



*Enviado para publicación*  
*Revista Sistemas de Producción - Universidad de Caldas*

## **Evaluación participativa de bancos de proteína (*Trichanthera gigantea*) y su efecto sobre la producción lechera en sistemas de doble propósito campesino del bosque lluvioso tropical**

Julio E. Vargas; José F. Arroyave; Bernardo Rivera<sup>1</sup>

Universidad de Caldas, Departamento de Sistemas de Producción  
Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)  
Iniciativa Ecorregional para la Investigación en Ganadería (ILRI-CIP)

### **Resumen**

Con el propósito de contribuir al mejoramiento de la producción ganadera de ladera, se evaluó de manera participativa el potencial de la forrajera nativa *Trichanthera gigantea* en un sistema campesino de doble propósito. La investigación se realizó en 11 fincas, en una zona de ladera de suelos pobres y clima de bosque lluvioso tropical. Los productores se comprometieron a establecer el banco, suplementar los animales y llevar y compartir la información. El proyecto se comprometió a fortalecer la capacidad técnica de los participantes, acompañar el proceso y crear un Fondo Rotatorio para la adquisición de animales. Para evaluar la producción de leche, se utilizó un diseño de sobrecambio, de 2 períodos experimentales de 2 semanas cada uno. Los bancos sembrados a una densidad de 10.000 árboles/ha, con un manejo óptimo, permiten una producción de biomasa de 68 t/ha/año, con contenidos de 20% de materia seca, 18% de proteína cruda y 51.7% de DIVMS. La productividad biológica indica la factibilidad de implementar sistemas silvopastoriles bajo condiciones del bosque lluvioso tropical. La suplementación con 9.5 kg FV/animal/día incrementa la producción de leche en 0.4 l/día, un nivel que en términos económicos es poco atractivo para el productor. Se requiere profundizar el conocimiento sobre la tecnología, con el fin de identificar

---

<sup>1</sup> Julio E. Vargas. MVZ, MSc, Profesor Universidad de Caldas.  
jvargas@cumanday.ucaldas.edu.co

José F. Arroyave. IA, Joven Investigador del Convenio COLCIENCIAS-Universidad de Caldas, Grupo de Investigación ASPA

Bernardo Rivera. MV, Dr. sc. agr., Profesor Universidad de Caldas.  
brivera@cumanday.ucaldas.edu.co

mecanismos para reducir los costos de producción. La capacitación, participación y creación conjunta entre técnicos y campesinos merecen destacarse, sin embargo, se critica la estrategia del fondo rotatorio de crédito, que pudo generar expectativas que no correspondían con el propósito del proyecto.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles, *Trichanthera gigantea*, nacedero, doble propósito, investigación participativa

## Introducción

En la zona de amortiguamiento de la selva de Florencia (Caldas, Colombia) predominan los sistemas de producción campesinos. La actividad agropecuaria está restringida debido a las fuertes pendientes, a la poca profundidad efectiva de los suelos, y a la alta nubosidad y consecuente alta precipitación. Los suelos están dedicados al cultivo del café, a la explotación ganadera extensiva con pastos naturales cubiertos generalmente con rastrojos, y a una agricultura de subsistencia con cultivos de caña, plátano, maíz, frijol, frutales y yuca. En consecuencia, los ingresos familiares son derivados principalmente de la actividad cafetera y en segundo lugar por la explotación ganadera. Los cultivos se desarrollan con base en la tumba y quema de áreas boscosas y se mantienen por una o dos cosechas luego de lo cual se siembra café o se establecen pasturas, que son a su vez la base de sistemas ganaderos extensivos de cría y de doble propósito (Rivera y Estrada, 1998).

Estudios previos indican la importancia que tiene la zona para el desarrollo exitoso del proyecto hidroeléctrico Miel I, actualmente en construcción, en razón a que la regulación de los caudales mejorará durante períodos críticos el precio de la energía que se vende en la bolsa, y a que la reducción de la sedimentación, incrementará la vida útil del embalse (Rivera y Estrada, 1998). Sin embargo, los modelos de simulación utilizados, indican que los cambios en las prácticas de cultivo tienen muy bajo impacto sobre la producción de agua disponible para el embalse. Así mismo, para conseguir cambios sustanciales en el uso del suelo, que reduzcan la cantidad de sedimentos, se requiere una inversión mayor a la que la represa debería estar dispuesta a financiar (Rivera y Estrada, 1998). Los escenarios para mantener los ingresos de los productores y reducir los sedimentos para la represa, pueden ser factibles con una inversión conjunta, orientada a que los productores desarrollen prácticas de cultivo con menor impacto sobre el suelo.

La población bovina, el más importante renglón de la actividad pecuaria, se estima en cerca de 5.000 cabezas; predominan las razas criollas que tienen como base alimenticia principalmente gramas nativas. El desarrollo de la ganadería se ve limitado por factores no modificables como las características biofísicas y climáticas de la zona, y susceptibles de modificación como la baja calidad de los alimentos, la falta de oportunidades de capacitación y la dificultad para acceder a capital de trabajo. Desde un punto de vista tecnológico, el mejoramiento de la base alimenticia constituye un

área clave de intervención. En este sentido, cabe resaltar la escasez de tecnologías que concilien el incremento en productividad y la conservación de un ecosistema tan frágil como el que se presenta en esta región. Los bancos de proteína arbóreos pueden ser una opción que responda a ambas necesidades (Preston y Murgueitio, 1994).

Entre las especies arbustivas o arbóreas forrajeras más estudiadas están *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Morus sp.* y *Trichanthera gigantea*. La última presenta el mayor rango de adaptación altitudinal (0 – 2.000 msnm.) y de precipitación (600 a 8.000 mm/año)(Gómez *et al.*, 1997), tolera suelos ácidos y bajos niveles de fertilización (Murgueitio, 1988), por lo cual presenta el mayor potencial de adaptación a las condiciones locales.

La *Trichanthera gigantea*, conocida con los nombres vulgares de nacedero, madre de agua, quiebrabarrigo y aro, es una especie de la familia Acanthaceae, a la cual se le han reconocido múltiples formas de uso, entre ellas como forraje para monogástricos y rumiantes (Ríos, 1994). Cuando los follajes arbóreos se incluyen en un rango comprendido entre el 20 y el 30% de la dieta, se obtiene una apreciable respuesta animal (Preston y Leng, 1987). La mejor propagación se logra por estacas, de 20 cm de longitud, 2.2-2.8 cm de diámetro y con 3 nudos (Jaramillo y Rivera, 1991), apareciendo los primeros rebrotes a los 21 días, con porcentajes de supervivencia de 86.6% a los 48 días (Gómez *et al.*, 1997). En bancos de proteína, la altura ideal de corte es de 1 m (Gómez y Murgueitio, 1991). En cultivos intensivos, sembrados a distancias de 1 x 1 m, con intervalos de corte realizados cada 3.5 meses, se han obtenido hasta 53 t/ha/año de biomasa, que representan 16.2 t/ha/año de hoja verde (Gómez *et al.*, 1997). La composición química del forraje varía de acuerdo con el tipo de suelo, intervalo de corte y condiciones climáticas, pero, en general, en la hoja se ha encontrado 20% de materia seca, 18% de proteína cruda, y 52% de degradabilidad en el rumen a las 12 horas, 60% a las 24 horas y 77% a las 48 horas (Gómez *et al.*, 1997). Los contenidos de Ca (2.34%) y P (0.37%) son altos (Galindo *et al.*, 1989).

El propósito del trabajo fue contribuir al mejoramiento de la producción ganadera regional a través de la introducción de bancos de proteína arbóreos, como estrategia para incrementar los ingresos de los productores mediante el aprovechamiento de los recursos nativos y mejorar la calidad del suelo, la regulación de los caudales y la reducción de los sedimentos. La presente contribución documenta el potencial de impacto técnico y económico que tiene una forrajera nativa (*Trichanthera gigantea*) en la producción de leche de vacas doble propósito, mediante una estrategia de evaluación participativa. Al mismo tiempo, se analizan la capacitación y el acceso a crédito, como mecanismos para incentivar la participación de los productores en la investigación.

## Metodología

### Ubicación del área de trabajo

La investigación se realizó en la cuenca del río San Antonio, corregimiento de Florencia, la cual tiene pisos altitudinales entre 700 y 2.300 msnm. El clima es superhúmedo y su paisaje cargado de neblina, determinando un nicho de alta precipitación. La información promedio de los años 1978 a 1983 señala una precipitación anual de 6.270 mm (Rivera y Estrada, 1998). La temperatura promedio es de 19°C. El relieve es generalmente escarpado, con pendientes mayores al 50%. Los suelos son de baja a moderada evolución, de fertilidad baja a moderada, bien drenados, pobres en materia orgánica, ácidos a muy ácidos y de muy baja disponibilidad de fósforo asimilable por las plantas (Rivera y Rivera, 1995).

### Establecimiento de los bancos de *Trichanthera gigantea* y evaluación de su adaptación al ambiente local

El proyecto se desarrolló en 11 predios. Ocho campesinos fueron seleccionados de un grupo de 20 que fueron convocados a participar en el proyecto, a través de una ONG local (Fundación Eduquemos). Los criterios de selección fueron interés, capacidad de respuesta frente a los compromisos generados por el proyecto y conocimiento por parte de las instituciones. Además, se incorporaron dos predios de propiedad de extensionistas agropecuarios y uno de un centro de capacitación campesina (Hogar Juvenil Campesino), como estrategia para propiciar una mayor difusión de la tecnología.

Antes de decidir la participación en el proyecto, se realizó una visita a la finca El Ciprés (Dovio, Valle), donde los productores tuvieron la oportunidad de conocer directamente la tecnología de los bancos de proteína e interactuar con el productor que desde hace cerca de 12 años viene utilizándola.

Debido al conocimiento de los productores y a la disponibilidad de material vegetativo para la siembra, se decidió el establecimiento de un banco de 5.000 árboles de *Trichanthera gigantea*, en cada finca. La recomendación técnica general fue sembrar el banco a una distancia de 1 m entre árboles, utilizar estacas de 40 cm de longitud y una profundidad de siembra de 20 cm. Sin embargo, cada productor realizó los ajustes que estimó convenientes.

Durante la siembra se fertilizó con abonos orgánicos (bovinaza, gallinaza y pulpa de café descompuesta). El manejo cultural durante el establecimiento se limitó a prácticas de fertilización y desyerba. El plan de fertilización se acordó con cada productor, con base en el uso de abonos orgánicos, sin embargo, en algunos predios se utilizó urea (granulada o foliar). En algunas fincas se sembraron cultivos de pancoger entre las calles, después de la primera desyerba, con el ánimo de maximizar el uso del espacio y disminuir la aparición de malezas.

Como indicadores de la adaptación de la *Trichanthera* al ambiente local, se midió la producción y la calidad forrajera. La producción de biomasa comestible y leñosa al primer corte, se midió en seis de los predios; en dos de ellos, también se estableció la producción de biomasa al segundo corte. La información se generó a partir de cinco árboles seleccionados al azar dentro cada banco. Los árboles evaluados en el segundo corte fueron los mismos usados en la evaluación del primer corte. En dos fincas se tomaron muestras para análisis de materia seca, proteína cruda y digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (DIVMS), de árboles con 2 y 3.5 meses de recuperación después del primer corte.

### **Efecto de la suplementación con *Trichanthera* sobre la producción de leche**

Para evaluar el efecto de la suplementación con *Trichanthera* sobre la producción de leche, se utilizó un diseño de sobrecambio, en el cual se tuvieron 2 períodos experimentales de 2 semanas cada uno: pastoreo tradicional (período 1) y pastoreo más suplementación con 10 kg/animal/día de forraje fresco de *Trichanthera* (período 2). El nivel de suplementación se determinó siguiendo la recomendación de Preston y Leng (1987). La primera semana de cada período se consideró de acostumbramiento. Durante el período de suplementación se determinó diariamente el consumo de forraje arbóreo. Las pasturas en las cuales permanecieron los animales durante el período experimental estaban compuestas principalmente por gramas, sin embargo en algunas de las fincas había potreros de *Brachiaria* y/o puntero.

El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de ranking con signos de Wilcoxon (Wilcoxon signed-rank test), que consiste en asignar un “ranking” a cada valor de X obtenido, independiente de si el signo es positivo o negativo. El valor de X es igual a la producción diaria de leche en el período 2 menos la producción diaria de leche en el período 1. Si la hipótesis nula de no diferencia entre la alimentación tradicional respecto de la suplementación con *Trichanthera* es verdadera, entonces la diferencia (Y) entre la suma de los ranking asociados con valores positivos y la suma de los ranking asociados con valores negativos tendrá una tendencia simétrica alrededor de cero (Amir y Knipscheer, 1989). Si  $Y > 0$ , el efecto de la suplementación es positivo, y si  $Y < 0$ , el efecto de la suplementación es negativo.

La variable respuesta fue la producción de leche, la cual fue registrada diariamente por los productores. El equipo técnico operativo del proyecto continuamente realizó visitas de seguimiento a las labores de medición y registro.

### **Participación**

Los productores asumieron los compromisos de: establecer y mantener un banco de 5.000 árboles de *Trichanthera gigantea*, en cada predio, suplementar una vaca con forraje (10 kg/día) durante los días programados, llevar los registros de manejo de los bancos y de producción de leche, participar de las dinámicas de capacitación

establecidas por el proyecto, y compartir con el equipo técnico y los demás productores las observaciones propias y la información recopilada. Por su parte, el proyecto se comprometió a fortalecer la capacidad técnica de los participantes, acompañar el proceso y crear un Fondo Rotatorio con el 30% de los recursos económicos del proyecto, a través del cual cada uno de los participantes obtuvo, en calidad de préstamo sin intereses y con un plazo de reembolso de un año, los recursos económicos necesarios para adquirir una vaca de genética superior a la local, como estrategia para incentivar la participación.

Las actividades que se desarrollaron en cada predio fueron concertadas entre los productores y los técnicos del proyecto, y muchas de ellas se planearon de forma colectiva, por lo tanto el proyecto en si mismo constituyó un espacio para el aprendizaje del grupo (productores y técnicos). Periódicamente, el equipo técnico visitó cada predio para acompañar a los productores en la ejecución y evaluación del proyecto (avances y dificultades). Estas visitas sirvieron para establecer de forma conjunta la estrategia a seguir frente a dificultades específicas de cada predio. Esta interacción permitió identificar inquietudes de los productores frente a los métodos para desarrollar actividades concretas del proyecto: selección y preparación del material a sembrar (estacas), sistemas de labranza y manejo, densidades de siembra, y métodos de establecimiento y cosecha. Una vez concluido el proyecto, se hizo una evaluación participativa, para construir desde la reflexión personal las conclusiones colectivas.

## **Capacitación**

Las actividades de capacitación se abordaron considerando dos estrategias: la capacitación formal y la capacitación no formal. Las principales acciones de capacitación formal fueron talleres, orientados a mejorar la capacidad de los productores para realizar las prácticas culturales, utilizar los bancos, y administrar los animales. También se concibieron como un espacio para que los técnicos aprendieran sobre las prácticas de los productores y las taxonomías usadas tradicionalmente, además, sirvieron para capturar las apreciaciones de los productores frente al progreso del proyecto. Los talleres tuvieron como escenario, predios participantes en el proyecto. La primera actividad de capacitación formal tuvo como objetivo que los productores conocieran la tecnología, por lo cual se realizó un taller de dos días en la finca campesina “El Cipres” (Dovio, Valle), en donde se han estado usando los bancos de proteína arbóreos por espacio de 12 años. El taller se desarrolló mediante la metodología de transferencia campesino-campesino. Allí, los productores conocieron los sistemas de establecimiento, manejo y uso de los bancos de proteína. La segunda actividad tuvo como objetivo el intercambio de conocimientos productor-productor y técnico-productor, acerca del manejo de los animales desde los puntos de vista sanitario, alimenticio e instalaciones. En la realización del taller se contó con la participación de profesionales de la Universidad de Caldas y de la UMATA del Municipio de Samaná (Caldas). La tercera actividad de capacitación formal tuvo como

objetivo establecer las prácticas más adecuadas para cosechar los árboles y manejar los animales (sanitario y alimenticio).

La capacitación no formal incluyó la realización de visitas grupales a diferentes predios del proyecto, las cuales tuvieron como objetivo promover la integración entre los productores, evaluar grupalmente los adelantos que el proyecto iba alcanzando, identificar las dificultades que se presentaban y determinar las alternativas para solucionarlas. Los técnicos del proyecto acompañaron continuamente los procesos adelantados en cada predio y consideraron la promoción de la interacción con los productores como una estrategia de capacitación de doble vía.

## **Resultados**

### **Establecimiento de los bancos de *Trichanthera gigantea* y evaluación de su adaptación al ambiente local**

Solo en seis de las once fincas que participaron en el proyecto se logró el establecimiento del banco de proteína. La Tabla 1 presenta las características generales de los lotes sembrados y del banco establecido. Cabe resaltar la heterogenidad de los lugares donde se establecieron los bancos: altitud, pendiente, densidad de siembra y asociación del banco con otros cultivos.

Bajo las condiciones climáticas de la cuenca del río San Antonio, la edad de la *Trichanthera* al primer corte estuvo comprendida entre 7 y 11 meses (Tabla 2). Esta variación parece ser ocasionada por diferencias en la fertilidad del suelo y en el manejo de la fertilización. A partir de este momento, el cultivo se cosechó por segunda vez en un lapso de 3 a 4 meses.

En el primer corte, la mayor producción de biomasa comestible por árbol fue 2.5 kg, la cual se obtuvo en un banco de 7 meses de establecido, que contenía 10.000 árboles/ha, de tal manera que la producción de biomasa comestible fue de 25 ton/ha (Tabla 2). En el mismo banco, la producción al segundo corte fue de 2 kg de biomasa comestible por árbol. Cabe destacar la relación entre las características del lote sembrado y el nivel de producción, ya que el banco se estableció en un lote con pendiente moderada (20%), proveniente de un cafetal, y sembrado en asocio con maíz, el cual proporcionó condiciones de penumbra que parecen favorables para el establecimiento de la forrajera.

**Tabla 1. Características de los lotes y de la siembra de los bancos de *Trichanthera gigantea* en un bosque lluvioso tropical**

	Finca					
	1	2	3	4	5	6
Altitud (msnm)	850	1.450	1.700	1.300	800	1.600
Cultivo anterior en el lote	Café	Potrero	Rastrojo	Potrero	Rastrojo	Potrero
Fertilidad del Suelo*	XXXXX	X	XXXX	XX	XXX	XX
Pendiente (%)	20	90	90	90	100	60
Profundidad de siembra (cm)	20	30	20	20	15	20
Densidad (árboles/ha)	10.000	16.667	6.666	14.286	50.000	20.000
Cultivos asociados	Maíz	Tomate	Plátano		Maíz	

\* Calificación cualitativa de la fertilidad en donde X es baja y XXXXX es alta

**Tabla 2. Producción de biomasa de los bancos de *Trichanthera gigantea* en un bosque lluvioso tropical, al primero y segundo cortes**

	Finca							
	1		2	3	4		5	6
Densidad (árboles/ha)	10.000		16.667	6.666	14.286		50.000	20.000
Edad meses	7	10.5	7	9	9	11	9	10
Corte No.	1	2	1	1	1	2	1	1
Biomasa comestible* (t/ha/corte)	25.0	20.0	13.9	11.3	9.5	6.7	20	25.0
Biomasa comestible* (kg/árbol/corte)	2.5	2.0	0.8	1.7	0.7	0.5	0.4	1.2
Biomasa leñosa* (t/ha/corte)	3.8	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0

\* La biomasa comestible corresponde a follaje y ramas tiernas que pueden ser consumidas por el ganado sin necesidad de picarlo, mientras que la biomasa leñosa es aquel material que para poder ser consumido por el animal es necesario picarlo.

En el banco de menor producción de biomasa se cosecharon 6.7 t/ha en el primer corte (9 meses), utilizando una densidad de siembra de 14.286 plantas/ha. La baja producción parece estar influenciada por las características del lote sembrado: proveniente de potrero, pendiente promedio del 90%, y con marcada presencia de helecho marranero (*Pteridium aquilinum*), una planta indicadora de acidez de los suelos. Además, la siembra se realizó en época de verano y sin contar con riego; las estacas fueron plantadas sin desyerbar; no se aplicó ningún tipo de fertilizante; y la profundidad de laboreo del suelo y siembra de las estacas fue de solo 15 cm, lo cual pudo haber dificultado el desarrollo de las raíces.

Resulta interesante el sistema de siembra de 50.000 plantas/ha (distancias de siembra de 0.2 x 0.8m), ya que en este sistema se utilizaron principalmente estacas con diámetro de 1 cm y longitudes promedio de 30 cm. Este material generalmente es

desechado en siembras a distancias más amplias. El lote, proveniente de un rastrojo, presentó una pendiente promedio del 100% y una textura franco-arcillo-arenosa. En la labranza, solo se realizó una desyerba con machete y las estacas fueron enterradas entre 10 y 15 cm. Este sistema de siembra muestra un potencial importante para el establecimiento de barreras contra la erosión hídrica. Además, la producción de biomasa fue buena (20 t/ha/corte) comparada con arreglos de siembra con menor densidad que reciben menor competencia por nutrientes.

Los lotes provenientes de cafetales o rastrojos, mostraron una mejor respuesta en producción de biomasa que los provenientes de pastizales, debido probablemente a mejores características físicas y químicas del suelo. Los lotes que antes del banco tenían pasturas requirieron desyerbas con mayor frecuencia, ya que las gramíneas se desarrollaron con mucha rapidez. Con el tiempo, se pudo observar disminución de la cobertura de gramíneas y aparición de malezas nobles de fácil manejo, así como una disminución en la compactación superficial del suelo, lo cual hace pensar en un mejoramiento de las características físicas de permeabilidad y aireación del suelo. En lotes provenientes de potrero, la buena preparación del suelo antes de la siembra influyó sobre el desarrollo de las plantas; en este sentido, se observaron dos prácticas: desyerbar con azadón antes de la siembra y labrar a profundidad el sitio para plantar la estaca.

La fertilización foliar con urea resultó importante para resolver problemas de deficiencia de nitrógeno de manera inmediata, pero el efecto fue muy corto plazo. El uso de urea granular no resultó eficiente, principalmente por las altas precipitaciones, las cuales arrastran la urea rápidamente.

El análisis bromatológico de las muestras de forraje de *Trichanthera* indicó valores de 20.0% de materia seca, 18.0% de proteína cruda y 51.7% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

### **Análisis técnico económico de la suplementación con *Trichanthera* sobre la producción de leche**

En la Tabla 3 se presenta el análisis técnico del efecto de la suplementación con *Trichanthera* sobre la producción de leche. Los valores positivos representan incrementos de producción lechera en litros/día. Los valores negativos indican decremento en la producción lechera al comparar el pastoreo tradicional con el pastoreo suplementado con *Trichanthera*.

T + = suma de los ranking asociados con valores positivos  
= 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = + 20

T - = suma de los ranking asociados con valores negativos  
= 0

La diferencia entre la suma de los ranking asociados con valores positivos y la suma de los ranking asociados con valores negativos, no tiene una tendencia simétrica con relación a cero, y en consecuencia, la hipótesis nula, de no diferencia entre tratamientos, se rechaza (Amir y Knipscheer, 1989).

**Tabla 3. Efecto de la suplementación con *Trichanthera* sobre la producción lechera (los valores están ubicados en orden de ranking)**

Obs.	Días de lactancia	Consumo <i>Trichanthera</i> Kg/día	Producción de leche l/día			No de Ranking	Signo
			Tradicional	<i>Trichanthera</i>	Diferencia		
1	168	10.0	3.2	3.2	0.0	1	
2	70	10.0	4.2	4.4	0.2	2	+
3	73	7.7	2.8	3.2	0.4	3	+
4	88	10.0	1.8	2.3	0.5	4	+
5	60	8.7	1.8	2.4	0.6	5	+
6	140	10.0	2.7	3.4	0.7	6	+
Prom	100	9.4	2.7	3.1	0.4		

En 5 de los 6 bovinos evaluados, se presentó un incremento en la producción lechera gracias a la suplementación con *Trichanthera*, en un rango entre 0.2 l/día y 0.7 l/día. En promedio, el incremento en producción de leche fue 0.4 l/día, pero con una enorme variabilidad, en razón a los días de lactancia y el nivel de consumo de *Trichanthera*, y muy seguramente la capacidad genética y la paridad.

El establecimiento del banco tuvo un costo promedio en insumos de \$561.700/ha, representados en estacones para el cercado, matamalezas, material vegetativo y fertilizante; y de \$455.000/ha en 65 jornales, para un total de \$1.016.700/ha (Tabla 4). Para el mantenimiento y aprovechamiento óptimo del banco, se requieren \$240.000/ha en fertilizante y \$1.015.000 en 145 jornales, para un total de \$1.255.000/ha/año. Con una producción de 20.000 kg FV/ha y 3.4 cortes/año, el costo de producción es de \$19.8/kg FV, considerando los costos de mantenimiento y uso y la depreciación del banco a 10 años. Considerando un consumo promedio de forraje de 9.5 kg/animal/día y un valor de \$440/l de leche, el punto de equilibrio económico estaría alrededor de 0.43 l/vaca/día, mientras que el incremento en producción de leche alcanzado fue 0.4 l/vaca/día. Si bien la viabilidad económica del proyecto no es suficientemente atractiva, para los productores existe una importante ganancia representada en la generación de mano de obra, equivalente al valor de más de 7 jornales por cada animal que se maneje bajo la propuesta, dado que a los niveles utilizados, se podrían suplementar cerca de 20 vacas por ha y el uso de mano de obra es de 145 jornales/ha/año. Vale la pena aclarar que en el análisis económico, no se incluyeron las ventajas del establecimiento de cultivos de pancoger en las calles de los bancos, que maximiza el uso del suelo y disminuye los costos de mantenimiento.

**Tabla 4. Costos de producción de biomasa en bancos de *Trichanthera gigantea* en un bosque lluvioso tropical, con una densidad de 10.000 árboles/ha**

<b>Fase</b>	<b>Valor insumos (\$/ha)</b>	<b>Valor jornales (\$/ha)</b>	<b>Valor total (\$/ha)</b>
Cercado	240.000	84.000	324.000
Preparación	41.700	231.000	272.700
Siembra	200.000	105.000	305.000
Fertilización	80.000	35.000	115.000
<b>Total establecimiento</b>	<b>561.700</b>	<b>455.000</b>	<b>1.016.700</b>
Desyerbas		168.000	168.000
Fertilización	240.000	147.000	387.000
Corte y acarreo		700.000	700.000
<b>Total mantenimiento y uso</b>	<b>240.000</b>	<b>1.015.000</b>	<b>1.255.000</b>

Valor del jornal = \$7.000

Considerando un contenido de materia seca de 20% y de proteína de 18%, el precio por gramo de proteína de *Trichanthera* es de \$0.5. Este valor resulta menor, si se compara con un producto comercial (torta de soya), con un contenido de materia seca de 90% y de proteína de 40%, cuyo precio por gramo de proteína es de \$1.4.

Los resultados del análisis técnico fueron socializados y discutidos con los productores, buscando conocer las percepciones sobre el logro de las expectativas en torno al mejoramiento de la producción por efecto de la suplementación. El 80% de los campesinos expresaron satisfacción con la producción de leche obtenida, haciendo alusión además al multiuso que se puede dar al forraje en términos de alimentación para otros animales, como bestias de carga y cerdos, además que el área del banco de proteína puede ser utilizada para cultivos de pancoger.

### **Participación y capacitación**

En todos los talleres, las estrategias metodológicas, la confianza mutua y el dialogo y complementariedad de saberes, permitieron una participación activa de los campesinos, que se manifestó en las evaluaciones de avances y resultados obtenidos en cada finca. El hecho que cada campesino relatara sus experiencias con relación a cada tema del taller, alimentó el saber local y constituyó una forma de “asistencia técnica”. En los talleres surgieron recomendaciones significativas para solucionar problemas que se estaban presentando a nivel de finca.

Es necesario resaltar que frecuentemente los productores se referían al banco de proteína y a la vaca usada para la medición de leche, como el lote y la vaca “del proyecto”, un indicador de que la apropiación del mismo no alcanzó el grado esperado. Los productores participaron en el desarrollo del proyecto, más no en su concepción, y resulta probable que los productores asumieron la participación en el proyecto

principalmente como un mecanismo que les permitía acceder al crédito y a posibles beneficios que se podrían derivar de su relación con las organizaciones y los técnicos involucrados en él (por ejemplo, posibilidad de participar en iniciativas futuras). A pesar que, como se mencionó anteriormente, el 80% de los productores manifestó satisfacción con los resultados alcanzados, cuando se exploró qué tipo de iniciativa se podría desarrollar con una eventual reinversión del Fondo Rotatorio en la región, se planteó principalmente el mejoramiento de la producción de gallina campesina, la producción de peces en estanque y los cultivos de pancoger.

La estrategia de acompañamiento continuo a las actividades del proyecto por parte del equipo técnico, permitió el intercambio de conocimientos entre productores y técnicos y sirvió para el desarrollo de trabajos de investigación en finca. Esta estrategia, ligada a la realización de giras de reconocimiento y evaluación grupal a las diferentes fincas, fortalecieron la integración y el diálogo de saberes y afianzaron el sentido de trabajo en equipo y la aceptación de diferencias conceptuales en torno al desarrollo de las actividades. Un indicador del logro de los objetivos propuestos para la capacitación informal es el hecho de haber contado en todas las giras con mínimo el 90% de los campesinos participantes en el proyecto, quienes en la mayoría de las ocasiones asistían con otros miembros de su familia. Este hecho se reflejó en la incorporación de diferentes miembros de la familia, de acuerdo a sus posibilidades y capacidades, a las labores relacionadas con el manejo de los bancos de proteína: la mujer participó activamente en la labor de suplementación de los animales y los niños en la labor de acarreo de *Trichanthera* y de apoyo al trabajo de la mujer.

Los talleres de capacitación formal representaron un espacio para trabajar de manera interinstitucional entre la Universidad de Caldas, representada por profesores del Departamento de Sistemas de Producción de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la Fundación Eduquemos, el Hogar Juvenil Campesino, la UMATA del Municipio de Samaná, representada por un Médico Veterinario y 2 tecnólogo, quienes a su vez formaron parte del grupo de beneficiarios del proyecto, y los campesinos quienes generalmente participaban de los talleres acompañados por otro miembro de la familia.

## Discusión

Los sistemas silvopastoriles con bancos de proteína de *Trichanthera*, son viables de ser implementados bajo las condiciones topográficas y climáticas del bosque lluvioso tropical, como el que se presenta en el área de influencia de la Selva de Florencia. Bajo óptimas condiciones de manejo, los bancos de proteína con *Trichanthera*, sembrados a una densidad de 10.000 árboles/ha, pueden alcanzar al primer corte (a los 7 meses) una producción de biomasa de 25 t/ha, y al segundo corte de 20 t/ha, con una periodicidad de corte de 3.5 meses; esto representa una producción de biomasa de 68 t/ha, una vez establecido el banco. Este nivel de producción es superior al registrado por Gómez *et al.* (1997) en el Valle del Cauca (53 t/ha/año de biomasa), en donde las condiciones ambientales no son las más apropiadas para el *Trichanthera*.

Los valores de calidad del forraje, 20% de materia seca, 18% de proteína cruda y 51.7% de DIVMS, son similares a los reportados por Gómez *et al.* (1997). La siembra de bancos de proteína a una densidad 10.000 árboles/ha, permite la asociación con cultivos de pancoger, maximizando el uso del espacio, y reduciendo al mismo tiempo, las necesidades de desyerba del lote; criterios importantes para el diseño de sistemas mejorados campesinos.

La heterogenidad de los lugares donde se establecieron los bancos: altitud, pendiente, densidad de siembra y asociación del banco con otros cultivos, pone de manifiesto cómo la tecnología propuesta es adaptada por el productor a sus condiciones e incorporada a la finca siguiendo su racionalidad y no la racionalidad del productor en donde conocieron la propuesta (El Ciprés). Los resultados sugieren que el establecimiento del banco en lotes provenientes de cafetales o rastrojos, permiten una mejor respuesta en producción de biomasa que los provenientes de pastizales; además, requieren un menor esfuerzo en las labores de desyerba.

El nivel de producción de forraje permite suplementar con 9.5 kg/vaca/día un total de 20 animales, durante un año. Este nivel de suplementación incrementó la producción de leche en 0.4 l/día, resultados comparables a los obtenidos con pasturas pobres asociadas con *Arachis* (0.5 a 0.8 l/día)(Lascano y Rivas, 1996). Sin embargo, en términos económicos, el nivel de producción alcanzado con la suplementación no parece suficientemente atractivo para el productor. El análisis conjunto entre técnicos y campesinos, puso de manifiesto la variabilidad de condiciones en las cuales se realizó el ensayo: capacidad productiva de las vacas, paridad, días de lactancia, por ejemplo, que son propias de la investigación en finca y que contribuyeron a la dificultad para analizar la información. Además, se identificaron factores no controlados que disminuyeron la magnitud del efecto de la suplementación sobre la producción de leche. En este sentido, resulta importante considerar la inclinación de los productores a aprovechar el período de suplementación para dejar las vacas en los potreros más cerca de la casa, que en muchos casos son "mangas" de baja productividad; además, como el ordeño solo se realizó en la mañana y luego la cría estaba con la madre hasta el final de la tarde, es posible que parte de la leche adicional fuese consumida por el ternero. Posteriores investigaciones deberán identificar mecanismos para reducir los costos de producción, particularmente en lo que al alto uso de mano de obra se refiere; así mismo, se deberán determinar con mayor precisión, los beneficios colaterales en ganancia de peso de los terneros, reproducción, y aprovechamiento del espacio del banco con cultivos de pancoger.

En general, los animales hicieron un consumo adecuado de la cantidad de forraje ofrecido. El acostumbramiento de los animales a consumir follaje de *Trichanthera* se puede acelerar ofreciendo de forma constante una mezcla de éste con alimentos apetecidos por el ganado, como pasto de corte, bástago de plátano o caña.

El fondo rotatorio de crédito estimuló la participación de los productores en el proyecto, sin embargo, también generó en ellos unas expectativas que no correspondían con el

propósito del proyecto. A pesar de que 80% de los productores manifestó satisfacción con los resultados alcanzados, cuando se exploró qué tipo de iniciativa se podría desarrollar con una eventual reinversión del Fondo Rotatorio en la región, ninguno planteó el fortalecimiento de la práctica de suplementación de las vacas. En consecuencia, se cuestiona la bondad del mecanismo usado para promover la participación y se propone que para futuras intervenciones se amplíe la participación de los productores desde la definición de proyecto, de tal suerte que éste responda directamente a la realidad y necesidades más apremiantes de los productores locales. Las estrategias de capacitación y participación en proyectos de carácter campesino, deben estar ligadas a un acompañamiento continuo que genere dinamismo en los trabajos y permita la creación conjunta entre los técnicos y los campesinos.

## Bibliografía

- Amir, P.; Knipscheer, H.C. 1989. Conducting on-farm animal research: procedures & economic analysis. Singapore, Winrock International Institute for Agricultural Development and International Development Research Centre. 244p.
- Galindo, W.; Rosales, M.; Murgueitio, E.; Larrahondo, J. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, *Trichanthera* y matarratón. *Livestock Research for Rural development* 1(1):36-47.
- Gómez, M.E.; Murgueitio, E. 1991. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*). *Livestock Research for Rural Development* 3(3).
- Gómez, M.E.; Ríos, C.I.; Murgueitio, E. 1997. Nacedero *Trichanthera gigantea* (H et B.) Nees. pp67-90 In: M.E. Gómez; L. Rodríguez; E. Murgueitio; C.I. Ríos; C.H. Molina; C.H. Molina; E. Molina; J.P. Molina (eds). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de producción Agropecuaria (CIPAV).
- Jaramillo, P.H.; Rivera, P.E. 1991. Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de nacedero *Trichanthera gigantea* Humboldt & Bonpland. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, (Tesis Zootecnista).
- Lascano, C. E.; Rivas, L. 1996. El Arachis: una leguminosa multipropósito. Carta Ganadera. Noviembre.
- Murgueitio, E. 1988. Los árboles forrajeros en la alimentación animal. Memorias Primer Seminario Regional de Biotecnología. Cali, Colombia.

Preston, T. R.; Leng, R. A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambul Books, Armidale. Australia

Preston, T. R.; Murgueitio E. 1994. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CIPAV - SAREC. CONDRIT. Cali. Colombia

Ríos, C.I. 1994. Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero *Trichanthera gigantea* (H y B) Nees. Cali, Colombia, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. 71p. (Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios).

Rivera, B.; Estrada, R.D. 1998. Modelo para el empoderamiento de una comunidad local a partir del análisis de los términos de intercambio entre criterios de política. Memorias Tercer Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. Lima, agosto de 1998.

Rivera, B.; Rivera, A. 1995. Florencia: una historia para contar. Fundación Eduquemos. Florencia. Caldas. Colombia.

## **Agradecimientos**

Los autores desean expresar su agradecimiento a la UMATA de Samaná, a la Fundación Eduquemos y al Hogar Juvenil Campesino de Florencia, por la participación en el proyecto; al ILRI-CIP-CONDESAN por el apoyo financiero y al Convenio COLCIENCIAS – Universidad de Caldas, que favoreció la vinculación al proyecto de un joven investigador.