

# Evaluación ex-ante de *Cratylia argentea* en sistemas de producción de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

F. Holmann\*, C. E. Lascano\*\* y C. Plazas\*\*\*

## Introducción

El departamento del Meta en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia tiene una población ganadera estimada de 120,300 vacas en ordeño que producen aproximadamente 407,000 litros de leche por día, con un promedio de 3.4 kg/vaca (Fedegan, 2000). Cerca del 90% de la leche producida en este departamento proviene de fincas ganaderas que utilizan sistemas de producción de doble propósito (Fedegan, 2000). Este tipo de ganadería se encuentra principalmente en las pequeñas y medianas fincas, donde las pasturas son la principal fuente de forraje. Las pasturas, de baja calidad, son el alimento principal para el ganado bovino en la región.

El Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT ha venido desarrollando alternativas mejoradas de alimentación para bovinos en zonas subhúmedas y húmedas de América Latina. Estas nuevas alternativas forrajeras están siendo promovidas a través del Consorcio Tropileche, una iniciativa liderada por CIAT que opera bajo el auspicio de la Iniciativa Pecuaria Global, la cual es coordinada por el Instituto Internacional de Investigaciones Pecuarias (ILRI, por su sigla en inglés). Las actividades a través de Tropileche han demostrado claramente que los forrajes mejorados ayudan a intensificar la producción de las pequeñas fincas lecheras mediante: (1) el aumento de la producción de leche y la carga animal; (2) la

liberación de zonas no aptas para la producción insumos de alimentación comprados, mejorando así el ingreso y el flujo de efectivo de los agricultores (Holmann y Lascano, 2001).

Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción con rumiantes, particularmente en zonas subhúmedas del trópico. Las especies arbustivas producen más biomasa (forraje) que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en regiones con sequías prolongadas; además, tienen otros usos alternativos tales como fuente de leña para uso doméstico, barreras vivas rompevientos y para controlar erosión en zonas de ladera (Argel et al., 2001). Sin embargo, muchas de las leguminosas arbustivas conocidas e investigadas ampliamente; por ejemplo, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana* están pobremente adaptadas a suelos ácidos y sequías prolongadas. Entre las leguminosas arbustivas evaluadas y seleccionadas por el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT con la colaboración de instituciones nacionales de investigación, por su buena adaptación a sequías prolongadas y suelos ácidos e instituciones colaboradoras, se encuentra *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze (*Cratylia*), un arbusto de origen suramericano.

El objetivo general en este estudio fue analizar el potencial de la leguminosa arbustiva *C. argentea* para sustituir el uso de suplementos alimenticios en los sistemas de producción de doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, con el fin de reducir los costos de alimentación de los animales.

Los objetivos específicos fueron analizar el potencial de *Cratylia* para reducir los costos de

\* Economista ganadero, Coordinador del Consorcio Tropileche, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigaciones Pecuarias (ILRI), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

\*\* Especialista en Nutricionista Animal, Líder del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT.

\*\*\* Agrónomo, Proyecto de Forrajes Tropicales, CIAT, Villavicencio, Colombia.

alimentación, cuando se ofrece sola bajo el sistema de corte y acarreo al momento del ordeño, en mezcla con pasto de corte o melaza al momento del ordeño, o bajo pastoreo directo asociada con *Brachiaria decumbens* con las densidades de siembra de 2500 y 5000 arbustos/ha.

## Resultados anteriores con el uso de *Cratylia*

**Rendimientos de forraje y valor nutritivo.** Los rendimientos de forraje aprovechable (hojas + tallos tiernos) varían con la edad de rebrote, la altura de corte y la distancia de siembra.

En sistemas de corte y acarreo, el mejor rendimiento con *Cratylia* se obtiene con una altura de corte a 90 cm sobre el suelo con edades de corte cada 90 días y con una densidad de 20,000 plantas/ha. El rendimiento de MS fue de 6 t/ha por corte (Lobo y Acuña, 2001a). El valor nutritivo del material aprovechable bajo estas condiciones de manejo es alto, con 15.3% de PC y una DIVMS de 50.2% o mayor (Romero y González, 2001).

En sistemas de pastoreo directo, los animales tienen la capacidad de seleccionar un material de mejor calidad mediante el ramoneo. En este estudio se considera una densidad de 5000 plantas/ha de *Cratylia* en hileras dobles separadas 3 m y a 1 m entre plantas. Se estima que las hojas tiernas con más de 60 días tienen una digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) de 60% y 23% de proteína cruda (PC) (Lascano, 1995).

**Utilización y manejo.** El área de *Cratylia* necesaria para suplementar un número determinado de vacas en ordeño puede ser estimada asumiendo que una planta desarrollada produce en sistemas de corte y acarreo 1 kg de materia aprovechable cada 90 días y que el consumo diario por vaca en ordeño varía entre 6 y 10 kg de forraje fresco más 10 a 15 kg de forraje de caña de azúcar; es decir, que la mezcla de la ración puede contener 60% de caña y 40% de *Cratylia* (Argel et al., 2001). De lo anterior se deduce que es necesario cosechar diariamente entre 6 y 10 plantas del arbusto para alimentar una vaca.

En sistemas de pastoreo directo, el consumo de *Cratylia* en asociaciones con gramíneas durante la época de mayor precipitación es aproximadamente la tercera parte (entre 3 y 5 kg de forraje fresco) del consumo durante la época de menor precipitación (entre 9 y 15 kg de forraje fresco), debido a que la gramínea es de mejor calidad durante la primera época.

**Respuesta de vacas en ordeño.** Vacas en ordeño mestizas Holstein x Cebú pastoreando *Brachiaria decumbens* y suplementadas con *Cratylia* en sistema de corte y acarreo aumentaron la producción 10% (6.1 vs. 6.7 kg/vaca por día), mientras que en pastoreo directo dicho aumento fue de 23% (6.1 vs. 7.5 kg/vaca por día) (Lascano et al., 2001).

En Costa Rica, Romero y González (2001) no encontraron diferencias en la producción de leche de vacas Jersey alimentadas con diferentes raciones basadas en *Cratylia*, comparada con la suplementación de concentrados. Los niveles de producción de leche alcanzados con las raciones de *Cratylia* fresca (10.9 kg de leche/vaca por día) fueron similares a la producción obtenida (11.1 kg/vaca por día) con un concentrado comercial en el cual la proteína proviene de soya y maíz. Por tanto, esta leguminosa permite remplazar fuentes de energía y proteína (soya y maíz) utilizadas en la fabricación de concentrados.

## Materiales y métodos

Los datos para este estudio fueron obtenidos mediante entrevistas directas a 32 productores con fincas en sistemas de producción de doble propósito localizadas en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta (Colombia). En la información recopilada se incluyeron, entre otros aspectos, los sistemas de producción, el uso de recursos, los precios de insumos y productos, y las tecnologías de producción utilizadas, así como información secundaria sobre la región donde están ubicadas las fincas.

Para el análisis de la información se utilizó como herramienta un modelo de programación lineal que fue desarrollado inicialmente por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Red Internacional de Sistemas de Producción Animal en América Latina (RISPAL), el cual fue luego modificado por el CIAT. Este modelo fue desarrollado en una hoja electrónica con el objeto de evaluar en forma ex-ante los costos y beneficios del uso actual y potencial de la tierra y sus interacciones entre componentes tecnológicos y la productividad biológica (Holmann y Estrada, 1997).

## El modelo de simulación

El modelo asume que la función objetivo de los productores es el aumento del ingreso neto anual; por tanto, realiza todos sus cálculos de manera anual y supone que la empresa agropecuaria se encuentra en equilibrio y sus inventarios no aumentan a través del año.

La estructura del modelo es flexible para permitir al usuario modificaciones parciales o totales, dependiendo de intereses particulares y de la capacidad analítica. La estructura del modelo cuenta con seis hojas electrónicas. En la Hoja A se presenta la información básica para la 'corrida' del modelo, en la Hoja B la información para realizar los cálculos de producción animal, en la Hoja C la información para realizar los cálculos sobre producción de forrajes, en la Hoja D la información para hacer cálculos de producción de cultivos, en la Hoja E la información para estimar los costos de amortización y la inversión en infraestructura y equipo y en la Hoja F la matriz de correlaciones de la programación lineal. Para realizar este análisis se utilizó como soporte lógico la hoja electrónica Microsoft Excel, versión 7.0 para Windows.

Los requerimientos nutricionales de los animales para mantenimiento, producción de leche y crecimiento (carne) utilizados en este modelo se basaron en las fórmulas del National Research Council (NRC). En él el usuario introduce la producción de biomasa y la calidad nutritiva de las distintas alternativas forrajeras, así como también el análisis químico de otros suplementos (melaza, concentrados, subproductos agrícolas) y los precios respectivos. El modelo los compara, entonces, contra los requerimientos nutricionales de los animales y selecciona la combinación de alternativas de menor costo para producir una cantidad determinada de leche, carne o ambos.

### Caracterización de las fincas en Villavicencio

Los datos incluidos en este estudio corresponden a la situación prevalente en las fincas en la época en que se realizaron las encuestas. En el Cuadro 1 se pueden observar el uso de la tierra, el inventario ganadero y la carga animal en las 32 fincas encuestadas en el municipio de Villavicencio. Como se observa, el 85% del área de las fincas se encontraba en pasturas con muy poca actividad agrícola (1.5 ha) que consistía principalmente en pequeñas áreas de frutales y cultivos de pancoger.

Dentro del área en pasturas, *B. decumbens* era la especie dominante, seguida de *B. humidicola*. Adicionalmente, todos los productores poseían pequeñas áreas (1.3 ha/finca) de pasto de corte para suplementar al hato durante el ordeño, mezclado con pequeñas cantidades de suplementos.

El promedio del hato era aproximadamente de 63 animales/finca, de los cuales 27 eran vacas adultas. Este hato era manejado, en promedio, por 2.7 personas más 64% del tiempo del dueño de la

Cuadro 1. Promedios de uso de la tierra, inventario ganadero y carga animal de 32 fincas representativas de los sistemas de producción de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Variable	Cantidad
Área en pasturas (ha/finca):	50.7
<i>Brachiaria decumbens</i>	38.4
<i>B. humidicola</i>	8.1
Pasturas naturalizadas	2.9
Pastos de corte	1.3
Área en bosque	5.0
Área en cultivos perennes	0.9
Área en cultivos anuales	0.6
Áreas en descanso	2.4
Área total (ha/finca)	59.6
Inventario ganadero (no. cabezas/finca)	63.1
Vacas	26.9
Novillas > 2 años	6.5
Novillas 1-2 años	7.3
Temeras 0-1 año	9.7
Termeros 0-1 año	7.3
Novillos 1-2 años	2.7
Novillos > 2 años	1.5
Toros	1.2
Mano de obra	
Tiempo del dueño dedicado a la ganadería (%)	64
Mayordomos (no.)	0.8
Ordeñadores (no.)	0.6
Jomaleros (no.)	1.3
Eficiencia de mano de obra (no. vacas/trabajador)	10.6

propiedad, para una eficiencia de mano de obra de 10.6 vacas/trabajador, lo cual es relativamente bajo.

En el Cuadro 2 aparecen las estadísticas descriptivas relacionadas con la producción de leche y carne, así como también las reproductivas. La productividad, promedio, de leche era de 5.9 kg/vaca por día, la cual es significativamente superior al promedio del departamento del Meta (3.4 kg/vaca por día).

El potencial genético del hato se puede considerar bueno, ya que más del 50% de las vacas existentes son cruzadas  $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Cebú, lo cual indica que existe un buen potencial para producir por encima del promedio actual de 5.9 kg/vaca por día. De la misma manera, la duración de lactancia en las fincas tomadas en la encuesta fue de 8.5 meses, lo que coincide con el genotipo de las vacas. Igualmente, una alta proporción de las vacas en el hato (71.6%) estaba en ordeño, lo que concuerda con la tasa de

**Cuadro 2. Estadísticas descriptivas relacionadas con la producción de leche y carne y reproducción en 32 hatos de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.**

Variable	Cantidad
<b>Epoca de lluvias:</b>	
Producción de leche/finca por día (kg)	113.5
Vacas en ordeño (no.)	19.3
Productividad (kg leche/vaca por día)	5.9
<b>Epoca seca:</b>	
Producción de leche/finca por día (kg)	110.1
Vacas en ordeño (no.)	18.7
Productividad (kg leche/vaca por día)	5.9
<b>Genotipo del hato de ordeño (% raza)</b>	
75% Cebú-25% Holstein	8.8
50% Cebú-50% Holstein	39.2
25% Cebú-75% Holstein	52.0
Duración de lactancia (meses)	8.5
Proporción del hato en ordeño (%)	71.6
Porcentaje de parición anual (%)	73.6
Descarte anual de vacas (%)	12.7
Edad al primer parto (años)	3.3
Edad al destete (meses)	8.0
Peso al destete (kg)	165.0

natalidad (73.6%). La edad al destete era de 8 meses, con un peso vivo animal (PV) de 165 kg, siendo superior al promedio de 7 meses y 130 kg de PV encontrado en la mayoría de sistemas de doble propósito.

En los Cuadros 3 y 4 se incluye la información sobre el manejo de las pasturas y los suplementos utilizados en la alimentación animal. El período de descanso de los potreros era de 27 días/ciclo; no obstante, el período de ocupación de 10 días se puede considerar largo. Esto se debe a la poca cantidad de potreros disponibles (8.7) para los tres grupos de animales que normalmente existían en las fincas. La carga animal era relativamente baja (0.92 UA/ha), sobre todo si se toma en cuenta que en el 50% de las fincas se fertilizaba aproximadamente el 66% del área bajo pasturas. Por otro lado, los productores utilizaban la suplementación de forma muy estratégica, ofreciendo diariamente cantidades iguales de concentrados comerciales, melaza y subproductos agrícolas de bajo costo como la torta de palmiste (0.4 kg/vaca).

En el Cuadro 5 se presentan los costos de los insumos más comunmente utilizados en la zona de Villavicencio, los precios de los productos, y el costo de producción y el ingreso neto promedio en las fincas de la encuesta.

**Cuadro 3. Manejo de pasturas y suplementos utilizados en la alimentación del hato en ordeño en 32 fincas de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.**

Variable	Valor
<b>Manejo de pasturas:</b>	
Potreros en la finca (no.)	8.7
Grupos de animales que maneja (no.)	2.8
Días de descanso a potreros época lluviosa (no.)	27.3
Días de descanso a potreros época seca (no.)	27.4
Días de ocupación por potrero época lluviosa (no.)	10.1
Días de ocupación por potrero época seca (no.)	10.1
Carga animal (UA/ha)*	0.92
Porcentaje de fincas que fertiliza pastos (%)	50
Proporción del área en pasturas que se fertiliza (%)	66
Cantidad de fertilizante aplicado (kg N/ha por año)	114
Aplicaciones de fertilizante (no. veces/año)	1.6
<b>Suplementación (kg/vaca ordeño por día)</b>	
Concentrado comercial	0.42
Torta de palmiste	0.43
Melaza	0.41
Sal mineralizada	0.12

a. Unidad animal: Vacas = 1; novilla(o)s > 2 años = 0.7; novilla(o)s 1-2 años = 0.6; temera(o)s 0-1 año = 0.3; toros = 1.3.

**Cuadro 4. Costos de insumos, precios de productos, costos de producción de leche e ingreso neto de 32 fincas de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.**

Parámetro	Valor (US\$)
<b>Precios</b>	
Leche (US\$/kg)	0.204
Carne (US\$/kg)	0.745
Urea (US\$/kg)	0.225
Jornal (US\$/día)	5.66
Sal mineralizada (US\$/kg)	0.297
Melaza (US\$/kg)	0.096
Concentrado comercial (US\$/kg)	0.208
Torta de palmiste (US\$/kg)	0.067
Tierra (US\$/ha)	9240
<b>Costos de producción (finca/año)</b>	
Mano de obra	5344
Suplementación animal	2631
Fertilización	989
Reproducción	482
Salud animales	425
Ingreso bruto anual (finca/año)	10,823
Ingreso neto anual (finca/año)	952
Costo por kg de leche	0.183
Costo por kg de carne	0.640

Cuadro 5. Parámetros forrajeros utilizados para trabajar con el modelo de simulación en fincas de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Parámetro	<i>B. decumbens</i>	<i>B. humidicola</i>	cv. Napier	<i>Cratylia argentea</i>	
				Corte y acarreo	Pastoreo directo
Duración del cultivo (años)	10	10	10	15	3, 4, 5
Epoca de mayor precipitación					
Biomasa disponible (MS/ha, t)	4	4	8	16	4
Proteína cruda (%)	6	4.5	8	15	23
Degradabilidad de la PC (%)	60	50	60	70	70
DIVMS (%)	55	50	55	50	60
Epoca menor precipitación					
Biomasa disponible (MS/ha, t)	2	2	2	8	2
Proteína cruda (%)	5	3.5	7	15	23
Degradabilidad de la PC (%)	55	45	55	65	65
DIVMS (%)	50	45	55	50	60
Pérdidas de forraje por pisoteo (%)					
Epoca de mayor precipitación	30	30	0	0	10
Epoca de menor precipitación	25	25	0	0	10
Biomasa residual de época de mayor a menor precipitación (MS/ha, t) <sup>a</sup>	1	1	2	4	1

a. Equivale al 25% de la producción de biomasa en la época de mayor precipitación para las gramíneas y *Cratylia* en sistema de pastoreo directo, y del 100% para *Cratylia* en sistemas de corte y acarreo

El costo principal de producción lo representaba la mano de obra, seguido de los costos de suplementación, fertilización, manejo de la reproducción y salud animal. El costo/kg de leche producido era de US\$0.183/kg vs. US\$0.203/kg de leche que era el precio recibido, para un ligero margen de utilidad del 11.5%. El precio referido es en finca como leche cruda sin enfriar y pagado sin tener en cuenta la cantidad de sólidos totales.

El costo de producción de carne en pie era de US\$0.640/kg vs. US\$0.745/kg que era el precio recibido, para un margen de utilidad de 16.4%. El precio de la carne es ponderado e incluye vacas de desecho, terneros destetados y novillos gordos.

Este costo de producción de leche y carne no considera el tiempo del dueño de la finca asignado a la ganadería como costo de oportunidad. Es decir, este margen de ganancia de US\$952/finca por año para el productor no considera una remuneración del costo de su tiempo. Por tanto, los sistemas de producción de doble propósito representados en estas 32 fincas son poco rentables y para efectos prácticos no generan utilidades, si hubiera que asignarle un costo al tiempo que el dueño le dedica a su finca.

### Evaluación ex-ante de *Cratylia*

**Situación en la época del estudio.** Para comparar la situación en la época del estudio de las fincas en la

zona de Villavicencio con las opciones forrajeras basadas en *C. argentea*, se tomó como representativa una finca con un área ganadera de 50 ha, de las cuales 1.2 se encuentran con pasto de corte (*Pennisetum* spp. cv. Napier), 38 de *B. decumbens*, y 10.8 de *B. humidicola*. Además, la finca cuenta con un hato adulto de 27 vacas; de ellas, 19 en ordeño permanente con una productividad promedio de 5.9 kg/día, lo que la ubica dentro de los parámetros incluidos en los Cuadros 1 y 2. Se supone que el hato en ordeño es suplementado diariamente con las cantidades que aparecen en el Cuadro 3 (aproximadamente 0.42 kg/vaca de concentrado comercial, torta de alpeste, y melaza, más 0.12 kg/vaca de sal mineralizada). Bajo esta situación se estima que los costos de producción de leche y carne son US\$0.183/kg y \$0.711/kg, respectivamente.

**Alternativas forrajeras basadas en *Cratylia*.** Las alternativas evaluadas por el modelo de simulación y comparadas con la situación en la que se encuentran las fincas de doble propósito en Villavicencio fueron:

1. Establecimiento de un banco de proteína de *Cratylia* utilizado bajo el sistema de corte y acarreo para suplementar las vacas al momento del ordeño con tres alternativas:
  - (a) *Cratylia* suplementada sola;
  - (b) *Cratylia* mezclada con pasto picado cv. Napier;

(c) *Cratylia* mezclada con melaza.

2. Establecimiento de *Cratylia* en asociación con *B. decumbens*, de manera que las vacas en ordeño tengan acceso y seleccionen directamente tanto la gramínea como *Cratylia* sin la intervención del personal, asumiendo dos densidades de siembra de la leguminosa y tres momentos de replazo:

- (a) 2500 arbustos/ha reemplazándolos cada 3, 4 ó 5 años;
- (b) 5000 arbustos/ha reemplazándolos cada 3, 4 ó 5 años.

## Resultados y discusión

Los costos de producción de leche y carne como resultado de la adopción de las alternativas forrajeras basadas en la utilización de *C. argentea* en el sistema de corte y acarreo, o en pastoreo directo por los animales en asociación con *B. decumbens*, aparecen en las Figuras 1 y 2.

Como se observa, todas las opciones forrajeras basadas en *Cratylia* reducen significativamente los costos de producción de leche y carne en relación con la situación existente en las fincas y mantienen la misma producción de leche y el mismo tamaño de hato. Esta reducción de costos se debe principalmente a dos factores: (1) los costos de suplementación se reducen significativamente, ya que el uso de *Cratylia* elimina totalmente la necesidad de comprar concentrados comerciales, torta de alpiste y melaza; y (2) en el caso de la adopción de *Cratylia* bajo pastoreo directo en pasturas, existe una

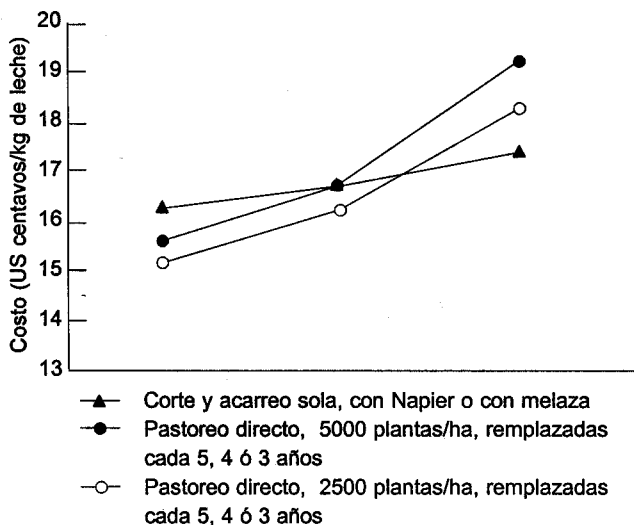


Figura 1. Costos de producción de leche con varias alternativas forrajeras basadas en *Cratylia argentea* en Villavicencio, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

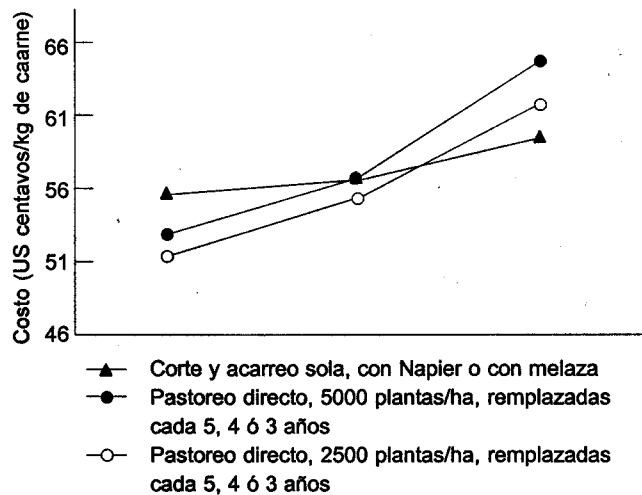


Figura 2. Costos de producción de carne con varias alternativas forrajeras basadas en *Cratylia argentea* en Villavicencio, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

reducción adicional de costos ya que se requiere menor área para mantener el mismo hato y productividad de leche y carne, lo que significa menos costos de limpieza, mantenimiento, y renovación de pasturas.

### Cratylia en sistemas de corte y acarreo

**Para producción de leche.** En sistemas de producción de leche (Figura 1), la adopción de *Cratylia* en forma de corte y acarreo permite reducir los costos de US\$0.187/kg a US\$0.174/kg cuando se suplementa con melaza al momento del ordeño, lo que significa 7% menos. Cuando se suplementa *Cratylia* con pasto de corte, esta reducción es aún mayor (US\$0.167/kg, equivalente a 11% menos). Sin embargo, cuando *Cratylia* es suplementada sola, el costo de producción es el más bajo (US\$0.162/kg, equivalente a 13% menos que el costo en la época del estudio). Esto sugiere que la calidad nutritiva de esta leguminosa en pasturas de *B. decumbens* es suficiente para mantener la producción de leche sin necesidad de insumos adicionales como melaza o pasto de corte. Estos resultados coinciden con los encontrados por Romero y González (2000) en Costa Rica, donde el uso de esta leguminosa bajo corte y acarreo reemplazó totalmente la suplementación con pollinaza o concentrados comerciales, sin sacrificar la producción de leche durante la época seca.

**Para producción de carne.** La adopción de *Cratylia* en el sistema de corte y acarreo también resultó en una reducción significativa en el costo de producción de carne, en comparación con la situación en las fincas al momento del estudio (Figura 2). Así, la suplementación de *Cratylia* con melaza permite

reducir los costos de producción/kg de PV en 7% (US\$0.640 vs. US\$0.596), con *Cratylia* mezclada con pasto de corte los costos se reducen en 11% (US\$0.569/kg), y la suplementación con *Cratylia* sola reduce dichos costos en 13% (US\$0.559/kg). En consecuencia, con el uso de *Cratylia* en el sistema de corte y acarreo para suplementar al hato en ordeño es posible reducir significativamente los costos de producción de leche y carne, sin sacrificar la productividad, a la vez que se mejora el flujo de caja del productor.

### Cratylia bajo pastoreo directo

En las Figuras 1 y 2 también se observan los costos de producción de leche y carne para la alternativa de adopción de *Cratylia* bajo pastoreo directo (ramoneo) asociada con *B. decumbens*. En ambas figuras se observan los efectos de la densidad de siembra de *Cratylia* (2500 vs. 5000 arbustos/ha) en los costos de producción, asumiendo que estos arbustos son reemplazados cada 3, 4 ó 5 años. Mientras más corto sea el período de remplazo mayor será el costo de producción, debido a que el costo de reposición anual es mayor cuando la vida útil de la planta es menor.

Los costos de producción más bajos ocurren cuando la adopción de la leguminosa se hace a una densidad de 2500 arbustos/ha. Esta densidad ocupa un área de 0.25 ha y permite un mejor balance gramínea:leguminosa que otras densidades. Es posible que con 2500 plantas/ha de *Cratylia* se esté suministrando la cantidad suficiente de PC para complementar la oferta energética de *B. decumbens* a un menor costo unitario.

**Para producción de leche.** El establecimiento de *Cratylia* bajo pastoreo directo con una densidad de 2500 arbustos/ha reduce los costos de producción de leche a US\$0.151/kg cuando el período de remplazo es cada 5 años (Figura 1); es decir, un 19% menos que el costo actual de producción de leche en Villavicencio, el cual es de US\$0.187/kg. Asimismo, el costo se reduce a US\$0.162/kg cuando *Cratylia* es reemplazada cada 4 años (13% menos que en la situación actual) y a US\$0.183/kg de leche (2% menos) cuando el remplazo se hace cada 3 años.

Con densidades de siembra de 5000 arbustos/ha el costo de producción se reduce a US\$0.155/kg de leche cuando *Cratylia* es reemplazada cada 5 años (17% menos que en la situación actual). De la misma manera, el costo se reduce a US\$0.167/kg cuando el remplazo se hace cada 4 años (11% menos) y a US\$0.192/kg con una frecuencia de remplazo de 3 años. Esta última alternativa genera costos de

producción 3% mayores que la situación actual de US\$0.187/kg de leche.

La recomendación a los productores de doble propósito del Piedemonte llanero dependerá de cada cuántos años debe ser reemplazada *Cratylia* bajo el sistema de pastoreo directo asociado con *B. decumbens* vs. la opción de corte y acarreo. Si el período de remplazo es cada 5 años, la mejor opción es establecer *Cratylia* para uso en pastoreo directo con una densidad de 2500 arbustos/ha, ya que con esta opción es posible reducir en 19% los costos de producción actual, en comparación de una reducción de 13% cuando *Cratylia* es suplementada sola bajo corte y acarreo al momento del ordeño. Si el período de remplazo es cada 4 años, no existe diferencia entre ambas opciones, ya que el costo de producción es igual (US\$0.162/kg de leche). No obstante, si el período de remplazo de la leguminosa en pastoreo directo asociada con *B. decumbens* es cada 3 años, la mejor opción sería suplementar las vacas con *Cratylia* sola bajo la modalidad de corte y acarreo, ya que esta opción reduce el costo de producción en 13% comparado con la situación actual, mientras que bajo pastoreo directo la reducción en costos sería de apenas 2%.

**Para producción de Carne.** Este caso presenta una situación a la leche (Figura 2). La opción más viable depende de la frecuencia de remplazo de *Cratylia*. Así, con remplazos cada 5 años, la mejor opción es su establecimiento en sistema de pastoreo directo asociada con *B. decumbens*, con lo cual es posible reducir los costos de producción de carne en 19%, mientras que la alternativa de suplementar *Cratylia* sola como corte y acarreo al momento del ordeño reduce el costo de producción en 13%, comparado con la situación existente al momento del estudio (US\$0.517/kg y US\$0.559/kg vs. US\$0.640/kg).

Si el período de remplazo de *Cratylia* en sistemas de pastoreo directo es cada 4 años, el costo de producción de carne es prácticamente similar a la alternativa de suplementar esta leguminosa en corte y acarreo, ya que con ambos sistemas se reducen los costos de producción en 13% con respecto a la situación en el momento del estudio (US\$0.559/kg vs. US\$0.640/kg).

Por otro lado, si el período de remplazo de *Cratylia* en pastoreo directo asociado con *B. decumbens* es cada 3 años, la mejor opción es suplementar las vacas con *Cratylia* sola bajo el sistema de corte y acarreo, con lo cual se reduce el costo de producción de carne en 13%, comparado con la situación al

momento del estudio, mientras que bajo pastoreo directo la reducción en costos sería de 2%.

### Impacto en el uso de la tierra

La proporción del área de la finca dedicada a la actividad ganadera que podría ser liberada para otros usos alternativos como consecuencia de la adopción de las distintas alternativas basadas en *C. argentea* evaluadas en este estudio, aparece en la Figura 3.

Como se observa, la adopción de *Cratylia* bajo el sistema de corte y acarreo para mantener la misma producción de leche y tamaño de hato no permite liberar áreas adicionales de la finca. El impacto de esta alternativa es la sustitución de alimentos como el concentrado, la melaza, o el pasto de corte y, por tanto, un menor costo de producción de leche y carne, y un mejor flujo de caja.

La adopción de *Cratylia* en sistemas de pastoreo directo en asociación con *B. decumbens* no sólo permite sustituir el uso de suplementos externos a la finca como el concentrado, sino que también permite liberar hasta 18% del área actual en pasturas si *Cratylia* es remplazada cada 3 años y hasta 25% del área cuando la frecuencia de remplazo es cada 5 años.

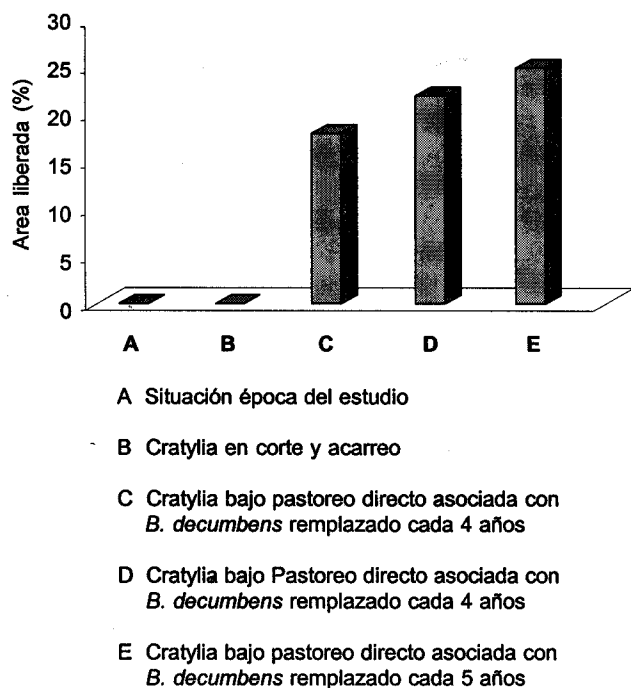


Figura 3. Proporción del área de la finca liberada como resultado de la adopción de alternativas forrajeras basadas en *Cratylia argentea* en Villavicencio, Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

En consecuencia, la alternativa del uso de *Cratylia* bajo pastoreo directo tendría impactos significativos en la liberación de áreas no aptas para la ganadería o que podrían ser utilizadas para otros fines tales como protección de fuentes de agua, reforestación y otros usos agrícolas.

### Necesidades de investigación

Se ha demostrado que la utilización de *C. argentea* en los sistemas de producción doble propósito que existen actualmente en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia tiene beneficios potenciales importantes, ya que mejoran significativamente la rentabilidad mediante una reducción en los costos de producción debido a la sustitución de suplementos comprados fuera de la finca como los alimentos concentrados y melaza. Adicionalmente, el uso de *Cratylia* bajo pastoreo directo facilita la liberación de áreas bajo uso ganadero para otros usos alternativos.

Sin embargo, es necesario realizar investigación en fincas de productores para determinar el período óptimo de remplazo de las plantas de *Cratylia* bajo sistemas de rotación de potreros, considerando diferentes períodos de descanso y estimar su efecto en la calidad nutritiva del forraje, en la mortalidad de plantas y en los costos y frecuencia de podas de uniformización de los arbustos de *Cratylia*.

### Conclusiones

La situación encontrada en la época del estudio en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia mostró que el costo por kilogramo de leche producido era de US\$0.183/kg vs. un precio de leche recibido de US\$0.203/kg, lo que representaba un ligero margen de utilidad de 11.5%. El costo de producción de carne era de US\$0.640/kg en pie vs. un precio recibido de US\$0.745/kg, para un margen de utilidad de 16.4%. Sin embargo, debido al poco volumen de leche y carne vendido anualmente por las fincas representativas de la región, este margen de ganancia representa un ingreso promedio de US\$952/finca por año sin considerar una remuneración del costo de oportunidad del tiempo del productor. Por tanto, los sistemas de producción de doble propósito existentes en la región son muy poco rentables y para efectos prácticos no generan utilidades si fuera necesario asignarles el costo del tiempo que el productor dedica a su finca.

Las alternativas forrajeras basadas en *C. argentea* pueden tener un impacto potencial significativo, ya que su adopción permite reducir los costos de producción de leche y carne a través de la sustitución total de suplementos externos como el concentrado comercial



y la melaza, sin sacrificios en la producción de leche y carne.

La adopción de *Cratylia* bajo la modalidad de corte y acarreo reduce los costos de producción de leche y carne en 7% cuando se suplementa con melaza, en 11% cuando es mezclada con pasto de corte cv. Napier y en 13% cuando es ofrecida sola al momento del ordeño. Esto sugiere que los nutrimentos que se encuentran en *Cratylia* son suficientes para mantener la producción de leche sin necesidad de suministrar insumos adicionales como melaza o pasto de corte a la dieta basal de *B. decumbens*.

La adopción de *Cratylia* en el sistema de pastoreo directo asociado con *B. decumbens* se evaluó bajo diferentes escenarios, ya que se conoce muy poco sobre su manejo agronómico. Los costos de producción más bajos se encontraron cuando la leguminosa fue adoptada con una densidad de 2500 y no con 5000 arbustos/ha. De la misma manera, los menores costos de producción se obtuvieron cuando *Cratylia* es remplazada cada 5 años vs. cada 4 ó 3 años, ya que mientras más corto es el período de remplazo mayor es el costo de producción, como resultado de un mayor costo de reposición por año cuando la vida útil de la planta es menor.

Por lo tanto, la adopción de *Cratylia* bajo pastoreo directo con una densidad de siembra de 2500 arbustos/ha permite reducir el costo de producción de leche y carne en 19% cuando es remplazada cada 5 años, en 13% cuando lo es cada 4 años y en 2% cuando es remplazada cada 3 años.

La adopción de *Cratylia* bajo el sistema de pastoreo directo en asociación con *B. decumbens* no sólo permite sustituir el uso de suplementos externos a la finca como el concentrado, sino que también permite liberar 18% del área actual en pasturas si *Cratylia* es remplazada cada 3 años y hasta 25% del área cuando la frecuencia de remplazo es cada 5 años.

Debido a que se conoce muy poco sobre el manejo agronómico de *Cratylia* bajo pastoreo directo, es necesario realizar investigación en fincas de productores para determinar el período óptimo de remplazo de las plantas de esta leguminosa bajo sistemas de rotación de potreros.

## Resumen

En el estudio se analiza el potencial de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* (*Cratylia*) en los sistemas de producción de doble propósito en la región de Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

para reducir costos de alimentación cuando se ofrece: sola bajo el sistema de corte y acarreo al momento del ordeño, en mezcla con pasto de corte o melaza al momento del ordeño y bajo pastoreo directo asociada con *Brachiaria decumbens* con dos densidades de siembra, 2500 y 5000 arbustos/ha, y las frecuencias de remplazo de los arbustos cada 3, 4, ó 5 años. La información fue obtenida mediante entrevistas directas a 32 ganaderos localizados en el municipio de Villavicencio con el fin de entender los sistemas de producción, uso de recursos, precios de insumos y productos, y tecnologías utilizadas. Se utilizó como herramienta un modelo de programación lineal desarrollado en una hoja electrónica con el objeto de evaluar en forma ex-ante los costos y beneficios del uso actual y potencial de la tierra y sus interacciones entre componentes tecnológicos y la productividad biológica. La situación en la época del estudio mostró que el costo/kg de leche producido era de US\$0.183 vs. un precio de leche recibido de US\$0.203/kg, para un ligero margen de utilidad del 11.5%. El costo de producción de carne era de US\$0.640/kg en pie vs. un precio recibido de US\$0.745/kg para un margen de 16.4%. Sin embargo, debido al poco volumen de leche y carne vendido anualmente por las fincas representativas de la región, este margen representa un ingreso promedio de US\$952/finca por año sin considerar una remuneración del costo de oportunidad del tiempo del productor. Por tanto, los sistemas de producción de doble propósito eran muy poco rentables. La adopción de *Cratylia* bajo el sistema de corte y acarreo permitía reducir los costos de producción de leche y carne en 7% cuando se suplementa con melaza, en 11% cuando era mezclada con pasto de corte cv. Napier, y en 13% cuando era ofrecida sola al momento del ordeño. Esto sugiere que los nutrimentos que se encuentran en la leguminosa son suficientes para mantener la producción de leche sin necesidad de suministrar insumos como melaza o Napier a la dieta basal de *B. decumbens*. Los costos de producción más bajos se dieron cuando *Cratylia* se estableció a razón de 2500 arbustos/ha, y no con 5000 arbustos/ha. De la misma manera, los menores costos de producción ocurrieron cuando *Cratylia* fue remplazada cada 5 años vs. cada 4 ó 3 años. La adopción de *Cratylia* bajo pastoreo directo con una densidad de siembra de 2500 arbustos/ha reduce el costo de producción de leche y carne en 19% cuando es remplazada cada 5 años, en 13% cuando es remplazada cada 4 años, y en 2% cuando lo es cada 3 años. La adopción de *Cratylia* bajo la modalidad de pastoreo directo en asocio con *B. decumbens* permite liberar entre el 18% del área actual en pasturas cuando dicha leguminosa es remplazada cada 3 años y 25% del área cuando el remplazo es hecho cada 5 años.

## Summary

The potential of the legume shrub *Cratylia argentea* (*Cratylia*) to reduce feeding costs in dual-purpose production systems in the piedmont region of Colombia's Eastern Plains was analyzed using different feeding systems: *Cratylia* alone, as cut-and-carry forage, at milking; *Cratylia* mixed with grass forage or molasses at milking; and direct grazing associated with *Brachiaria decumbens* at two planting densities (2500 and 5000 shrubs/ha) and three shrub replacement frequencies (every 3, 4, or 5 years). Thirty-two livestock producers of the municipality of Villavicencio were interviewed to get a better picture of local production systems, use of resources, prices of inputs and products, and technologies used. A simulation linear programming model was used as tool to evaluate ex-ante the costs and profits of current and potential land use as well as the interactions between technological components and biological productivity. At the time of the study, the cost/kg milk produced was US\$0.183 versus a milk price received at US\$0.203/kg, for a slight margin of 11.5%. Meat production cost was US\$0.640/kg liveweight versus a price received of US\$0.745/kg for a margin of 16.4%. However, in view of the reduced volume of milk and meat sold each year by farms representative of the region, this margin represents an average income of US\$952/farm per year, without considering a remuneration of the cost of opportunity for the producers' time. Therefore, dual-purpose production systems did not prove very profitable. The adoption of *Cratylia* under the cut-and-carry system made it possible to reduce milk and meat production costs by 7% when supplemented with molasses; by 11% when mixed with cut-and-carry forage grass cv. Napier; and by 13% when offered only at milking. This suggests that the nutrients found in the legume are sufficient to maintain milk production without providing inputs as molasses or Napier together with the basal diet of *B. decumbens*. Production costs were lower when *Cratylia* was established at a rate of 2500 shrubs/ha. Similarly, the lowest production costs occurred when *Cratylia* was replaced every 5 years. The adoption of *Cratylia* under direct grazing with a planting density of 2500 shrubs/ha reduces milk and meat production costs by 19% when replaced every 5 years; by 13% when replaced every 4 years, and by 2% when replaced every 3 years. The adoption of *Cratylia* under the modality of direct grazing associated with *B. decumbens* makes it possible to release 18% of the current area under pastures when the legume is replaced every 3 years and 25% of the area when replacement is done every 5 years.

## Referencias

- Argel, P.; Lobo, M.; Hidalgo, C.; González, C.; y Jiménez, C. 2001. *Cratylia argentea* cultivar Veraniega: Una leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico de América Latina. Boletín de Divulgación. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), Universidad de Costa Rica, y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). San José, Costa Rica. 20 p.
- Fedegan (Federación de Ganaderos de Colombia). 2000. Fondo Nacional del Ganado. La ganadería bovina en Colombia 1998-1999. Federación Nacional de Ganaderos de Colombia, Bogotá.
- Holmann, F. y Lascano, C. (eds.). 2001. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 109 p.
- \_\_\_\_\_ y Estrada, R. D. 1997. Alternativas agropecuarias en la región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En: Lascano, C. E. y Holmann, F. (eds.). Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Consorcio Tropicoleche, Cali, Colombia. 285 p.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT. Brasilia.
- \_\_\_\_\_ ; Toro, P.; y Avila, P. 2001. Evaluación de sistemas de uso de *Cratylia argentea* para la producción de leche. En: Holmann, F. y Lascano, C. E. (eds.). Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 11-12.
- Lobo, M. y Acuña, V. 2001a. Efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la productividad de *Cratylia argentea* cv. Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En: Holmann, F. y Lascano, C. E. (eds.). Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 35-38.
- Romero, F. y González, J. 2001. Efecto de la alimentación con *Cratylia argentea* fresca y ensilada durante la época seca sobre la producción de leche y sus componentes. En: Holmann, F. y Lascano, C. E. (eds.). Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicoleche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 15-18.