

---

# Experiencias en Producción Limpia de Ganaderías en Pastoreo

---

## **Carlos Hernando Molina**

Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de Caldas, Colombia.  
Consultor de la FAO sobre Medio Ambiente.  
Investigador Asociado, Miembro del Consejo Directivo Fundación CIPAV.  
Miembro del Comité Técnico de la Reserva Natural El Hático, Colombia.  
**Colombia**

## **Fernando Uribe**

Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de Caldas, Colombia.  
Administrador de Empresas, Universidad del Valle, Colombia.  
Director Técnico Hacienda Lucerna.  
Investigador Asociado, Fundación CIPAV  
**Colombia**

## **Introducción**

La ganadería tropical enfrenta serios cuestionamientos debido al modelo imperante de producción, caracterizado por grandes extensiones de gramíneas, baja o nula diversidad de especies, alto grado de transformación de los ecosistemas naturales, escasos niveles de integración con el sector agrícola y con otras especies pecuarias, bajos niveles de eficiencia y rentabilidad, deterioro del medio ambiente y poca participación efectiva en la solución de necesidades socioeconómicas de la población.

El día que los habitantes de la franja tropical del planeta entendamos que el trópico, lejos de constituir una zona impropia para el progreso de la humanidad, encierra en sí mismo elementos de mayor potencial, más que la de otras zonas del globo terrestre, dejaremos de vernos como países subdesarrollados en el campo de la agricultura y de la industria.



“La radiación solar de luz y calor labora sin tregua para transformar el carbono, el oxígeno, y el hidrógeno de la atmósfera, el agua, el nitrógeno y las sales del suelo, en vida vegetal mediante el fenómeno primario más fundamental de la naturaleza, la asimilación clorofiliana del carbono o fotosíntesis, fenómeno físico-químico y biológico que ha sostenido la vida vegetal y animal desde cuando estas formas de vida fueron creadas y, que es hoy, y será mañana, origen del sustento para la vida humana y animal”. Durán C. 1974.

“La faja ecuatorial, además de recibir intensa radiación solar de calor y luz es también la que disfruta de mayor cantidad de lluvia. Como puede esperarse de circunstancias tan favorables, es también la zona que rinde mayor cantidad de producción vegetal espontánea por unidad de superficie”. Durán C. 1974.

Muy poco se ha explorado en el diseño de sistemas productivos que potencialicen las condiciones ecuatoriales del territorio, donde la eficiencia de la energía primaria a partir del sol se constituya en objetivo fundamental; el potencial de producción de biomasa sea base del modelo productivo y la diversificación un componente obligado que posibilite altos niveles de integración.

## 1. Antecedentes

Preocupados por la situación de la ganadería y sus efectos medioambientales, no sólo a nivel nacional sino en el trópico americano, desde hace 16 años la Reserva Natural “El Hatico”, y Hacienda Lucerna Ltda. en asocio con la Fundación CIPAV, y varias universidades, en especial la Nacional de Colombia sede Palmira, vienen investigando sobre sistemas de producción ganadera amigables con los recursos naturales, entendiendo que la actividad ganadera puede convertirse en la gran aliada ambiental mediante la reconversión en sistemas que regresen a la vocación original de los ecosistemas.

Para lo anterior se viene trabajando en el desarrollo de sistemas agroforestales donde la población arbórea llega a 10.000 árboles por hectárea, y más.

## 2. Descripción de la Ubicación de las dos Empresas:

La Reserva Natural “El Hatico”, se encuentra ubicada en Colombia, en el departamento del Valle del Cauca, en el municipio de El Cerrito, a 1.000 m.s.n.m., con temperatura promedio de 24 grados centígrados, precipitación promedio de 785 mm al año y una humedad relativa de 75%.



La Hacienda Lucerna está ubicada en Colombia en el municipio de Bugalagrande en el departamento del Valle del Cauca a 960 m.s.n.m., con temperatura promedio de 24 grados centígrados, precipitación de 1.050 mm al año y humedad relativa de 75%.

**Cuadro 1**  
**Uso del suelo y actividades de las empresas**

Sistema de Producción	Hacienda Lucerna Ltda.	Reserva Natural El Hatico
	% del área	% del área
Producción ecológica de caña de azúcar	68,00	32.10
Bosque seco tropical	0,00	5.00
Manejo y utilización de la Guadua	1,00	8.92
Sistemas silvopastoriles de alta densidad arbórea	17,30	25.71
Sistemas silvopastoriles de Mediana densidad (> de 30 árboles/ha)	4,00	13.57
Sistemas silvopastoriles de baja densidad de árboles (< de 30/ha)	7,00	10.71
Bancos de proteína	1,88	1.78
Cercas vivas		
Área de frutales	0,82	1.78
Producción porcina		
Producción ovina (carnero de pelo)		
Producción de carne de búfalo		
Producción equina		
Industrialización de la leche		
Industrialización de la caña de azúcar (panela)		

Como se observa en el cuadro 1, las dos empresas comparten la mayoría de los sistemas productivos primarios. En la reserva natural El Hatico se cuenta con un 53.55% del área dedicada a la producción agroforestal, 13.92% dedicado al manejo de guadua y mantenimiento del bosque seco tropical, lo cual representa el 67.47% del área donde el recurso arbóreo es un elemento importante.



La Hacienda Lucerna industrializa su producción de leche (producción de helados y leche pasteurizada), y procesa el 50% de la caña de azúcar para la producción de panela ecológica certificada, la cual comercializa regionalmente además de los mercados de Europa y de los Estados Unidos.

El trabajo que se presenta a continuación pretende ser un elemento demostrativo de las verdaderas potencialidades con que cuenta la franja tropical y el beneficio de los procesos de integración en el desarrollo de sistemas productivos, donde cada día se cuenta con menor dependencia de insumos externos y una utilización eficiente de todos y cada uno de los subproductos generados en el sistema finca.

Se da mayor énfasis en los sistemas de producción agroforestal pecuario, por considerarlos como los mayores dinamizadores hacia la producción de leche y carne competitiva y limpia; adicionalmente se hace mención sobre prácticas terapéuticas no convencionales (medicina alternativa) como parte importante en la generación de productos ecológicos.

### 3. Principios para una Producción Agropecuaria Sostenible

#### **Trópico: Potencial regulador del calentamiento global**

Hoy adquiere una importancia trascendental maximizar el fenómeno de la fotosíntesis como principal mecanismo en la mitigación del efecto de Invernadero generado por las emisiones sin control de gases como (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso), donde el dióxido de carbono es responsable de más del 65% de su impacto global. La generación y multiplicación de sistemas productivos que privilegien la alta producción de biomasa y la capacidad de almacenar el Carbono ocioso del aire en medios estables como la materia orgánica del suelo, se convierte en la alternativa práctica y real para la regulación ambiental, y es precisamente en la franja tropical donde se cuenta con las mayores ventajas naturales para abordar esta línea de desarrollo.

#### **Sistemas integrados de producción agropecuaria**

La tendencia a la homogenización y la falta de conocimiento de las dinámicas ecológicas de los ecosistemas han producido un impacto negativo que está aún por valorarse en su real dimensión.

La ausencia de una visión sistémica de la producción no ha permitido entender el potencial de los sistemas integrados, que tiendan hacia la autosuficiencia.



Para la obtención de una mayor eficiencia en el uso de los diferentes recursos dentro de un sistema de producción es imprescindible establecer la conexión de los diferentes subsistemas que conforman el sistema productivo.

Dentro de esta integración no sólo es importante mirar qué sucede entre los recursos agrícola y pecuario; también es fundamental el análisis de los recursos: Agua, forestal, enriquecimiento y manutención de la biodiversidad, así como los efectos sociales, económicos y ambientales que éste genera.

Como lo describe el economista Max-Neef M. 1993: “La prioridad es clara. Lo que se precisa es verter todos los esfuerzos para articular la interrelación de las partes del sistema. Sólo un sistema articulado puede aspirar a ser un sistema sano. Y sólo un sistema sano puede aspirar a la autodependencia y a la racionalización en el uso de los elementos que lo integran”.

### **Los análisis económico-ambientales: fundamento para la toma de decisiones**

Los medios para incrementar la producción agropecuaria en los últimos 50 años, entre ellos la revolución verde, han estado acompañados de un modelo que ha pretendido un crecimiento económico acelerado, basado en la utilización de los recursos naturales y la búsqueda de la rentabilidad comercial de corto plazo. Muy poco se ha considerado una visión de conjunto de los aspectos sociales y ecológicos en el manejo de la actividad económica y sus implicaciones sobre el impacto hacia futuro sobre la comunidad humana.

Hay que empezar a evaluar los sistemas productivos tropicales con análisis que consideren el largo plazo, teniendo presente que en él se involucran recursos perennes que requieren de períodos más prolongados para su formación. Adicionalmente, es hora de incluir en el análisis los bienes y servicios ambientales generados, representados por ejemplo en fijación de carbono, producción de oxígeno, regulación del ciclo hídrico y manutención de la biodiversidad.

### **Papel de la familia en el desarrollo agropecuario**

Es indispensable promover procesos de sensibilización y respeto hacia el trabajo que han desarrollado las generaciones anteriores; donde se ha invertido un capital importante en tiempo, conservación y ante todo amor y convicción.

Ciro Molina G. en 1940 sostenía: “Toda escuela económica o política que no se fundamenta en la familia peca contra la naturaleza. El bienestar social solamente se logra por la suma de bienestares familiares. La industria capitalista elimina la industria familiar lo que acarrea el desequilibrio social”.



Reconocer que hacemos parte de un momento histórico que no iniciamos y que no terminaremos, que tiene unos fundamentos y antecesores, irá generando la capacidad de tomar decisiones donde no sólo entran en juego los aspectos puntuales de un momento, sino que se adquirirá la visión holística que tiene en cuenta el proceso recorrido y el impacto que la decisión tiene hacia el futuro.

### **Innovación en el manejo administrativo de las empresas agropecuarias**

Partiendo del papel trascendental que juega el hombre en el éxito o fracaso de los sistemas productivos, es indispensable generar un esquema de incentivos por resultados en cada una de las áreas del sistema mismo, entendiendo que todos los involucrados son aliados y socios, y por lo tanto participan de los éxitos o fracasos que se presenten.

## **4. Los Sistemas Agroforestales en la Producción Agropecuaria**

«Se debe saber que el suelo neotropical fecundo se ha formado a la sombra, y así, el conservarlo arbolado es defenderle su medio natural y asegurarle su feracidad. Los árboles forrajeros brindan además, sombra bienhechora para animales y pastos, refrescan la atmósfera, impiden la erosión, evitan la violencia de las evaporaciones, con sus detritus generan constantemente humus, regulan la humedad e influyen decisivamente en la formación del medio hídrico». Molina C. 1940.

Desgraciadamente ha hecho carrera el criterio de “potreros limpios”, donde sólo se concibe la presencia de la gramínea de interés y todas las demás especies desaparecen. Potencializar el «potrero feo» es potencializar el acceso a la diversidad natural de especies forrajeras. En la oportunidad que tenga el animal de seleccionar y diversificar su alimento, puede estar la mayor ventaja comparativa de los sistemas productivos para zonas tropicales.

En Colombia se pueden diferenciar al menos cinco grupos de sistemas agroforestales para la producción pecuaria (Murgueitio E. 1999):

- Sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva.
- Plantaciones forestales con pastoreo de ganado.
- Cercos vivos, barreras contra el viento, corredores biológicos y linderos arborizados y espacios para el sombrío.
- Sistemas silvopastoriles con manejo de la sucesión vegetal.
- Nuevos sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales.



En este trabajo se hace especial énfasis en los sistemas de mayor densidad arbórea por unidad de área donde se pretende hacer un uso más eficiente del recurso suelo, sol, agua y aire en la potencialización del fenómeno fotosintético en la producción de biomasa proveniente de las gramíneas y de las especies arbóreas.

### **Sistemas agroforestales silvopastoriles de alta densidad arbórea**

En la búsqueda de lograr una mayor eficiencia económica en una actividad que se ha caracterizado por bajos rendimientos, los investigadores y productores han ensayado varias opciones, desde sistemas con una alta dependencia de insumos químicos especialmente fertilizantes y herbicidas, hasta las asociaciones de las gramíneas y leguminosas rastreras, que en la mayoría de los casos presentan problemas de persistencia por alguna de las especies involucradas.

Hacienda Lucerna Ltda, la Reserva Natural El Hatico y la Fundación Cipav, vienen investigando desde hace más de 12 años la implementación de sistemas silvopastoriles de alta densidad arbórea. Con este sistema se busca obtener una alta producción de forraje proveniente de especies gramíneas y leguminosas arbóreas, donde el sistema es completamente autónomo y no requiere de la utilización de insumos foráneos ni del uso de maquinaria después de establecido el potrero.

La adecuación del suelo y establecimiento del sistema se inicia con la preparación del suelo en forma convencional (descepada, subsuelo, cincel y rastrillo), respetando la vegetación arbórea existente caracterizada por la presencia árboles nativos samán, **Albizzia saman**; chiminango, **Pithecellobium dulce**; guácimo, **Guazuma ulmifolia**; orejero, **Enterolobium cyclocarpum**; palmas zanconas, **Syagrus sancona**, corozo de puerco, **Attalea butyracea**; e introducidos algarrobo forrajero o trupillo, **Prosopis juliflora**; palma real, **Roystonea regia**, dinde **Chlorophora tintorea**. Inmediatamente se siembra la **Leucaena leucocephala** con una densidad alta (10.000 plantas por hectárea), manejada a una altura que permita el ramoneo de los animales (máximo 2 metros de altura); las gramíneas constituyen el estrato más bajo, siendo importante que tengan la capacidad de desarrollarse en ambiente de penumbra. Para las condiciones de trópico seco y subhúmedo presentan muy buenos resultados la estrella africana **Cynodon plectostachyus** y la guinea **Panicum máximum** cv Tanzania y Mombasa.

Son muchos los trabajos que muestran diferencias significativas en producción de biomasa, calidad de la proteína contenida en la gramínea, incremento en la concentración de minerales, en potreros donde se introduce el componente arbóreo en alta densidad, comparado con potreros donde se maneja la gramínea como un monocultivo. Un ejemplo de lo anterior se presenta en el cuadro 2.



Según la especie y las condiciones edáficas los árboles pueden extraer nutrientes y agua desde horizontes más profundos, depositándolos sobre la superficie del suelo con la caída natural del follaje, ramas y frutos. El aporte de biomasa y nutrientes minerales al suelo, por efecto de las podas en los sistemas agroforestales es variable y depende del manejo de la plantación; pero se citan valores de hasta 18 toneladas de M.S./ha/año y flujos de nitrógeno, asociados con la caída de hojas hasta de 380 kg/ha/año (Alpizar et al.1983).

**Cuadro 2**  
**Disponibilidad de forraje y nutrientes en un sistema silvopastoril y en un monocultivo de *Cynodon plectostachyus***

	Disponibilidad Ton. MS/ha/año	PC Ton MS /ha/año	EM Mcal/ha/año	Ca hg MS/ ha/año	P kg MS/ha/año
Estrella africana <i>Cynodon Plectostachyus</i>	25.2	3.0	59472	90.72	80.64
Leucaena <i>Leucaena leucocephala</i>	4.3	1.1	10750	51.6	8.17
Algarrobo <i>Prosopis juliflora</i>	0.4	0.05	NA	NA	NA
<b>Sistema silvopastoril (total)<sup>1</sup> sin fertilización Química</b>	<b>29.9</b>	<b>4.15</b>	<b>70222</b>	<b>142.32</b>	<b>88.81</b>
<b>Monocultivo de <i>Cynodon plectostachyus</i> con 400 k/ha/año de urea</b>	<b>23.2 (2)</b>	<b>2.5 (2)</b>	<b>56876 (3)</b>	<b>83.2 (3)</b>	<b>74 (3)</b>

1 Mahecha (1998)

2 Ramírez (1997) 3 Ramírez & Mahecha

PC= Proteína cruda.

EM= Energía metabolizable.

MS/ha/a= Materia seca por hectárea por año.

Ca= Calcio

P= Fósforo.

El cuadro anterior muestra un incremento del 30% en la producción de biomasa por unidad de área en los sistemas silvopastoriles, reflejándose en un aumento en la capacidad de carga de 4 a 4,8 vacas por hectárea.



El sistema de silvopastoreo también permite devolver gran parte de los nutrientes extraídos por la gramínea y los árboles en forma de heces y orina.

Como muestra el cuadro 3, Ramírez, H. 1996, encontró que el aporte de materia orgánica dentro de dos sistemas silvopastoriles (A y B), fue de 35 y 33% respectivamente comparado con el sistema de monocultivo de pasto estrella (C).

**Cuadro 3**  
**Producción de materia orgánica endógena en base fresca en dos sistemas silvopastoriles comparado con monocultivo de gramínea (*C. plectostachyus*)**

	A		B		C	
	Producido	Reciclado	Producido	Reciclado	Producido	Reciclado
<i>C. plectostachyus</i>	108	16.2	121	18.1	81	12.1
<i>L. leucocephala</i> Biomasa	22.1	0	-	-	-	-
<i>L. leucocephala</i> Podas	4	4	-	-	-	-
<i>P. juliflora</i> (legumbre)	0.5	0.15	0.9	0.27	-	-
<i>P. juliflora</i> (follaje)	0.4	0.4	0.7	0.7	-	-
Estiércol	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
Total en toneladas /ha/año	149.4	<b>35.15</b>	137	<b>33.47</b>	95.4	<b>26.5</b>
% Reciclado		23.5		24.4		27.7

Tratamiento **A** *C. plectostachyus* en asociación con *L. leucocephala* y *P. Juliflora*.

Tratamiento **B** *C. plectostachyus* en asociación con *P. juliflora* y fertilización nitrogenada.

Tratamiento **C** *C. plectostachyus* como monocultivo (**testigo**) con fertilización nitrogenada.

Con el objetivo de diversificar aún más el sistema silvopastoril descrito en el cuadro 2 y teniendo en cuenta la posibilidad de mejorar la relación proteína-energía, por la alta oferta de proteína degradable aportada tanto por la **Leucaena leucocephala** 30% en materia seca y por el pasto estrella 12 a 13%, se inició desde 1998 la introducción de la guinea **Panicum maximun** var. Tanzania y Mombasa en asociación a la Leucaena.

En el cuadro 4 se aprecia el efecto de la densidad de leucaena, encontrándose diferencias estadísticas para la mayoría de las variables, presentándose mejor comportamiento en la densidad de 10.000 leucaenas por hectárea.



**Cuadro 4**

**Producción de forraje verde y materia seca para Guinea y Leucaena, según la densidad arbórea**

Variable	Densidad Leucaenas/ha.			P<	ES+-
	0	6000	10000		
Guinea F.V. (g/m <sup>2</sup> )	1505	1546	1996	0,002	107
Leucaena F.V. (g/m <sup>2</sup> )	-	120	212	0.006	17
Total F.V. (g/m <sup>2</sup> )	1505	1666	2208	0.001	107
Materia seca (g/m <sup>2</sup> )	385	322	506	0.001	30

Al hacer la evaluación de la producción de forraje en materia seca para las dos variedades de guinea se encontró mayor producción en la Mombasa (37.2 ton./ha./año) comparado con 26,89 ton./ha./año en la Tanzania, muy parecida a la reportada en la tabla 1, mientras la Mombasa superó en un 30% a la producción del estrella *Cynodon plectostachyus* en asocio con Leucaena y Prosopis. (Molina C.H., et al. 2001).

Los resultados del cuadro 5 están en concordancia con el comportamiento de consumo presentado por las vacas, encontrándose mayor preferencia por la Tanzania.

**Cuadro 5**

**Calidad del forraje por variedades de Guinea**

	Guinea		P<	ES+-
	Mombasa	Tanzania		
DIVMS	59.15	61.78	0.077	0.85
PC%	7.94	8.99	0.102	0.37
FDN%	79.99	79.33	0.44	0.50
FDA%	48.23	45.65	0.016	0.60
Ca%	0.4916	0.4688	0.432	0.02
P%	0.3066	0.3467	0.064	0.01

Al evaluar el contenido de proteína cruda entre variedades de guinea se encontró diferencia estadística ( $p < 0.001 + 0.53$ ), entre la asociación con leucaena 9.86%, contra 6.79 sin la leguminosa. (Molina C.H., et al 2001).



**Cuadro 6**  
**Impacto de los sistemas silvopastoriles Reserva Natural El Hatico (1996-2000)**

Variable	AÑOS				
	1996	1997	1998	1999	2000
Área Total (has.)	89	89	89	73	51
Área sin Leucaena (has.)	75,4	68,2	61,8	29,8	0
Área con Leucaena (has.)	13.6	20.8	27.2	43.2	51
# Vacas en ordeño	299	286	259	266	230
Carga (vacas/ha./año)	3.35	3.21	2.91	3.74	4.50
Producción de leche lts/ha./año)	7436	8298	9770	11684	17026

El cuadro 6 resume el impacto que han generado los sistemas silvopastoriles de alta densidad arbórea en la Reserva Natural El Hatico, se presenta la producción por hectárea dedicada al hato de producción de leche activo (sin incluir vacas secas) en los últimos 5 años. Es de resaltar el incremento del 129% en la producción por hectárea entre el año 1996 al 2000, encontrándose como principal factor el incremento en el área de los sistemas silvopastoriles (**Cynodon plectostachyus**, **Panicum maximum**, **Leucaena leucocephala** y **Prosopis juliflora**). (Molina C.H., et al 2001).

La disminución de la capacidad de carga en 1997 y 1998 se explica por la decisión de abolir la fertilización química (400 kls. urea/ha./año) en los sistemas donde aún no se tenía la presencia de leucaena.

De las 51 hectáreas de silvopasturas en el 2000, 25 eran de la asociación **Cynodón plectostachyus**, **Leucaena leucocephala** y **Prosopis juliflora** con un promedio de 5 años de establecidas, las 26 restantes correspondían a 16 hectáreas de asociación de guineas Tanzania y Mombaza con Leucaena y Prosopis con 2 años de servicio y 10 hectáreas introducidas a producción a comienzos de 2000, donde se estableció una mezcla de gramíneas (**Cynodon plectostachyus**, **Panicum maximum** var Tanzania asociadas a la Leucaena y **Prosopis juliflora**).

La diversificación de especies gramíneas y arbóreas dentro del sistema no sólo benefician al bovino, sino que ofrecen un ambiente propicio para la multiplicación y manutención de diferentes comunidades biológicas (aves, hormigas, mariposas) como lo muestran estudios realizados últimamente en la Reserva. Cárdenas G 1998, Ramírez M et al, 2000 y García T, Ramos A.F. 2000. (Molina C.H., et al 2001).

Existen otras experiencias en sistemas silvopastoriles de alta densidad donde se destacan el botón de oro, **Thitonia diversifolia** (Ríos C 1998) especialmente en zona de ladera. Así como para suelos inundables



o de alto nivel freático, la experiencia con Pízamo, **Erythrina fusca** en asocio a pasto estrella (Gómez et al 1997, Botero y Russo 1998).

En zonas de alta montaña (>2.000 msnm) donde el pasto kikuyo **Penisetum clandestinum** es la base de sistemas lecheros de mediana a alta intensidad, la asociación con Aliso **Alnus acuminata** (Murgueitio y Calle 1998) y **Acacia decurrens** (Giraldo et al 1998) se muestran promisorias.

### Parámetros técnicos, económicos, ambientales de dos alternativas de sistemas de producción ganadera (Monocultivo Vs. Silvopastoreo)

El cuadro 7 Presenta los parámetros técnico económicos de los sistemas de producción convencionales (monocultivo de pasto estrella africano) y los sistemas silvopastoriles (asociación de la gramínea estrella, la *Leucaena leucocephala* y el algarrobo forrajero *Prosopis juliflora*).

Si bien, el costo de inversión es mayor para el sistema silvopastoril comparado con el monocultivo de gramínea (913 vs. 676 dólares por ha respectivamente), los costos de mantenimiento del cultivo son más bajos en el sistema silvopastoril con 197 dólares contra 246 dólares del monocultivo. Esto se explica especialmente porque es un sistema independiente de insumos fertilizantes, un ahorro del 25% de agua de riego por efecto de una mayor cobertura de la superficie y, adicionalmente, no requiere uso de maquinaria agrícola para la producción después de la siembra.

**Cuadro 7**

#### Parámetros técnico -económicos de dos sistemas de potrero (Monocultivo y Silvopastoreo)

PARÁMETRO	MONOCULTIVO	SILVOPASTOREO
Costo inversión del sistema /ha/año	US\$ 676	US\$ 913
Costo de mantenimiento /ha/año	US\$ 246	US\$ 197
Capacidad de carga (vacas/ha)	4	4.8
Kg de m.s. producidos /ha/año (ramirez,h. 1996)	22000	36400
Kg de proteína /Ha/año	2464	5936
Producción de leche /vaca/día (lts)	10.5	10.5
Producción de leche /vaca/IEP/día (lts)	8.40	8.40
Producción de leche /ha/año (lts)	12.810	15.372
Costo de forraje en m.s. / kg	US\$ 0.01	US\$ 0.005



El cuadro 8 presenta los indicadores ambientales de estos dos sistemas de producción.

Desde el punto de vista ambiental, la fijación de carbono representa hoy uno de los aspectos de mayor importancia para el análisis de los diferentes sistemas productivos, por todo el efecto que pueden llegar a tener en la regulación del fenómeno de invernadero por el exceso del CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera. Hoy se reconoce que quizás uno de los principales reservorios del carbono en forma estable y duradera está en el suelo y especialmente en la materia orgánica de éste.

Los sistemas silvopastoriles presentan mayor potencial que los sistemas de sólo gramíneas para la fijación de carbono, por contar con una mayor producción de biomasa tanto aérea como radical, generando mayor captura de carbono estable en un rango de profundidad más amplio en el suelo. Adicionalmente se mejora la capacidad productiva del suelo mediante el reciclaje de nutrientes que está siendo aprovechado por el sistema radicular de las diferentes especies vegetales que están asociados al sistema. Por otra parte, la alta densidad de leguminosas arbóreas en los sistemas silvopastoriles promueven la utilización del nitrógeno atmosférico, que por asociación simbiótica de las bacterias en los nódulos presentes en el sistema radical de las leguminosas fijan el nitrógeno manteniéndolo en niveles superiores y explicando en gran parte las mayores producciones de biomasa en este sistema.

La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: Actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua (Young 1997). Pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, lo cual mantiene una buena cobertura a través del año son muy eficientes en la captación de agua. Los bosques de galería en las riberas de corrientes de agua naturales y artificiales o parches de bosque en las pendientes, mejoran la infiltración de agua dentro del suelo, mejoran la estabilidad de los taludes, disminuyendo el riesgo de erosión. Las tasas de evapotranspiración son más bajas en sistemas de pasturas sombreadas que en pasturas puras, especialmente donde estas están expuestas a fuertes vientos. Esto conlleva a una mayor humedad del suelo bajo las copas de los árboles comparado con suelos bajo pasturas a campo abierto. A medida que crecen los árboles el impacto positivo sobre la humedad del suelo puede incrementarse (Rhoades 1998).

En la Reserva Natural El Hatico el uso eficiente del recurso hídrico es de gran importancia, no sólo biológica sino económica, teniendo en cuenta la baja precipitación, 800 milímetros al año y la alta evaporación a plena exposición del sol, 1.600 milímetros año. Con los SSP de alta densidad se ha encontrado un ahorro de 16.000 (monocultivo) a 12.000 (SSP) metros cúbicos de agua /ha/año. Dato que con el correr del tiempo hay que estar corrigiendo debido al incremento en la capacidad de retención de agua en estos sistemas.



Una de las estrategias para mantener y conservar la biodiversidad dentro de paisajes dominados por pasturas es la promoción de sistemas silvopastoriles, los cuales integran el manejo de árboles con la producción de ganado. Además de producir madera, forraje y frutas, proveer sombra para el ganado y promover la conservación de suelos y el reciclaje de nutrientes (Pezo e Ibrahim, 1998), los sistemas silvopastoriles proveen estructuras, hábitat y recursos que pueden facilitar la persistencia de algunas especies de plantas y animales dentro de paisajes fragmentados, mitigando, por lo tanto, parcialmente los impactos negativos de la deforestación y la fragmentación del hábitat.

En el estudio sobre avifauna en diversos agroecosistemas en el Valle del Cauca, Cárdenas G. (1998) encontró que los sistemas agroforestales con árboles frutales maduros son los más ricos con 57 especies, seguidos de los silvopastoriles (46-43), Bosque (relicto de bs-T) y caña de azúcar con manejo agroecológico (sin quemadas ni agroquímicos) con 33 cada uno, guadual o bosque de bambú (*Guadua angustifolia*) con 29 y caña para agroindustria con manejo convencional (insumos químicos) solo 19. El índice de diversidad también tuvo el mismo patrón. Primero los sistemas agroforestales de frutales con 3.21; *Leucaena+Prosopis+Estrella* 3.07; *Estrella más Prosopis* 2.98; Bosque 2.86; Guadual 2.73; caña agroecológica 2.43 y caña convencional 1.53.

Desde el punto de vista social, se presenta una mayor generación de empleo en el sistema silvopastoril, ofreciendo 0,52 salario mínimo estable por hectárea/año. Este aspecto es fundamental en nuestros países donde las pocas opciones de trabajo están llevando a la desestabilización social, reflejada en baja calidad de vida de los habitantes y caldo de cultivo para todos los fenómenos de violencia e inseguridad.

**Cuadro 8**  
**Indicadores ambientales y sociales de dos sistemas de potrero (monocultivo y silvopastoreo, en la Reserva Natural El Hatico, Colombia, Valle del Cauca**

Parámetro	Monocultivo	Silvopastoreo
Presencia de avifauna	—	46
Materia orgánica del suelo (0 – 10 cm)	1,6	2,8
Carbono en el suelo (0 – 10 Cm)	1,00	1,68
Nitrógeno total del suelo (0 – 10 Cm)	0,08	0,14
Consumo de agua para riego /ha/año (mt <sup>3</sup> )	16.000	12.000
Fertilizante químico nitrogenado	400	0
Número de salarios mínimos /ha/Año	0.47	0.52



Estos sistemas agroforestales están demostrando que presentan ventajas no sólo en la estabilidad económica a largo plazo, sino que favorecen la implementación de un desarrollo sostenible que está en capacidad de competir con otros sistemas de producción extractivos, contaminantes y dependientes. A pesar de los sacrificios económicos en el corto plazo, estos se ven ampliamente compensados en un lapso de tiempo mayor.

### **Sistemas de corte y acarreo: bancos de proteína puros, policultivos de corte, policultivos de varios estratos y múltiples usos**

#### **Bancos de proteína**

Tanto en Hacienda Lucerna Ltda, como en la Reserva Natural El Hatico se cuenta ya con 16 años de investigación y desarrollo en la producción y utilización de la leguminosa arbórea Matarratón **Gliricidia sepium**. La investigación fue iniciada mediante la poda de los cercos vivos, con edades que oscilan entre los 80 y 100 años de establecidos y luego mediante cultivo con densidad de siembra de 10.000 a 40.000 árboles por hectárea, obteniéndose los siguientes resultados:

Las producciones de forraje fresco por hectárea por año oscilan entre 60 y 80 toneladas (15 a 20 ton. de materia seca). Esta producción es obtenida sin la utilización de agua para riego, ni insumos en forma de fertilizantes, insecticidas o herbicidas. Lo anterior es posible gracias al sistema radicular profundo (cuando la propagación es realizada por semilla sexual) y alta capacidad para reciclar nutrientes que tiene esta especie arbórea, por el aporte de hojarasca que equivale a la cuarta parte de la biomasa producida.

La proteína neta producida por hectárea (3,5 a 4 toneladas), corresponde a 2,5 veces más que la producida por la soya en las condiciones de clima y suelo de valle geográfico del río Cauca.

Desde principios del año 2001 se inició el manejo del cultivo de matarratón en la forma de silvopastoreo con la introducción de terneras destetas para que hicieran el ramoneo y pastoreo directamente. La decisión se tomó teniendo en cuenta que la invasión de las gramíneas al cultivo era tan grande que se requería de una utilización más frecuente (período de descanso de 60 días) comparado con los 90 días de recuperación para el manejo de corte y acarreo, adicionalmente no tenía sentido incurrir en altos costos para realizar el control de las gramíneas en el banco de proteína.

Las observaciones en cuanto a persistencia del cultivo después de 18 meses de utilización como silvopastoreo son positivas. Lo anterior se explica porque el cultivo ya contaba con más de 15 años de corte y acarreo, pues existen muchas experiencias de fracasos en la utilización del **Gliricidia** en manejo



directo con animales cuando la introducción de los mismos se hace desde los primeros años de establecido el cultivo.

Se han realizado ensayos con otras especies como el nacedero **Trichanthera gigantea**, quizá la especie más utilizada para diferentes fines por el campesino colombiano. Perteneció a la familia Acanthacea constituida por cerca de 200 géneros con más de 2000 especies, en su mayoría nativas de los trópicos (Heywood V H 1985). En América casi todas las especies son hierbas, arbustos y trepadoras, encontrándose únicamente tres o cuatro especies de árboles en los géneros Trichanthera, Bravaisia y Suessenguthia (Gentry A 1993).

El uso más generalizado es como cerca viva y como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua.

En un estudio de etnomedicina realizado en Colombia se registraron 74 formas de uso del nacedero.

Se reporta como alimento de especies en cautiverio especialmente mamíferos (Patiño 1990), la Fundación CIPAV viene realizando numerosos ensayos de cultivo intensivo y alimentación de diferentes especies animales con nacedero especialmente conejos, cuyes, gallinas, ovejas africanas y cerdos de ceba y cría. Ríos C. 1997.

Las producciones de forraje fresco por hectárea por año están entre 20 y 45 toneladas, con intervalos de corte cada 4 a 5 meses y alturas de corte de 1 a 1,5 metros.

## 5. Manejo de Enfermedades con Sistemas no Convencionales

El control de las enfermedades, incluyendo las parasitarias, en sistemas orgánicos de producción es un reto importante de los países tropicales. No existe una fórmula mágica que solucione todos los problemas. La experiencia en la Hacienda Lucerna se ha basado en la aplicación de un conjunto de actividades que han permitido manejar el problema:

### Alimentación

No se puede pretender controlar los ectoparásitos o las enfermedades si se tienen deficiencias nutricionales en el sistema de producción. Para los chinos, el padre de la enfermedad puede ser cualquiera, pero la madre con toda seguridad es una mala dieta.



La alimentación de las vacas se ha basado en el silvopastoreo de pasto estrella y leucaena. Este sistema, además de aportar una excelente nutrición, reduce el estrés calórico de los animales, brindando por lo tanto mayor bienestar animal.

### **Adaptación y selección**

Una de las ventajas de la empresa, es la de trabajar con una raza bovina adaptada y desarrollada en el medio. La raza Lucerna inicia su proceso de formación en el año 1936 con la adquisición y uso de animales criollos Hartón del Valle en distintos grados de cruzamientos con las razas Holstein y Shorthorn; estos animales se clasificaron en dos grupos: Uno con las vacas más criollas al que se le introdujo una población de genes de la raza Holstein y otro, con ejemplares de elevado mestizaje Holstein al cual se le cruzó con toros Hartón del Valle, buscando descendencias próximas a la media sangre de las razas iniciadoras de este trabajo genético. El proceso de mejoramiento genético se empezó seleccionando vacas por los resultados de producción de leche, los que se registraron de manera técnica y permanente desde el inicio de la formación de la raza. (Actualmente Lucerna cuenta con un registro mayor de 48.000 lactancias).

En 1951 se importaron dos toretes puros Shorthorn Lechero, de color rojo cerezo, que comenzaron a utilizarse a fines de 1952 con vacas mestizas seleccionadas Holstein - Hartón del Valle.

La segunda fase se inició en 1956, cuando se acentúan los trabajos de selección. Por recomendaciones del genetista L.N Hazel se cerró el hato, y desde entonces se utilizan exclusivamente individuos del triple cruzamiento, los cuales de acuerdo con estudios de Stonaker et al (1972), indicó un 40% de sangre Holstein, 30% de sangre Hartón del Valle y 30% de Shorthorn Lechero.

A finales de 1962 por sugerencia del Genetista mejicano Jorge De Alba, se implementó el uso de toros jóvenes por dos años para evitar la consanguinidad. Desde el año 1983 se inició la inseminación artificial.

En el año 1983 el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, reconoce la raza Lucerna como raza colombiana. Por este trabajo genético realizado durante 66 años, en la empresa se cuenta con una raza bovina adaptada a las condiciones tropicales, facilitando el proceso de implementación de la producción orgánica.

Además de la selección por características productivas, se ha buscado eliminar los animales susceptibles a infestaciones por garrapatas y enfermedades como la mastitis.



A la par de la selección en el control de los ectoparásitos, se realizó un trabajo para conocer la dinámica poblacional de la garrapata, con la finalidad de realizar tratamientos estratégicos que permitieran regular el grado de infestación y planear una exposición gradual de los animales en la búsqueda de una estabilidad enzoótica de la Anaplasmosis y Babesiosis. Se realizó en Lucerna una evaluación con 6 animales destetos, tres machos y tres hembras, los cuales fueron dejados sin tratamiento acaricida por dos años. Durante este período, los animales pastaron en un lote de 100 terneras de la misma edad. Las garrapatas (*Boophilus microplus*) adultas (de 4 a 8 milímetros) presentes en el lado derecho de los seis animales experimentales, fueron contadas cada dos semanas. La temperatura rectal y la parasitemia con *Babesia* sp. y/o *Anaplasma*, (medida en extendidos coloreados de sangre periférica) fueron también determinados cada 15 días, para detectar y tratar si era necesario, cualquier episodio clínico de enfermedad. El ganado fue pesado cada mes y se le realizaron exámenes de materia fecal cada tres meses para observar parasitismo interno. Cuando fue necesario se administró tratamiento antihelmíntico. Adicionalmente, se registró la precipitación pluvial diariamente durante el período experimental.

Se detectaron dos picos poblacionales de garrapata uno en abril y el otro en septiembre. Actualmente los controles se realizan con la aplicación de hongos como la *Bauveria* o *Metarhizium* y se programan en abril y septiembre, realizando baño de control solamente a los animales que tengan más de 30 garrapatas adultas y en los otros meses a los animales que sobrepasen este recuento.

En las praderas que presentan altas cargas de garrapatas se pastorean ovinos de pelo (camuros). La garrapata se adhiere al huésped, que no es su preferido, y luego los ovinos salen a pastorear en los callejones de la caña de azúcar. Se tiene entonces un doble efecto, primero disminuir la carga parasitaria de los potreros y además los ovinos no permiten el ciclo normal de la garrapata como ha sido observado en trabajos realizados por Cassalet (sin publicar) citada por Betancourt A., quien infestó 6 ovinos africanos y 2 bovinos con aproximadamente 40.000 larvas de *Boophilus*. En resultados parciales se demostró que en los bovinos la infestación se dio normalmente, iniciando la producción de teleoginas (garrapatas adultas) 800 a 1000/animal/día durante cinco días. En el día 19 pos infestación, en los ovinos la infestación fue muy baja y solamente en tres de ellos, se encontró un máximo de 25 garrapatas adultas por animal en el período de observación.

La práctica de pastorear los ovinos en las zonas de mayor carga parasitaria ha reducido considerablemente la población de las garrapatas en la Hacienda, lo que muestra nuevamente que en la producción orgánica el control debe estar orientado a todo el sistema de producción y no manejarlo de una manera puntual como se hace convencionalmente.



## Empleo de la Homeopatía

La experiencia con el empleo de la homeopatía en el tratamiento de las enfermedades, ha demostrado que se logran resultados semejantes a los obtenidos con el uso de tratamientos alopáticos. Las principales diferencias radican en el costo por tratamiento: El homeopático equivale entre el 20 y el 50% del valor de un tratamiento convencional, además se suma el tiempo de retiro de la leche del mercado, que en un tratamiento convencional sería de 4 a 8 días (en producción de leche ecológica, el tiempo de retiro es el doble que el indicado por el laboratorio productor).

**Cuadro 9**  
**Costos para el tratamiento de mastitis**

<i>Tratamiento</i>	<i>Costo por vaca</i>	<i>Retiro de leche</i>	<i>Total</i>
<i>Alopático</i>	<i>US \$ 14</i>	<i>US \$ 20</i>	<i>US \$ 34</i>
<i>Homeopático</i>	<i>US \$ 8</i>	<i>No</i>	<i>US \$ 8</i>

## Conclusiones

Los resultados anteriormente expuestos confirman que la racionalidad para producción agropecuaria en el trópico americano tiene que ir ligada a sistemas agroforestales. Este no es ningún descubrimiento especial, simplemente obedece a la lectura de la lógica natural de nuestro continente donde el componente arbóreo estaba presente en la mayoría de sus ecosistemas.

Optar por los sistemas agroforestales para la producción agropecuaria, es apostarle a la recuperación ambiental, en especial en extensiones ganaderas que mediante el proceso de correr la frontera agrícola, fueron destruyendo el área boscosa para convertirla en zonas de muy baja productividad, con efecto ambiental negativo.

Afortunadamente hoy se cuenta con un número amplio de experiencias positivas en este campo, replicadas en muchos lugares de nuestra geografía continental, lo único que se requiere es tener la decisión personal para implementarlas con la seguridad de que los beneficios ambientales, sociales, biológicos y económicos no se harán esperar.

La exigencia, cada día mayor de alimentos limpios por parte de los consumidores en el ámbito mundial, lleva la necesidad de cambiar el uso de la medicina convencional por una medicina preventiva y curativa



de origen natural. Aunque los primeros ensayos han generado resultados positivos, se requiere de mucha investigación para ayudar a que su difusión sea lo más rápido posible.

En un mundo cada día más globalizado, la diferencia en el trópico la harán los países donde se promuevan sistemas de producción que aprovechen con intensidad los recursos naturales, sol, agua, suelo, plantas y animales; donde se privilegie el trabajo del hombre sobre el uso de insumos foráneos al sistema. Sistemas donde se entienda que la producción va de la mano de la conservación.

**“Para producir hay que conservar y para conservar hay que producir”.**

## Bibliografía

- ALPIZAR, L.; FASSBENDER, H. W.; HEUVELDOP, H. Estudio de sistemas agroforestales en el experimento central del Catie. Turrialba, Costa Rica : Catie, 1983. 28 p.
- BERRIO, L. F. et. al. Dinámica poblacional de adultos de *Boophilus microplus* en bovinos de la raza Lucerna en el centro del Valle. Bogotá : Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 1992. 18 p. Documento mimeografiado.
- BOTERO, R.; RUSSO, R. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO, 1999. p 171-192.
- BRIONES, F. Manual de Medicina Veterinaria Homeopática. New Delhi : B. Jain Publishers, 1996. 242p.
- CALLE, Z.. Fenología, regeneración y crecimiento de Arboloco (*Montanoa quadrangularis*). En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA. (6 : 1999 : Cali). Memorias VI Seminario Internacional sobre Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali : CIPAV, 1999. Memorias electrónicas.
- CÁRDENAS, G. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. Cali : Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, 1998.
- CLAVERO, T. *Leucaena leucocephala*: Alternativa para la alimentación animal. Caracas : Fundación Polar, Universidad del Zulia, Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes, 1998. 78 p.
- COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN; INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. Política Nacional de biodiversidad. Bogotá : DNP, 1997. 40 p.



- DOSSEY, L.. Tiempo espacio y medicina. Barcelona : Kairos S.A.,1986. 361 p.
- DURÁN, C. El Sol ecuatorial en el futuro de la ganadería. [s.l.] : [s.n.], 1974. 302 p.
- GÓMEZ, M. E. et. al. Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente Proteica.[s.l.] : [s.n.], 1997.
- GALINDO, W. Evaluación de un sistema silvopastoril para animales de levante con pasto estrella y árboles jóvenes de Pithecellobium dulce y Acacia mangium. Cali : Cipav, 1999. En edición.
- GIRALDO, L. A. Potencial de la arborea guácimo (Guazuma ulmifolia) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles: Agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO ,1999. p. 295-308.
- MAHECHA, L.. Análisis de la relación planta-animal desde el punto de vista nutricional, en un sistema silvopastoril de Cynodon plectostachyus, Leucaena leucocephala y Prosopis juliflora, en el Valle del Cauca. Palmira : Universidad Nacional de Colombia. 1998. 153 p. Tesis (Maestría en Producción Animal Tropical). Universidad Nacional de Colombia.
- MAHECHA, L.; ROSALES, M.; MOLINA, C. H.. Experiencias de un sistema silvopastoril de Leucaena leucocephala, Cynodon plectostachyus y Prosopis juliflora en el Valle del Cauca. agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO, 1999. p. 407-419.
- MAX-NEEF, M. Desarrollo a Escala Humana. [s.l.] : [s.n.], 1993.
- MOLINA, C. H, et. al. Pruebas de campo en los trópicos en el uso de biomasa para sistemas integrados y sostenibles de producción animal. Cali : Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, 1994.
- MOLINA, C. H.; MOLINA, E. J.; MOLINA, J. P. Evaluación sobre Bloques Multinutricionales, realizadas en la Granja El Hatico, Valle del Cauca Colombia. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE UTILIZACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES (1994 : Guanare, Venezuela). Memorias del Seminario Internacional sobre utilización de bloques Multinutricionales. Guanare : 1994.
- ——— Integración de agricultura y ganadería doble propósito en el Valle del Cauca. Estudio de caso de El Hatico. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DOBLE PROPÓSITO (1992 : Mérida, Yucatán). Memorias del Seminario Internacional sobre sistemas de producción doble propósito. International Foundation for Science, Universidad Autónoma de Yucatán, 1994.
- MOLINA C.H. et. al. Advances in the implementation of high tree-density silvopastoral systems. In: CONGRESS ON AGROFORESTRY AND LIVESTOCK PRODUCTION IN LATIN AMERICA (2 : 2001 : San



José, Costa Rica.). Proceedings II Congress on Agroforestry and Livestock production in Latin America. San José, Costa Rica : 2001.

- MOLINA; E. J. Sistemas Productivos integrados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. 1997. Trabajo de grado (Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios)
- MURGUEITIO, E. Intensificación de la ganadería en Centro América: Beneficios económicos y ambientales. En: SEMINARIO INTERNACIONAL (1999 : Turrialba, Costa Rica). Memorias del Seminario Internacional. Turrialba, Costa Rica : 1999.
- ———— Reconversión social y ambiental de la ganadería bovina en Colombia. En: World Animal Review (1999). En prensa.
- MURGUEITIO, E.; CALLE, Z. Diversidad biológica en la ganadería bovina en Colombia: Agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO, 1999. p. 53-72.
- OCAMPO, A. La ganadería del tercer milenio: Sistemas integrados de producción. Santafé de Bogotá : 1997.
- PRESTON, T. R. El ajuste de sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Memorias del Seminario Taller Sistemas Intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. Cali : CIPAV, 1988. p. 1-15.
- RAMÍREZ, H. Evaluación de dos Sistemas Silvopastoriles Integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. 1996. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia.
- RÍOS, C. I. *Tithonia diversifolia* una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico: Agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO, 1999. p. 311-325.
- ROSALES, M. Mezcla de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales: Agroforestería para la producción animal en América Latina. [s.l.] : CIPAV-FAO, 1999. p. 201-216.
- URIBE, F. Uso de la homeopatía para la prevención y control de mastitis bovina. En: SEMINARIO INTERNACIONAL PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE ORGÁNICA EN REGIONES TROPICALES (2000 : Guácimo, Costa Rica). Memorias Seminario Internacional Producción de Leche y Carne Orgánica en Regiones Tropicales. Guácimo, Costa Rica : Universidad EARTH, 2000.

