

ESTUDIO DE LOS RECURSOS FORRAJEROS, BAJO EL DOSEL DE ARBOLES EN POTREROS, ESTUDIO DE CASO, FINCA LAS MERCEDES, MANAGUA, NICARAGUA

**Carlos J. Ruiz Fonseca¹ Wilmer Maradlaga,
Nelson Cuadra²**

¹ MSc. Docente - Investigador, Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP).

e-mail: cruz_fonseca@hotmail.com ² Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria (UNA). Apartado 453

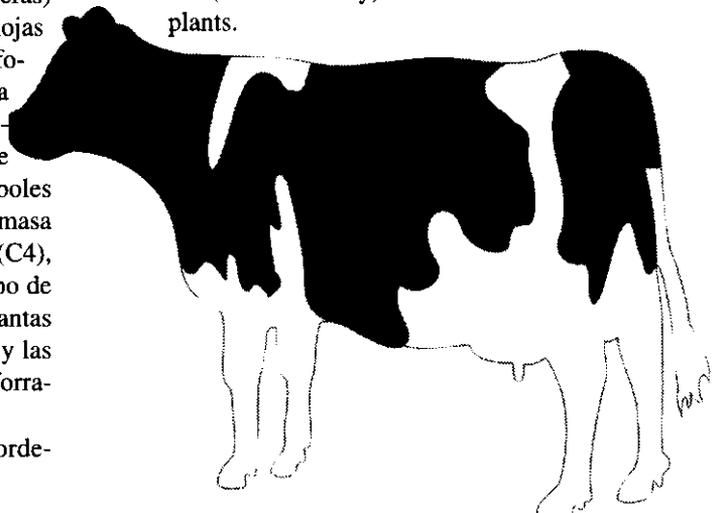
RESUMEN

Se condujo un experimento de campo en la finca Las Mercedes, Universidad Nacional Agraria. El objetivo del estudio fue determinar el número de componentes forrajeros herbáceos y su tipo en un sistema de producción pecuario bajo condiciones con y sin árboles. Muestreos iniciales indicaron que en el área experimental existían siete tipos de asociaciones. En base a dichas asociaciones, se dividió el área en siete parcelas. Se determinó la composición botánica de la base de los árboles a 10, 20 y más de 20 m., con el objeto de identificar las especies gramíneas y leguminosas presentes en cada distancia. Las variables evaluadas fueron composición botánica del estrato herbáceo, producción de biomasa fresca y seca y altura y cobertura del estrato herbáceo. Se calculó el área de la copa de los árboles y la altura del fuste de los mismos, con el fin de determinar la relación existente entre éstos con la composición del estrato herbáceo. Se logró determinar que la composición botánica de las plantas herbáceas no varía de un sistema de producción de pastos con y sin árboles. En el ámbito de las distancias, a mayor distancia de la base del árbol el porcentaje de plantas C4 (gramíneas forrajeras) aumentan y el porcentaje de plantas C3 (hojas anchas) disminuye. Las plantas C4 (gramíneas forrajeras) aumentan su producción de biomasa fresca y seca a medida que se ubican a mayor distancia de la base de los árboles. Se determinó que la altura del fuste y área de la copa de los árboles afectan negativamente la producción de biomasa fresca y seca de la pastura a base de gramíneas (C4), así como la morfo-estructura de ésta. En este tipo de sistemas pastoriles se recomienda ubicar las plantas C4 a mayor distancia de la base de los árboles, y las plantas C3, las cuales pueden ser leguminosas forrajeras, a menor distancia.

Palabras claves: sistemas silvopastoriles, ordenamiento, C3, C4, estrato herbáceo.

ABSTRACT

A study was conducted at the National Agrarian University to determine type and among of the pasture components in a livestock production system, with and without trees. In a previous survey carried out at la finca Las Mercedes, seven association types were determined that include only pastures and combinations of trees and pastures. The grassland area was divided in seven plots to evaluate the pasture composition (10, 20 and more than 20 m far away from the trees) in term of gramineae and leguminosae species found in each plot. Other variables measures were fresh and dry biomass production, height and pasture covering. Also, the crown and weight of the trees were measured. The botanical composition of the pastures was similar with and without trees. There were differences in the number of gramineae species in dependence of the distance from the trees. Gramineae species (C4) were larger than other species (C3). Also, the C4 plants species increase biomass production as the distance was longer from the trees. There were negative effects of the crown and height of the trees on biomass production (fresh and dry) and in morfo-structure in C4 plants.



El uso irracional de los recursos naturales en Nicaragua, es incitado por factores socioeconómicos, dentro de los cuales se destacan: la expansión de la frontera agrícola, la explotación de madera de alto valor, la necesidad de obtener energía en forma de leña, el establecimiento de monocultivos (algodón, granos básicos, arroz, etc.), el incremento de las áreas urbanas y por la actividad pecuaria tradicional. Lo anterior evidencia falta de un enfoque de sistemas que permita un mejor ordenamiento de los componentes y contribuya a un mejor aprovechamiento de los recursos.

La alternativa tecnológica considerada actualmente en Nicaragua en explotaciones ganaderas, para contrarrestar los efectos negativos que se le han atribuido a la ganadería, con respecto a los recursos naturales, es la

siembra combinada de árboles y pastos (sistemas silvo-pastoriles). Bajo este sistema se contemplan interacciones entre los componentes, los que aplicándoles un manejo integrado conlleva al mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la producción pecuaria y la sostenibilidad de los recursos naturales.

Esta alternativa ha creado inquietudes e interrogantes a la comunidad científica, surgiendo la necesidad de recopilar información de la misma, su certificación y validación como una alternativa tecnológica. En los sistemas mencionados, se considera que los árboles reducen las horas luz a que son sometidas las especies prateses, lo cual ayuda a mejorar su calidad y persistencia.

Por lo anterior se plantea la necesidad de realizar estudios

sobre sistemas de explotación ganadera con pastos naturales o naturalizados y generar información de la estructura herbácea de sistemas pastoriles con y sin árbol. También, se hace necesario conocer el efecto de las interacciones que se presentan entre el árbol y el comportamiento florístico y productivo del estrato herbáceo. Dicha información contribuirá a un mejor manejo de los sistemas de producción pecuaria.

Como inicio de un proceso metodológico para evaluación de la composición botánica en el estrato herbáceo en áreas con y sin árboles, se condujo un experimento de campo con el objeto de determinar el número de componentes herbáceos (forrajeros) y sus características morfo-estructurales y productivas en un sistema de producción pecuario en presencia y ausencia de árboles. Lo anterior, permite analizar la distribución de los componentes forra-

jeros en dicho sistema y contribuir al ordenamiento, mejora y aprovechamiento, productivo y ambiental, de dichos recursos.

Los objetivos planteados para el presente trabajo fueron: determinar la composición botánica en sistema pastoriles naturales de la finca las Mercedes con y sin árboles; evaluar la producción de biomasa fresca y seca de las especies contenidas en el estrato herbáceo (principalmente forrajeras), en los sistemas pastoriles naturales con y sin árboles, en los intervalos de 0-25 y 0-35 días; Determinar la relación que existe entre la altura del fuste y área de la copa del árbol con la producción de biomasa de las especies forrajeras; y diferenciar las características morfo-estructurales (altura y cobertura) de las especies herbáceas (forrajeras), en sistemas pastoriles naturales con y sin árbol; y comparar los beneficios económicos del sistema pastoril natural con y sin árboles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de campo fue realizado en los meses de julio a diciembre de 2000, en la finca las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada a 10 ½ Kilómetros de Managua, Nicaragua (86° 10' W, 12° 08' N, cerca de 50 msnm), el clima es tropical seco, con dos épocas bien definidas, lluviosa de mayo a noviembre y seca de diciembre a abril, con una precipitación promedio de 862 mm, temperatura anual entre 26 – 30° C, humedad relativa entre 76 y 81% (Marín, 1992). Los suelos son arcillosos, con drenaje imperfecto, ligeramente básicos y de alto contenido de materia orgánica.

Cuenta con una área empastada de 31 manzanas (22 hectáreas), donde se encuentran las especies herbáceas forrajeras: estrella (*Cynodon nlemfuensis*), guinea (*Panicum maximum*), Taiwan (*Pennisetum purpureum*) y *Brachiaria ssp.*

En el área existían especies arbóreas que han surgido de regeneración natural. Entre ellas: genízaro (*Pithecelobium saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y ceiba (*Ceiba pentandra*). El área seleccionada para el presente trabajo fue de 28 manzana (20 hectáreas), la cual se dividió en dos lotes, en dependencia de la especie forrajera existente (*C. nlemfuensis* y *P. maximum*). El tamaño del lote dependía del área que ocupa cada especie herbácea establecida.

Posteriormente, los dos lotes se dividieron en parcelas. La cantidad y tamaño de las parcelas a evaluar dependió del: número, distribución y distancia de los árboles existentes.

La metodología es similar a la presentada por Ruiz (1996), para el estudio de sistemas de barbechos en zonas sub-húmedas, húmedas y áridas de Centro América.

Se evaluaron cinco parcelas de pasto estrella, de las cuales cuatro poseían árboles y dos parcelas de pasto guinea (una con árboles).

Estudio de los recursos forrajeros

Determinar el número de componentes forrajeros herbáceos y su tipo en un sistema de producción pecuario bajo condiciones con y sin árboles.

En las parcelas con árboles, se realizaron mediciones de la composición botánica y de productividad a diferentes distancias con respecto al área basal de los árboles. Dichas distancias fueron: de 0 a 10 metros de la base del árbol, entre 10 y 20 metros de la base del árbol y más allá de 20 metros de la base del árbol (Figura 1).

Se hizo la estratificación de las distancias por árbol y mediciones de la altura del fuste y área de la copa de cada árbol. Se realizaron tres cortes a las plantas herbáceas de cada asociación, el intervalo entre corte y corte se determino tomando en consideración lo expuesto por Hernández y Matus (1998), quienes expresan que el nivel original de reserva se recupera entre la tercera y quinta semana después del corte. Para la altura de corte del pasto, se tomo en consideración lo expuesto por Toledo y Schultze-kraft (1982), los que plantean que para plantas de crecimiento postrado se deben cortar a una altura de 5-10 cm y para plantas de crecimiento erecto de 15-30 cm. Previo al segundo y tercer corte se tomaron mediciones de altura y cobertura del pasto, luego se procedió a cortar, separar y pesar el material forrajero.

empastadas, posteriormente estas fueron llevadas al herbario de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para su debida identificación. Se utilizó un marco de un m². Se realizaron cinco lanzamientos selectivos por distancia. En cada lanzamiento se cortó toda planta dentro del marco y se identificó este sitio; posteriormente se realizó la selección de plantas, separando el material verde del material seco. Del material verde se aparto las especies forrajeras de las no forrajeras; de las especies forrajeras se separaron las gramíneas de las leguminosas. Todo este material se pesó y porcentualizó inmediatamente, según lo indicado por Mendoza y Lascano (1984).

Para determinar los efectos que tienen los factores (distancia, intervalo, área de la copa y altura del fuste del árbol) sobre las variables en estudio (composición botánica, producción de biomasa fresca y seca, altura del pasto y cobertura efectiva y total del pasto) se hizo análisis de varianza, utilizando el sistema computarizado Software SAS. Se realizó además separación de medias utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a las variables con significancia y así conocer diferencias entre cada factor.

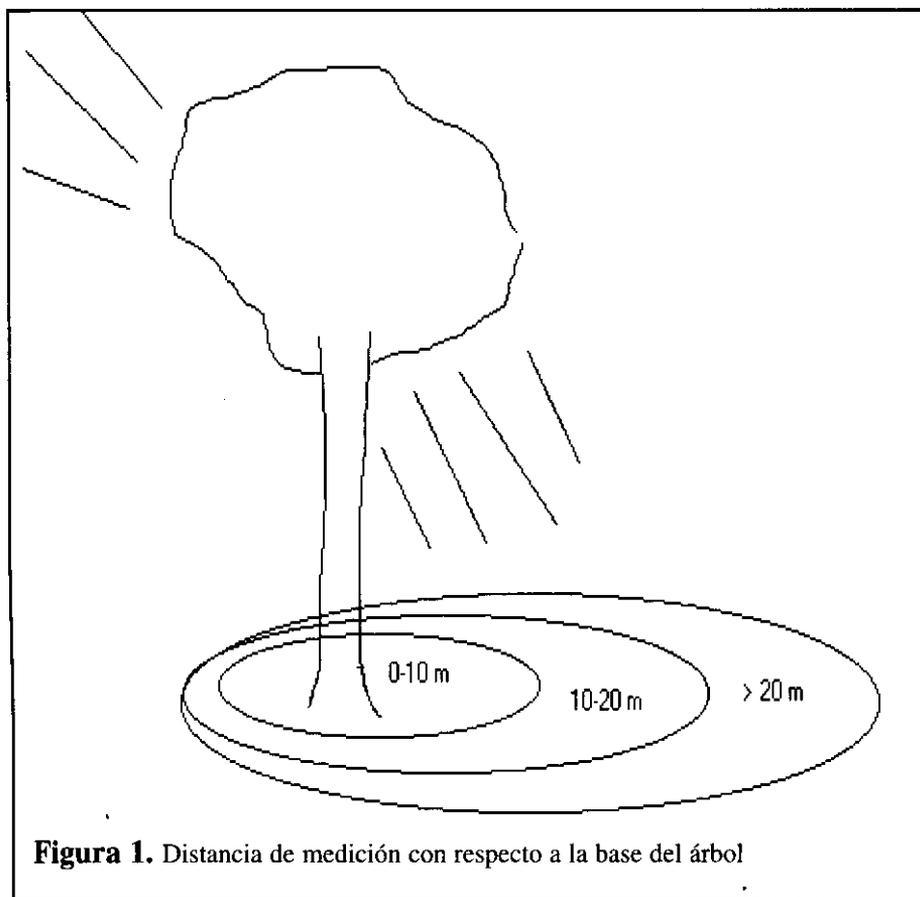


Figura 1. Distancia de medición con respecto a la base del árbol

Las variables evaluadas fueron a) composición botánica de la pastura, b) producción de biomasa fresca y seca, c) altura de las especies forrajeras y d) cobertura de las pasturas, en el campo se recolectaron muestras de las diferentes plantas herbáceas existentes en las áreas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición botánica de la pastura. No se encontraron diferencias significativas entre las asociaciones de árboles y pastos, así como de las distancias con respecto a la base del árbol, en cuanto a composición botánica. El mayor porcentaje de especies hoja angosta (forrajeras, C₄) se obtuvo a medida que las especies se alejaban de la base del árbol. Esto concuerda con lo expresado por Khalifa y Ong, (1990); McIntyre et al (1993) (en Jonsson, 1995). que a menor intensidad de radiación las plantas C₄ reducen su presencia debido a bajos niveles de fotosíntesis, lo cual afecta a su vez el nivel de producción de materia seca. Además señalan que en sistemas agroforestales la destrucción y reducción de la población de plantas C₄ bajo el dosel de los árboles es mayor.

La especie que obtuvo el mayor peso de importancia dentro

de la composición fue el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), el cual alcanzó su máximo porcentaje en la distancia de 20 m. a más de la base del árbol (Tabla 1), igual comportamiento presentaron las especies: *Digitaria sanguinalis* y *Panicum molle*. *Oplismenus burmanii* presentó

tendencia diferente, la cual alcanzó su máximo porcentaje en la distancia de 10 a 20 m de la base del árbol y disminuyó drásticamente en la distancia de 20 m a más de la base del árbol. El *Desmodium canum* alcanzó su máximo porcentaje en la distancia de 0 a 10 m de la base del árbol, disminuyendo a medida que este se aleja de la base del árbol. Esta última especie nos indica que las plantas C₃ son plantas más tolerantes a la sombra o bien por sus mismas condiciones fisiológicas son plantas que no requieren de saturación lumínica para obtener ventajas productivas.

máximos porcentajes en distancias mayores a los 20 m de la base de los árboles, *Sida cuta* presentan un comportamiento similar a las especies antes mencionadas aunque su mayor porcentaje los presentó en la distancia de 10-20 m.

Producción de biomasa fresca y seca. Se encontró diferencia altamente significativa ($P > 0.0001$), entre asociaciones y distancia a la base del árbol, con respecto a la producción de biomasa fresca. La asociación de pasto estrella y pasto guinea sin árboles presentaron los mejores comportamientos con promedios de 593.3 y 226.7 kg/ha

Tabla 1. Determinación de la composición botánica de especies forrajeras, en sistemas de pastoreo con y sin árboles, Finca las Mercedes, Managua, 1999.

Especie	Distancia de 0 a 10 m (%)	Distancia de 10 a 20 m (%)	Distancia de 20 m a más (%)
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	4.92	17.50	46.62
<i>Oplismenus burmanii</i>	17.80	30.33	0.79
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.00	0.36	4.18
<i>Panicum molle</i>	0.00	0.96	4.18
<i>Eleusine indica</i>	0.00	4.10	0.00
<i>Desmodium canum</i>	2.70	1.85	0.39

Estos resultados son coincidentes con lo expuesto por Wilson y Ludlow (1991), quienes señalan que una de las desventajas frecuentemente asociadas a la combinación de leñosas perennes con pasturas, es que la copa de los primeros interfiere el paso de la radiación lumínica hacia el estrato herbáceo, esto resulta en un menor potencial de crecimiento de las pasturas a base de gramíneas. De igual forma coincide con lo citado por la Skerman (1992), el cual señala que el pasto estrella no tolera la sombra.

En el área de pasto guinea (*Panicum maximum*), se determinó el porcentaje de cada especie forrajera por distancia: Mayor de 20 metros se encontró 89% de pasto guinea, en la distancia de 10-20 metros 77 % de pasto guinea y 3.4 % de pasto estrella; mientras en la distancia de 0-10 metros 66 % de pasto guinea, en este caso el pasto guinea ha sido considerado como una especie de doble comportamiento fisiológico, es decir bajo sombra y a plena intensidad lumínica. Bajo sombra disminuyó en algunos atributos como la densidad de la pastura, su cobertura y altura, entre otros.

Los espacios no ocupados por las especies forrajeras, fueron invadidos por especies no deseadas, dentro de las cuales sobresalen: *Achyranthes aspera*, *Datura stramonium* y *Alternanthera williamsii* en la distancia de 0-10 m de la base de los árboles, *Mimosa pudica* y *Priva lapulaceae* alcanzan

respectivamente. Los valores mínimos de producción se obtuvieron en la asociación de pasto estrella con cuatro árboles y guinea con dos árboles con medias de 19.2 y 171.7 kg/ha respectivamente. (Tabla 2), aunque en el caso del pasto guinea esto no fue significativo.

Igual comportamiento presentaron las asociaciones en cuenta a materia seca (MS), donde los mejores comportamientos se encontraron en las asociaciones sin árboles con promedios de 50.4 y 54.3 para los pastos estrella y guinea respectivamente y los menores en asociaciones con árboles 41.6 y 36.7 kg/ha para los pastos estrella y guinea respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca y porcentaje de materia seca por asociación. Managua, 1999

Asociación	Biomasa fresca Promedio (kg ha-1)	Materia seca %
Pasto estrella sin árbol	593.3 a	50.1 ab
Pasto estrella con dos árboles	331.8 b	42.0 c
Pasto estrella con cinco árboles	204.0 bc	45.1 b
Pasto estrella con tres árboles	37.8 cd	46.3 ab
Pasto estrella con cuatro árboles	19.2 d	41.6 c
Pasto guinea sin árbol	226.7 a	54.3 a
Pasto guinea con dos árboles	171.7 a	36.7 b

Letras iguales no difieren significativamente

Altura del pasto. Se encontró diferencia altamente significativa entre asociaciones, intervalos y distancias con respecto a la altura del pasto. Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, se pueden agrupar en seis categorías las asociaciones, encontrándose que la máxima altura se alcanza en las

Las áreas de pasto sin árboles presentaron los mayores porcentajes de materia seca con relación a las áreas de pasto con árboles. El menor porcentaje de materia seca de las pasturas con árboles, puede deberse a la interferencia de la radiación solar por parte de la copa de los árboles, lo cual provoca según el CATIE (1998) una regulación del estrés térmico en la planta y amortiguamiento del estrés hídrico en esta.

Al relacionar factores como área de la copa y altura del fuste con respecto a producción de biomasa fresca y seca, se encontró que estos ejercen influencia sobre la producción de la biomasa fresca y seca. Ello puede deberse a la relación que existe entre altura del fuste y área de la copa del árbol, La cual a medida que aumenta la altura del fuste aumenta el área de la copa, impidiendo la penetración de la radiación lumínica a las distancias ubicadas subyacente a la copa del árbol (10, 20 y mas de 20 m), ocasionando una disminución de la actividad fotosintética de la planta, en la densidad poblacional de las especies herbáceas (forrajeras) y que resulta en una disminución de la producción forrajera (Tabla 3).

asociaciones sin árboles y la mínima altura se alcanza en las asociaciones con árboles (Tabla 4). Ello puede deberse a la interferencia de radiación solar(sombra) que se da por parte de las copas de los árboles a la distancia subyacente en las asociaciones con árboles.

Cobertura. se determinó diferencia altamente significativa entre asociaciones y distancia a la base de los árboles con respecto a la cobertura efectiva. Las máximas coberturas se obtienen en la distancia más alejado de los árboles (más de 20 m), seguido de la distancia ubicada de 10-20 m de la base del árbol, ello puede deberse al efecto de sombra del árbol, lo cual afecta a las especies que se encuentran más cerca a elbbb, obstaculizando el paso de la radiación lumínica en la distancia adyacente a este, sobre todo en plantas C₄ (gramíneas). Estos resultados coinciden con lo expuesto por CATIE, (1998) donde se expresa que el principal factor limitante para el crecimiento de pasturas es el nivel de sombra, ejercida por los árboles.

Tabla 3. Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca y porcentaje de materia seca de gramíneas a diferentes distancias de la base de los árboles. Managua, 1999

Asociación	Biomasa fresca Promedio (kg ha-1)	Materia seca %
> de 20 m	471.12 a	51.52 a
10 a 20 m	207.64 b	47.12 a
0 a 10 m	63.08 c	36.35 b

Letras iguales no difieren significativamente.

Tabla 4. Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto por asociación. Managua, 1999

Asociación	Media (cm)	
6 (pasto guinea sin árbol)	35.00	a
7 (pasto guinea con dos árboles)	31.42	b
1 (pasto estrella sin árbol)	15.58	a
2 (pasto estrella con un árbol)	12.06	b
5 (pasto estrella con cinco árboles)	5.35	c
3 (pasto estrella con tres árboles)	4.53	cd
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	1.98	d

Letras iguales no difieren significativamente.

CONCLUSIONES

La determinación del número de componentes herbáceos a través de la determinación de la composición botánica de la pastura ayuda a determinar el arreglo de las mismas, sobre todo cuando se presenta interferencia lumínica por la intersección de la copa de los árboles, en el presente trabajo se logró determinar que la composición botánica de las plantas herbáceas no varía de un sistema de producción de pastos con y sin árboles. En el ámbito de las distancias, a medida que las especies hojas angostas, se ubican más distantes a la base del árbol, el porcentaje de plantas C₄ (gramíneas forrajeras) aumenta, mientras disminuyen las C₃ (hojas anchas). Las plantas C₄ (gramíneas forrajeras) aumentan su producción de biomasa fresca y seca a medida que se ubican más distantes de la base del árbol. Finalmente, se determinó que la altura del fuste y área de la copa del árbol afectan negativamente la producción de biomasa fresca y seca de la pastura a base de gramíneas (C₄), así como la morfoestructura de esta.

El aporte de mayor importancia es que del buen conocimiento del número y tipo de componentes, es posible estructurar y ordenar su distribución, para una mayor explotación productiva. Para los sistemas pastoriles evaluados será más recomendable ubicar las plantas C₄ a una distancia más retirada de la base del árbol y las plantas C₃ (las cuales pueden ser leguminosas forrajeras) más cercanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CATIE. 1998. *Apuntes sobre sistemas silvopastoriles*. Managua, Nicaragua, 96 p.
- HERNÁNDEZ, M y M. MATUS. 1998. *Manejos de recursos forrajeros en producción bovina*. Ed. UNA. Managua, Nicaragua. 252 p.
- JONSSON, K. 1995. *Agroforestry in dry savanna areas in Africa: interaction between trees, soils and crops*, Swedish University of Agricultural Science, Faculty of Forestry, Sweden, p 7-31.
- MARIN, E. 1992. *Estudio agroecológico de la región tres y su aplicación al desarrollo agropecuario*. Ed. INETER, Managua, Nicaragua. pp. 12-30.
- MENDOZA, P y C. LASCANO. 1984. *Medición de la pastura en ensayos de pastoreo*. In *Evaluación de pastura con animales. Alternativas Tecnológicas*. Ed. Carlos Lascano y Esteban Pizarro. CIAT. Cali. Colombia. p 143-166.
- RUIZ, F. C. J. 1986. *Propuesta metodológica para el estudio y manejo de barbecho con intervención animal en zonas subhúmedas, semiáridas y áridas de C. A.*, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 73 p.
- SKERMAN, P. J y F. RIVEROS. 1992. *Gramíneas tropicales*. Ed. FAO. Italia, Roma, 849 p.
- TOLEDO, J. M y R. SCHLIZE-KRAFT. 1982. *Metodología para la evaluación agronómica de pasto tropicales*. In *Manual para evaluación agronómica*. Ed. José M. Toledo. CIAT. Cali. Colombia, p 91-110.
- WILSON, J. R. y M. M. LUDLOW. 1991. *The environment and potential growth of herbage under plantations* En Shelton, H. M. y W.W. Stur (eds.). *Forages for plantation crops*. ACIAR proceedings N° 32. Camberra, Australia. pp. 10-24.