorrales.

FV	GL	PR > F
FECHA	2	0.0110
ERROR	6	
TOTAL	8	

Anexo 14 Análisis de varianza para la variable consumo de forrajes en potreros.

FV	GL	PR > F
FECHA	2	0.0787
ERROR	6	
TOTAL	8	