

# Trabajo sobre arboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba

## Grupo de Leguminosas

Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

### SUMMARY

The research on the silvopastoral systems at the Institute of Animal Science started in 1979. In 1982 a Multi-disciplinary group was created to work on this area. These studies led to the design of technologies that have been applied both at a national and international levels. The application of these technologies is based on the supplementation of the cattle stock using tree legumes as for example, *Leucaena leucocephala* to form free access protein banks for beef production or limited access protein banks for milk production; at different proportions that may reach up to 100% of the grazing area. These systems contribute to substantial savings in concentrates and minerals, while production may reach 10kg milk/d in the dry season without supplementation and more than 500g/d in beef cattle. Other studies are based on the screening of nearly 100 species for different productive purposes as well as ruminal physiology, nutrient recycling, entomology, animal behaviour, living fences, etc.

### INTRODUCCIÓN

Un sistema silvopastoral es una opción agropecuaria que involucra la presencia del árbol interactuando con los componentes tradicionales que son el pasto y el animal. Este conjunto es sometido a un sistema de manejo integrado tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo.

Es bueno destacar que el silvopastoreo es un sistema biológico -abiológico en desarrollo dinámico constante, el cual se alcanza por etapas con la evaluación de los componentes del mismo. Es decir, los animales,

los árboles, el pasto base, la flora y la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos y otros de carácter socioeconómico.

De aquí, que las producciones animales y de otro tipo derivados del sistema silvopastoril deben variar positivamente en el tiempo, en la medida que se va consolidando la relación suelo/planta/animal. La introducción de estos sistemas en áreas de producción debe ser paulatina con el concepto de no limitar la unidad pecuaria.

Los primeros trabajos de investigación relacionados con el empleo de los sistemas agroforestales para la producción agropecuaria que condujeron a la conformación de tecnologías que han sido aplicadas nacional e internacionalmente tuvieron su inicio en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) en Cuba alrededor del año 1979. Durante esta etapa el trabajo se relacionó principalmente con la producción de leche y posteriormente con la de carne sin descuidar todo lo que se trataba con la agrotecnia y manejo durante el establecimiento empleando *Leucaena leucocephala* como árbol multipropósito.

La aplicación de estas tecnologías se basa en la suplementación de la masa bovina mediante el empleo de leguminosas arbóreas como la *Leucaena* y otras para la formación de bancos de proteína de libre acceso (para la producción de carne) o de acceso limitado (para producir leche) en diferentes proporciones que puede llegar hasta el 100% del área del pastizal y que contribuye al ahorro sustancial de concentrados y minerales para la alimentación del ganado vacuno.

En el ICA existe desde 1982 un Grupo Multidisciplinario que trabaja en silvopastoreo y está integrado por especialistas de biología, agronomía, microbiología, fisiología, nutricionistas y veterinarios, así como por economistas y mecanizadores agrícolas.

#### **RESULTADOS CON ECOTIPOS Y VARIEDADES DE *LEUCAENA* SP. Y OTRAS ESPECIES ARBÓREAS**

Poder disponer de una amplia colección de accesiones, ecotipos, variedades de una especie o de otras especies de plantas resulta de mucho interés para lograr buenos resultados en la implantación de una tecnología productiva.

A partir de 1989 (Febles *et al.*, 1995) se ha incursionado en el estudio de leguminosas arbóreas alrededor de 100 leguminosas arbóreas para

diferentes propósitos productivos como sombra, cercas vivas y alimentación animal bovina bajo las condiciones cubanas. Los trabajos han mostrado la importancia de géneros como *Albizzia*, *Enterolobium*, *Bauhinia*, *Erythrina*, *Acacia*, *Moringa*, *Colvillea*, *Peltophorum*, *Gliricidia*, *Lysiloma*, *Azadirachta*, *Gmelina* y otros. Se han realizado estudios agronómicos que han incluido como tema central las causas de la poca sobrevivencia de las siembras en bolsas. Otro aspecto esencial de estudio ha sido acerca de la implantación de sistemas silvopastoriles donde se han abordado varias modalidades. Algunas de estas informaciones se ofrecen en los cuadros siguientes (Cuadros 1, 2 y 3).

### Cuadro 1

#### Supervivencia y número de ramas de leguminosas arbustivas en condiciones de estrés en Cuba.

Sub familia	Especies	Supervivencia, %	No. de ramas
Mimosoideas	<i>Calliandra haematocephala</i>	95,8	7,6
Mimosoideas	<i>Leucaena leucocephala</i>	86,5	7,3
Mimosoideas	<i>Desmodium gyroides</i>	95,2	16,3
Mimosoideas	<i>Pithecollobium obovale</i>	80,0	3,8
Papilionadas	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	100,0	2,0
Papilionadas	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	100,0	3,0
Papilionadas	<i>Cajanus cajan</i>	95,0	8,5
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia monandra</i>	86,0	7,3
Cesalpinioideas	<i>Cassia fistula</i>	73,0	7,5
Cesalpinioideas	<i>Delonix sp.</i>	100,0	8,3
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia malabarica</i>	100,0	7,6

Ruiz *et al.* (1994) al realizar la evaluación durante tres años de una colección de *Leucaena* con 90 accesiones, según sus características de crecimiento, seleccionaron para forraje 46,9%, para pastoreo 36,8% y como plantas energéticas el 16%. Al profundizar en aspectos relacionados con la calidad, La O *et al.* (1995), no encontraron diferencias significativas para la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) entre seis ecotipos, pero la proteína verdadera (PV) fue mayor para los ecotipos Venezuela, 17218 y Perú. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) osciló entre 70 y 83%. Este mismo grupo de trabajo estudió el contenido de mimosina y DHP en 11 ecotipos de *Leucaena* no encontrándose diferencia para estos indicadores.

## Cuadro 2

## Crecimiento de leguminosas arbustivas sembradas bajo condiciones de estrés en Cuba.

Sub familia	Especies	Altura de las plantas (cm) en días		
		0	180	360
Mimosoideas	<i>Calliandra haematocephala</i>	21,4	39,6	100,0
Mimosoideas	<i>Leucaena leucocephala</i>	29,0	79,4	101,1
Mimosoideas	<i>Desmodium gyroides</i>	49,1	85,0	200,0
Mimosoideas	<i>Pithecollobium obovale</i>	21,4	20,7	20,0
Papilionadas	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	20,0	24,0	50,0
Papilionadas	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	35,0	72,0	80,0
Papilionadas	<i>Cajanus cajan</i>	33,6	106,1	105,0
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia monandra</i>	28,6	57,0	-
Cesalpinioideas	<i>Cassia fistula</i>	15,5	30,8	30,0
Cesalpinioideas	<i>Delonix sp.</i>	13,8	20,3	50,0
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia malabarica</i>	32,3	55,0	100,0

## Cuadro 3

## Especies relevantes para diferentes propósitos productivos (sombra, cerca) incluyendo la aceptación por animales.

Especies	Rango de consumo por animales bovinos					
	1	2	3	4	5	6
<i>Gmelina arborea</i>						X
<i>Lysiloma bahamensis</i>						X
<i>Albizia falcataria</i>		X				
<i>Albizia lucida</i>				X		
<i>Albizia lebbekoides</i>				X		
<i>Azadirachta indica</i>						X
<i>Picodendron macrocarpus</i>						X
<i>Gliricidia sepium</i>		X				
<i>Colvillea racemosa</i>		X				
<i>Erythrina mysorensis</i>			X			
<i>Bauhinia tomentosa</i>			X			
<i>Bauhinia acuminata</i>			X			
<i>Moringa oleifera</i>						X
<i>Peltophorum sp.</i>						X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>						X
<i>Acacia cornigera</i>						X

## AGRONOMÍA

Las investigaciones agronómicas definieron la preparación del suelo y la semilla, época de siembra, población, profundidad de siembra, métodos para el control de malezas y momento de comenzar el pastoreo mejores

que permitieron disponer de una base científico técnica adecuada para implementar los sistemas de producción animal. Esta información aparece en el libro: *Leucaena*, una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropico (Ruiz y Febles, 1987). Esto se complementa con otros estudios los cuales se han desarrollado tales como son, la siembra de cultivos temporales en callejones que han sido empleados con el objetivo de motivar al productor en la atención a estas áreas para que puedan lograr un buen desarrollo de los cultivos sembrados, alcanzar un rendimiento aceptable y además lograr un comportamiento satisfactorio del árbol que es nuestro objetivo principal.

Los resultados nos indican que la *Leucaena* después de 100 días de crecimiento, está en condiciones de recibir su primer pastoreo y además se pueden alcanzar rendimientos de grano de maíz de 1,8-2,1 t/ha sin afectar el crecimiento del árbol ni la inclusión del pasto (Ruiz, *et al.*, 1997).

La siembra de cultivos temporales como el maíz y la vigna durante el establecimiento de la *Leucaena* no provoca daños a esta leguminosa, aumentando la diversificación en el agroecosistema, lo cual logra una mayor actividad de los biorregulares y como consecuencia una menor presencia de insectos-plagas (Valenciaga y Mora, 1997a ; Valenciaga y Mora, 1997b, en prensa).

Sin embargo, es importante destacar que la incidencia de plagas es mucho menor en aquellos agroecosistemas de *Leucaena* con maíz pues ambas pertenecen diferentes familias, por tanto los insectos - plagas de un cultivo no son comunes para el otro. Además de detectar un mayor desarrollo de biorreguladores en el maíz que contrarrestan los posibles ataques de fitófagos de ambas plantas (Valenciaga y Mora, 1997b, en prensa).

La necesidad de asociar la *Leucaena* u otros árboles con un pasto mejorado para lograr una mayor producción de biomasa es un tema de interés. Trabajos desarrollados por Ruiz *et al.* (1997), con dos *Cynodon* y un *Panicum*, para estudiar el momento y número de surcos a sembrar de la gramínea en la *Leucaena*; lograron establecimientos tempranos (120 días después de la siembra) sin afectar el crecimiento de ninguno de los componentes (leguminosa-gramíneas). También la mezcla de más de una gramínea puede ser superior a la siembra de ésta sola. En esta línea, Lazo *et al.* (1995) informaron un rendimiento de un 57% superior de una

mezcla de *Cynodon-Panicum* respecto a la siembra por separado de una de ellas.

#### Cuadro 4

##### Comportamiento de plagas y biorreguladores.

Area	Organismos	No. insectos totales	Producción total (%)
Leucaena + maíz	Insectos - plagas	1,443	34,0
	Biorreguladores	124	3,0
Leucaena + vigna	Insectos - plagas	2,543	61,0
	Biorreguladores	64	2,0

#### EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA

La introducción de la sombra en el pastoreo constituye una tarea compleja. Así tenemos que durante cinco años se desarrolló la evaluación de diferentes poblaciones de *Leucaena* (200-400-600-800-1,100 plantas/ha) con distribución espacial diferente para provocar la sombra en potreros (Ruiz y *et al.*, 1994). Esto se basa en que independientemente de que las plantas sean explotadas de forma adecuada ya a los 24 meses de haberse iniciado la explotación con animales hay entre 1-5% de plantas que alcanzan alturas (>200 cm) cuya disponibilidad de follaje no está al alcance de los animales (Ruiz *et al.*, 1986) y así se convierten en árboles para sombra. Lo anterior se refleja en una mayor producción por m<sup>2</sup> de pasto, mayor porcentaje de hoja, menor porcentaje de material muerto y malezas (Cuadro 5), más deposición de excretas y presencia de diversas aves cuando existió sombra en el pastoreo. Lo anterior explica la preferencia de los animales por permanecer allí (Ruiz *et al.*, 1994).

Al estudiar otras arbustivas para este fin hemos encontrado (Cuadro 6) que *Gmelina*, *Lysiloma* y *Neem* tienen potencial de crecimiento para en un breve tiempo cumplir con esta función. Una situación similar se prevé encontrar con *Bauhinia* y *Enterolobium* en potreros de pasto estrella.

#### Cuadro 5

##### Efecto de la sombra de *Leucaena* en el pasto estrella.

Area	# de excretas	Pasto Estrella (g/m <sup>2</sup> )	Hojas (%)	Material Muerto (%)	Maleza (%)
Con sombra	4	650	35	13	0
Sin sombra fertilizada	0,8	520	36	19	10
Sin sombra no fertilizada	0,7	212	27	35	26

## Cuadro 6

**Plantas para sombra en el potrero, 1 año después de la siembra.**

Especies	Supervivencia, %	Altura, cm
<i>Gmelina</i>	> 83	> 2,60
<i>Lysiloma</i>	> 78	± 1,88
<i>Neem - Gmelina</i>	> 89 - > 78	± 3,0 - ± 2,2

En una prueba de observación en el ICA para valorar el efecto que sobre la producción de leche puede tener la presencia de árboles de sombra en los potreros, se encontró un incremento de 0,9 l/vacas/d para animales que producían entre 9 y 10 litros de leche diariamente, a favor del período en que los mismos pastorearon en cuarterones de pasto estrella con presencia de árboles de *Albizzia lebbek* (aproximadamente 22 árboles/ha), en comparación a cuando pastorearon en el mismo pasto pero con plena exposición al sol.

Hubo una mejora del confort, ya que en los animales sombreados permanecen menos tiempo expuesto a condiciones adversas del clima. Durante el período experimental las temperaturas máximas promedio se mantuvieron por encima de los 32°C y por encima de 27° las temperaturas medias promedio, mientras que la humedad relativa no descendió del 80%.

Con el propósito de conocer la conducta de vacas lecheras que pastaban 17 horas diarias (de 4pm a 5am y de 6am a 10am) en presencia de árboles de sombra en el potrero se realizó otra prueba de observación en la que se determinó durante las horas de luz natural (4pm a 7:30pm y de 7am a 10am) el número de vacas que se dedicaban a las actividades de consumo, rumia, descanso y otras.

Los resultados generales mostraron que como promedio el 67,85% de ese tiempo los animales se dedicaban a comer, el 15,08% a rumiar, pero alrededor del 71% del tiempo dedicado a dicha actividad (o sea el 10,72% del total) los animales prefirieron rumiar a la sombra. Algo similar sucedió con el tiempo dedicado al descanso, pues el 68,17% del tiempo empleado en dicha acción se realizó a la sombra.

Dentro de «otras actividades» están incluidos lamer, rascar, caminar, etc. en este sentido casi el 23% de estas actividades estaban relacionadas con los árboles, fundamentalmente rascarse contra el árbol (sobre todo aquellas zonas del cuerpo donde no llegaba la cola, cabeza, cuello y paletas) y ramonear las ramas bajas de los árboles.

En Cuba se han realizado muy pocos estudios del reciclaje de los nutrientes en sistemas silvopastoriles. En nuestra institución se están

desarrollando investigaciones bajo estos sistemas con el objetivo de determinar el efecto que ejercen los mismos en los componentes suelo - pasto - animal. El estudio se realiza en dos ecosistemas de pastizales en los cuales *Samanea saman* y *Leucaena leucocephala* son las especies arbóreas presentes con *Cynodon nlemfuensis* como pasto base, aunque se prevén estudiar en otros ecosistemas. En este caso se miden la cantidad de hojarasca que producen los árboles y el pasto durante el año, así como la tasa de descomposición y la liberación de nutrientes al suelo por esta vía. Al mismo tiempo se investiga el comportamiento de la diversidad y biomasa de la macrofauna del suelo y el efecto a más largo plazo sobre las propiedades del suelo y la productividad del pastizal. Los resultados son mejores en las áreas con sombra.

Otros estudios se dirigen hacia la implantación de cercas vivas. Estos trabajos se relacionan con los métodos y épocas de introducir los árboles en las áreas de pastoreo, es decir, en presencia de los animales. Las especies utilizadas en estas investigaciones han sido el almácigo (*Bursera simaruba*), piñón florido (*Gliricidia sepium*) y piñón de pito (*Erythrina sp.*).

Se han estudiado los procesos digestivos en rumiantes que consumen leguminosas, planteando que el uso de éstas ayudan en el suministro de nutrientes al ecosistema ruminal con un beneficio en la utilización de los alimentos fibrosos. Trabajos desarrollados por Delgado *et al.*, (1996) indican que la inclusión de *Leucaena* en, 0, 20, 40 y 60% de la MS de una ración compuesta además por heno de pasto estrella produce un incremento lineal positivo en el consumo de MS de: 66,4, 68,5, 71,3 y 73,0 g/kg PB<sup>0,75</sup> y en la digestibilidad de la fibra detergente neutra (FND): 44,5, 46,7, 48,3 y 56,0% para los niveles anteriores de inclusión, respectivamente. En un estudio para buscar cepas nativas que degradan la mimosina, el 3,4-DHP y el 2,3-DHP, en el rumen, de animales en diferentes regiones geográficas de Cuba, se encontró que de 40 cepas aisladas, 13 degradan el 2,3-DHP, 27 el 3,4-DHP y la mimosina (Galindo *et al.*, 1995). Como confirmación de lo anterior en trabajos desarrollados por Castillo *et al.* (1998, en prensa) para el engorde de vacunos y empleando un pastoreo con 100% de *Leucaena* se obtuvieron ganancias de 715g/d sin ningún efecto negativo en la salud de los animales.

Al estudiar algunos indicadores sanguíneos Chongo *et al.* (1995) comparando diferentes sistemas con *Leucaena* y un control con pasto natural informan que las proteínas y lípidos totales, globulina y reserva

alcalina no difieren entre tratamientos, mientras el N-amino fue superior para los sistemas con *Leucaena* en donde se encontraron niveles despreciables de mimosina y DHP en plasma, sin trastornos de salud. Estos sistemas presentaron pesos vivos superiores de 8 a 15% con respecto al control de pasto natural.

Para la producción de leche Jordán (1995) plantea que es posible obtener en condiciones de secano y sin concentrado alrededor de 10,5kg de leche/d, por lo que es necesario suplementar con concentrados cuando el potencial lechero del animal sobrepasa los 3,200 kg de leche/lactancia de 305d aunque se reduce el nivel de concentrado a

### Cuadro 7

#### Principales indicadores a considerar en tecnología para hembras con bancos de proteína de *Leucaena*

Tipo de animal	Edad o Peso	Carga animal/ha	Fertilización con N	Tipo de banco	Area con <i>Leucaena</i> (%)	Suplementación a partir de
Desarrollo	10-12 meses (150-200 kg)	4	SI	Acceso libre	30-50	> 600 g/d
Lactancia	Novillas	3 - 3,5	SI	Acceso limitado	25-30	< 400 kg de peso
	Vacas adultas	2,8 - 3	NO	Acceso limitado	25-30	> 3,100 kg/leche por lactancia.

ofertar en 35%. La carga a emplear está entre 3 y 3,5 vacas/d siempre que el área de la gramínea tenga riego y fertilizante a razón de 250 kg de nitrógeno/ha/año. En el cuadro 7 aparece información de importancia en este sentido incluyéndose además los indicadores para hembras en desarrollo.

Para el ganado seco y gestante no es necesario suplementar con concentrado, pues se obtienen ganancias de 600 g/d. El ahorro es de 3 kg de concentrado/animal/d y se reducen los gastos de alimentación en 35 centavos/animal.

Los indicadores reproductivos del sistema con *Leucaena* alcanzan natalidades del 85% y pesos vivos de los terneros de 39 kg y reducción del intervalo parto - parto que es inferior a los 410 días. El costo del litro de leche se redujo en 2,5 cts con respecto a sistemas con concentrados.

El trabajo en crecimiento-ceba de machos en áreas de pastoreo ha comprendido la inclusión de la *Leucaena* en 30, 50 y 100 % del área sin limitar su acceso al animal (Castillo, *et al.*, 1998). Otros factores estudiados son la carga animal, la fertilización, la especie de pasto y la suplementación. Estas tecnologías se resumen en el Cuadro 8 con suma claridad.

### Cuadro 8

#### Estudio del comportamiento de los machos bovinos en sistemas de *Leucaena*.

Area de leucaena (%)	Especie de gramínea	Carga animal por ha	Tipo de suplementación en la seca	Fertilización con N (kg ha/año)	Ganancia (g/d)	Ganancia (kg/ha/año)	Cuartones
30	Guinea	2	-	-	538	392	4
30	Estrella	3	-	-	465	509	4
30	Estrella	3	-	90	532	583	4
30	Estrella	5	-	-	380	465	24
30	Natural	2	Caña/urea	-	371	271	4
50	Guinea	2	-	-	556	406	4
50	Guinea	3	-	-	431	472	4
100	Natural	2	Caña/urea	-	716	523	4

Analizando todos los factores, se comprende que a medida que, se incrementa la *Leucaena*, se puede incrementar la carga y la producción por área, no así la producción individual que oscila entre los 500 y 550 g/d. El número de cuartones no tiene influencia en la producción individual ni en la producción por área. No obstante, si el pasto base de gramínea son especies mejoradas o pastos naturales, sí se reflejan diferencias notables, ya sea en la producción individual como por área.

Todos los trabajos ejecutados en la producción de carne indican que es posible incrementarla cuando se cuenta con fertilización para la gramínea no asociada.

La tecnología elaborada para la explotación adecuada y eficiente de la *Leucaena*, ha permitido introducirla en la producción comercial. La misma fue evaluada también durante los años de 1994-95, en el estado de Colima, México para poder medir su grado de adaptación a otras condiciones edafoclimáticas y del productor (Ruiz *et al.*, 1995). De los resultados obtenidos podemos indicar que después de transcurridos 8

meses de la siembra el 48% de los propietarios que se iniciaron en el proyecto comenzaron el manejo y utilización de la *Leucaena* y al año de la siembra ya explotaban sus áreas el 86%, lo que indica las posibilidades de la tecnología. Además se logró un incremento de la producción de leche de 1 a 3 l/vaca/d, así como una disminución de alimentos suplementarios. En una encuesta realizada entre productores del mismo estado, que abarcó 59 ranchos; el 61.9 % manifestó que la tecnología es buena, funciona y tiene ventajas para la producción animal.

#### **CONSIDERACIONES SOBRE PROYECCIONES FUTURAS DE TRABAJO QUE CONTRIBUYAN A LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS SIVOPASTORILES**

Se hace necesario e impostergable la creación de grupos multidisciplinarios internacionales que incorporen a los diferentes centros de investigación, educacionales y de producción en la elaboración de programas de investigación/producción/educación que dirija el trabajo agroforestal en la ganadería en el trópico.

Sería recomendable la creación de una red internacional de intercambio de experiencias y de conformación de trabajos conjuntos apoyándose en las instituciones estatales, especializadas y otros organismos como la FAO.

Aunque se han dado pasos en esta dirección, el conocimiento sistemático de las especies que forman la flora autóctona y foránea de árboles y arbustos, así como un trabajo dirigido hacia la prospección colecta y evaluación de las mismas es imperioso.

Los estudios de discriminación de especies que permita definir diferentes propósitos productivos para la ganadería a partir de germoplasma prospectado es otra tarea de importancia.

El desarrollo de trabajos de genética vegetal que tiendan a la selección y al mejoramiento de especies a favor de características específicas deseables de acuerdo a diferentes propósitos productivos debe tener prioridad.

Hay que desarrollar trabajos de agronomía y nutrición que incluyan requerimientos de establecimiento, mantenimiento y otros. Dentro de este contexto, las investigaciones de microbiología deben ser apoyadas, así como las investigaciones que traten de disminuir la dependencia de los fertilizantes minerales y que valoren al árbol como un elemento que

favorece el mantenimiento y la estabilidad de la fertilidad natural del suelo.

Los estudios acerca de las diversas formas de incorporar el árbol al sistema ganadero cobra cada vez más importancia y deben ser priorizados.

Es necesario el estudio del potencial de producción de semillas de estas plantas, así como sus características específicas y todos aquellos aspectos que conforman la cadena tecnológica de la producción de semillas y el mantenimiento de la calidad.

Otra prioridad imperiosa de investigación es la evaluación de las propiedades físicas, químicas e hidrofísicas fundamentales de los suelos con árboles que pudieran definir con precisión el manejo agroforestal de las tierras disponibles e incluir medidas de conservación de los suelos. A esto se une la definición de la influencia de las técnicas silvopastoriles y agrosilvopastoriles en las variables climáticas locales como la temperatura del suelo y del medio, emisión de CO<sub>2</sub>, viento y humedad relativa.

Se requiere de un mayor esfuerzo sostenido para definir el empleo y participación de estas plantas en la alimentación animal de rumiantes que incluya la alimentación a través no solamente del forraje y del pastoreo sino como harinas que formen parte de un sistema integral de alimentación.

Aunque se han conducido algunos trabajos en relación con la composición bromatológica de árboles y arbustos y otros estudios relacionados con el valor nutritivo, no cabe dudas que se hace imperioso profundizar en estos aspectos y relacionarlos con la nutrición, la fisiología y la producción de los animales. A este entorno pertenece la profundización del estudio de los factores antinutricionales que puedan impedir el mejor aprovechamiento del árbol por el animal.

Deben desarrollarse investigaciones que incluyan diversas categorías animales, sistemas ganaderos y de alimentación en zonas edafoclimáticas diversas pero que además se contemplen aquéllas con limitaciones productivas como suelos erosionados, salinos, ácidos y regiones secas y en proceso de desertificación y que estudien integralmente su impacto en el mejoramiento del entorno. En este sentido la valoración de la ganadería de doble propósito en nuestras condiciones socioeconómicas actuales y futuras deberían considerarse adecuadamente.

En el aspecto económico es importante profundizar en los cálculos de las diversas actividades en el establecimiento y desarrollo de los sistemas

agroforestales con la finalidad de que la viabilidad y la factibilidad de su adopción sean más atractivos tanto en el sector estatal como en el privado.

Los estudios de simulación y modelado deben constituir parte de los requerimientos integracionistas donde estén incluidos los sistemas silvopastoriles.

# BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, E., Ruiz, T.E. y Febles, G. 1998. *Rev.ACPA* (en prensa).
- Chongo, B., La O, O., Castillo, E., Cabezas, L. y Obregón, Y. 1995. *XXX Aniv. ICA*, La Habana, Cuba.7
- Delgado, D., Galindo, J., Chongo, B., Geerken, C. y Curbelo, T. 1996. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 30:283
- Febles, G., Ruiz, T.E. y Simón, L.1995. Inst. Ciencia Animal, *Seminario Científico Internacional*, La Habana, Cuba. Conferencia.
- Galindo, J., Geerken, C., Elías, A., Aranda, N., Piedra, R., Chongo, B., Delgado, D., Aldama, A. y Marrero, Y. 1995. *XXX Aniv. ICA*, La Habana, Cuba. 14.
- Jordán, H. 1995. *XXX Aniv. ICA*, La Habana, Cuba. Conferencia.
- La O, O., Chongo, B., Scull, I., Ruiz, T.E., Fortes, D. y Mirabal, M. 1995. *XXX Aniv. ICA*, La Habana, Cuba. 33
- Lazo, J., Ruiz, T.E., Febles, G. y Díaz, H. 1995. *XXX Aniv. ICA*, Cuba 28.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Cobarrubias, O., Diaz, L.E. y Bernal, G. 1986. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 22:201
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 1987. *Leucaena: Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico*. EDICA. La Habana.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H. y Castillo, E. 1994. *Trópico 94*. Colima, México. Conf. Magistral.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Díaz, H., Hernández, L. y Díaz, L.E. 1994. *Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera*. Taller Int. EEPF Indio Hatuey. Cuba.
- Ruiz, T.E., Jordán, H., Corbea, L.A., Valencia, A., Galina, M.A., Palma, J.M., Olea, F., Fernández, R., Pérez-Guerrero, J. y Ruiz, J. 1995. *XXX Aniv. ICA*, La Habana. Cuba. Conferencia.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Díaz, H., Hernández, L. y Pereiro, M. 1997. *III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica*. V. Clara. Cuba.
- Valenciaga, N. y Mora, C. 1997A. Estudio de la incidencia de insectos en una siembra de *Leucaena* intercalada con maíz en dos momentos a partir de la siembra. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 31:161.
- Valenciaga, N. y Mora, C. 1997B. *Estudio insectil en siembras de Leucaena intercaladas con cultivos temporales*. (en prensa).

## Comentarios

### Liliana Mahecha

Manifiesto de antemano mi admiración por este instituto (ICA) y por la línea de investigación que han seguido en sistemas silvopastoriles, específicamente los referidos a la inclusión de *Leucaena leucocephala*. Actualmente desarrollo una investigación acerca de la evaluación integral de un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-Pasto Estrella-*Prosopis juliflora*, en el Valle del Cauca, Colombia, que contempla un enfoque muy semejante al desarrollado por ustedes. Avances de esta investigación se presentarán más adelante en esta conferencia. Sobre el trabajo mencionado por ustedes, me surge una inquietud: Ustedes mencionan que entre 1 y 5% de las plantas de *Leucaena* alcanzan alturas mayores a 200cm, por lo tanto su follaje no está disponible para los animales y estas plantas se convierten en fuente de sombra para el sistema. Las ventajas se reflejan en una mayor producción de pasto, mayor porcentaje de hoja, menor porcentaje de material muerto y malezas así como otros beneficios como mayor deposición de excretas y presencia de avifauna. La pregunta es, en su caso y desde el punto de vista de producción de biomasa comestible, son más importantes los efectos positivos generados por la sombra de *Leucaena* sobre el pasto que el gran porcentaje del follaje de la leguminosa que no sería aprovechado por los animales? Manifiesto esta inquietud ya que en nuestros sistemas, se manejan alturas entre 1 y 1,5m en la *Leucaena*, con el fin de que los animales la utilicen al máximo como forraje y se incluye un tercer estrato arbóreo, de otra especie leguminosa, que ofrezca sombra, bienestar a los animales y que contribuya con biomasa aprovechable para el sistema.

### Grupo de Leguminosas

#### Respuesta a los comentarios de Liliana Mahecha

Nos es de mucho agrado responder a tan interesante pregunta. En el ICA estos resultados a los que usted hace referencia se han logrado en sistemas donde únicamente está presente la *Leucaena leucocephala* aunque, ya se han comenzado estudios en los que se introducen otras especies de árboles fundamentalmente para sombra en estos bancos de proteína. Como apuntamos en nuestra conferencia después de cierto número de años de manejo productivo es inevitable que un porcentaje de las plantas

de *Leucaena* crezca por encima de la posibilidad de acceso de los animales a las ramas. Esto no quiere decir que todas las plantas se dejen crecer sin control alguno, sino que de ellas se permite que se desarrollen totalmente una cantidad que proyecta una sombra cuyo beneficio se manifiesta a través de los indicadores señalados en la conferencia. Por tanto no se afecta significativamente la oferta de este alimento para los animales. Nosotros valoramos que este es un método para introducir la sombra en los potreros sin interrumpir el sistema productivo en la unidad. Por otro lado, la *Leucaena* la consideramos como árbol multipropósito, por tanto, el follaje no accesible para el vacuno puede constituir hábitat para otros grupos zootécnicos y en determinado momento pueden ser utilizados para leña.

# Un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia

Liliana Mahecha\*, Mauricio Rosales\*, Carlos Hernando Molina\*\* y Enrique José Molina\*\*

\*Fundación CIPAV, Cali \*\*Reserva Natural El Hatico, Valle del Cauca, Colombia

## SUMMARY

In Colombia, the use of silvopastoral systems in ranching systems has boomed considerably recent years. This, added to the benefits observed, and the lack of information about these systems stimulated the Natural Reserve «El Hatico» in collaboration with CIPAV to begin a research program which consists of three phases, two of which will be dealt with in the teleconference. The first phase consists of the analysis of the system, with emphasis on the soil component, the second (still under way), the analysis of the system with an emphasis on the animal component, and the third which is planned for the end of this year, where all components will be evaluated together. The results up to now show interesting information about the benefits observed through the association of leguminous trees (*P. juliflora*) and or shrubs (*L. leucocephala*) with star grass (*C. plectostachyus*) on the chemical composition of the soil, the contribution to organic matter of the system, the improved production and quality of the star forage, as if there were an improved quantities of forage given to the animals, resulting from the different layers of the system. Likewise it shows the variation throughout the year which the forages of the system experience and how this reflects in the animal behaviour in silvipasture. The results of the production as well as the economic benefits obtained in the silvipastoral system mentioned stimulate its

implementation when (aiming for a modern ranching system with a focus on economic and environmental productivity).

## INTRODUCCIÓN

En Colombia el uso de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera ha tenido un gran auge en los últimos años. Sin embargo, aún falta información y documentación a largo plazo, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre los componentes árbol-pasto-suelo-animal. Esta información es necesaria para generar puntos de intervención del hombre para el manejo del sistema, que garanticen su mayor eficiencia y sostenibilidad.

La Reserva Natural El Hatico, consciente que el gran reto de la ganadería moderna consiste en incrementar la producción de carne y leche en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita suplir las demandas de la población y garantice la protección de los recursos naturales y el medio ambiente; y de la importancia de la investigación de los sistemas silvopastoriles como una alternativa para lograrlo, inició en 1993 la siembra de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) asociada a pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Algarrobo (*Prosopis juliflora*). En este sistema silvopastoril, se ha implementado un programa de investigación en colaboración con la Fundación CIPAV, que comprende tres fases: análisis del sistema con énfasis en el componente suelo, análisis del sistema con énfasis en el componente animal (en curso) y en la tercera fase proyectada para finales de este año, se evaluarán todos sus componentes de forma integral, incluyendo los flujos de energía. El propósito de este artículo, es exponer la experiencia en el establecimiento y manejo del sistema, así como aportes de las dos fases de investigación llevadas a cabo en el sistema.

## UBICACIÓN

La Reserva Natural El Hatico, es una finca comercial que debido a su contribución al desarrollo sostenible y a la conservación del ecosistema del valle geográfico del río Cauca, así como sus aportes a las actividades de educación e investigación, ha sido reconocida como reserva natural

privada por la Red Nacional de Reservas de la Sociedad Civil, avalada por el Ministerio Colombiano del Medio Ambiente.

La Reserva Natural El Hatico, se encuentra ubicada en el municipio de El Cerrito, departamento del Valle del Cauca, Colombia, a 3°27' de latitud norte y 76°32' de longitud Oeste, a una altura de 1 000 msnm. La precipitación promedio anual es de 750mm y está distribuida bimodalmente (marzo-mayo y octubre-noviembre). La temperatura promedio es de 24°C, la humedad relativa de 75% y la evaporación promedio es de 1 825 mm/año. El Hatico está en una zona agroecológica denominada por Holdridge (1978) como Bosque Seco Tropical.

#### **ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA**

Para el establecimiento del sistema silvopastoril, se aprovechó la existencia de árboles de Algarrobo con más de 15 años de plantados. La *Leucaena* se sembró inicialmente por semilla sin inocular (6 kg/ha), mezclada con 600g (el 10%) de semilla de sorgo (planta utilizada como marcador de surco para facilitar los primeros controles de maleza) empleando una sembradora convencional de grano fino. De esta forma, se logró el primer pastoreo a los 6 meses después de la siembra. En establecimientos posteriores se ha utilizado semilla inoculada con la cepa CIAT 1967, logrando reducir el primer pastoreo a 3 meses. La distancia utilizada entre surcos de *Leucaena* es de 1m y entre plantas no existe una distancia constante debido a que se depositan aproximadamente 15 semillas/m de surco, pretendiendo obtener de 3-6 plantas/m, luego de realizar las labores de control de malezas. Los surcos se trazan en dirección oriente-occidente. La siembra de la gramínea, pasto Estrella, se realiza 30 días después de la siembra de la *Leucaena*, utilizando 3 toneladas de material vegetativo (estolones/ha). Se utiliza riego posterior a la siembra de la *Leucaena* y de la Estrella. La siembra de la *Leucaena* se realiza en la época seca para que coincida la época de lluvias con la siembra de la gramínea. El control de malezas se hace mecánicamente con una cultivadora, seguido de control manual a los 15 y 45 días respectivamente. Una vez establecido el sistema, las únicas prácticas de manejo que se realizan son el riego por gravedad en época de sequía (4 riegos/año) y la poda (1,4 podas/año). En este sistema se ha logrado

reducir el riego en el pasto Estrella en un 20% comparado con las praderas de Estrella a plena exposición del sol.

Los potreros son pastoreados durante 1 día (cada potrero es de 4 000 m<sup>2</sup> limitado por cerca eléctrica) por vacas de alta producción en un número que oscila entre 65-70 animales y sometidos a un repaso durante el día siguiente por 35 vacas secas.

#### **EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN PLANTA-SUELO EN EL SISTEMA**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la asociación *Leucaena* y/o Algarrobo con pasto Estrella sobre la composición química del suelo y la influencia indirecta en la cantidad y calidad de forraje total producido (*Estrella*, *Leucaena* y *Algarrobo*). En este trabajo (Ramírez, 1997), se determinó la producción de biomasa y el contenido de proteína, de los forrajes, se cuantificó la reducción en el uso de urea por efecto de la implementación de los sistemas silvopastoriles, se evaluaron los cambios en la composición química del suelo (N total, P, C, Ca, K, Na) y se estudió el aporte de materia orgánica dentro del sistema silvopastoril.

Se investigaron los siguientes sistemas silvopastoriles: pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo; el sistema pasto Estrella + Algarrobo y el monocultivo de pasto Estrella como control. En estos sistemas se evaluó la producción de biomasa. Para el Estrella, se utilizaron áreas de muestreo de 20m<sup>2</sup> (5 x 4) ubicadas dentro de parcelas experimentales de 8 000m<sup>2</sup> (40 x 200), según recomendaciones de Rodríguez (1985). La productividad de la legumbre de Algarrobo, se midió recolectando el total de frutos en dos árboles adultos. Esta recolección se realizó plateando totalmente la gotera del árbol y cosechando desde el suelo las legumbres caídas como consecuencia de su madurez fisiológica. De cada muestreo, se obtuvo una submuestra que fue utilizada para la determinación del porcentaje de materia seca, proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN). Se utilizó material proveniente de dos muestreos. Los cambios en la composición química del suelo se evaluaron en la mitad de la gotera del árbol (*Algarrobo*), en el límite de la gotera del árbol y a 5m del límite de la gotera del árbol, para la asociación pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo y en el límite de la gotera del árbol y a 5m del límite de la gotera del árbol para la asociación pasto Estrella + Algarrobo, y se

compararon con el monocultivo. En todos los casos se evaluaron tres profundidades: de 0-10cm, 10-20cm y de 20-30cm. En la medición del aporte de la materia orgánica al sistema silvopastoril se cuantificó, la cantidad de material residual de podas aportado por la *Leucaena* en las mismas unidades de muestreo utilizadas en la producción de forraje verde. El estiércol que dejan los bovinos después de pastorear las áreas de muestreo se tomó en áreas de 20m<sup>2</sup>, diferentes a las empleadas en la productividad de forraje y seleccionadas al azar dentro de dichas parcelas. El aporte de materia orgánica por el forraje de Algarrobo, se midió utilizando bandejas de anjeo ubicadas en parejas bajo el área de influencia de la gotera del árbol, recolectando 1m<sup>2</sup> según recomendaciones de Duvigneaud (1981).

Se lograron producciones totales de forraje (Materia seca) de 39,3 ton/ha/año en el sistema pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo (33,4, 5,6 y 0,3 respectivamente), 38,9 en el sistema pasto Estrella + Algarrobo (38,3 y 0,6, respectivamente) y 23,2 ton/ha/año en el monocultivo de gramínea (Cuadro 1). Esta mayor producción de biomasa de los sistemas silvopastoriles respecto al monocultivo se atribuye a un mayor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983); en este caso, el Algarrobo aporta legumbres, la *Leucaena* en un segundo estrato aporta forraje al igual que la gramínea en el primer estrato.

La inclusión de leguminosas influyó positivamente en la producción de pasto Estrella, 24,6 y 32,7% superior en los sistemas pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo y pasto Estrella + Algarrobo sobre el monocultivo, respectivamente. La mayor producción del Estrella del primer sistema, se atribuye a la utilización de fertilización nitrogenada (400kg urea/ha/año) (Cuadro 1).

## Cuadro 1

**Producción de materia seca comestible/ha/año y contenido de proteína cruda (PC) de los sistemas evaluados.**

Tratamiento	Urea (kg)	Producción de materia seca comestible (ton/ha/año)				PC (%) del Estrella
		Estrella	Leucaena	Algarrobo	Total	
Estrella + Leucaena + Algarrobo	0	33,5	5,6	0,3	39,4	14,5
Estrella + Algarrobo	400	38,3	0	0,6	38,9	13,9
Estrella	400	23,2	0	0	23,2	11,2

En cuanto a la composición química, los contenidos de proteína cruda de la gramínea, encontrados en el monocultivo (11,2%) fueron inferiores a los de los tratamientos con presencia de leguminosas, 14,5 % para el sistema pasto Estrella + Leucaena + Algarrobo y 13,95% para el de pasto Estrella + Algarrobo. Vale la pena resaltar que la gramínea asociada a las leguminosas Algarrobo y Leucaena sin urea, alcanzó contenidos de proteína similares a la gramínea asociada con Algarrobo y 400kg/ha/año de fertilización nitrogenada (cuadro 1). Esto evidencia las bondades de estas leguminosas en la fijación de nitrógeno atmosférico y en el aporte de materia orgánica como se verá más adelante.

Con respecto a la composición química del suelo, en el monocultivo se presentó el menor contenido de N frente a los tratamientos que contaron con la presencia de árboles leguminosos, para las profundidades de 0-10 y 10-20cm. Esto se explica en parte, gracias al aporte de material orgánico en forma de hojarasca y residuos de poda que se generan en un estrato arbustivo *Leucaena* y/o arbóreo (*Algarrobo*), y a la sombra generada por estas especies que posiblemente hace que la mineralización de la reserva orgánica del suelo sea más lenta que la ocurrida en praderas a plena exposición del sol (Ramírez, 1997). Sin embargo, a profundidades de 20-30cm se encontró un mayor contenido de N en el monocultivo, lo que se explicó por las pérdidas que por lixiviación hacen llegar hasta allí el N que se adiciona sobre la superficie en forma de urea. Se esperaba que para las profundidades de 10-20 y 20-30cm, todos los suelos bajo el efecto de leguminosas, presentaran valores altos de N pero no fue así, posiblemente como consecuencia de los altos niveles de extracción que para este elemento realiza la gramínea, si se tiene en cuenta que bajo estos tratamientos se obtuvieron los mejores rendimientos de forraje y que el

pasto Estrella es exigente en N. También hubo una tendencia a un mayor contenido de N en la mitad de la gotera del árbol.

Los contenidos de carbono y materia orgánica presentaron la misma tendencia que el N, los mayores contenidos se encontraron en presencia de leguminosas para los perfiles 0-10 y 10-20cm. Los mejores contenidos de P se encontraron en las asociaciones que contaron con la presencia de leguminosas en todas las profundidades, posiblemente como consecuencia de los mayores contenidos de materia orgánica en el perfil edáfico del suelo, que a su vez aumenta el poder tampón en la solución del suelo, posibilitando que el P se ligue en forma de humatos y pueda estar disponible para la gramínea asociada. También, se debe considerar que algunas plantas movilizan P a través de los aminoácidos excretados por las raíces y que actúan como quelantes, ya sea por micorrizas o por bacterias de la rizosfera (situación que puede presentarse en los tratamientos con leguminosas) (Primavesi, 1984). El Ca, Mg y Na presentaron una tendencia similar al P.

Los aportes de materia orgánica (correspondientes a podas, excretas, hojarasca y residuos de pastoreo) de las asociaciones de pasto Estrella + Leucaena + Algarrobo y Estrella + Algarrobo fueron mayores (149,4 y 137 ton/ha/año) que el monocultivo (26,5 ton/ha/año), implicando un mayor reciclaje de minerales al suelo (1 518 y 1 301 kg/ha/año frente a 913 kg/ha/año, respectivamente). Los elementos que mayor reciclaje presentaron en estos sistemas fueron el N, Ca, P y Mg. Esto muestra la ventaja que representa el manejo de gramíneas acompañadas con árboles y/o arbustos leguminosos ya que una fracción representativa de los nutrientes extraídos de la solución edáfica son retomados a ella mediante hojarasca y los residuos de pastoreo o podas, sobre la superficie.

De esta primera fase podemos concluir que la inclusión de los árboles y/o arbustos leguminosos en praderas de pasto Estrella, tuvo un efecto positivo sobre la composición química del suelo (N, C, materia orgánica, P, Ca, Mg y K) gracias a un mayor aporte de materia orgánica al sistema y por ende a un mayor reciclaje de nutrientes. Todo esto repercute en una mayor producción y calidad nutritiva del forraje de la gramínea adicionado a una mayor disponibilidad de material forrajero total consumible en el sistema.

### EVALUACIÓN DE LA INTERRELACIÓN PLANTA-ANIMAL EN EL SISTEMA

La segunda fase de la investigación tiene como objetivo estudiar la dinámica del sistema en términos de la relación árbol-gramínea-animal. Se está evaluando en esta fase, la disponibilidad anual de biomasa de cada especie forrajera, la variación anual de la calidad de los forrajes (composición química, digestibilidad *in vitro* y fermentabilidad), consumo voluntario, comportamiento animal (diurno y nocturno) y producción de leche. Se proyectaron 8 mediciones (cada 42 días). Se cuenta con cuatro potreros experimentales de 4 000 m<sup>2</sup> cada uno. Dentro de cada potrero se están evaluando las asociaciones: pasto Estrella + *Leucaena* y Pasto Estrella + Algarrobo.

El consumo voluntario, el comportamiento animal y la producción de leche se mide en vacas lecheras de la raza colombiana Lucerna en el primer tercio de lactancia; se cuenta con un número de animales de 65-70 en cada período de ocupación. El consumo voluntario se estima por el método agronómico descrito por Giraldo (1996), como la diferencia entre la disponibilidad de cada forraje en el potrero antes y después del pastoreo. Para compensar las limitaciones de este método, se compara con las observaciones de comportamiento referentes al porcentaje del tiempo que el animal pasa comiendo cada forraje. Para medir el comportamiento, se observan 2 vacas del lote experimental por 5 min. con intervalos de 10 min. durante 8h diurnas y 11h nocturnas (dos días para cada medición) que permanecen en los potreros. Se mide el tiempo que el animal pasa en pastoreo, ramoneo, rumia y descanso. Además, durante 12h diurnas y nocturnas (en ordeño y en potrero), se determinan el número de veces en que los animales orinan, defecan y toman agua. La producción de leche se mide diariamente durante 8d del muestreo. La disponibilidad de forraje de cada especie se mide antes y después del pastoreo con el método de Doble Muestreo (Haydock y Shaw, 1975). Para los análisis de valor nutritivo se toma una muestra de 300g de cada especie de cada asociación y se determina en el laboratorio contenidos de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de materia seca, fibra detergente neutra y ácida, fermentabilidad, Ca, y P.

Los resultados iniciales (7 mediciones realizadas hasta el momento de 8 que contempla el proyecto), muestran un efecto de la época del año en la disponibilidad de materia seca de los forrajes en los potreros experimentales. En las épocas secas la disponibilidad de todos los forrajes

ha disminuido (siendo aún más drástico por el efecto del fenómeno de El Niño) haciéndose necesaria la aplicación de riego en los potreros con el fin de estimular la recuperación de los forrajes para el pastoreo siguiente. En épocas de lluvias (dependiendo de la intensidad), ha existido variación en la disponibilidad de la gramínea; las lluvias moderadas han favorecido el desarrollo forrajero en el siguiente pastoreo, mientras que el exceso de agua y pisoteo por parte de los animales producto de las lluvias fuertes, han influido negativamente en la disponibilidad de la gramínea del siguiente pastoreo. La *Leucaena* por el contrario, ante el exceso de lluvias (noviembre) y el daño del pasto por el pisoteo de los animales en condiciones de humedad, es consumida en una proporción mayor a la normal; este mayor consumo sumado a una mayor altura de los arbustos repercute en una mayor disponibilidad de *Leucaena* para el pastoreo siguiente. Se ha podido observar también un efecto benéfico de la poda manual de la *Leucaena* (actividad de manejo del sistema realizada a 1 m de altura) sobre la producción de forraje de los árboles, Hernández *et al.* (1986), atribuyen este hecho a la activación que ocurre del crecimiento de las yemas en el tallo por debajo de la altura de poda. Sin embargo, la *Leucaena* incrementa muy rápido su altura después de la poda, lo que dificulta el consumo normal de los animales, razón por la cual se recomienda realizarla a una altura inferior que permita que los rebrotes inicien más abajo y se retarde así la siguiente poda.

En el Cuadro 2, se presentan los promedios de forraje disponible (MS/ha) durante las mediciones realizadas hasta ahora. En general, se ha observado una tendencia a una mayor disponibilidad de forraje en el Estrella asociado a *Leucaena*, que en la asociada a Algarrobo, esta situación se invierte cuando la *Leucaena* sobrepasa los 1,50m de altura (diciembre), volviendo a establecerse una vez se realiza la poda, esto conlleva a pensar en un posible efecto negativo de la mayor proporción de sombra sobre la disponibilidad de la gramínea, tal como lo menciona Giraldo (1994).

## Cuadro 2

**Disponibilidad promedio de forraje aprovechable (MS/ha/año).**

Período	Estrella asociado a <i>Leucaena</i>	Estrella asociado a algarrobo	<i>Leucaena</i>
JULIO	2,2	2,1	0,2
AGOSTO	2,7	1,8	0,3
OCTUBRE	3,8	3,0	0,5
NOVIEMBRE	4,9	3,6	0,6
DICIEMBRE	2,7	2,8	0,7
FEBRERO	2,8	2,7	0,2
MARZO	3,1	3,0	0,7

En el cuadro 3, se presentan datos iniciales sobre los consumos de materia seca, para cada uno de los forrajes disponibles en el sistema. Es necesario aclarar que aunque el Algarrobo aporta legumbres muy apetecidas y consumidas por los animales, no se estimó el consumo de éstas en las

## Cuadro 3

**Consumo de materia seca (kg/animal/d).**

PERIODO	Estrella asociado a <i>Leucaena</i>	Estrella asociado a Algarrobo	<i>Leucaena</i>	Consumo de <i>Leucaena</i> como % de la dieta forrajera
JULIO*	5,8	2,1	1,1	12
AGOSTO*	5,7	1,0	1,1	14
OCTUBRE*	7,9	2,4	2,1	17
NOVIEMBRE*	10,0	2,6	2,9	19
DICIEMBRE*	4,3	1,8	2,4	28
FEBRERO*	4,9	1,2	0,96	14
MARZO**	5,3	2,1	1,9	21

\*Suplemento: 1,65kg de arroz/mogolla y 1,5kg de gallinaza (2,52 kg MS/d)

\*\*Suplemento: 1,65kg de arroz/mogolla, 1,5kg de gallinaza y 1kg. de melaza=3,32 k MS/an/d.

parcelas experimentales. La producción promedio, se midió en árboles de potreros no experimentales, durante las dos cosechas del año, encontrándose producciones promedias de 0,4 ton de legumbres/ha (10 árboles/ha), siendo similares a las encontradas por Ramírez (1997) de 0,355 ton/ha y superiores a las reportadas por Santos *et al.*, 1996 de 0,184 ton/ha.

En cuanto al consumo de los forrajes, se ha presentado una tendencia de aumento en el consumo al aumentar la disponibilidad. En el caso de

*Leucaena*, en diciembre, cuando se presentó la mayor disponibilidad, su consumo disminuyó con respecto a la anterior rotación, esto debido a

que la altura de los arbustos sobrepasaba los límites de utilización de los animales.

Los resultados expuestos en el cuadro 3, muestran el efecto de la época del año sobre el consumo, al afectar la disponibilidad de forraje y comportamiento animal. Aún faltan los datos de calidad del forraje.

Es importante anotar que aunque el consumo máximo de *Leucaena* estimado hasta ahora, ha sido del 28% de la dieta forrajera, no se han presentado síntomas de toxicidad.

Aunque los datos de comportamiento no se tienen procesados todavía, las observaciones iniciales, muestran una tendencia (tanto diurna como nocturna) a pastorear más el Estrella asociada a *Leucaena* que el asociado a Algarrobo, este espacio lo destinan normalmente para echarse por lo que se produce mucho desperdicio por aplastamiento y contaminación con heces.

Con respecto al efecto de las lluvias en el comportamiento animal, se ha observado que en los días en las que las lluvias han sido fuertes, hay un cese de actividades de consumo de forraje por parte del animal, buscando los árboles como refugio. Esto contribuye a un mayor desperdicio de forraje de Estrella asociado a Algarrobo y a una disminución en general de pastoreo de la gramínea en el potrero (en ambas asociaciones) por encontrarse mojada y embarrada, llevando a un incremento de ramoneo de *Leucaena*. En períodos de cosecha de Algarrobo (octubre y marzo), los animales tienden a permanecer mayor porcentaje de tiempo debajo de los árboles, buscando las legumbres y dedicando menos tiempo del acostumbrado a pastoreo del Estrella que está asociada a la *Leucaena*.

Se ha encontrado que los animales dedican mayor tiempo a rumia-descanso durante la noche que en el día y esta actividad la realizan principalmente debajo de los árboles de Algarrobo, por la mayor protección que les brindan contra el sol y el mayor espacio disponible para echarse (existe un comportamiento grupal a echarse).

En el momento faltan procesar los datos de comportamiento y realizar los análisis químicos del forraje con el fin de poder analizar si el comportamiento, consumo y producción de leche varían con base en la calidad y/o cantidad de forraje disponible a través del año.

Algunos beneficios que han sido observados en el sistema incluyen la disminución de la incidencia de intoxicaciones por nitritos y ácido cianhídrico (Uribe, 1988; comunicación personal), bienestar animal y el

incremento en la biodiversidad. El sistema silvopastoril de pasto Estrella-Leucaena-Algarrobo y otras especies arbóreas, uno de los más diversos con 46 especies de aves (Cárdenas, 1998).

#### **CONCLUSIONES**

La asociación del pasto Estrella con leguminosas arbustivas (Leucaena) y/o arbóreas (Algarrobo), representa una mejora de las condiciones del suelo, lo que se traduce en una mayor producción y calidad de forraje. Existe una dinámica anual en la disponibilidad de forraje del sistema, lo que repercute en el comportamiento y consumo animal. Esta variación observada en la disponibilidad y calidad de forraje dará las pautas para una correcta suplementación a través del año y para establecer normas de manejo adecuadas para el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Benavides**, 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: *Curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos*. CATIE, Turrialba.
- Duvigneaud, P.** 1981. *La síntesis ecológica*. Editorial Alhambra. Madrid. 310 p.
- Giraldo, L.A.** 1994. Elementos de evaluación integral en sistemas silvopastoriles. En: *Seminario sobre agroforestería una alternativa alimenticia para rumiantes en el trópico*. UNC, Bogotá, Colombia.
- Giraldo, L.A.** 1996. *Metodología para estimar el consumo bajo pastoreo*. Documento de trabajo, curso de profundización y Nutrición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 13p.
- Haydock, K. & Shaw, N.** 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric & Animal Husb.* 15:665-670.
- Hernandez, C.A., Alfonso, A. y Duquense, P.** 1986. *Revista pastos y Forrajes (Cuba)* 9:79.
- Holdridge, L.R.** 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Serie de libros y materiales educativos No. 34.
- Primavesi, A.** 1984. *Manejo ecológico del suelo: La agricultura en regiones tropicales*. 5a edición. Editorial El Ateneo, buenos Aires, Argentina.
- Ramírez, H.** 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoril es integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En: *Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*. CIPAV. Cali.
- Rodríguez, R.A.** 1985. *Producción de biomasa de Poró gigante (E. Poeppigiana) y King grass (Pennisetum purpureum \* P. thypoides) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró*. Tesis Mg Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 70 p.
- Santos, L.D.; Bernal, C.A. y Duarte, J.H.** 1997. Introducción a la evaluación de la producción de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en áreas de bosque seco tropical, Alto Magdalena, Cundinamarca, Colombia. En: *Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*. CIPAV. Cali.

