

Sistemas agroforestales. Una propuesta para la caracterización y evaluación de sistemas silvopastoriles.¹

Actualización: 1/12/08. Neyo La Cruz Pérez y Tiburcio Linares / Msc. Investigador del INIA y Dr. Asesor del INIA / Venezuela.²

RESUMEN

En Venezuela los sistemas de producción agropecuarios con bovinos, están ampliamente distribuidos, específicamente entre pequeños y medianos productores. El sistema que predomina es el doble propósito, con un sistema de alimentación basado en la utilización de pastos, los cuales presentan en la época seca limitaciones de calidad y cantidad. Las últimas investigaciones se han orientado hacia la búsqueda de fuentes alternativas de proteína provenientes de árboles u arbustos forrajeros.

En los países tropicales una estrategia para el desarrollo animal ecológicamente sustentable se basa mayormente en sistemas integrales, como los agroforestales, que son sistemas complejos, donde interactúan árboles, arbustos, cultivos, pastos y animales, estos sistemas son capaces de producir eficientemente leche, carne, madera y servicio ambiental. Estos sistemas se clasifican en agrosilvicultural, silvicultural y silvopastoriles.

En Venezuela se han identificados sistemas ubicados mayormente en bosque secos tropicales (Sabanas o llanos) y en bosque muy seco tropical de las zonas semiáridas del país. Todos estos sistemas presentan condiciones muy propias, las cuales necesitan ser caracterizadas, los que consisten en la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de una zona.

Esta técnica tiene una serie de pasos que se cumplen de manera ordenada y sistemática. Con los resultados de una buena caracterización se diseñan metodologías para evaluar el comportamiento de todo el sistema y su impacto sobre la producción agropecuaria. En el presente trabajo se realiza una propuesta metodológica para evaluar la producción y calidad de las gramíneas en un sistema de árboles dispersos en potreros.

¹ Cite este documento así: PÉREZ, N. La C. y LINARES, T. Sistemas agroforestales: una propuesta para la caracterización y evaluación de sistemas silvopastoriles. [En línea]. 1º de Diciembre de 2008. [Fecha de consulta]. Cali, Colombia. www.agroforesteriaecologica.com

² Neyo La C. Pérez es investigador II del INIA y Tiburcio Linares es asesor del convenio PDVSA-INIA, Venezuela. Correos electrónicos: Neyo La C. Pérez (ngperez@inia.gov.ve neyoperez@hotmail.com) y Tiburcio Linares (tiburciolg@hotmail.com).



1.- INTRODUCCIÓN.

En Venezuela los sistemas de producción agropecuarios con bovinos están ampliamente distribuidos, específicamente entre pequeños y medianos productores el sistema que predomina es el doble propósito. Se considera que este modelo es ineficiente, de baja productividad y rentabilidad (Chacón y Aguilar, 2001).

En las regiones tropicales los sistemas de alimentación de rumiantes están basados en la utilización de pastos, los cuales presentan en la época seca limitaciones de calidad y cantidad.

Desde hace algunos años la investigación se ha orientado hacia la búsqueda de fuentes alternas de proteína proveniente de árboles y arbustos forrajeros (Miquilena *et al*, 1995).

En los países tropicales, la estrategia para el desarrollo debe basarse mayormente en sistemas integrales. La agroforestería es *“el arte o la ciencia que combina armónicamente los cultivos arbóreos, vegetales y animales en una unidad de tierra con el objetivo de potenciar las sinergias y minimizar las relaciones antagónicas para optimizar la productividad y uso sustentable de los recursos naturales”* (Redisaf – Ven, 2005).

Los objetivos del presente trabajo consisten en revisar las metodologías aplicadas para la caracterización y evaluación de los sistemas silvopastoriles (árboles dispersos en potreros) y desarrollar una propuesta metodológica para la evaluación de gramíneas y árboles dispersos en potreros.


2.- SISTEMAS AGROFORESTALES.

En los países tropicales, la estrategia para el desarrollo de una producción animal ecológicamente sustentable se basa mayormente en sistemas integrales, como los agroforestales (SAF), que sí bien, es un sistema complejo, donde interactúan árboles, arbustos, cultivos, pastos y animales, es capaz de producir eficientemente leche, carne, madera, alimentos y servicios ambientales que contribuyen a darle la sostenibilidad y operatividad al sistema y reducen la dependencia de los insumos externos.

3.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES (SAP).

Se han agrupado de acuerdo con su base estructural (composición de especie, arreglo en el espacio y en el tiempo), su base funcional (función principal del componente leñoso), su base socio-económico (meta comercial) y su base ecológica. Se tienen entonces; los sistemas agrosilvicultural, cuando se combinan





las leñosas perennes con cultivos agrícolas o gramíneas de corte, los agrosilvopastoriles (ASP), cuando se asocian leñosas perennes, cultivos agrícolas y pasturas con animales y los silvopastoriles (SSP) que involucra la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos), los componentes tradicionales (forrajeras, herbáceos) y los animales, en donde todos ellos interactúan bajo un sistema de manejo integral (Murgueitio *et al*, 1999).

Los sistemas silvopastoriles que se mencionan en la literatura son: cercas vivas, bancos forrajeros, plantaciones de árboles maderables o frutales, árboles y arbustos dispersos en potrero, leñosas en callejones, barreras vivas y cortinas rompe viento (Pezo y Ibrahim, 1996). Vamos a caracterizar algunos que se consideran de importancia y tienen presencia en los sistemas venezolanos.

4.- SISTEMAS AGROFORESTALES EN VENEZUELA.

Los sistemas silvopastoriles se ubican mayormente en el bosque seco tropical (sabanas o llanos) y en el bosque muy seco tropical de las zonas semiáridas del país. Un gran número de árboles y arbustos se encuentran en esas áreas de pastoreo donde juegan un doble rol, producción (forraje) y servicios (refugio y abrigo) (Escalante, 1985).

En Venezuela se ha identificado sistemas silvopastoriles nómadas, basados principalmente en el ramoneo de especies de árboles cuyas hojas, flores y frutos son consumidos por el ganado bovino, caprino y ovino, estos sistemas se ubican principalmente en las zonas áridas y semiáridas de los estados de Lara y Falcón. También se han ubicado en algunas áreas de sabana que han sido colonizadas por diferentes especies vegetales, en torno a los cauces de agua (Escalante, 1998).

5.- CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES.

La caracterización consiste en la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de un área, con el propósito de identificar los sistemas de producción existentes y reconocer los problemas más importantes. El análisis de esos datos permite determinar si el uso de prácticas agroforestales es una alternativa factible o necesaria que contribuya a solucionar los problemas identificados (Montagnini, 1992).

5.1.- Pasos de una caracterización:

- Determinar los objetivos y los límites del área por caracterizar.
- Recolección de datos físicos, biológicos y socio-económicos.
- Recopilación de datos sobre las características de los sistemas existentes.
- Distinguir los problemas, necesidades y oportunidades existente en el área



- Analizar los datos anteriores, con el propósito de determinar si el uso sistemas agroforestales es una alternativa factible o adecuada (Montagnini, 1992).

El propósito de una caracterización es entender la situación existen. A veces con fines de investigación, otras con objeto de difusión; de manera que la profundidad varía, cambiando el énfasis de los parámetros físicos-biológicos o aspectos socioeconómicos. Es necesario determinar los límites precisos del área, sea una región, una finca o un sistema de producción. El área y sus límites son seleccionados con bases en problemas existentes, tales como erosión, emigración de la población. La caracterización se puede realizar a nivel de sistemas regionales, con algunas descripciones de los sistemas de fincas, agro ecosistemas y componentes (Montagnini, 1992).

Montagnini (1992) indica que los límites del área son determinados por el propósito y el nivel de detalle con que se prende trabajar. La información necesaria para caracterizar un área incluye factores físicos (clima, topografía), ecológicos (suelo, vegetación) económicos (precios, infraestructura), otros.


La revisión de fuentes de información se realiza mediante el uso de mapas topográficos, planos o mapas que contengan características de caminos pendientes, ríos, datos climatológicos con información sobre cantidad y distribución de lluvias, en general toda información que pueda ayudar a conocer la zona de estudio (Montagnini, 1992).

6.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE GRAMÍNEAS CON ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS.

Se han realizados diferentes estudios para evaluar el efecto de los árboles sobre la productividad y calidad de pasturas en diferentes arreglos espaciales de los árboles.

Analizando la literatura se observar que los investigadores dan mucha importancia al diseño estadístico para la toma de datos. En el Cuadro 1, se puede observar que algunos investigadores utilizan con más frecuencia los diseños factoriales, principalmente los bloques con arreglo al azar y parcelas dividas, estos diseños ayudan a reducir el error experimental. Producto de la variabilidad (Trejo, 1998; González, 1997; Gómez *et al*, 2000; Ribaski y Menezes, 2002 y Bustamante *et al*, 1998). También se observa que hay estudios que no presentan un diseño en especifico para la toma de datos, simplemente ubican las parcelas con ciertas características para muestreo (Acciaresi *et al*, 1994; Plevich *et al*, 2002 y Gallo *et al*, 1999).





La selección del tamaño de la unidad experimental y de muestreo es muy variado, esto depende de algunos factores, uno de ellos es el arreglo de los árboles dentro de los potreros (plantaciones, árboles dispersos). Para el caso de las plantaciones varios autores (Giraldo *et al*, 1995; Gallo *et al*, 1999 y Bolívar *et al*, 1999) coinciden al reportar el uso de parcelas permanentes con dimensiones variables (50 x 20 m. y 70 x 70 m.), con varias repeticiones y ubicadas al azar dentro de la plantación.

Para los árboles dispersos se utilizan diferentes parcelas y subparcelas, donde la unidad más pequeña de muestreo es la subparcela (Gómez *et al*, 2000; Bolívar *et al*, 1999; Bustamante, *et al*, 1998 y Silva-Pardo *et al*, 2002); estos autores coinciden al reportar que el tamaño de las subparcelas varían entre 36 y los 72 m². El método de muestreo que se utiliza con más frecuencia es el doble muestreo con calificación visual de cobertura, utilizando diferentes escalas para los valores de cobertura en los puntos reales, esos puntos reales se cortan y el instrumento para el delimitar el área de corte, es un cuadro de diferentes áreas (0.25 x 0.25 m. o 0.50 x 0.50 m.), a una altura de corte generalmente con valores entre 5 a 10 cm., en algunos casos se muestrea en épocas seca y lluvia. Después de colectado el material vegetal (hoja-tallo) se pesa al fresco y se extrae una sub muestra para el laboratorio para ser secada hasta peso constante y calcular su materia seca. En cuanto a las variables más frecuentes tenemos contenido de materia seca (%), producción de materia seca (kg/MS/ha), composición botánica (%), relación hoja-tallo.

La literatura reporta otras variables, evaluadas como son el índice de área foliar (IAF) y eficiencia de uso de radiación (EUR), que ayudan a explicar la respuesta productiva del pasto (Anexo).

7.-PROPUESTA METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE GRAMÍNEAS CON ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS.

En la literatura se plantea la necesidad de evaluar en campo los árboles y arbustos, ya que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo, a través de aportes de nitrógeno atmosférico y reciclaje de nutrientes, pero es necesario seguir generando metodologías que puedan ser aplicadas a las diferentes condiciones de campo, en cada zona de estudio.

La metodología que se propone a continuación plantea los siguientes objetivos:

7.1.-Objetivo General.

Evaluar el efecto de árboles dispersos sobre la productividad y calidad de la gramínea *Cynodon nlemfuensis*.



7.2.-Objetivos específicos:

- 1.- Evaluar el efecto de tres especies de árboles, dos clases diamétricas sobre la productividad y calidad de la gramínea *Cynodon nlemfuensis*.
- 2.- Evaluar el efecto de tres espacios y tres épocas sobre la productividad y calidad de la gramínea *Cynodon nlemfuensis*.

7.3.-Localización y descripción del área de estudio.

Las evaluaciones serán hechas en sistemas silvopastoriles con ganadería doble propósito, los cuales se ubican en el municipio Pedraza, estado Barinas, Venezuela. En la zona existen 100 fincas con sistemas de ganadería doble propósito, con extensiones desde 20 hasta 800 ha (Figuras 1 y 2).

Las gramíneas que predominan son: estrella, brachiarias y pastos naturales. El manejo de los potreros es pastoreo rotacional, con diferente tiempo de uso y descanso. El tamaño de los potreros oscila entre 20 a 50 ha, con cobertura variada por parte de las gramíneas y con diferentes especies de arbóreas. La topografía se caracteriza por ser ligeramente ondulada y con presencia de tres unidades fisiográficas (banco, bajo y estero) lo que genera variabilidad en la fertilidad del suelo. La zona presenta una temperatura media anual de 27°C, precipitación media anual de 1333 m.m., con un período de lluvias distribuidas desde mayo hasta noviembre y humedad relativa máxima media anual de 93 %. La altitud es de 100 m.s.n.m. y se ubica en una zona correspondiente al Bosque Seco Tropical (Holdridge, 1987).



Figura 1. Ganado bovino en potreros de *Brachiaria brizantha* y árboles dispersos de *Philecellobium saman* en municipio de Pedraza, estado Barinas, Venezuela.



Figura 2. Árboles de *Philecellobium saman* dispersos en potreros de *Cynodon nlemfluensis* en el municipio de Pedraza, estado Barinas, Venezuela.



7.4.- Antecedentes y manejo de las áreas experimentales.

Los potreros presentan condiciones de manejo bastante homogéneas entre las fincas de los productores, caracterizado por aplicación de control de malezas manual y algunas veces con químicos; también algunas veces hay poda y selección de especies arbóreas, principalmente para la producción de estantillo. Para la siembra de pastos, algunos árboles pequeños fueron cortados, por lo que es posible encontrar diámetro a la altura del pecho muy bajo por efecto del rebrote.

7.5.- Selección de las fincas y área experimental.

La selección de las fincas se hará de la población total (100) y se tomarán en cuenta ciertos criterios: superficie de la finca, tamaño de potreros, tipo de gramíneas, manejo y condiciones topográficas.

Tomando en cuenta esos criterios se realizará una preselección de 40 fincas, a las cuales se le aplicará nuevamente los criterios anteriores, para de esa forma hacer la selección de 20 fincas, de estas se seleccionaran al azar 4, en donde se va hacer el estudio de caso.

Después de seleccionadas las cuatro fincas, se realizará un recorrido por los potreros para conocer con mayor detalle las características de los potreros y seleccionar al azar cuatro potreros por fincas, con árboles (Figura 3). Para la presente propuesta la parcela experimental será el potrero, el cual es variable.

Completada esta etapa, se inicia la primera fase con el inventario de árboles para cuantificar las especies existentes y cantidad por especie.

Con la información generada se pasará a la segunda fase que es la definición de los tratamientos y la forma de muestreo. Para la selección del tamaño de la bordura, Camacho (2000) recomienda que el tamaño debe ser el promedio de la altura de los árboles, sin embargo, se considera que en algunos casos el tamaño del potrero pudiera ser una limitante, por lo que se definió una bordura mínima de 5 m.

7.6.- Diseño experimental y selección de tratamientos.

7.6.1.- Diseño experimental.

El diseño básico es bloques al azar con seis tratamientos, dos clases diamétricas, cuatro espacios (fincas) y tres épocas (seca, transición y lluvia). El estudio será hecho en cuatro fincas y cuatro potreros por fincas (con árboles) y las repeticiones corresponden al número de árboles evaluados por tratamientos. Este diseño permite realizar un análisis estadístico completo, denominado análisis en serie de tiempo y espacio (Chacín, 2000; Cochrán y Cox, 2001).



Esta evaluación plantea como diseño básico el uso de bloques azar, porque se conoce que existe variabilidad en el suelo, por la presencia de diferentes unidades fisiográficas (banco, bajo y estero), igualmente esta característica tiene efecto sobre la fertilidad del suelo y por lo tanto sobre el comportamiento de las especies arbóreas y herbáceas.



Figura 3. Finca y lote seleccionados. Árboles de *Philecellobium saman* dispersos en potreros de *Cynodon nlemfluensis* en el municipio Pedraza, estado Barinas, Venezuela.

7.6.2.- Selección de los tratamientos.

A partir del inventario de potreros se identificarán tres especies de árboles y dos clases diamétricas dominantes, (Pinelo, 2000) con esta información se definen los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1 especie 1 DAP 1 (5 a 10 cm).
- Tratamiento 2 especie 1 DAP 2 (11 a 20 cm).
- Tratamiento 3 especie 2 DAP 1 (5 a 10 cm).
- Tratamiento 4 especie 2 DAP 2 (11 a 20 cm).
- Tratamiento 5 especie 3 DAP 1 (5 a 10 cm).
- Tratamiento 6 especie 3 DAP 2 (11 a 20 cm).

7.6.3.- Definición de la unidad y área de muestreo.

La unidad de muestreo corresponde al árbol individual; para la selección del número de individuos, se debe aplicar procedimientos estadísticos que definen el número mínimo, pero para hacer el muestreo práctico y bajar los costos, se definió un mínimo de repeticiones, 10 árboles por tratamiento. La selección del individuo para el muestreo se hará tomando en cuenta los siguientes criterios: salud, estado del fuste, altura promedio y el DAP. En el árbol seleccionado se trazan dos subparcelas circulares para el muestreo, el primer círculo (A) se localiza entre el



fuste y la mitad del radio promedio de la copa y el círculo (B) se ubica fuera de la copa a 15 m del fuste de árbol. Se puede observar que entre los diferentes factores y el número de muestras, se destaca que la cantidad de muestras por época es bastante grande, para disminuir el error de muestreo (Cuadro 1).

7.6.4.- Métodos de muestreo.

En cada subparcela (A y B), el muestreo será al azar, tomando 4 muestras en cada árbol seleccionado. Los muestreos se harán antes de la entrada de los animales al potrero, cada 30 días y durante la época seca, transición y lluvia, durante un año.

Cuadro 1. Tratamientos, números árboles y número de muestreos época/ potrero.

Tratamiento	Clases DAP	Número de árboles	Número de muestras por árbol	Número muestreos en la época seca/subparcela	Número muestreos en la época transición/subparcela	Número muestreos en la época lluvia/subparcela
1	1	10	4(A) 4(B)	5	2	5
2	2	10	4(A) 4(B)	5	2	5
3	1	10	4(A) 4(B)	5	2	5
4	2	10	4(A) 4(B)	5	2	5
5	1	10	4(A) 4(B)	5	2	5
6	2	10	4(A) 4(B)	5	5	5

(A) subparcela de muestreo dentro copa, (B) subparcela de muestreo fuera de la copa.

7.6.5.- Técnica de muestreo.

El muestreo se realiza con un marco de 0.5 x 0.5 m y la altura de corte es de 10 cm del suelo. Luego se pesa *in situ* en una balanza portátil de 50 g de precisión, para determinar el peso verde. Posteriormente, las muestras se llevan al laboratorio para su secado hasta peso constante. Se toma una submuestra de 500 g para la determinación de proteína cruda en el laboratorio. De la muestra restante se separan en hoja y tallo para determinar el porcentaje de hoja y tallo y la relación hoja /tallo.

7.6.6.- Análisis de laboratorio.

El contenido de materia seca se determinará en una estufa con circulación de aire forzado a una temperatura de 65 °C hasta alcanzar peso constante (Bateman, 1970). Las submuestras una vez secas, serán molidas en un molino Willey,



utilizando una criba de 1,0 mm y se almacenarán en frascos de vidrio sellados y rotulados. El contenido de PC se determinará por el método de micro-Kjeldah (Bateman, 1970).

7.7.- Variables evaluadas.

7.7.1.-Caracterización de los árboles.

Número de árboles, número de especies, altura total (clinómetro), altura de fuste (clinómetro), diámetro altura de pecho (DAP) (cinta diámetrica), diámetro de copa ($\pi \times r1 \times r2$) (cinta métrica), profundidad de copa (altura de la rama más alta – altura de la rama más baja).

7.7.2.-Productividad de pastos.

Contenido de MS (%), producción de MS total ($\text{kg. ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), producción de MS época ($\text{kg. ha}^{-1} \text{ época}^{-1}$), cobertura (%), % de hoja, % de tallo, relación hoja / tallo. Proteína cruda ($N \times 6,25$), contenido de PC (%), producción de PC total ($\text{kg. ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), producción de PC/época ($\text{kg. ha}^{-1} \text{ época}^{-1}$).

7.7.3.- Estimación de la producción de biomasa en las pasturas.

Para determinar la biomasa en las pasturas se pueden cosechar muestras de pastos de todo el polígono o potrero en evaluación. Para guiar el proceso de recolección de pasto, se puede trazar una línea imaginaria de un extremo a otro del potrero en forma de cruz y según sea la forma del polígono. A lo largo de estas líneas se ubican 16 puntos en donde se realizará la cosecha del pasto (Figura 4). En estos 16 puntos de muestreo, se usará al azar un marco de de 50 cm x 50 cm, donde se cosechará todo el pasto presente, se determinara de manera ocular el porcentaje de maleza y pastura (Figura 5). Las muestras se identifican y depositan en bolsas de papel. Se anota el peso fresco total del forraje cosechado en el marco y posteriormente serán secadas.

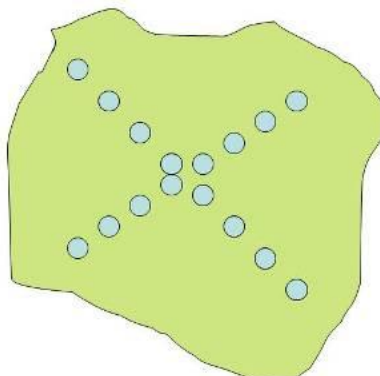


Figura 4. Ubicación de los puntos para muestreo de pasturas.



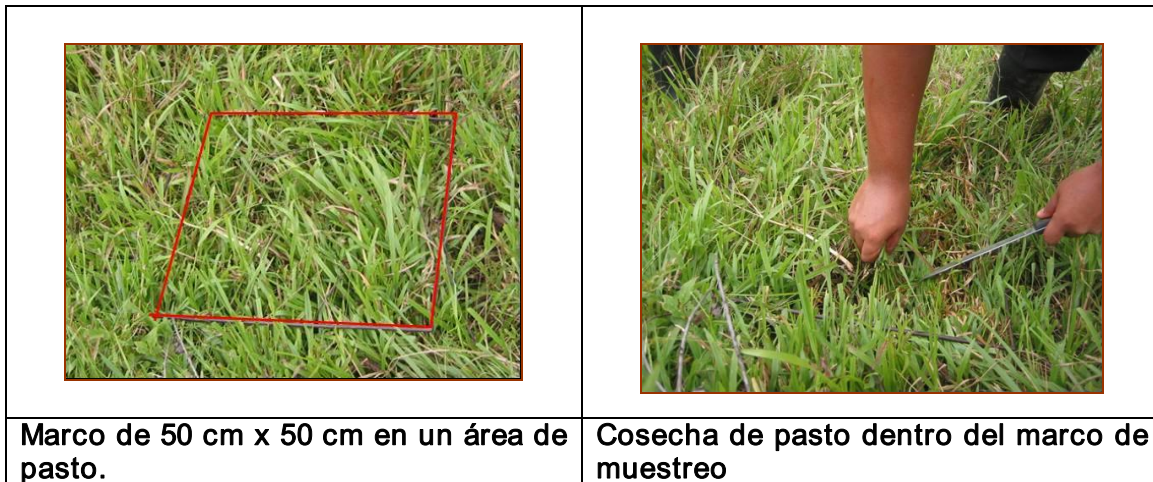


Figura 5. Ejemplo de la forma de cosechar pastura en campo.

BIBLIOGRAFÍA.

ACCIARESI, H; ANSÍN, O; MARLATS, M. 1994. Sistemas silvopastoriles: Efecto de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje en rodales de álamo (*Populus deltoides* Marsh). *Agroforestería en las Américas*. 1(4): 6-9

BATEMAN, V. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, MX. Editorial Herrero Hermanos. 468 p.

BOLÍVAR, D; MUHAMMAD, I; KASS, D; JIMÉNEZ, F; CAMARGO, J. 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


BUSTAMANTE, J; MUHAMMAD, I; BEER, J. 1998. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con Poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. *Agroforestería en las Américas*. 5(19): 11-16

CAMACHO, C. Comp. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bloques natural tropical. Guía para el establecimiento y mediciones. Turrialba, CR, Serie Técnica/ Manual técnico. CATIE No 4. 52 P.

CHACÍN, F. 2000. Diseños y análisis de experimentos I. FEPUVA, UCV. Caracas Venezuela. 1^{era} ed. Cap. 2 a 4. 21-84 p.

CHACÓN, E. y AGUILAR, F. 2001. Interrelación entre el manejo de pasturas y la suplementación. In: XVII Cursillo sobre bovinos de Carne. Universidad Central





de Venezuela. Facultad de Ciencia Veterinaria. Maracay. Venezuela. 216-300 p.

COCHRAN, W. y COX, G. 2001. Diseños Experimentales. Editorial. Trillas, Cap.14: Análisis de los resultados de una serie de experimentos. México. 593 – 617 p.

ESCALANTE, E. 1998. El rol de las leñosas perennes en los sistemas silvopastoriles Venezolanos. En: IV Seminario sobre Manejo y Utilización de Pasto y Forrajes. Unellez. Barinas. pp. 31-39.

_____. 1985. Promising agroforestry systems in Venezuela. *Agroforestry Systems* 3:209-221.

GALLO, L; SOMARRIBA, E; MUHAMMAD, I; GALLOWAY, G. 1999. Productividad de *Panicum maximum* bajo *Pinus caribaea*. *Agroforestería en las América*. 6 (23): 57-59

GIRALDO, A; BOTERO, J; SALDARRIEAGA, J; PATRICIA, D. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región atlántica de Colombia. *Agroforesteria en las América*. 2(8): 14-19

GÓMEZ, I; FERNÁNDEZ, J; BENÍTEZ, D; ESPINOSA, R; VIEITO, E. 2000. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con leguminosas herbáceas y *Panicum maximum* en fluvisoles. *Pasto y Forrajes*. 23:207- 213

GONZÁLES, M. 1997. Consecuencia del pastoreo bovino sobre la regeneración arbórea de tres especies comerciales en el Chanco Argentina, un método de protección. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE


HAYDOCK, K. y SHAW, N. 1975. The comparative method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15:169-171.

HERNÁNDEZ, I; SIMÓN, L; DUQUESNE, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. *Pasto y Forrajes* 24:241- 258

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR. IICA. 216 p.

MIQUILENA, E; FERRER, O; CLAVERO, T. 1995. Efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre las fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *Gliricidia sepium*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 12:193-207.





MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ED. Son José .Organización para estudios Tropicales. 622. p

MURGUEITIO, E.; ROSALES, M. Y GÓMEZ, M. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 67 p.

MURGUEITIO, E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. En: I Congreso latinoamericano sobre agroforestería para la producción animal sostenible y VI Seminario internacional sobre sistema agropecuario sostenible. CIPAV. Cali, Colombia.

PEZO, D. e IBRAHIM, M. 1996. Sistemas silvo pastoril, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In: Pastoreo intensivo en zonas tropicales. I Foro Internacional. Fira/ Banco de México, Veracruz.

PINELO, G. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en reservas de la Biosfera Maya, Petén, Turrialba, CR. Serie Técnica/ Manual Técnico. CATIE N° 40. 52 p.

PLEVICH, J; NÚÑEZ, C; CANTERO, J; DEMAESTRI, M; VIALE, S. 2002. Biomasa del pastizal bajo diferentes densidades de pino (*Pinus elliottii*). Agroforestería en las América. 9(33-34):19-23

REDISAF- VEN, 2005. Red venezolana de investigación en sistemas Agroforestales REDISAF Venezuela. Plan estratégico. INIA.

RIBASKI, J; MENEZES, A. 2002. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi-árida Brasileña. Agroforestería en las América. 9(33-34):8-13

SÁENZ. C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

SILVA-PANDO, F; GONZÁLES-HERNÁNDEZ, M; ROZADOS-LORENZO, M. 2002. Pasture production in silvopastoral system in relation with microclimate variables in the atlantic coast of Spain. Agroforestry Systems 56:203-211

TREJO, J. 1998. Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrizicos y lombrices en una parcela de *Brachiaria humidicola* sola y en asocio con *Acacia mangium*. Tesis Mag .Sc. Turrialba, CR, CATIE.

VILLAFUENTE, L. 1998. Sistemas expertos como herramientas para tomar decisiones de manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.



Anexo. Resumen de la literatura revisada.

Fuentes	Objetivo del estudio	Diseño experimento y unidad de medida	Mediciones y procedimiento	Variables medidas
Trejo, 1998.	Determinar la productividad de forrajera de <i>Brachiaria humidicola</i> en monocultivo y sus fracciones de hoja-tallo y biomasa muerta vs. <i>Brachiaria humidicola</i> asociada con <i>Acacia mangium</i> .	Diseño irrestricto al azar con arreglo en parcelas divididas, con dos factores (sistema y época). El sistema (parcela grande), tiene tres niveles: monocultivo; 120 y 240 árboles/ha. El factor época (parcela chica) dos niveles (seca y húmeda) con cuatro repeticiones. Para un total 12 parcelas con un área de 2000 m ² . Tratamientos 3: Pasto en monocultivo Pasto + 120 árboles Pasto + 240 árboles	El muestreo se realiza por la técnica doble muestreo (Haydock y Shaw 1975). Se seleccionan 5 niveles para referencia real. En cada parcela, se tomaron 80 observaciones visuales y se utilizo el marco metálico de 0.5 x 0.5 m ² , se corto las muestra 5 cm de altura del suelo.	Materia seca (kg/Ms/ha). Relación hoja- tallo (%). Biomasa muerta.
González, 1997.	Determinar los valores de disponibilidad de forraje, que permitan generar daños mínimos sobre la regeneración arbórea de las especies.	Parcelas divididas en el tiempo. El tamaño total de la parcelas es de 12 ha, la cual se dividió en 6 subparcelas de 2 ha. La duración del ensayo de 30 días, con 4 mediciones al inicio y tres posteriores a 10, 20, 30. Para el muestreo de pasto, cada subparcela fue divide en dos sub parcelas de 1 ha y en cada una se ubica dos transectas y se muestreo cada 8 metros.	La medición se realizo por el método Botanal (Haydock y Shaw 1975), el cual estima por doble muestreo. Se seleccionaron 5 muestras las cuales son referencias a muestra visual, se corta a 10 cm del suelo y seca 60 C por 72 hora.	Materia seca (kg/Ms/ha).
Saenz, 2002.	Determinar el efecto de la cobertura arbórea en potreros sobre la cantidad, calidad y composición de la dieta seleccionada en animales en potreros	Diseño de parcelas divididas 4 repeticiones, donde las parcelas grandes eran la época (seca-lluviosa) y la cobertura corresponde a las subparcelas (alta, media y baja) se utiliza tres potreros y 8 animales.	El muestreo se realizo dos veces, en cada potrero con método Botanal, se escogieron 5 puntos reales con escala 1-5, con 2 replicas para cada punto y se muestreo con un cuadrado de 50x50 cm, se recorre en forma de x, se determina la composición botánica, se evaluaron 120 puntos visuales por potrero y 10 puntos reales.	Materia seca (kg/Ms/ha). Composición botánica (%). Calidad (PC). Diámetro de las copas (m).
Villafuente, 1998.	Caracterizar sistemas de producción de lechería en condiciones silvopastoriles del trópico húmedo bajo costa Rica.	Se seleccionaron 5 productores y en cada uno de ellos se seleccionaron 11 sitios de muestreo, diferentes densidades de sombra.	El muestreo se realizo por transecta, mediante el método de rendimiento comparativo y el método del rango de peso seco (Haydock y Shaw 1975, se realizaron 80 muestras visuales en cada parcela se muestrea en sol , sombra	Materia seca (Kg/MS/Ha/año). Composición florística (% maleza, leguminosa y gramíneas).



Hernández <i>et al.</i> , 2001.	Contribuir al conocimiento de las interacciones entre los animales, los pastos y los árboles	Tratamientos Pasto solo (1), sistema con árboles (3). Área de estudio 7.92 has, dividido en seis cuartos por sistema (<i>A. Lebbeck</i> asociado con pasto, <i>B. purpurea</i> asociado con pasto, <i>L. leucocephala</i> asociado con pasto, pasto solo). 600-800 árboles/ ha con altura de 1.8 m y 65 % de cobertura de pasto, La evaluación fue en época seca.	El rendimiento del pasto se determina mediante el corte con marcos de 0.25 x 0.25 m, se tomaron de 10 marcos por cuartón se muestrea al inicio y al final de cada rotación (8 rotaciones/ años). La composición botánica se realiza por el método de los pasos al inicio y al final de cada ciclo de evaluación	Materia seca (kg/Ms/ha). Composición botánica (%).
Gómez <i>et al.</i> , 2000.	Conocer la factibilidad técnico-económico para establecimiento de sistema silvopastoriles.	El diseño de bloque al azar con cuatro replica para estudiar cuatro tratamientos (<i>L. leucocephala</i> + <i>P. maximum</i> + <i>Teramnus labialis</i> ; <i>L. leucocephala</i> + <i>P. maximum</i> + <i>Centrosema pubescens</i> ; <i>L. leucocephala</i> + <i>M. atropurpurem</i> y <i>L. leucocephala</i> + <i>P. maximum</i>), tamaño de las parcelas de 36 m ² .	Rendimiento de materia seca se determina con de la técnica subjetiva de los cinco marcos referenciales (Haydock y Shaw, 1975). Para la composición botánica utilizo el método del rango de peso seco	Materia seca (kg/Ms/ha) Composición Botánica (%).
Giraldo <i>et al.</i> , 1995.	Evaluar el efecto de tres densidades de árboles en los componentes sombra sobre la cantidad de biomasa y calidad del pasto de guinea <i>Panicum maximum</i> .	Seleccionaron 9 parcelas permanentes de 70 x 70 m para una área de 4900 m ² , tratamientos 3 (densidades, baja, media y alta). El diseño de bloque al azar con tres repeticiones, área de experimentación de casi 4.4 ha.	La disponibilidad de biomasa se estima a dos distancia del fuste del árbol (mitad y limite de la copa).	Materia seca (kg/Ms/ha).
Ribaski y Menezes, 2002.	Evaluar la influencia de árboles algarrobo en los aspectos de microclima, fertilidad suelo, y disponibilidad y calidad del forraje de pasto buffel.	Bloques al azar (10 repeticiones, formadas árboles individuales) con tres tratamientos, los puntos de muestreo (a y b) bajo la copa de los árboles y un tercer punto (C) a una distancia de 20 m del fuste de cada árbol.	Se cosechó las gramíneas dos veces en cada periodo climático a una altura promedio de 5 cm del suelo, con cuadro de 1 m ² .	Materia seca (kg/Ms). Calidad (proteína cruda, fibra y digestibilidad). Composición de minerales.



Gallo <i>et al.</i> , 1999.	Evaluar cinco diferentes formas funcionales y cinco densidad de rodal forestal para modelar los cambios de la productividad de <i>Panicum maximum</i> bajo rodales de <i>Pinus caribaea</i> de diferentes densidades.	Se establecieron seis parcelas permanentes para medición del crecimiento de las pasturas bajo rodales con 10-20 m ² /ha de área basal. Las parcelas midieron 1000 m ² (50x20 m) de área útil y 1400 m ² de bordes.	No explica en método.	Productividad (kg/Ms/ha/día). Composición botánica (%).
Bolívar <i>et al.</i> , 1999.	Determinar el efecto de la incorporación de <i>A. mangium</i> en sistema silvopastoril con <i>B. humidicola</i> sobre la calidad forrajera y productividad de la pastura.	Los tratamientos fueron monocultivo, pasto con asocio. Diseño completamente al azar con cinco repeticiones, cada parcela de 2000 m ² . La densidad de 240 árboles. En cada parcela delimita un área de 72 m ² (8 X 9 m) al azar, la cual incluye cuatro árboles, para estudiar producción de pasto.	Se tomaron muestras de pasto en cada ciclo de pastoreo a 1, 2.5 y 4 m del árbol para estimar la producción de materia seca. Para el monocultivo las subparcelas fueron también de 72 m ² .	Producción (kg/Ms/ha). Relación hoja-tallo. Calidad (digestibilidad <i>in vitro</i> y proteína cruda). Cantidad de biomasa muerta.
Bustamante <i>et al.</i> , 1998.	Determinar cuáles gramíneas resultan altamente promisorias desde el punto de vista agronómico al asociarse con <i>Erythrina</i> . <i>Poeppigiana</i> .	Arreglo factorial con dos sistemas de cultivos: asociados con <i>E. poeppigiana</i> y en monocultivo de pasto como parcela principal. Se utilizó un diseño de bloques al azar, en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones de las parcelas principales. Cada parcela grande se dividió en dos subparcelas. En cada subparcela, se colocaron los ocho gramíneas en el estudio.	Se realizó corte de nivelación a 15 cm de altura, para especies erectas y a 5 cm para rastreras. Para Ms se midió en dos puntos elegidos al azar en cada subparcela (a 1 y 3 m del fuste del árbol), con un marco de 0.25 m ² , no dice la época.	Producción de materia seca (kg/Ms/ha). Relación hoja –tallo (%).
Plevich <i>et al.</i> , 2002.	Reducir mediante raleo la densidad de las plantaciones de pinos con el fin de lograr los niveles de regeneración del pastizal natural.	Los tratamientos fueron cuatro intensidades de raleo: 25,37,50 y 62 %, la densidad original 1600 árboles, se tomó de cada parcela 16 puntos muestreo con una cuadrícula de 20 x 20 cm.	Las muestras se cortaron a nivel de suelo con una área de 0,1 m ² , el material colectado se clasificó en gramíneas y otras. Época no dice.	Producción total materia seca (kg /Ms/ha).



Acciaresi <i>et al.</i> , 1994.	Determinar la producción estacional de biomasa herbácea en plantaciones de álamo con distintos espacimientos y su relación con la penetración de la radiación solar.	Se establecieron cinco tratamientos (densidades: 625, 416, 312, 250 y 0 árboles/ha). El muestreo para cobertura y producción se realizó bajo la copa, se definieron cuatro subparcelas por árbol y un testigo, se establecieron 10 parcelas de muestreo, distribuidas al azar.	La estimación de cobertura del suelo se realizó visualmente en superficie de 25 m ² , distribuidas al azar con 10 repeticiones. Los cortes se realizaron al nivel de suelo, en una superficie cuadrada de 0.25 m ² , distribuida al azar con 10 repeticiones por tratamiento. Época otoño.	Producción materia seca. (kg /Ms/ha). Cobertura (%).
Silva-Pando <i>et al.</i> , 2002.	Conocer el efecto de incidencia de la radiación y temperatura y relación con la estación y producción anual de las herbáceas.	Se establecieron tres tratamientos y un control, en parcelas de 0.3 ha.	El muestreo fue realizado por método colección al azar, se realizaron tres muestreos con cuadro de 1 x 1 m por subparcelas, la muestra de gramínea fue cortada 2 cm del suelo	Producción de materia seca (mg /Ms/ha).

