

20 Años

Pasturas Tropicales

Volumen 26, No. 3 Diciembre 2004 ISSN 1012-7410



Pasturas Tropicales

Volumen 26, No. 3
Diciembre 2004
ISSN 1012-7410

Publicación del Proyecto de Forrajes Tropicales
del CIAT.

Comité Editorial:

Carlos Lascano, Zootecnista, Coordinador,
Proyecto Gramíneas y Leguminosas
Tropicales

John Miles, Fitomejorador, Proyecto
Gramíneas y Leguminosas Tropicales

Pedro J. Argel, Consultor, Proyecto
Gramíneas y Leguminosas Tropicales

Alberto Ramírez P., Editor Técnico

Mariano Mejía, Supervisor de Servicios de
Referencia, Unidad de Información

Diagramación:

Julia Gómez Quintero

El propósito de esta publicación es servir como medio de comunicación entre los investigadores de forrajes de zonas tropicales involucrados en la introducción, evaluación y utilización de gramíneas y leguminosas forrajeras.

El Comité Editorial recibirá complacido contribuciones de los lectores interesados. Para tal efecto, dirigirse a:

Revista Pasturas Tropicales,
Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales,
CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali,
Colombia.

c.lascano@cgiar.org
aramire@aolpremium.com

Fotos Carátula:

A la izquierda *Lablab purpureus* y a la derecha *Vigna unguiculata*, leguminosas con usos multipropósito (abonos verdes, forrajeras y consumo humano) que se encuentran en evaluación en el Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales del CIAT
(Fotos: B. Hincapie)

Derechos de autor CIAT 2004. Todos los derechos reservados

El CIAT propicia la amplia diseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

Pasturas Tropicales

20 años

60 números, 533 artículos y notas de investigación

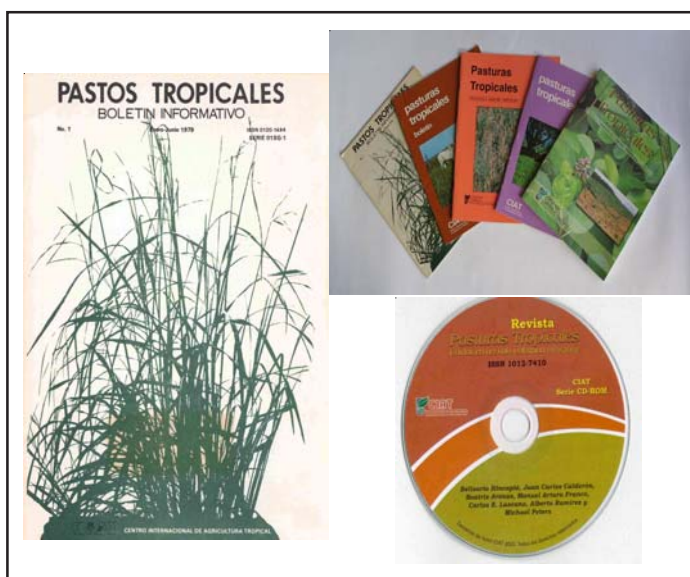
Al hacer un balance retrospectivo de la revista estas cifras son altamente significativas en el ámbito de las publicaciones seriadas científicas sobre investigación pecuaria en América Latina tropical. Surgida en abril de 1985 con el propósito de apoyar la difusión de los resultados de la recién creada Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), la revista fue consolidándose cada vez más como un medio de comunicación y análisis, que ha permitido a más de 500 investigadores de diferentes instituciones nacionales dar a conocer sus experiencias en la introducción, evaluación y producción de las principales especies forrajeras tropicales.

En la presentación del número inicial se definieron las normas generales de la revista, la comunidad objetivo y la forma de presentación de los resultados como artículos científicos o notas, una división en secciones que permite de modo flexible presentar resultados de investigación. Esta estructura se mantiene hasta el día de hoy con muy buena acogida entre los colaboradores.

El manejo de la información en un lenguaje especializado, pero comprensible para científicos, estudiantes y productores; la calidad de la diagramación, el material de impresión y la secuencia de las ilustraciones en la carátula relacionadas con hallazgos relevantes en las investigaciones con pasturas en zonas bajas de América tropical, son motivos que invitan a la consulta y a la publicación.

Pero aún más importante es el hecho de contar desde el comienzo con un grupo de editores de amplia experiencia, conocedores de la problemática de la investigación y la producción de pasturas tropicales, aunado al apoyo decidido del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y de los investigadores en institucionales nacionales.

La consulta del listado de colaboradores, instituciones, artículos y notas publicados se facilita, pues estos aparecen recopilados en una versión magnética y se encuentran disponibles en la página web del CIAT.



La revista llega a más de 400 suscriptores en 50 países y la colección completa se encuentra disponible en las principales bibliotecas institucionales de Colombia y regiones tropicales en el mundo. Por sus características de calidad editorial, visibilidad y normatividad fue calificada en 1996 como una de las mejores publicaciones en su género dentro de una convocatoria de Colciencias, encontrándose actualmente en proceso de aceptación en el Índice de Publicaciones Seriadas Científicas Colombianas.

La calidad de la revista está asegurada en la selección y revisión de los documentos por el Comité Editorial y en la confiabilidad de las contribuciones provenientes de investigaciones de instituciones nacionales de México, Costa Rica, Panamá, Colombia, Perú, Brasil, Bolivia y Argentina, para no citar sino algunos países.

El recorrido ha sido difícil y con altibajos, pero manteniendo siempre los propósitos y la calidad. Aunque la revista contó inicialmente con el apoyo económico del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá y posteriormente, de Colciencias, actualmente esta ayuda no existe y la diferencia entre los costos de producción y los ingresos por suscripción es alta. No obstante esta situación, para nadie es un secreto que la relación beneficio/costo es altamente positiva, no sólo para el Programa de Forrajes Tropicales sino, también, para el CIAT como institución.

El éxito de la revista durante estos 20 años no hubiera sido posible sin el apoyo de José Toledo (q.e.p.d.), Carlos Lascano, Peter Kerridge y Raúl Vera, líderes en diferentes épocas del Programa de Forrajes Tropicales; y de Susana Amaya, Alberto Ramírez, John Miles, Mariano Mejía, Pedro Argel y Francisco Motta, como editores, quienes han contribuido con sus conocimientos a mantener la calidad y garantizar la confianza en los resultados que aparecen publicados.

Aunque la continuidad de la revista en el futuro inmediato no está asegurada, un hecho cierto es que ha cumplido de lejos con uno de los objetivos que se trazara en sus inicios: ser un medio para la presentación, el análisis y la discusión de los resultados de la investigación con pasturas en regiones bajas de América Latina tropical.

Alberto Ramírez P.

Contenido

	Pág.
<i>Pasturas Tropicales – 20 años</i>	i
Artículos Científicos	
Rehabilitación de pasturas y producción animal en <i>Brachiaria decumbens</i> en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. A. C. Rincón	2
Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras. F. Holmann, P. J. Argel, L. Rivas, R. D. Estrada, C. Burgos, E. Pérez, G. Ramírez y A. Medina	13
Pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. Tobiato na alimentação de novilhas de origem leiteira. J. A. Rodríguez Filho, C. A. Gonçalves, A. P. Camarão, e G. P. C. de Azevedo	29
Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de <i>Brachiaria</i> resistentes a cercópodos. L. Rivas y F. Holmann	39
Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte aérea de <i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst var. nlemfuensis cv. Florico em função da radiação solar. N. A. Villa Nova, E. R. Detomini, D. Dourado Neto, P. A. Manfron, e C. G. S. Pedreira	56
Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. N. Narváez y C. E. Lascano	62
Nota de Investigación	
Collection of <i>Arachis</i> germplasm in Paraguay for forage crop improvement: Phase I. M. J. Williams, R. Pittman, E. Pizarro and P. J. Caballero	70

Rehabilitación de pasturas y producción animal en *Brachiaria decumbens* en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia

A. C. Rincón*

Introducción

La Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia, comprendida entre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitan, es una franja que tiene una longitud de 86 km y un ancho promedio de 15 km por cuyo centro se encuentra la vía carretable que comunica a estas dos localidades. Los límites establecidos son la altillanura ondulada por el suroriente y el río Meta por el noroccidente. El área es de 134,239,7 ha de las cuales 70,000 ha se encuentran con pasturas introducidas con predominio de *Brachiaria decumbens*. (Beaulieu et al., 2004).

Se considera que esta zona tiene un alto potencial para la producción de alimentos en el corto plazo, debido a la topografía plana que facilita la mecanización agrícola y su cercanía a centros de consumo como Puerto López, Puerto Gaitan y Villavicencio que se encuentran comunicados con buenas vías lo que facilita el transporte de insumos y productos.

En la región tradicionalmente se ha desarrollado una actividad ganadera extensiva de baja productividad, cuya fuente de alimentación han sido los pastos nativos que se caracterizan por la baja producción de forraje con una calidad muy limitada para los requerimientos nutricionales de los

animales (Paladines y Leal, 1979; Miles y McDowell, 1983), no obstante, durante los últimos 20 años con el establecimiento de pasturas mejoradas basadas en especies de *Brachiaria* el área en sabana nativa se ha reducido notablemente.

Las pasturas introducidas están constituidas principalmente por *B. decumbens*, una especie que ha sido básica para el desarrollo de una ganadería más productiva en estos suelos con bajo contenido de nutrientes y alta acidez intercambiable. En la actualidad y después de varios años de uso sin la aplicación de sistemas de manejo adecuados, la productividad es baja como consecuencia de la degradación de las pasturas ocasionada por factores como la compactación por pisoteo de los animales, la falta de fertilización en el establecimiento y durante la fase de producción, la presencia de plagas como el mión de los pastos (*Aeneolamia* spp.) y la hormiga arriera (*Atta* y *Acromirmex*), la falta de germoplasma adaptado y el sobrepastoreo. Bajo estas condiciones, el promedio de la carga animal es de 0.8 animales/ha y la ganancia de peso vivo de 150 kg/ha por año, (Rincón, 1999).

Los trabajos sobre rehabilitación de pasturas de *Brachiaria* en la región indican que: (1) la labranza sola no tiene efectos beneficios sobre la productividad (Arruda et al., 1987) y (2) los mejores resultados se obtienen cuando las prácticas de labranza van acompañadas de la aplicación de

* Investigador Programa de Fisiología y Nutrición Animal. Corpoica, Regional 8, C.I. La Libertad A.A. 3119 Villavicencio, Meta, Colombia

enmiendas (cal y residuos de cosechas) más la siembra de una leguminosa (Carvalho et al., 1990). Las pasturas de gramíneas y leguminosas mejoradas por su biodiversidad, abundante desarrollo radicular y alta producción de biomasa de buena calidad no solo mejoran la productividad ganadera sino que constituyen una buena alternativa para mejorar las pasturas degradadas.

Este experimento tuvo como objetivo evaluar en finca las ventajas de las leguminosas forrajeras como fuentes de nitrógeno (N) en la rehabilitación de pasturas degradadas de *B. decumbens*, en comparación con la aplicación de fuentes comerciales de este nutriente.

Materiales y métodos

Localización

El experimento se realizó entre agosto de 1997 y diciembre de 2000 en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia, en la finca Andremoni ubicada a 45 km de la vía Puerto López-Puerto Gaitan (71° y 73° oeste, 3° y 5° norte). Los sistemas de producción en esta finca son la cría y la ceba de novillos en pasturas de *B. decumbens* en Oxisoles ácidos franco arcillosos con bajos contenidos de fósforo y bases intercambiables y alto contenido de aluminio (Cuadro 1). La precipitación anual es de 2400 mm y la época de mayor precipitación ocurre desde mayo hasta noviembre y la seca, desde diciembre hasta marzo.

Tratamientos

Se seleccionó una pastura degradada de *B. decumbens* con un área de 21 ha, la cual fue dividida en tres potreros para aplicar los tratamientos de rehabilitación siguientes:

- T1 = Labranza vertical + fertilización basal + introducción de leguminosas
- T2 = Labranza vertical + fertilización basal + fertilización con nitrógeno
- T3 = Testigo, equivalente a renovación de la vegetación según las prácticas del productor, que consisten en un pase de rastra + aplicación roca fosfórica.

Cuadro 1. Características químicas de los suelos en las pasturas de *Brachiaria decumbens* antes de la introducción de leguminosas y la fertilización nitrogenada. Altillanura plana, Llanos Orientales de Colombia.

Propiedad	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Brachiaria decumbens</i> + leguminosas ^a	<i>Brachiaria decumbens</i> + fertilización N
pH	4.7	4.7	4.8
M.O (%)	3.1	3.2	3.1
P (ppm)	2.0	2.0	2.0
Ca (meq/100 g)	0.30	0.26	0.25
Mg (meq/100 g)	0.10	0.09	0.09
K (meq/100 g)	0.05	0.03	0.05
Na (meq/100 g)	0.17	0.17	0.15
Fe (ppm)	110	116	94
B (ppm)	0.29	0.29	0.30
Cu (ppm)	0.8	0.9	0.8
Zn (ppm)	0.5	0.5	0.5
Saturación de Al (%)	80	78.6	80.4

a. *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi*.

En agosto de 1997, previo a un pastoreo total de *B. decumbens*, se hizo la labranza vertical que consistió en un pase de cincel vibratorio a una profundidad entre 20 y 25 cm en el suelo. Posteriormente se realizó un pase de pulidor para destruir los terrones grandes y uniformizar la superficie del suelo.

La fertilización basal consistió en 300 kg/ha de roca fosfórica (24 kg de P y 90 kg de Ca), 300 kg/ha de cal dolomítica (90 kg de Ca y 30 kg de Mg), y 25 kg/ha de flor de azufre (20 kg de S). En el tratamiento con leguminosas estos fertilizantes se mezclaron con 2 kg/ha de semilla de *Pueraria phaseoloides* y se distribuyó en el lote con una máquina encaladora. *Arachis pintoi* (cv. Maní Forrajero Perenne) se estableció con una sembradora de maíz, utilizando 5 kg/ha de semilla en surcos distanciados 50 cm. El tratamiento de fertilización nitrogenada se aplicó con encaladora en una dosis igual a la que se usó en la aplicación basal.

Dos meses después de la siembra, en los tratamientos con leguminosas y con fertilización nitrogenada se aplicó a voleo 50 kg/ha de KCl (30 kg de K₂O) y 100 kg/ha de MgSO₄ (17 kg de MgO y 14 kg de S). Adicionalmente se aplicaron 100 kg/ha de urea (46 kg de N) al tratamiento que incluía este elemento.

En el tratamiento testigo se realizaron las labores que tradicionalmente

efectúa el productor para rehabilitar pasturas y que consisten en un pase de rastra con poca traba más la aplicación de 150 kg/ha de roca fosfórica (12 kg de P y 45 kg de Ca). Un año después de la siembra y la aplicación inicial de los tratamientos de fertilización se realizó una fertilización de mantenimiento con 50 kg/ha de KCl y 100 kg/ha de $MgSO_4$ en el tratamiento que incluía leguminosas. En el tratamiento de fertilización nitrogenada se aplicaron estos mismos insumos más 100 kg/ha de urea.

Tres meses después de la labranza se realizó un pastoreo ligero con animales jóvenes durante un periodo de 15 días. Posteriormente, después de 30 días de descanso, se inició el pastoreo de utilización de las pasturas en un sistema alterno con 30 días de ocupación e igual número de días de descanso, para lo cual fue necesario dividir cada tratamiento en dos lotes iguales. El pastoreo se inició en diciembre de 1997 al comienzo de la época seca con novillos jóvenes y un peso promedio inicial entre 230 y 250 kg y una edad de 18 meses. En la pastura asociada con leguminosas fueron introducidos 14

animales, en la fertilizada con N 11 y en la testigo 9. Estos animales permanecieron en los tratamientos hasta que alcanzaron un peso promedio de 460 kg. En los tratamientos con leguminosas y con fertilización nitrogenada fue posible iniciar una segunda ceba, mientras que en el testigo sólo se alcanzó a terminar una ceba en el mismo periodo.

Resultados

Producción de forraje

La disponibilidad de forraje en los tres tratamientos fue 50% más alta en la época lluviosa que en la seca (Figura 1). En la época seca las pasturas asociadas con leguminosas y las fertilizadas con N presentaron una producción promedio de forraje de 0.795 y 0.744 t/ha de MS, respectivamente. En la época lluviosa la tendencia en producción de ambos tipos de pasturas fue similar a la época seca, siendo de 1.61 y 1.52 t/ha de M.S. La pastura de solo *B. decumbens* que maneja el productor en la finca produjo 40% menos MS, en comparación con los otros dos tratamientos en las mismas épocas (Cuadro 2).

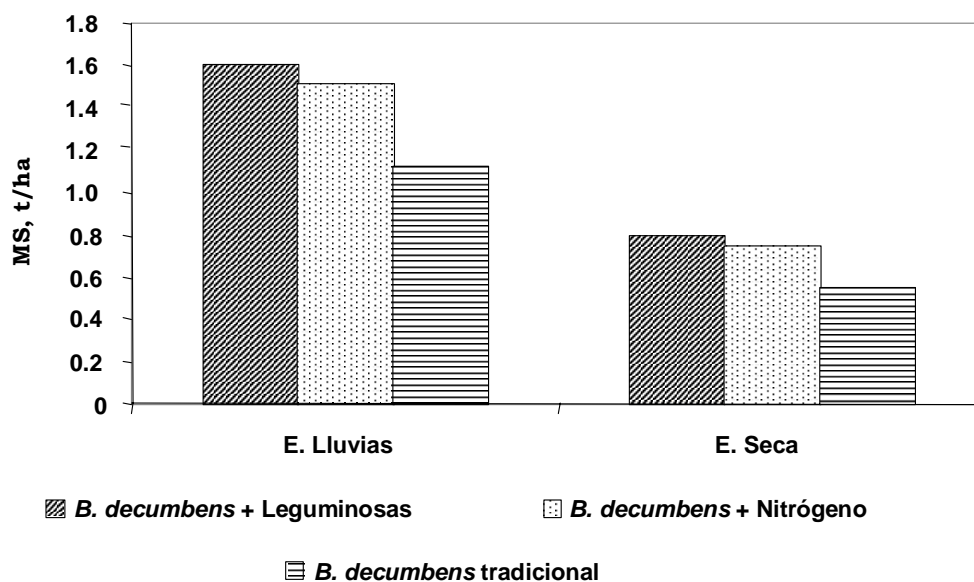


Figura 1. Disponibilidad de forraje en pasturas de *Brachiaria decumbens* sometidas a tres sistemas de rehabilitación en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Promedio de tres años.

Cuadro 2. Disponibilidad anual de MS (t/ha) en pasturas de *Brachiaria decumbens* en tres sistemas de manejo en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Época y año	<i>B. decumbens</i> + leguminosas ^a	<i>B. decumbens</i> + nitrógeno	<i>B. decumbens</i>
Época seca			
Año 1	0.840	0.803	0.475
Año 2	0.785	0.750	0.610
Año 3	0.760	0.680	0.550
Época lluviosa			
Año 1	1.630	1.560	1.108
Año 2	1.560	1.480	1.215
Año 3	1.617	1.520	1.060

a. *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii*.

La disponibilidad de forraje durante las épocas lluviosas de los tres años del ensayo permaneció estable, excepto en el tratamiento testigo que presentó un leve descenso en el último año. En la época seca, los tres tratamientos presentaron una ligera reducción en la disponibilidad del forraje a través del tiempo.

Composición Botánica

Las pasturas de *B. decumbens* con fertilización nitrogenada y aquellas con el manejo tradicional del productor siempre presentaron una proporción de la gramínea entre 95% y 100% tanto en épocas seca como lluviosa.

En la época seca y durante los tres años, la pastura asociada con leguminosas mantuvo una proporción estable de *B. decumbens* (67%), *P. phaseoloides* (22%) y *A. pintoii* que presentó un ligero incremento al pasar de 8% en el primer año a 10% en el tercer año (Figura 2).

En la época lluviosa, *B. decumbens* que inicialmente tenía una proporción de 70% descendió a 48% en el segundo año y permaneció estable. Caso contrario sucedió con el *P. phaseoloides* que de 24% aumentó a 42% en el segundo año, permaneciendo igualmente estable en el tercero. *Arachis pintoii*, caracterizado por su lento pero progresivo desarrollo, aumentó de 6% a 10% (Figura 3).

Por los resultados anteriores, se puede concluir que en la época seca hay predominio de la gramínea (66%) mientras que en la época lluviosa la proporción gramínea (45%):leguminosa (45%) es más balanceada (Figura 4).

Calidad nutritiva del forraje

Antes de los tratamientos de rehabilitación, la pastura de *B. decumbens* presentaba un

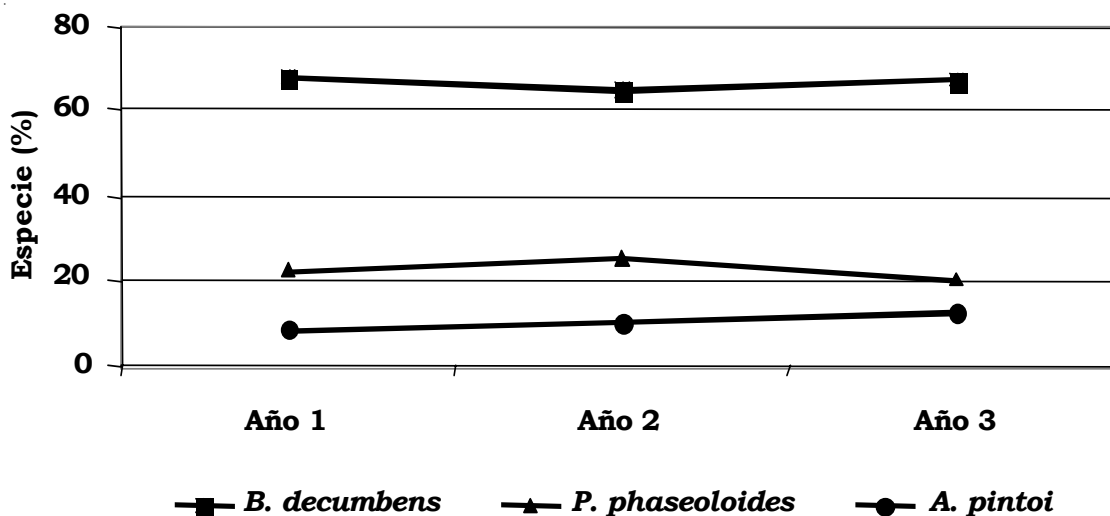


Figura 2. Dinámica de la composición botánica en la época seca de una pastura de *Brachiaria decumbens* sometida a tres sistemas de rehabilitación. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

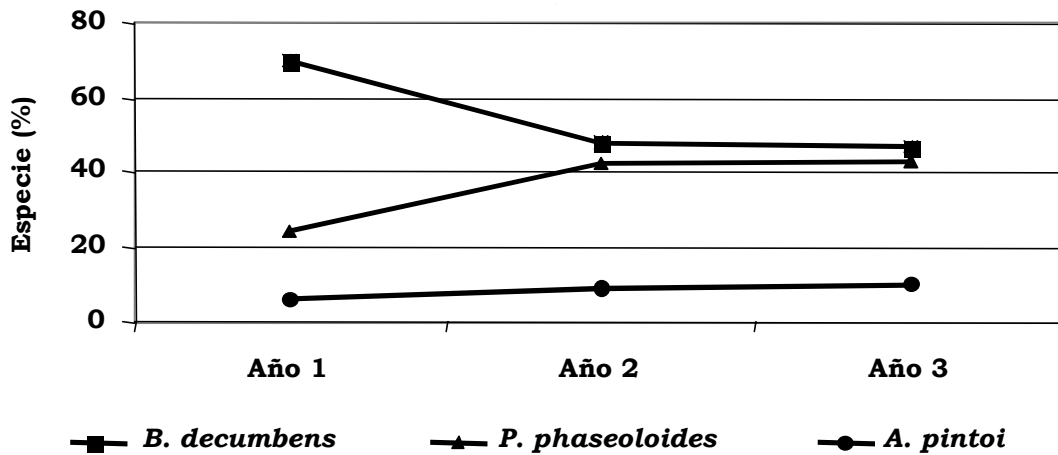


Figura 3. Evolución de la composición botánica en la época de lluvias de una pastura de *Brachiaria decumbens* sometida a tres tratamientos de rehabilitación. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

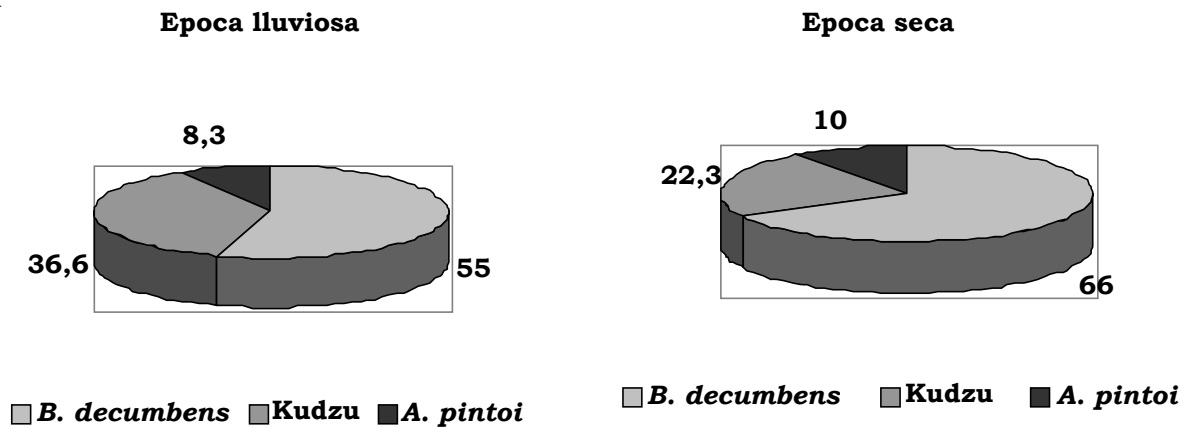


Figura 4. Composición botánica de pasturas de *Brachiaria decumbens* asociado con leguminosas al final del tercer año. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

contenido de proteína cruda (PC) de 6%, fósforo (P) de 0.14 ppm, calcio (Ca) de 0.20 ppm, Magnesio (Mg) de 0.14 ppm y potasio (K) de 1.22 ppm. Treinta meses después de la siembra, en el tratamiento con leguminosas se encontró que la PC era de 8.5%, el P de 0.21 %, el Ca de 0.32 %, el Mg de 0.22% y el K de 1.90%. En la pastura asociada la leguminosa sobresalió por los altos contenidos de PC, Ca, Mg y K (Cuadro 3). Teniendo en cuenta estos resultados es evidente que las pasturas de *B. decumbens*

asociadas con leguminosas llenan los requerimientos de estos nutrientes por animales en ceba, excepto en el caso de P. Es necesario mencionar que el Mg y el K fueron suficientes para llenar los requerimientos de los animales, aún en el caso de la pastura testigo manejada por el productor.

Esta última presentó después de 30 meses una calidad nutritiva similar a la original antes de la aplicación de los

Cuadro 3. Contenidos de proteína y minerales (%) en pasturas de *Brachiaria decumbens* manejadas durante 30 meses con tres sistemas de rehabilitación diferentes. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento	Forraje	Proteína	P	Ca	Mg	K
<i>B. decumbens</i> + leguminosas	Gramínea	8.5	0.21	0.32	0.22	1.90
	Leguminosa	18.0	0.20	0.95	0.47	1.77
<i>B. decumbens</i> + N	Gramínea	8.7	0.18	0.30	0.18	1.70
<i>B. decumbens</i> (testigo)	Gramínea	6.0	0.13	0.21	0.16	1.20
Requerimientos ^a	—	—	0.23	0.30	0.10	0.65

a. Requerimientos de los animales en ceba según la NRC. Adaptado de McDowell et al. (1983).

tratamientos de pase de rastra y aplicación de roca fosfórica y, a diferencia de los demás tratamientos, presentó deficiencias de PC, Ca y P.

Propiedades del suelo

Químicas. El suelo inicialmente presentaba características químicas similares: 2 ppm de P, alta acidez, bajo contenido de bases intercambiables y 3% de materia orgánica.

Aunque en 3 años no es posible medir con precisión los efectos de los tratamientos en este estudio sobre la fertilidad de los suelos, en las evaluaciones realizadas a los 18 y 30 meses después de aplicados los tratamientos se encontraron variaciones en el contenido de M.O. El P descendió a 1 ppm a los 30 meses lo cual indica la necesidad de aplicar este nutriente en forma periódica. En la pastura fertilizada con N y en la pastura con el manejo del productor, las bases intercambiables y la saturación de Al no

presentaron cambios. En la pastura asociada con leguminosas el Ca aumentó de 0.26 a 0.97 meq/100 g de suelo, de igual forma el Mg y el K presentaron ligeros incrementos y la saturación de Al disminuyó de 80% a 58.4% (Cuadro 4).

Físicas. La densidad aparente en el suelo antes de realizar la labranza era variable entre 1.40 y 1.49. Los mayores valores se encontraron en los primeros 10 cm de profundidad, probablemente por efecto del pisoteo de los animales (Ospina, 1997). Una vez realizada la labranza estos valores disminuyeron y se mantuvieron durante los 3 años de evaluación, especialmente en el tratamiento con leguminosas que presentó una densidad aparente de 1.18 g/cc en los primeros 10 cm y 1.29 g/cc entre 10 y 20 cm de profundidad (Cuadro 5). La menor compactación en la pastura asociada se explica por la buena cobertura del suelo de las especies, lo que reduce la presión ejercida por el pisoteo de los animales.

Cuadro 4. Cambios en las características químicas de los suelos en pasturas de *Brachiaria decumbens* bajo tres sistemas de manejo durante 30 meses. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Pastura	Época (meses)	pH	M.O. (%)	p (ppm)	Ca	Mg	K	Al	Sat.Al.
					meq/100 g				(%)
<i>B. decumbens</i> + leguminosas	Inicial ^a	4.7	3.2	2	0.26	0.09	0.03	2.0	80.0
	18	4.9	4.1	2	1.65	0.12	0.05	1.3	40.1
	30	5.3	3.5	1	0.97	0.12	0.04	1.8	58.4
<i>B. decumbens</i> + nitrógeno	Inicial	4.8	3.1	2	0.25	0.09	0.05	2.1	80.4
	18	4.7	3.7	2	0.29	0.10	0.08	1.8	75.0
	30	5.1	2.8	1	0.26	0.07	0.02	1.8	79.2
<i>B. decumbens</i>	Inicial	4.7	3.1	2	0.30	0.10	0.05	2.1	78.6
	18	4.9	4.1	2	1.05	0.12	0.06	1.5	52.6
	30	4.9	2.9	1	0.32	0.09	0.02	2.0	78.4

a. Corresponde al estado inicial de los suelos antes de aplicar los tratamientos.

Cuadro 5. Cambios en la densidad aparente de los suelos en pasturas de *Brachiaria decumbens* bajo tres sistemas de manejo durante tres años. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento	Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cc)			
		Antes de labranza	Año 1	Año 2	Año 3
Cinzel + fertilización + leguminosas	0 - 10	1.41	1.21	1.10	1.18
	10 - 20	1.47	1.49	1.16	1.29
Cinzel + fertilización + N	0 - 10	1.40	1.36	1.15	1.34
	10 - 20	1.47	1.31	1.14	1.34
Rastra (testigo según manejo del productor)	0 - 10	1.42	1.35	1.21	1.34
	10 - 20	1.43	1.37	1.24	1.37
Sin mecanización	0 - 10	1.49	1.45	1.32	1.36
	10 - 20	1.39	1.42	1.25	1.30

Producción de carne

La producción de carne en estas pasturas fue medida en dos períodos de ceba de novillos Cebú comercial. En los tratamientos, los animales permanecieron en la respectiva pastura hasta que completaron un peso promedio de 460 Kg. Una vez terminada la primera ceba, las pasturas permanecieron en descanso durante 30 días antes del inicio del segundo ciclo de ceba con nuevos animales.

En la pastura asociada con leguminosas se mantuvieron 14 novillos en 7 ha (2 anim/ha). El grupo de animales en la primera ceba tenía un peso promedio inicial de 235 kg/animal y se necesitaron 292 días para alcanzar un peso final promedio de 460 kg/animal, mientras que el segundo grupo inició la ceba con 257 kg/animal y fueron necesarios 310 días para alcanzar un peso final igual al del grupo anterior. Todos los animales tenían al comienzo de la ceba una edad promedio de 18 meses, permanecieron durante 10 meses en ceba y salieron para el sacrificio con una edad promedio de 2.3 años.

En la pastura fertilizada con N ingresaron 11 novillos en 7 ha (1.8 anim/ha). El grupo de animales en la primera ceba tenía un peso promedio inicial de 250 kg/animal y se necesitaron 348 días para alcanzar un peso final promedio de 460 kg/animal, mientras que el segundo grupo inició la ceba con 238 kg/animal y fueron necesarios 438 días para alcanzar un peso final igual al del grupo anterior. Las ganancias diarias de peso fueron de 605 y 508 para el primer y segundo grupo,

respectivamente. Todos los animales tenían al comienzo de la ceba una edad promedio de 18 meses, permanecieron durante 12 en la primera ceba y 14 meses en la segunda y salieron para el sacrificio con edades promedio de 2.5 y 2.7 años, respectivamente. En la pastura con el manejo tradicional del productor sólo fue posible cebar un grupo de novillos. En las 7 ha de este tratamiento ingresaron 9 novillos (1.3 anim/ha) con un peso promedio inicial de 240 kg/animal y permanecieron durante 542 días en pastoreo hasta que alcanzaron 460 kg/animal. En esta pastura de solo *B. decumbens* las ganancias diarias de peso fueron de 407 kg/animal y la edad de sacrificio fue de 36 meses (Cuadro 6).

El promedio de la productividad en los dos períodos de ceba fue de 521 kg/ha por año en las pasturas asociadas con leguminosas, 337 kg/ha por año en las fertilizadas con N y 193 kg/ha en la pastura testigo de *B. decumbens* (Figura 5).

Según Cadish et al. (1995) y Combs (1999) el beneficio que se obtiene de las pasturas asociadas con leguminosas no solo es la mayor ganancia de peso vivo animal sino que, además, éstas tienen la capacidad de fijar entre 70 y 200 kg/ha por año de N, equivalentes entre 150 y 400 kg/ha de urea con un costo de \$col.135,000 – 350,000. Además el mayor reciclado de biomasa residual de la planta es una fuente importante de nutrientes (Salinas, 1987; CIAT, 1993). En las pasturas asociadas de gramínea y leguminosa el potencial de

Cuadro 6. Producción de peso vivo de novillos en pasturas de *Brachiaria decumbens* asociadas con leguminosas, fertilizadas con N y con el manejo tradicional del productor (testigo) en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

Parámetro	<i>B. decumbens</i> + Leguminosa		<i>B. decumbens</i> + fertilización nitrogenada		<i>B. decumbens</i> (testigo)
	Primera	Segunda	Primera	Segunda	
	ceba	ceba	ceba	ceba	
Peso inicial (kg/animal)	235	257	250	238	240
Peso final (kg/animal)	460	460	460	460	460
Días de pastoreo	292	310	348	438	542
Carga (animal/ha)	2.0	2.0	1.8	1.8	1.3
Ganancia de peso (g/anim/día)	772	656	605	508	407
Ganancia de peso (kg/anim/periodo)	225	203	210	222	220
Producción (kg/ha por año)	563	479	397	334	193

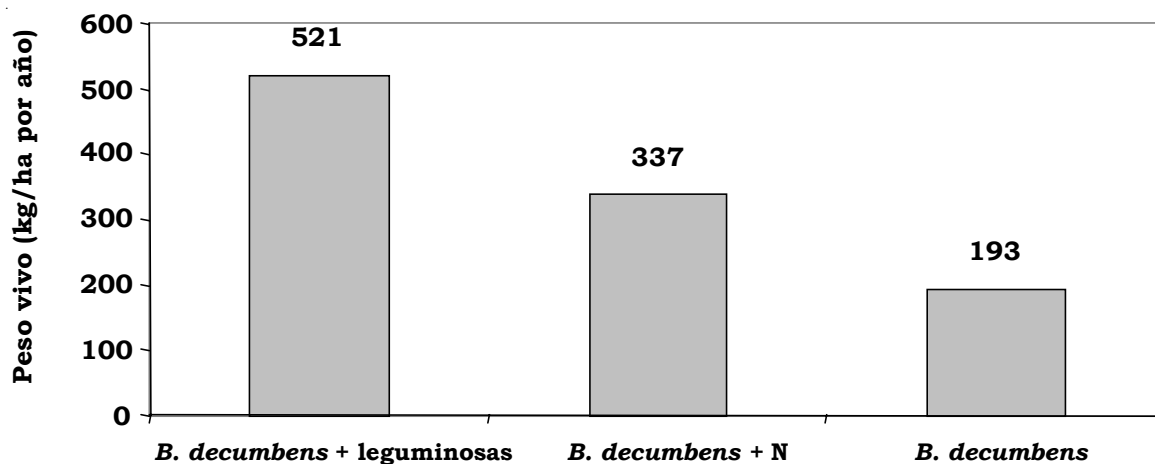


Figura 5. Producción de peso vivo animal en pasturas de *Brachiaria decumbens* sometidas a tres sistemas de rehabilitación en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Promedios de dos periodos de ceba en tres años.

acumulación de carbono de las gramíneas de raíz profunda resulta en incrementos de la actividad biológica y de la biomasa de la fauna en el suelo, en infección por micorrizas VA que facilitan la absorción de fósforo, en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, de la calidad de la materia orgánica y de algunas propiedades físicas del suelo (Combs, 1999).

Análisis económico

En los costos variables se incluyen los costos ocasionados en el mejoramiento de las pasturas y los costos de manejo animal incluyendo drogas veterinarias, sal mineralizada y la mano de obra. En el Cuadro 7 se presentan los costos e ingreso

durante los 2 años de duración de experimento.

Debido a la inversión inicial, el mejoramiento de pasturas de *B. decumbens* con leguminosas presentó los costos variables más altos (\$col.753,000/ha), constituyendo la semilla en el costo más elevado. En el tratamiento con fertilización nitrogenada, los fertilizantes constituyeron el valor más alto en costos variables (\$col.538,000), mientras que en la renovación de la pastura que tradicionalmente hace el productor los costos variables fueron de \$col.170,000. Teniendo en cuenta los costos fijos, los costos totales ascendieron a \$col.1,062,480, \$col.1,803,000 y \$col.349,7000 para los tratamientos con

Cuadro 7. Análisis económico (\$colombianos) de la de ceba de novillos en pasturas de *Brachiaria decumbens* bajo tres sistemas de manejo en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia, 2003. (US\$1 = \$col.2600).

Insumos	<i>B. decumbens</i> ⁺ leguminosa ^a		<i>B. decumbens</i> + fertilización con N ^b		<i>B. decumbens</i> (manejo tradicional ^c)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Costos variables						
Pasturas:						
Fertilizantes	218,000	105,000	288,000	70,000	28,000	
Semillas	255,000					
Maquinaria	130,000	30,000	100,000	30,000	60,000	
Mano de obra	20,000	10,000	20,000	10,000	10,000	
Transporte	30,000	500	30,000	300	10,000	
Plaguicidas	500		500			
Subtotal	658,000	150,000	443,000	113,000	108,000	
Insumos:						
Sal mineralizada	35,000	35,000	35,000	35,000	17,000	17,000
Vacunas, baños	30,000	30,000	30,000	30,000	15,000	15,000
Mano de obra	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Subtotal	95,000	95,000	95,000	95,000	62,000	62,000
Total costos variables	753,000	245,000	538,000	208,000	170,000	62,000
Costos fijos						
Arrendamiento	144,000	144,000	144,000	144,000	144,000	144,000
Asistencia técnica (5% costo variable)	45,000	12,200	35,000	10,400	8,500	8,500
Costo financiero (16% anual costo variable)	120,480	39,200	86,000	33,200	27,200	9,900
Total costos fijos	309,480	195,400	265,000	187,600	179,700	162,400
Costos totales	1,062,480	440,400	803,000	395,600	349,700	224,400
Ingresos						
Producción de carne (kg/ha por año)	563	479	397	334	193	193
Ingreso bruto	1,407,500	1,197,500 ¹	992,500	801,600 ²	443,900	443,900 ³
Ingreso neto	345,020	757,100	189,500	406,600	94,200	219,500
Rentabilidad anual	32.5	171.9	23.6	102.6	26.9	97.8
Beneficio/Costo	1.3	2.7	1.2	2.0	1.2	1.9

a. Precio de \$col.2500/kg de carne en pie. El ganado sale al sacrificio con una edad menor que 2.5 años (cinco estrellas).

b. Precio de \$col.2400/kg de carne en pie. El ganado sale al sacrificio con una edad mayor que 2.5 años (cuatro estrellas).

c. Precio de \$col.2300/kg de carne en pie (tres estrellas).

leguminosas, fertilización nitrogenada y el manejo tradicional del productor, respectivamente.

En el primer ciclo de ceba, por producción de carne en las pasturas asociadas con leguminosas se obtuvo un ingreso bruto de \$col.1,407,020 que cubrieron totalmente los costos y permitieron un ingreso neto de \$col.345,020/ha. En los otros dos tratamientos se obtuvieron menores ingresos netos (\$col.189,500 y \$col.94,200), sin embargo, con la producción de carne obtenida se cubren los costos iniciales en los tres tratamientos.

En el segundo año, los costos se redujeron a \$col.440,400, \$col.395,600 y \$col.224,400 lo cual se traduce en una relación beneficio costo de 2.7, 2.0 y 1.9 para los tratamientos con leguminosas, con fertilización nitrogenada y con el manejo tradicional del productor, respectivamente.

Conclusiones

- En la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia con un buen manejo de pasturas asociadas con leguminosas es posible mantener una producción estable de forraje de buena calidad, disminuir la

compactación y mejorar la fertilidad de los suelos.

- Las pasturas de *B. decumbens* asociadas con leguminosas y las fertilizadas con N más un fertilización básico llenan los requerimientos de Ca, Mg y K de novillos jóvenes en ceba, pero no los de P. Esta deficiencia está directamente relacionada con el bajo contenido de este último elemento en el suelo y, por consiguiente, es necesario aplicar mayor cantidad de roca fosfórica a la siembra y de fósforo en la fertilización de mantenimiento.
- El contenido de proteína (8.6%) en *B. decumbens* fue similar en la pastura asociada con leguminosas y en la fertilizada con N, sin embargo, la leguminosa (18% de PC) contribuyó a mejorar la calidad del forraje ofrecido a los animales.
- El costo de las semillas de las leguminosas que se incluyeron en las pasturas fue de \$col.255,000 y el del fertilizante nitrogenado de \$col.200,000, no obstante, en dos periodos de ceba el productor obtuvo un ingreso neto/ha de \$col.500,000 adicionales en las pasturas asociadas con respecto a las fertilizadas con N.
- La productividad animal en la pastura asociada con leguminosas aumentó en 55% en relación con la pastura fertilizada con N y en 170% con respecto a la pastura manejada por el productor.

Summary

Different treatments to rehabilitate the productivity of a degraded pasture of *Brachiaria decumbens* on Oxisol soil were evaluated on a farm located in the flat highlands of Colombia's Eastern Plains region, 45 km along the road from Puerto López to Puerto Gaitán. Treatments consisted of T1 = vertical tillage + basic fertilization + introduction of legumes; T2 = vertical tillage + basic fertilization + nitrogen fertilization and the farmer's check treatment that consisted of one pass of the harrow plus 150 kg/ha of rock phosphate (12 kg P and 45 kg Ca); T3 = basal fertilization consisting of 300 kg/ha of rock phosphate (24 kg P and 90 kg

Ca), 300 kg/ha of dolomitic lime (90 kg Ca and 30 kg Mg), and 25 kg/ha of sulfur flower (20 kg S). Introduced legumes were *Pueraria phaseoloides* cv. Kudzu, at a rate of 2 kg seed/ha, and *Arachis pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne, at a rate of 5 kg seed/ha. Two months after planting, T1 and T2 also received a broadcasted application of 30 kg K₂O, 17 kg MgO and 14 kg S per hectare. In addition, T2 received an application of 46 kg N (urea)/ha. Maintenance fertilization was performed 1 year after pasture establishment, using the same nutrients. Forage availability was similar in T1 and T2, reaching 0.75 t DM/ha during the dry season and 1.55 t/ha during the rainy season. In the check pasture, with the traditional management practices, DM production was 40% lower than that of the other treatments. The nutritive quality of the forage improved protein, Ca, Mg and K contents, but not that of P. Animal live weight gain was 521, 337, and 193 kg/ha per year in associated pastures, N-fertilized pastures, and the check treatment (use of the farmer's traditional management practices), respectively.

Referencias

- Arruda, N. G.; Cantarutti, R. B.; y Moreira, E. M. 1987. Tratamientos físico-mecánicos e fertilização na recuperacao de pastagens de *Brachiaria decumbens* em solos de tabuleiro. Pasturas tropicales 19(3):36-39.
- Beaulieu, N; Alvarez, M.; Rincón, A.; y De Wispeleare, G. 2004. Un acercamiento a los procesos de degradación en pasturas cultivadas con el uso de series temporales de imágenes multiespectrales y su aplicación en los Llanos colombianos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (n.p.)
- Carvalho, S. I. C. De.; Vilela, L.; Spain, J. M.; y Karia, C.T. 1990. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria*

- decumbens* na região dos Cerrados. *Pasturas Tropicales* 12(2): 22-28.
- Cadish, G.; Carvalho, E.; Sueth, A.; Vilela, L.; Soares, W.; y Spain, J. 1985. The importance of legume - fixation in sustainability of pastures in the Cerrados of Brazil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPAC), Brasília, Brasil. 11 p. (manuscrito).
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1988. Programa de Pastos Tropicales, Informe anual. Cali, Colombia.
- _____. 1993. Informe bianual 1992-1993. Programa de forrajes Tropicales. Documento de trabajo no. 136. Cali, Colombia.
- Combs, S. M. 1999. Cuánto nitrógeno queda cuando se incorporan leguminosas al suelo. *Hoard's Dairyman*, enero-1999.. p. 65.
- McDowell, L. R.; Conrad, J. H.; y Ellis, G.L. 1983. Mineral deficiencies and their diagnosis. In: *Symposium Herbivores Nutrition in Subtropics and Tropics Problems and Perspectives*. Pretoria, Sudáfrica. p. 48-53.
- Miles, W. H. y McDowell, L.R. 1983. Deficiencias de minerales en los pastos de los llanos colombianos. *Revista Mundial de Zootecnia* 46: 2-10.
- Ospina, J. C. 1997. La compactación de los suelos dedicados a la ganadería. *Carta Ganadera* 34:24-25.
- Paladines, O. y Leal J. A. 1979. Manejo y productividad de las pasturas en los Llanos Orientales de Colombia. En: *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie 0-5, Cali, Colombia. p. 331-346
- Rincón, A. 1999. Degradación y recuperación de pasturas en los Llanos Orientales de Colombia. *Boletín técnico* no. 19. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Programa Nacional Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta). Villavicencio, Colombia. 48 p.
- Salinas, J. G. 1987. Experiencias sobre recuperación de áreas degradadas con pasturas en trópico húmedo. Curso taller sobre establecimiento y producción de pasturas en la selva peruana, Pucallpa, Perú. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 161-186.

Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras

F. Holmann¹, P. Argel², L. Rivas³, D. White⁴, R. D. Estrada⁵, C. Burgos⁶, E. Pérez⁷, G. Ramírez⁸, y A. Medina⁹

Introducción

Un fenómeno generalizado en América Latina tropical es el desplazamiento progresivo de la ganadería hacia zonas marginales y de menor capacidad productiva. La baja disponibilidad de materiales forrajeros adaptados y de alta productividad junto con el deficiente manejo de las pasturas ha conducido a un rápido deterioro de la productividad y los ingresos del negocio ganadero. Este fenómeno se ha documentado para los casos de Brasil, donde la ganadería se desplazó desde los Estados del sur hacia el centro-oeste (Serrão y Toledo, 1989), en Colombia desde la Costa Norte y los valles interandinos hacia la Orinoquía y Amazonia (Vera y Rivas, 1997) y en Centroamérica desde la fértil región Pacífica hacia el Atlántico (Kaimowitz, 1995).

En cuencas ganaderas seleccionadas de Centroamérica se estima que entre 50% y 80% de las áreas en pasturas se encuentran en avanzado estado de degradación con una carga animal inferior a 40% en relación con pasturas que reciben un manejo apropiado (CATIE, 2002). Los análisis biofísicos muestran que las pasturas con gramíneas mejoradas usualmente se degradan entre 5 y 7 años después de establecidas. En la región

la tasa anual de renovación de pasturas es de 5% mientras que la tasa de degradación es de 12%, esto explica el aumento progresivo de las áreas degradadas (CATIE, 2002).

El proceso de degradación de pasturas

La degradación de la tierra es generalmente definido como la reducción temporal o permanente de la capacidad productiva en un agroecosistema determinado (Stocking y Murnaghan, 2001). Latinoamérica tiene 13% de su área degradada, siendo la región del mundo en desarrollo que tiene el mayor porcentaje de tierras en este estado (Oldeman, 1992).

En el caso de las pasturas la degradación está ligada a prácticas de manejo no apropiadas (Spain y Gualdrón, 1991): (1) establecimiento en zonas con suelos frágiles, (2) siembra de especies pobremente adaptadas, (3) pastoreo excesivo durante la época lluviosa, (4) quema incontrolada y frecuente, y (5) agotamiento de nutrientes en el suelo. La degradación de las pasturas trae serias consecuencias al productor, reduciendo los rendimientos en producción animal e incrementando los costos.

1 Economista ganadero, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigaciones en Ganadería (ILRI). Cali, Colombia (F.Holmann@cgiar.org)

2 Agrónomo de pasturas, CIAT. San José, Costa Rica (P.Argel@cgiar.org)

3 Economista agrícola, investigador asociado. CIAT. Cali, Colombia (L.Rivas@cgiar.org)

4 Economista agrícola, CIAT. Cali, Colombia (D.White@cgiar.org)

5 Economista agrícola, CIP-CIAT. Cali, Colombia (R.Estrada@cgiar.org)

6 Agrónomo, Director Pecuario, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras (Conrado_Burgos@msn.com)

7 Zootecnista, Director Regional, ILRI. Managua, Nicaragua (Edwin.ilri@cable.net.ni)

8 Consultor Estadístico, Proyecto de Forrajes Tropicales, CIAT. Cali, Colombia (G.Ramirez@cgiar.org)

9 Zootecnista, Asistente administrativo, Consorcio Tropicache. CIAT. Cali, Colombia (A.Medina@cgiar.org)

La deficiencia de nitrógeno (N) es el primer factor que afecta la persistencia y provoca el inicio de la degradación de pasturas mejoradas (Barcellos, 1986). Una vez ocurre la deficiencia de este nutriente la calidad y el vigor de las plantas comienzan a declinar como consecuencia de la reducción de la actividad biológica y la deficiencia de otros nutrientes, como fósforo y potasio.

Después de un período más o menos prolongado de utilización de las pasturas, es posible que ocurran cambios importantes en la estructura física del suelo. La compactación, por ejemplo, aumenta la escorrentía y el arrastre de partículas, disminuye el desarrollo de las raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran a mayor profundidad en el suelo (Hoyos et al., 1995).

La percepción subjetiva de los productores es, muchas veces, la única fuente de información para estimar retornos o pérdidas económicas de procesos complejos, especialmente en ambientes tropicales (Grisley y Kellogg, 1983). Los productores poseen información y toman decisiones basados en sus experiencias, conocimiento y literatura accesible. Por tanto, para formular estrategias de rehabilitación de pasturas degradadas, antes de su implementación masiva, es importante conocer las opiniones y experiencias de los productores y extensionistas sobre el proceso de degradación y su relación con la productividad animal.

Según Stocking y Murnaghan (2001) la adopción de las opiniones de los productores en la estimación de la degradación de pasturas y su efecto en la pérdida de productividad animal, permiten: (1) obtener datos más reales sobre los procesos actuales de degradación en fincas, (2) conocer mejor los intereses y expectativas del productor como usuario final y (3) desarrollar aplicaciones y soluciones prácticas sobre manejo de pasturas.

Objetivo

El objetivo general en este estudio fue estimar el impacto que el uso de pasturas degradadas

tiene en la productividad animal y en los ingresos económicos en finca y en Honduras en general. Los objetivos específicos fueron: (1) estimar la producción de leche y carne de vacas y las pérdidas en ingreso en pasturas con distintos niveles de degradación, (2) estimar la proporción de pasturas que se encontraban en cada nivel de degradación en las diferentes regiones administrativas de Honduras y (3) identificar las distintas estrategias y costos para recuperar pasturas degradadas.

Materiales y métodos

Para obtener la información sobre las pérdidas de productividad animal en fincas, regiones y país se recopiló la opinión de productores y extensionistas que trabajan en diferentes instituciones de Honduras. Para tal fin, en marzo 16 y 17 de 2004 se realizó en Juticalpa, (departamento de Olancho) un Taller de Trabajo con la participación de 25 productores de las regiones administrativas sur, centro-oeste, Atlántico, nordeste, centro-este y noroeste y de ocho extensionistas en producción animal de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).

Los productores se caracterizaban por poseer pequeñas fincas dedicadas a la producción de leche y/o carne para venta, vivían en la finca, tenían 10 o más años de experiencia en el negocio y habían establecido pasturas mejoradas.

La calificación del nivel de degradación de las pasturas se hizo tomando en cuenta las características que aparecen en el Cuadro 1 (Barcellos, 1986). En las encuestas a los participantes en el Taller se incluyeron temas sobre: (1) la producción esperada de leche y carne y la carga animal en pasturas que se encontraban en cada uno de los niveles de degradación considerados, tanto en la época de lluvias como en la época seca; (2) la estimación por parte de los productores de la proporción de área en pasturas degradadas en cada región y por los extensionistas la misma estimación a nivel nacional; (3) la identificación de las estrategias posibles para rehabilitar pasturas

Cuadro 1. Descripción cualitativa y cuantitativa de cada uno de los niveles de degradación de pasturas. Honduras, 2004.

Síntoma de degradación	Nivel de degradación			
	1 = no aparente	2 = leve	3 = moderado	4 = severo
Color	Verde oscuro	Verde claro	Verde-amarillo	Amarillo
Materia muerta (%)	<10	11-20	21-30	>30
Suelo desnudo (%)	<10	11-20	21-30	>30
Malezas (%)	<10	11-20	21-30	>30
		(aparición de malezas de hoja angosta)	(aparición de malezas de hoja ancha)	(alta colonización por gramíneas nativas)
Edad de pasturas (años)	1-3	4-6	7-9	> 10

FUENTE: Barcellos (1986).

según el nivel de degradación, los costos y el tiempo estimado para esta labor; y (4) la estimación del nivel crítico de degradación de pasturas en el cual se justificaría la inversión de recursos para su rehabilitación. Un mes antes de la realización del Taller fueron seleccionadas tres fincas localizadas en Juticalpa las cuales presentaban pasturas con diferentes niveles de degradación. Estas pasturas permanecieron en descanso hasta el momento de la evaluación por los productores y los extensionistas participantes.

Análisis estadístico de la información

Los datos recopilados en las encuestas fueron introducidos en una base construida en Excel para análisis posterior con el software estadístico SAS (Statistical Analysis System, versión 8.2). El análisis de la primera encuesta, que contenía 227 observaciones, se hizo mediante estadísticas descriptivas

que generaron las regresiones que mejor explicaban la pérdida en productividad animal en cada nivel de degradación de las pasturas. Estas regresiones fueron lineales para las regiones Sur, Atlántico, Centro-este, noroeste y para el país en general; mientras que para las regiones Centro-oeste y nordeste fueron exponenciales (Cuadro 2). Para el análisis de la segunda encuesta, que contiene 33 observaciones, se utilizó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versión 10) para generar estadísticas descriptivas y tablas de frecuencia tanto simples como cruzadas.

Estimación de las producciones de leche y carne

Para estimar la producción de leche en cada una de las áreas y nivel de degradación se utilizó la ecuación siguiente:

$$Y = \left(A_n * \left[\left[PL_{lluvia Niveln} * \frac{M}{12} \right] + \left[PL_{seca Niveln} * \left(1 - \frac{M}{12} \right) \right] \right] * 0.25 * 365 \right) / 1000 \quad (1)$$

Cuadro 2. Ecuaciones estimadas que explican el cambio en productividad de leche y carne por hectárea según la época del año en Honduras.

Región y encuestado	Producción de leche (kg/ha por día)		Producción de carne (g/ha por día)	
	Epoca de lluvias	Epoca seca	Epoca de lluvias	Epoca seca
Región				
Sur	y = 14.37 - 3.59x	y = 8.97 - 2.36x	y = 988 - 237x	y = 475 - 124x
Centro-oeste	y = 31.18e-0.88x	y = 31.01e-1.56x	y = 3135e-1.21x	y = 2122e-1.75x
Atlántico	y = 13.51 - 2.89x	y = 13.68 - 3.21x	y = 703 - 133x	y = 1555 - 408x
Nordeste	y = 24.09e-0.56x	y = 11.28e-0.63x	y = 2319e-0.61x	y = 901e-0.66x
Centro-este	y = 10.00 - 2.11x	y = 4.22 - 1.04x	y = 1782 - 439x	y = 661 - 176x
Noroeste	y = 16.43 - 3.86x	y = 4.96 - 1.30x	y = 1232 - 308x	y = 164 - 47x
Encuestado				
Extensionistas en ganadería	y = 20.30 - 4.67x	y = 7.76 - 1.97x	y = 1644 - 389x	y = 454 - 131x

y = producción de leche o carne (en kg/ha por día).
x = nivel de degradación (1, 2, 3, 4).

donde,

Y = producción de leche, en toneladas métricas de leche fluida por año (TM/año).

= área de la n región bajo pasturas permanentes, en hectáreas (Cuadro 3).

$PL_{lluvia Nivel n}$ = producción de leche, en kg/ha por día, durante la época de lluvias, estimada según las regresiones en el Cuadro 2 para cada nivel de degradación.

M = meses de duración de la época de lluvias.
= producción de leche, en kg/ha por día, durante la época seca, estimada según las regresiones en el Cuadro 2 para cada nivel de degradación.

0.25 = factor que representa el promedio nacional de vacas en ordeño permanente (por ej., 25%) como porcentaje del hato nacional.

365 = número de días en el año.
 1000 = factor para convertir kg a toneladas métricas (TM).

La producción de carne fue estimada utilizando la ecuación siguiente:

$$Y = \left(A_n * \left\{ \left[PC_{lluvia Nivel n} * \frac{M}{12} \right] + \left[PC_{seca Nivel n} * \left(1 - \frac{M}{12} \right) \right] \right\} * 0.49 * 365 \right) / 1000 \quad (2)$$

donde,

Y = producción de carne de hembras y machos en crecimiento, en toneladas métricas de carne en pie por año (TM/año).

= área de la n región bajo pasturas permanentes, en hectáreas (Cuadro 3).

$PC_{lluvia Nivel n}$ = producción de carne, en kg de peso vivo animal/ha por día, durante la época de lluvias, estimada según las regresiones en el Cuadro 2 para cada nivel de degradación.

M = meses de duración de la época de lluvias.

= producción de carne, en kg/ha por día de peso vivo animal durante la época seca, estimada según las regresiones del Cuadro 2 para cada nivel de degradación.

0.49 = factor que representa el promedio nacional de hembras y machos en crecimiento (por ej., 49%) como porcentaje del hato nacional.

365 = número de días en el año.

1000 = factor para convertir kg a toneladas métricas.

El estimado de la producción de leche anual tanto por los productores en cada región como por los extensionistas a nivel nacional, fue comparado con las cifras oficiales para determinar el grado de certeza de las percepciones subjetivas.

Debido a que las cifras oficiales sólo muestran los animales sacrificados anualmente y no los aumentos de peso vivo de todas las hembras y machos en crecimiento, no fue posible comparar estos últimos con las cifras de estimadas en la encuesta.

Cuadro 3. Inventario ganadero, áreas bajo pasturas permanentes y carga animal por región administrativa en Honduras según el último censo agropecuario en 1997.

Región	Inventario ganadero				Area en pasturas (ha)
	Total cabezas	Vacas adultas		Machos + hembras en crecimiento	
		En ordeño ^a	Secas		
Sur	258,344	44,394	46,206	167,744	173,174
Centro-oeste	130,020	23,932	24,908	81,180	112,502
Atlántico	237,316	44,345	46,155	146,816	145,859
Nordeste	404,976	68,941	71,755	264,280	387,220
Centro-este	257,385	40,847	42,514	174,024	208,501
Noroeste	772,742	120,260	125,169	527,313	508,407
Total	2,060,783	342,720	356,706	1,361,357	1,535,663

a. Según el IICA (2003), el 49% del inventario de vacas adultas se encontraban en ordeño permanente.
FUENTE: Dirección General de Estadística y Censo (1998), FAO (2004).

Pérdidas en productividad e ingreso

Para estimar las pérdidas en producción de leche debidas al proceso de degradación de pasturas se aplicó la fórmula (1), así: para estimar la pérdida en producción de leche de las áreas en pasturas que se encontraban en el Nivel 4 se aplicó la fórmula (1) dos veces; la primera, para estimar la cantidad de leche que se podría producir en las áreas que actualmente se encuentran en este nivel, si estuvieran en el Nivel 1 y la segunda, para estimar la cantidad de leche que realmente se produce en el Nivel 4. Al restar el resultado de la primera operación de la segunda se obtiene la cantidad de leche que se ha dejado de producir por tener pasturas en el Nivel 4 de degradación.

$$Y = \left(A_{nivel4} * \left\{ \left[PL_{lluvia\ Nivel\ 1} * \frac{M}{12} \right] + \left[PL_{sec\ a\ Nivel\ 1} * \left(1 - \frac{M}{12} \right) \right] \right\} * 0.25 * 365 \right) / 1000 - \left(A_{nivel4} * \left\{ \left[PL_{lluvia\ Nivel\ 4} * \frac{M}{12} \right] + \left[PL_{sec\ a\ Nivel\ 4} * \left(1 - \frac{M}{12} \right) \right] \right\} * 0.25 * 365 \right) / 1000$$

Este ejercicio fue repetido tres veces con el fin de estimar las pérdidas de producción de leche en los distintos niveles de degradación. La primera vez en pasturas en el Nivel 2, la segunda en áreas en el Nivel 3 y la tercera en áreas en el Nivel 4. Este mismo procedimiento se repitió para estimar las pérdidas en producción de carne utilizando la fórmula (2).

Para estimar las pérdidas en ingresos (Cuadros 4 y 5) como resultado de las reducciones en la productividad animal debidas al proceso de degradación de pasturas, las pérdidas en producción de leche y carne en cada nivel de degradación (Cuadros 6 y 7) fueron multiplicadas por los precios respectivos de estos productos.

Costos de rehabilitación de áreas degradadas

Para estimar los costos de rehabilitación de pasturas en cada región y el país (Cuadro 8) se multiplicó el costo/ha promedio ajustado por las áreas de pasturas que se encontraban en cada uno de los niveles de degradación (Cuadro 9).

Cuadro 4. Estimaciones de pérdida de ingresos brutos por la reducción en la producción de leche por región y nivel de degradación de pasturas en Honduras.

Región y persona encuestada	Pérdida en ingresos por reducción en la producción de leche (millones US\$/año)			Total
	en el Nivel 2 (leve)	en el Nivel 3 (moderado)	en el Nivel 4 (severo)	
Región				
Sur	2.58	2.95	5.88	11.41
Centro-oeste	2.95	5.40	7.53	15.88
Atlántico	1.74	5.90	8.85	16.49
Nordeste	4.18	15.36	21.61	41.15
Centro-este	1.52	3.28	5.59	10.39
Noroeste	11.84	10.10	13.64	35.58
Encuestado				
Total nacional productores	24.81	42.99	63.10	130.90
Total nacional extensionistas en ganadería	24.90	44.72	94.31	163.93

Cuadro 5. Estimaciones de pérdidas de ingresos brutos por la reducción en la producción de carne por regiones de Honduras.

Región y persona encuestada	Pérdidas en cada nivel de degradación (US\$ millones/año)			Total
	en el Nivel 2 (leve)	en el Nivel 3 (moderado)	en el Nivel 4 (severo)	
Región				
Sur	1.30	1.48	3.34	6.12
Centro-oeste	1.50	2.61	3.55	7.66
Atlántico	0.74	2.62	3.74	7.10
Nordeste	3.78	13.70	19.07	36.56
Centro-este	2.68	5.73	9.77	18.18
Noroeste	4.46	6.39	8.62	19.47
Encuestado				
Total nacional productores	14.46	32.53	48.09	95.08
Total nacional extensionistas en ganadería	20.13	32.13	65.47	117.73

Cuadro 6. Estimaciones de pérdidas en producción de leche debido a la degradación de las pasturas en Honduras.

Región y persona encuestada	Pérdida en producción de leche (TM/año)			Total
	en el Nivel 2 (leve)	en el Nivel 3 (moderado)	en el Nivel 4 (severo)	
Región				
Sur	10,530	12,064	23,984	46,578
Centro-oeste	10,560	19,350	27,009	56,919
Atlántico	6535	22,185	33,259	61,979
Nordeste	21,211	77,973	109,717	208,901
Centro-este	6959	14,983	25,503	47,445
Noroeste	56,115	47,877	64,634	168,626
Encuestado				
Total nacional productores	111,910	194,432	284,106	590,448
Total Nacional extensionistas en ganadería	105,528	189,490	399,637	694,655

Cuadro 7. Estimaciones de pérdida en producción de carne debido a la degradación de las pasturas en Honduras.

Región y persona encuestada	Pérdida en producción de carne en pie (TM/año)			Total
	En el Nivel 2 (leve)	En el Nivel 3 (moderado)	En el Nivel 4 (severo)	
Región				
Sur	1241	1413	3178	5832
Centro-oeste	1519	2639	3586	7744
Atlántico	749	2642	3773	7164
Nordeste	3822	13,842	19,262	36,926
Centro-este	2676	5734	9765	18,175
Noroeste	4506	6456	8707	19,669
Encuestado				
Total nacional productores	14,513	32,726	48,271	95,510
Total nacional extensionistas en ganadería	20,128	32,134	65,471	117,733

Cuadro 8. Costos de rehabilitación (US\$ millones) de pasturas en Honduras en cada uno de los niveles de degradación hasta alcanzar en Nivel 1 (degradación no aparente).

Región y persona encuestada	Áreas y costo de recuperación de pasturas degradadas en cada nivel					
	Nivel 2 (leve)		Nivel 3 (moderado)		Nivel 4 (severo)	
	Área (ha)	Costo	Área (ha)	Costo	Área (ha)	Costo
Región						
Sur	40,349	1.17	23,032	1.52	34,635	4.85
Centro-oeste	18,788	0.54	26,212	1.73	33,751	4.73
Atlántico	24,358	0.71	41,278	2.72	41,278	5.78
Nordeste	53,436	1.55	125,847	8.31	147,531	20.65
Centro-este	48,580	1.41	52,125	3.44	59,214	8.29
Noroeste	142,354	4.13	101,681	6.71	91,513	12.81
Encuestado						
Total productores	327,865	9.51	370,175	24.43	407,922	57.11
Extensionistas en ganadería	431,521	12.51	345,524	26.95	469,913	83.64

Cuadro 9. Proporción estimada de pasturas en cada nivel de degradación por región de Honduras.

Región y encuestado	Nivel de degradación ^a							
	1 = no aparente		2 = leve		3 = moderado		4 = severo	
	Proporción degradada (%)	Área degradada (ha)	Proporción degradada (%)	Área degradada (ha)	Proporción degradada (%)	Área degradada (ha)	Proporción degradada (%)	Área degradada (ha)
Región								
Sur	43.3	74,984	23.3	40,349	13.3	23,032	20.0	34,635
Centro-oeste	30.0	33,751	16.7	18,788	23.3	26,212	30.0	33,751
Atlántico	26.7	38,944	16.7	24,358	28.3	41,278	28.3	41,278
Nordeste	15.6	60,400	13.8	53,436	32.5	125,847	38.1	147,531
Centro-este	23.3	48,581	23.3	48,580	25.0	52,125	28.4	59,214
Noroeste	34.0	172,858	28.0	142,354	20.0	101,681	18.0	91,513
Encuestado								
Productores	28.8	429,518	20.3	327,865	23.7	370,175	27.1	407,922
Extensionistas en ganadería	18.8	288,705	28.1	431,521	22.5	345,524	30.6	469,913

a. El nivel de degradación promedio ajustado para todo el país es, según los productores, 2.48, y según los extensionistas, 2.65.

Resultados y discusión

Reducción en productividad animal

Para este cálculo se tomaron en cuenta las estimaciones en producción de leche, ganancia de peso vivo animal y carga animal en las pasturas degradadas de las distintas regiones en Honduras y se compararon con las mismas informaciones recopiladas por extensionistas. Con el fin de facilitar el análisis, las respuestas fueron jerarquizadas tomando como criterio el nivel de degradación de las pasturas. Como se observa existió una tendencia generalizada, tanto por productores como por extensionistas, de asociar las reducciones en producción y carga animal con los niveles de degradación, lo que era de esperar. Igualmente, le asignaron las mayores producciones de leche a gramíneas asociadas con leguminosas (*Brachiaria decumbens* + *Arachis. pintoii*) y al cv. Mulato, el nuevo híbrido de *Brachiaria*, ambos resultados fueron validados por la investigación.

A partir de la información anterior se generaron las regresiones que mejor explican las pérdidas en productividad de leche y carne, según la época del año (ver Cuadro 2). Con estas regresiones se

generaron las pérdidas estimadas en productividad animal para cada nivel de degradación y para cada región y el país, en términos de volúmenes (toneladas de carne y leche por año) (Figuras 1 y 2) e ingresos (millones de dólares por año).

Áreas en pasturas degradadas

El inventario ganadero nacional y las áreas bajo pasturas permanentes para cada una de las seis regiones administrativas de Honduras aparecen en el Cuadro 3 antes mencionado. En 2003 existían aproximadamente 1.5 millones de hectáreas en pasturas permanentes y más de 2 millones de cabezas de ganado vacuno distribuidas entre unas 100,000 explotaciones ganaderas que produjeron 597,000 TM de leche fluida y 57,000 TM de carne en canal (Cuadro 10).

En este estudio, la región nordeste presentaba la mayor proporción y extensión en pasturas con problemas de degradación, 32% en Nivel 3 (moderada) y 38% en Nivel 4 (severa). La región sur, por el contrario, tenía los menores problemas, ya que más del 66% del área en pasturas se encontraba entre los Niveles 1 (43%) y 2 (23%). Las pasturas en las demás regiones se

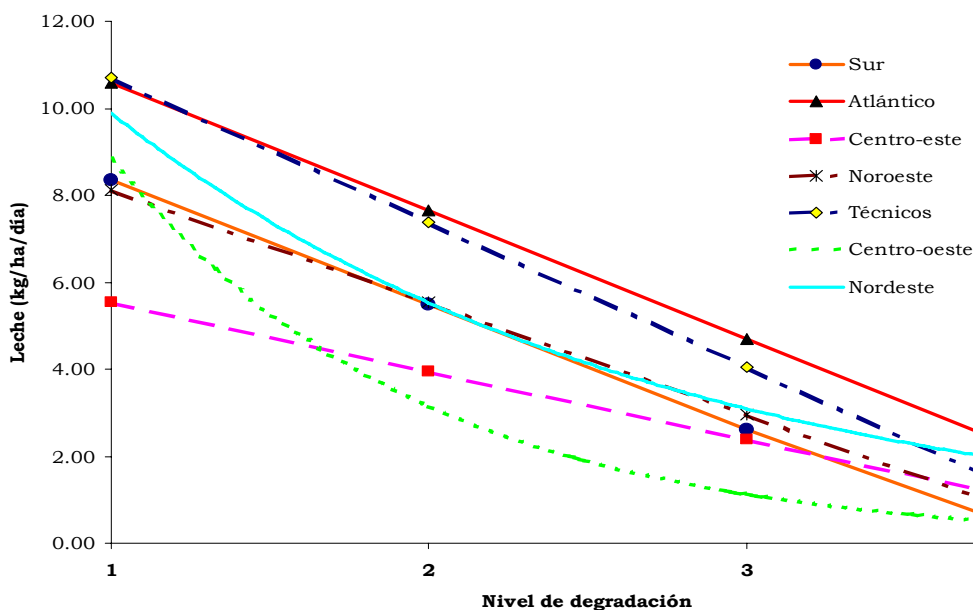


Figura 1. Producción de leche según el nivel de degradación de pasturas en zonas de Honduras.

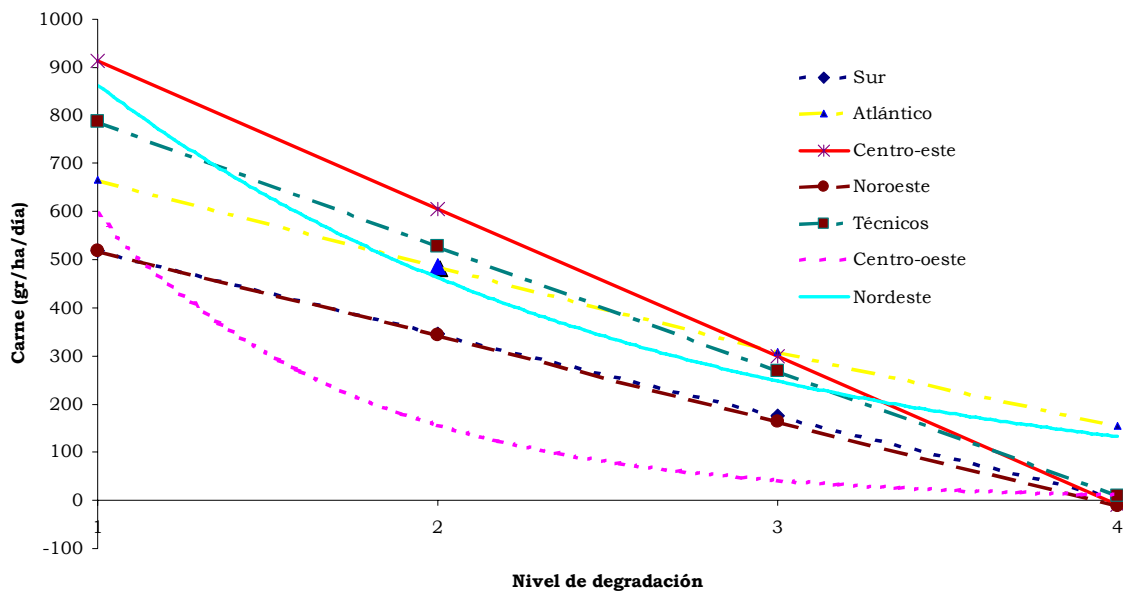


Figura 2. Producción de carne según el nivel de degradación de pasturas en zonas de Honduras.

encontraban en estados intermedios de degradación (ver Cuadro 9).

Los productores consideraban que la degradación de las pasturas en Honduras ocurría en 29% del área del país y era de bajo grado (Nivel 1), mientras que los extensionistas estimaban que sólo el 19% de las pasturas estaban degradadas. Por otro lado, los productores percibían una menor proporción del área de pasturas en estado severo de degradación (27%, Nivel 4), en comparación con los extensionistas que

consideraban que el 31% del área estaba en este nivel. Ambos grupos de evaluadores coincidieron en las áreas que se encontraban en Niveles 2 y 3 de degradación.

Producción de leche y carne y degradación de pasturas

Las producciones de leche y carne para cada región y nivel de degradación de las pasturas estimadas por ambos grupos evaluadores aparecen en el Cuadro 11. Estos valores fueron obtenidos mediante la aplicación de las regresiones en el Cuadro 2.

Cuadro 10. Número de explotaciones, producción del leche y carne, y tamaño promedio de finca para cada una de las seis regiones administrativas en Honduras durante 2003.

Región	Número de fincas	Producción anual de leche (TM leche fluida) ^a	Producción anual de carne (TM)	Tamaño promedio de finca (vacas/finca)	Tamaño promedio de finca (ha/finca)
Sur	15,335	77,329	7022	5.9	11.3
Centro-oeste	15,520	41,686	3398	3.1	7.2
Atlántico	6305	77,244	6147	14.3	23.1
Nordeste	18,722	120,087	11,065	7.5	20.7
Centro-este	15,487	71,151	7286	5.4	13.5
Noroeste	30,177	209,4780	22,077	8.1	16.8
Total	101,276	597,000 ^a	57,000	6.9	15.2

a El promedio de producción por vaca en ordeño durante 2003 fue de 4.8 kg/día.

FUENTE: Dirección General de Estadística y Censo (1998); IICA (2003); FAO (2004).

Cuadro 11. Producción estimada^a de leche fluida y carne en pie por región en cada nivel de degradación de pasturas, y comparación con los datos oficiales de producción de leche en Honduras.

Región y persona encuestada	Nivel de degradación												Diferencia ^b (%)
	1 = no, aparente		2 = leve		3 = moderado		4 = severo		Total				
	leche (TM/año)	carne (TM/año)	leche (TM/año)	carne (TM/año)	leche (TM/año)	carne (TM/año)	leche (TM/año)	carne (TM/año)	leche (TM/año)	carne (TM/año)	leche (TM/año)	carne (TM/año)	
Región													
Sur	57,065	6,947	20,177	2,497	5,464	721	0	31	82,706	10,196			+ 7.0
Centro-oeste	28,303	3,652	5,195	514	2,631	197	1,294	66	37,423	4,429			- 10.2
Atlántico	37,633	4,639	17,003	2,152	17,703	2,274	6,629	1,144	78,968	10,209			+ 2.2
Nordeste	54,459	9,324	26,964	4,425	35,484	5,582	23,290	3,509	140,196	22,840			+ 16.8
Centro este	24,515	7,941	17,554	5,265	11,320	2,787	4,377	- 85	57,766	15,908			- 18.8
Noroeste	128,079	16,076	71,964	8,733	27,464	3,001	3,173	- 196	230,680	27,614			+ 10.1
Encuestado													
Productores	330,054	48,579	158,857	23,586	100,066	14,562	38,763	4,469	627,739	91,196			+ 5.2
Extensionista en ganadería	281,884	40,688	290,991	40,827	128,008	16,562	32,160	756	733,043	98,833			+ 22.8

a. Cifras estimadas por regresiones en el Cuadro 2 y las áreas de pasturas en cada uno de los niveles de degradación en el Cuadro 9.

b. Diferencias en comparación con los datos oficiales de producción de leche.

Los productores consideraban que existía una menor producción tanto de leche como de carne en el Nivel 1 de degradación y una menor producción en el Nivel 4. Sin embargo, una vez consolidada la producción total, los extensionistas estimaban que en Honduras se producía 17% más leche y 8% más carne que lo estimado por los productores. Al comparar las cifras de producción de leche en este estudio con las cifras oficiales del gobierno de Honduras, se encontró que los productores sobrestimaron la producción de leche en aproximadamente 5%, mientras que los extensionistas lo hicieron en 23%.

La degradación de pasturas y su impacto en la producción de leche y carne

En los Cuadros 6 y 7 antes mencionados se presentan las producciones anuales de leche y carne que cada región está dejando de percibir por los estados de degradación de las pasturas, si se comparan con el Nivel 1. En otros términos, es la producción de leche adicional que se produciría en cada región si todas las áreas bajo pasturas permanentes estuvieran en el Nivel 1.

Producción de Leche. Según los datos en este estudio, el sacrificio en producción de leche debido al proceso de degradación de las pasturas era significativo. De acuerdo con la estimación subjetiva de los productores, Honduras estaba dejando de producir 284,106 TM de leche fluida como consecuencia de las áreas en pasturas que se encontraban en el Nivel 4 (degradación severa), lo que equivalía al 48% de la producción total de leche del país (ver Cuadro 6). Es decir, si el país hubiera puesto en marcha una estrategia para rehabilitar pasturas degradadas antes de que llegaran al Nivel 4, se estaría produciendo 48% más leche. En términos económicos, esta pérdida en producción de leche equivalía a US\$63.1 millones anuales que estarían dejando de recibir los productores (ver Cuadro 4). La percepción de los extensionistas era que en la época del estudio Honduras produciría 66% más leche si los productores hubieran rehabilitado las pasturas antes que llegaran al Nivel 4, lo que era equivalente a

US\$94.31 millones anuales en menores ingresos.

Igualmente, Honduras podría haber estado produciendo 194,432 TM de leche fluida adicional si los productores hubieran recuperado las pasturas que encontraban en el Nivel 3, lo que equivalía a 33% de la producción del país. En términos económicos esto representaba US\$43 millones de ingresos que estaban dejando de percibir. La percepción de los extensionistas es que Honduras podría producir 189,490 TM de leche fluida adicionales (32% de la producción nacional) si los productores hubieran rehabilitado las pasturas antes de que llegaran al Nivel 3 de degradación, lo que representaba US\$45 millones adicionales en ingresos anuales.

Lo anterior significa que si con la ayuda de los sectores público y privado se lleva a cabo una estrategia de mantenimiento que permita a los productores sostener sus pasturas entre los Niveles 1 y 2 de degradación, sin dejar que pasen a los Niveles 3 y 4, Honduras, según los productores, podría producir 80% más leche (478,538 TM adicionales de leche) con los mismos hatos en las mismas áreas de pasturas, para un ingreso adicional de US\$106 millones anuales. Según los extensionistas, con este mismo escenario el país podría producir prácticamente el doble de leche (589,127 TM de leche fluida, equivalente al 99% de la producción nacional) y un ingreso adicional equivalente a US\$139 millones anuales.

Producción de Carne. Los productores estimaron que Honduras estaba dejando de percibir aumentos de peso vivo animal por año equivalentes a 48,271 TM de carne debido a la extensión de las pasturas en el Nivel 4 de degradación (ver Cuadro 7). El sacrificio nacional era de aproximadamente 345,000 animales por año (entre vacas de desecho, novillos y hembras) lo que equivalían a 130,000 TM de carne en pie. Por tanto, los productores consideraban que el país podría producir 37% más de carne si las

áreas en pastura que estaban en Nivel 4 se encontraron en Nivel 1. En términos monetarios esto significaba US\$48.09 millones que se estaban dejando de percibir (ver Cuadro 5). Los extensionistas consideraron que la pérdida en aumentos de peso vivo animal debidas a pasturas en Nivel 4 eran mayores (65,471 TM de carne en pie), equivalentes al 50% del sacrificio anual y que los productores dejaban de ganar US\$65.5 millones.

De la misma manera, el país estaba en capacidad de incrementar la ganancia de peso vivo animal de su hato nacional en 32,726 TM de carne en pie, si los productores hubieran recuperado las pasturas que se encontraban en el Nivel 3 hasta mantenerlas en forma sostenible en el Nivel 1. Esto era equivalente al 25% del sacrificio y representaba US\$32.5 millones en ingresos no percibidos. Los extensionistas pecuarios estimaron pérdidas muy similares a las estimadas por los productores. En consecuencia, si hubiera existido una estrategia nacional para rehabilitar las pasturas que se encontraban en los Niveles 3 y 4 de degradación hasta mantenerlas en el Nivel 1, según los productores, Honduras hubiera aumentado las ganancias de peso vivo animal hasta una cifra equivalente al 62% del sacrificio bovino nacional, lo que representaba para la época un ingreso de US\$83.5 millones anuales. Los extensionistas fueron más optimistas y consideraron que estas cifras pudieron haber sido, respectivamente, de 75% y de US\$97.6 millones.

Estrategias y costos de rehabilitación de pasturas degradadas

Ambos grupos de evaluadores consideraron que resultaba más económico, práctico y rápido rehabilitar pasturas que se encontraban en una etapa temprana de degradación (Nivel 2) y que en la medida que este proceso avanzaba a Niveles 3 y 4 el costo se incrementaba significativamente así como también el tiempo para rehabilitarlas. Por ejemplo, pasar del Nivel 2 al Nivel 1 costaba en promedio US\$29/ha y el proceso

de rehabilitación tardaba 2.5 meses. El costo estimado a nivel nacional de rehabilitar las pasturas que se encontraban en el Nivel 2 de degradación era de US\$9.51 millones según los productores y de US\$12.51 millones según los extensionistas (ver Cuadro 8). A juicio de los productores, esta cifra representaba el 24% de los ingresos en leche y carne que se estaban dejando de recibir anualmente (US\$39 millones, ver Cuadros 4 y 5), y a juicio de los extensionistas representaba el 28% de los US\$45 millones en ingresos anuales que se estaban dejando de recibir.

Los pasos de los Niveles 3 y 4 al Nivel 1 de degradación eran aún más costosos y demandaban más tiempo. Pasar del Nivel 3 al 1, según los productores tenía un costo de US\$66/ha y demoraba 3.4 meses y según los extensionistas costaba US\$78/ha y demoraba 3.7 meses. El costo estimado de rehabilitar las pasturas en el país que se encontraban en el Nivel 3 de degradación era de US\$24.4 millones según los productores y de US\$27 millones según los extensionistas (ver Cuadro 8). Según los primeros, esta cifra representaba el 32% de los US\$75.5 millones anuales en ingresos de leche y carne que se estaban dejando de recibir (Cuadros 4 y 5) y, según los extensionistas de 35% de los \$76.8 millones anuales en ingresos por concepto de menor venta de leche y carne que se estaban dejando de recibir.

El cambio del Nivel 4 al Nivel 1, según los productores tenía un costo de US\$140/ha y tardaba 5.6 meses y según los extensionistas estas cifras eran, respectivamente, de US\$178/ha y 5.9 meses. El costo estimado de rehabilitar las pasturas en el país que se encontraban en el Nivel 4 de degradación ascendía a US\$57.1 millones según los productores y US\$83.6 millones según los extensionistas (ver Cuadro 8). Esta cifra representaba, según los primeros, el 51% de los US\$111.2 millones anuales en ingresos por venta de leche y carne que se estaban dejando de recibir (ver Cuadros 4 y 5) y según los extensionistas, el 52% de los US\$159.8 millones anuales en menores ingresos por este concepto.

Sostenibilidad de las pasturas

Los productores consideraron que las gramíneas cambian rápidamente del Nivel 1 al 2 (2.9 años, en promedio) y en la medida que el proceso de degradación continua permanecen más tiempo en los niveles avanzados de degradación (3.1 años para pasar del Nivel 2 al 3 y 4 años del Nivel 3 al 4). Igualmente, estimaron que el promedio de la vida útil de las pasturas mejoradas era aproximadamente de 10 años, variando desde 9 años para *B. humidicola* y *Digitaria swazilandensis* hasta 12 años para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Los extensionistas, por su parte, consideraron que las gramíneas tienen una vida útil de 8.4 años, que varía desde 6 años para *D. swazilandensis* hasta 12 años para *B. Brizantha* cv. Marandú.

Nivel crítico de degradación

Según los resultados, las pasturas en Honduras se degradaban a una tasa anual entre 10% y 12%. Lo anterior indica que con una tasa anual de rehabilitación del 12% el problema de degradación en términos de área de pasturas se mantendría.

Ambos grupos en la encuesta estuvieron de acuerdo que el nivel crítico de degradación es de 2.7, a partir del cual es necesario iniciar las labores de rehabilitación. El promedio del nivel de degradación de las pasturas en Honduras era variable entre 2.48 y 2.65, no obstante esta situación, los productores de las regiones Atlántico, nordeste y noroeste manifestaron que esperarían llegar a Niveles 3.3, 3.2 y 3, respectivamente, antes de comenzar a invertir recursos para rehabilitar pasturas; mientras que los productores de las regiones sur, centro-oeste, y centro-este lo harían más temprano (cuando alcancen el nivel 2.3).

Costos de rehabilitación de pasturas

Los productores en general manifestaron que la situación financiera que enfrentaban no les permitía generar suficiente flujo de caja para invertir recursos monetarios en la rehabilitación de sus pasturas y la opción del crédito no era viable debido a los altos costos

financieros y a la dificultad para obtenerlo. Para comprobar este argumento, se tomó como caso la finca tipo promedio según el último censo de Honduras, que corresponde a una finca de 15 ha con un hato de 7 vacas (ver Cuadro 10). La época lluviosa es la indicada para rehabilitar pasturas, no obstante, coincide con una caída aproximada al 34% en los precios de la leche recibida por el productor, frente al precio en la época seca (US\$0.186/kg vs. US\$0.28/kg), lo que dificulta la renovación de pasturas. Para entender esta situación se simuló un flujo de efectivo tomando en cuenta los ingresos brutos en ambas épocas y con base en ellos se elaboró el Cuadro 12 con el fin de simular dos escenarios: la situación en ese momento (situación-1) representada por el promedio nacional (30% del área en pasturas en el Nivel 1, 25% en el Nivel 2, 25% en el Nivel 3, y el 25% restante en el Nivel 4) (ver Cuadro 9), un productor que mantiene un nivel constante de degradación de pasturas, renovando el 10% cada año (1.5 ha); y la situación ideal (situación-2) representada por la eliminación de las áreas en pasturas que se encuentran en el Nivel 4 de degradación.

Como se observa en el Cuadro 12, en la situación-1 el ingreso bruto durante la época de lluvias ascendía a US\$861 (US\$143/mes) comparado con US\$640 durante la época seca (US\$107/mes). Si se asume que el productor utiliza esta diferencia en ingresos para renovar el 10% de sus pasturas (US\$221), apenas tendría recursos suficientes para renovar 1.47 ha, lo que equivale al 10%. Es decir, el productor sólo podría mantener el nivel promedio de degradación de pasturas en la finca y no podría renovar una mayor proporción de potreros. Con la situación-2, y suponiendo que el productor obtenga un crédito a 18 meses de plazo a tasas de interés similares a las que existen en el mercado internacional (3% - 4%), la finca estaría en capacidad de generar los ingresos adicionales necesarios para pagar este crédito con el incremento en la producción de leche en el año siguiente.

La inversión necesaria para rehabilitar las áreas degradadas del Nivel 4

Cuadro 12. Recursos necesarios en una finca tipo de Honduras para mantener el nivel actual de degradación de pasturas, partiendo de la rehabilitación de las pasturas en Nivel 4 (severo).

Escenario	Degradación en cada nivel ^a (%)	Área ^a a renovar (ha) ^b	Producción de leche (kg/ha por día) ^c		Ingresos brutos ^d (US\$/finca)		Recursos ^e disponibles en época de lluvias para renovar pasturas	
			Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa	Época seca	Recursos (US\$/finca)	Área posible de renovar ^f
Situación 1	N1 = 30, N2 = 25, N3 = 25, N4 = 25	1.5	5.98	2.73	861	640	221	1.47
Situación 2	N1 = 40, N2 = 30, N3 = 30, N4 = 0	3.75	7.79	3.74	1072	817	609	4.06

- Proporción de la finca que se encuentra en cada nivel de degradación.
- Equivale al 10% en el escenario de la Situación Actual, tasa necesaria para reponer la pastura de acuerdo con la vida útil de 10 años percibida por los productores. En el caso de la Situación Ideal, es necesario renovar el 25% del área en pasturas (por ej., 3.75 ha) para eliminar el nivel severo de degradación. A partir del segundo año sólo se necesita renovar el 10% del área.
- Producción basada en las ecuaciones en el Cuadro 2, según los niveles de degradación descritos en este Cuadro para las Situaciones Actual e Ideal.
- Incluye la venta de 1 vaca de desecho cada año (300 kg, US\$0.55/kg en pie) y 2 terneros machos destetados (90 kg c/u, US\$0.90/kg en pie). La época de lluvias tiene una duración de 6 meses y la época seca los restantes 6 meses. Se asumió que el 49% de las vacas adultas se encuentran en ordeño permanente.
- Para la Situación Actual los recursos disponibles son la diferencia entre el ingreso obtenido durante la época de lluvias y la época seca con el cual cuenta el productor para la rehabilitación de pasturas. Para el caso de la Situación Ideal, los recursos disponibles son la diferencia entre la Situación Ideal y la Actual más la diferencia entre el ingreso obtenido durante la época de lluvias y la época seca.
- Assumiendo un costo de renovación de US\$150/ha.

que existían en el país era equivalente a US\$57 millones. Esta es una inversión que se hace una sola vez con el beneficio anual en incremento en producción equivalente a 156,000 lt de leche diarios y 26,500 kg de carne en pie que equivalían en el momento del estudio a un ingreso adicional de US\$22.2 millones por año.

En consecuencia, existe un gran incentivo tanto económico como productivo para que los sectores privado y público desarrollen y ejecuten en forma conjunta una estrategia que permita la rehabilitación de pasturas en estados avanzados de degradación.

Conclusiones

- Según los productores el 29% del área bajo pasturas en Honduras se encontraba en el Nivel 1 de degradación (ausente), mientras que los extensionistas consideraban que era de 19%. De igual manera, los productores consideraban que el 27% de las pasturas estaban en el Nivel 4 (severa) y los extensionistas estimaban que esta área era de 31%. Ambos grupos en la encuesta coincidieron en las áreas con Niveles 2 y 3 de degradación.
- El país sacrificaba la producción de leche y

carne debido al proceso de degradación de las pasturas. Según las estimaciones de los productores, Honduras estaba dejando de producir anualmente 284,106 TM de leche fluida y aumentos de peso vivo animal equivalentes a 48,271 TM de carne, sólo por la pérdida de productividad de las pasturas en el Nivel 4 de degradación, equivalentes a 48% de la producción anual de leche y al 37% de la producción de carne del país. En términos económicos, estas pérdidas en producción de leche y carne equivalían a US\$63 y US\$48 millones anuales, respectivamente. Según los extensionistas estas cifras son aún más dramáticas. Honduras produciría 66% más leche y 50% más carne si los productores hubieran mantenido la productividad de sus pasturas evitando que llegaran al Nivel 4 de degradación. Estas menores producciones significaron US\$94 millones anuales en menores ingresos para los productores por concepto de venta de leche y US\$66 millones por venta de carne.

- Ambos grupos de evaluadores (productores y extensionistas) consideraron que resultaba más económico, práctico y rápido rehabilitar pasturas que se encontraban en una etapa temprana de

degradación (Nivel 2) y que en la medida que este proceso avanzaba a Niveles 3 y 4 el costo se incrementaba significativamente así como también el tiempo para rehabilitarlas. Por ejemplo, el cambio del Nivel 4 al Nivel 1, según los productores, tenía un costo de US\$140/ha y tardaba 5.6 meses y según los extensionistas estas cifras eran, respectivamente, de US\$178/ha y 5.9 meses. El costo estimado de rehabilitar las pasturas en el país que se encontraban en el Nivel 4 de degradación ascendía a US\$57.1 millones según los productores y a US\$83.6 millones según los extensionistas. Esta cifra representaba, según los primeros, el 51% de los US\$111.2 millones anuales en ingresos por venta de leche y carne que se estaban dejando de recibir y según los extensionista, el 52% de los US\$159.8 millones anuales en menores ingresos por concepto de menor venta de leche y carne.

- Los productores consideraron que las gramíneas cambian rápidamente del Nivel 1 al 2 (2.9 años, en promedio) y en la medida que el proceso de degradación es continuado permanecen más tiempo en los niveles avanzados de degradación (3.1 años para pasar del Nivel 2 al 3 y 4 años del Nivel 3 al 4). Igualmente, estimaron que el promedio de la vida útil de las pasturas mejoradas era aproximadamente de 10 años, variando desde 9 años para *B. humidicola* y *Digitaria swazilandensis* hasta 12 años para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Los extensionistas, por su parte, consideraron que las gramíneas tienen una vida útil de 8.4 años, que varía desde 6 años para *D. swazilandensis* hasta 12 años para *B. Brizantha* cv. Marandú.
- Según los resultados en este estudio, las pasturas en Honduras se degradaban a una tasa anual de 10% a 12%. Lo anterior indica que con una tasa anual de rehabilitación del 12% el problema de degradación en términos de área de pasturas se mantendría.
- Ambos grupos en la encuesta estuvieron de acuerdo que el nivel crítico de degradación es de 2.7, a partir del cual es necesario iniciar las labores de

rehabilitación. El promedio del nivel de degradación de las pasturas en Honduras era variable entre 2.48 y 2.65. No obstante esta situación, los productores de las regiones Atlántico, nordeste y noroeste manifestaron que esperarían llegar a Niveles 3.3, 3.2 y 3, respectivamente, antes de comenzar a invertir recursos para rehabilitar pasturas; mientras que los productores de las regiones sur, centro-oeste, y centro-este lo harían más temprano (cuando alcancen el nivel 2.3).

- Para eliminar las áreas degradadas a nivel nacional que se encuentran en el Nivel 4 es necesario invertir US\$57 millones sólo una vez pero el beneficio anual en incremento en producción de leche y carne era equivalente a 156,000 litros de leche diarios y 26,500 kilos de carne en pie que equivalían a un ingreso adicional de US\$22.2 millones anuales. Por lo tanto, existía un gran incentivo, tanto económico como productivo, para que el sector privado y público desarrollen y ejecuten en forma conjunta un plan de acción que permita la recuperación de potreros que se encuentren en avanzado estado de degradación.

Summary

The impact of pasture degradation on animal productivity in six regions of Honduras was assessed, and pasture rehabilitation costs were estimated. The study, carried out in March 2004, involved the interviewing of 25 livestock producers and eight extension agents. The milk and beef production of cows grazing pastures with different levels of degradation was calculated, as well as the losses in income also attributable to the process of degradation. The proportion of pastures found at each level of degradation was determined for each of the six administrative regions of Honduras, and the different strategies to rehabilitate degraded pastures were identified and their cost calculated. A 4-level degradation gradient was defined, level 1 being non-apparent degradation and level 4, severe degradation. Based on personal and descriptive information provided by the interviewees, regressions were generated

that better explained the loss in animal productivity at each level of pasture degradation. According to producers, 29% of the area under pastures in Honduras ranked as level 1 of degradation, whereas extension agents ranked 19% of the pastures as level 1. Similarly, livestock producers considered that 27% of the pastures were level 4 of degradation, while extension agents estimated that 31% ranked as level 4. According to producer estimates, each year Honduras ceases to produce 284,106 MT of fluid milk and animal live weight gains equivalent to 48,271 MT of beef due exclusively to the loss of productivity of pasture in level 4 of degradation, which is equivalent to 48% of the country's annual milk production and 37% of its beef production. In economic terms, losses in milk production totaled US\$63 million per year and those of beef production, US\$48 million. The cost of rehabilitating pastures of level 4 degradation in Honduras was estimated at US\$57.1 million, according to producers, and at US\$83.6 million, according to extension agents. These figures represented, respectively, 51% of the US\$111.2 million in annual income for sale of milk and beef that were not received and 52% of the US\$159.8 million in lower annual income per concept of lower sale of milk and beef. Livestock producers indicated that the average useful life of improved pastures was approximately 10 years, ranging from 9 years for *B. humidicola* and *Digitaria swazilandensis* to 12 years for star grass (*Cynodon nlemfuensis*). Extension agents, on the other hand, considered that grasses have a useful life of 8.4 years, ranging from 6 years for *D. swazilandensis* to 12 years for *B. brizantha* cv. Marandú. According to study results, the annual rate of degradation of pastures in Honduras varied from 10% to 12%. To eliminate pasture areas of level 4 of degradation nationwide, it would be necessary to make a one-time investment of US\$57 million. However, the annual profit in increased milk and beef production would amount to 156,000 liters milk per day and 26,500 kg liveweight that amount to an additional income of US\$22.2 million per year. This should serve as both economic and production incentive for the private and public sectors to jointly develop and execute

an action plan that allows paddocks in advanced state of degradation to be recovered.

Referencias

- Barcellos, A. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPAC). 38 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 2002. Multi-stakeholder participatory development of sustainable land use alternatives for degraded pasture lands in Central America. Turrialba, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censo. 1998. Encuesta Agrícola Nacional 1996-97. Secretaría de Industria y Comercio. Tegucigalpa, Honduras.
- FAO. 2004. Base estadística de datos Faostat. Roma.
- Grisley, W. y Kellogg, E. D. 1983. Farmer's subjective probabilities in Northern Thailand: an elicitation analysis. *Amer. J. Agric. Econ.* 65(1):74.
- Hoyos, Ph.; García, O.; y Torres, M. I. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la Serie Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 120.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2003. Análisis de la cadena de los productos lácteos en Honduras. Elementos para la concertación de un plan de acción para el mejoramiento de su competitividad. San José, Costa Rica.
- Kaimowitz, D. 1995. Livestock and deforestation in Central America. EPTD Documento de discusión no. 9. IFPRI-IICA. Instituto Interamericano de

- Cooperación para la Agricultura (IICA).
San José, Costa Rica.
- Oldeman, L. R. 1992. The global extent of soil degradation. En: D. J. Greenland and I. Szabolcs. (eds.). *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International. Gran Bretaña.
- Serrão, E. A. S. y Toledo, J. M. 1989. Search for sustainability in Amazonian pastures. En: Anderson, A. (ed.). *Alternatives to deforestation: Steps towards sustainable utilization of Amazonian forest*. Columbia University Press, Nueva York.
- Spain, J. M. y Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: C. E. Lascano y J. Spain (eds.). *Establecimiento y renovación de pasturas*. En: VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 283.
- Stocking, M. y Murnaghan, N. 2001. *Handbook for the field assessment of land degradation*. Earthscan Publications Ltd. Londres
- Vera, R. y Rivas, L. 1997. Grasslands, cattle, and land use in the neotropics and sub-tropics. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata na alimentação de novilhas de origem leiteira

J. A. Rodrigues Filho, C. A. Gonçalves, A. P. Camarão, e G. P. C. de Azevedo*

Introdução

A baixa produtividade e qualidade das pastagens e os preços elevados dos insumos para suplementação alimentar têm interferido no desenvolvimento da pecuária leiteira no Estado do Pará (Azevedo et al., 1992; Gonçalves et al., 1993; Veiga, 1995; Gonçalves et al., 1998 e Gonçalves e Teixeira, 2002).

De acordo com Rodrigues Filho et al. (2002) o sistema alimentar é baseado quase que exclusivamente na utilização de alimentos volumosos com capacidade nutricional limitada, em função de fatores climáticos e de manejo, não permitindo uma produtividade animal adequada para a economia regional.

As dificuldades impostas pelo meio têm levado o produtor a buscar a utilização mais racional dos recursos alimentares, principalmente as pastagens, que representam a base da alimentação do gado leiteiro que, quando bem manejadas suprem boa parte dos requerimentos nutricionais desses animais. Para Vilela (1998) o uso de alimentos concentrados para corrigir a deficiência da pastagem em energia e/ou proteína, deve ser analisado economicamente, pois esta avaliação está diretamente relacionada com a qualidade da pastagem, duração do período da avaliação e potencial genético do animal.

A criação de novilhas de reposição constitui um ponto de estrangulamento da pecuária de leite no Estado devido à falta de cuidado dos produtores no que se refere à alimentação e o manejo desses animais, trazendo como conseqüências baixa taxa de crescimento e ganho de peso vivo, aumento na idade do primeiro parto e baixa produção de leite futura. Desta forma esses animais entram em produção tardiamente e geralmente com desempenho aquém do esperado, proporcionando menor lucratividade ao produtor (Oliveira, 1994).

Segundo Carvalho e Silva et al. (1998) o sucesso da atividade leiteira depende, em grande parte, da criação de novilhas de reposição a qual deve ser realizada de forma racional. Uma criação eficiente objetiva conseguir fêmeas aptas à reprodução o mais cedo possível e com menor custo, pois nesta fase o produtor realiza investimentos, sem ter retorno imediato. Para Rodrigues Filho et al. (2002) é necessária muita eficiência na prática alimentar de novilhas, possibilitando que as mesmas tenham um crescimento dentro dos padrões desejáveis.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento ponderal de novilhas de origem leiteira em pastagem de capim *Panicum maximum* cv. Tobiata em pastejo rotacionado semi-intensivo, assim como definir estratégias de suplementação concentrada.

Materiais e métodos

O trabalho foi realizado durante um período de 161 dias de maio a outubro 1998, na

* Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA, Brasil.
aderito@cpatu.embrapa.br; alberto@cpatu.embrapa.br;
calandri@cpatu.embrapa.br; camarao@cpatu.embrapa.br.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Oriental), Município de Terra Alta, PA, localizado a 36 m de altitude, 0° 43' de latitude sul e 47° 05' de longitude oeste.

O clima do município, segundo a classificação de Köppen é Ami, com precipitação pluviométrica anual de 2000 mm, tendo uma estação mais chuvosa (dezembro a maio) e outra menos chuvosa (junho a novembro). A temperatura média anual está em torno de 26°C, e a umidade relativa do ar de 86% (IBGE, 1997).

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Amarelo, textura leve, com algumas variações e apresentou as seguintes características químicas: $\text{pH}_{\text{em água}} (1:25) = 5.1$; $\text{Al}^{+++} = 3.45 \text{ mmol/dm}^3$; $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 15.2 \text{ mmol/dm}^3$; $\text{P} = 10.2 \text{ mg/dm}^3$ e $\text{K} = 55.3 \text{ mg/dm}^3$.

Foram selecionados dois grupos de sete novilhas com e sem suplementação de concentrados, mantidas em pastagem de *P. maximum* cv. Tobiata, em sistema de pastejo rotacionado com 3 UA/ha (unidade animal = 450 kg de peso vivo), com períodos de pastejo e descanso de 3 e 24 dias, respectivamente. As novilhas eram mestiças, europeu-Zebu, com grau de sangue variando de 1/2 a 3/4 com peso vivo médio de 210.50 kg e idade aproximada de 13 meses.

Além da pastagem, o grupo que recebeu suplemento foi fornecido diariamente pela manhã com um concentrado que continha 14% de proteína bruta (PB) e 73% de nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo constituído de grão de milho, farelo de soja, farelo de trigo e torta de amêndoa de dendê. A quantidade de mistura suplementar fornecida para cada animal foi estimada em 30% do consumo médio diário da matéria seca (MS), baseada sempre na pesagem anterior dos animais. O outro grupo não recebeu suplementação. A suplementação mineral e os outros cuidados com o manejo do rebanho foram uniformes para ambos os grupos.

Para avaliar o ganho de peso, os animais foram pesados de 28 em 28 dias, após

um jejum de 12 h e como complemento os parâmetros: peso ao nascer e a desmama, ganho de peso até a desmama, idades ao início e ao final do experimento, períodos do nascimento ao primeiro cio e do primeiro cio à primeira cria, pesos ao primeiro cio e pós-parto e peso ao nascimento dos bezerros filhos das respectivas novilhas. Para o cálculo do ganho de peso foram considerados 140 dias, visto que os 21 dias iniciais foram para adaptação dos animais.

Foi utilizada 12 ha de uma pastagem de *P. maximum* cv. Tobiata subdivididas em oito piquetes de 1.5 ha, estabelecida um ano antes do período experimental, adubada com 50 kg de N, 50 kg de P_2O_5 e 50 kg de K_2O , provenientes da uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A avaliação da disponibilidade de forragem da pastagem foi feita através de cortes a 20 cm do nível solo, em cada piquete, antes da entrada dos animais. Em cada avaliação (30/04, 05/06, 09/07, 17/08, 20/09 e 19/10) foram amostrados cinco quadrados de 1 m x 1 m e sub amostra de aproximadamente 300 g, separando-se a gramínea em folha e colmo.

As análises de PB da forragem e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) foram feitas nas subamostras présecas da forragem verde (folha e colmo), disponível na entrada dos animais em cada piquete. A PB foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl e a DIVMS pelo método de Tilley e Terry (1963), modificado por Tinnimit e Thomas (1976).

As variáveis medidas na pastagem foram disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF), relação folha/colmo (F/C), proteína bruta da folha (PBF) e do colmo (PBC) e digestibilidade in vitro da matéria seca da folha (DIVF) e do colmo (DIVC); e nos animais, peso vivo e ganho de peso.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado sendo que para a pastagem foram

considerados o ciclos de pastejo (5) e piquetes (8) e para os animais as pesagens dos dois grupos de animais (com e sem suplementação). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada através do teste de Tukey ($P < 0.01$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS

Resultados e discussão

Disponibilidade total de forragem e de folha, e relação folha/colmo

Na Tabela 1 são apresentados os dados de disponibilidade total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF) e relação folha:colmo (F/C), referentes aos ciclos de pastejo. As maiores DTF (5.63 t/ha de MS) e DF (3.81 t/ha de MS) foram obtidas no segundo ciclo de pastejo, sendo a DTF superior em relação aos demais ciclos, enquanto que a DF foi semelhante a do primeiro ciclo e superior aos demais. As maiores disponibilidades para total de forragem e folha foram obtidas nos períodos de maio-junho e julho-agosto, durante a época de maior precipitação (370.6 mm e 375.1 mm), influenciando nos valores dessas variáveis.

A média geral da DTF neste trabalho foi inferior à observada por Teixeira et al. (1999), de 12.37 t/ha de MS, com um ciclo de pastejo de 34 dias (1 dia de ocupação e 33 dias de descanso); semelhante à citada por Costa et al. (2001), de 4.02 t/ha de, com um

Tabela 1. Disponibilidade de total de forragem (DTF), disponibilidade de folha (DF) e relação folha:colmo (F/C) da pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata. Terra Alta, Pará, Brasil.

Ciclo de pastejo	Disponibilidade de forragem (MS, t/ha)		
	DTF	DF	F/C
(1) 30/04-02/06	4.43 b*	3.71 a	2.15 b
(2) 05/06-08/07	5.63 a	3.81 a	2.09 b
(3) 09/07-11/08	3.74 c	2.86 b	2.42 a
(4) 17/08-19/09	3.80 c	2.79 b	2.76 a
(5) 20/09-19/10	4.10 bc	2.81 b	2.17 b
Média	4.34 A	3.20 B	2.32

* Médias, na vertical, seguidas da mesma letra minúscula, e maiúscula na horizontal, não diferem entre si ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey.

ciclo de pastejo de 24 dias (4 dias de ocupação e 20 dias de descanso); e superior às relatadas por Euclides et al. (1995, 1997), respectivamente de 2.56 e 2.40 t/ha de MS. Essas diferenças podem ser atribuídas, principalmente, aos manejos adotados nos diferentes sistemas.

Segundo Mott (1980) uma pastagem deve apresentar disponibilidade de forragem acima de 1.2 t/ha de MS para que não haja deficiência de forragem para o consumo de MS de bovinos e na Tabela 1 verifica-se que a DT ficou sempre acima do nível crítico. Por outro lado, a disponibilidade não é bom parâmetro para se relacionar com o consumo de MS, visto que inclui material morto, que é rejeitado pelos animais.

Com relação a DF, os valores obtidos foram inferiores aos conseguidos por Teixeira et al. (1999), de 5.06 t/ha de MS, entretanto, superiores aos verificados por Costa et al. (2001), de 2.88 t/ha de MS, assim como aos relatados por Euclides e Euclides Filho (1998) que obtiveram 1.78 t/ha de MS, utilizando bovinos em pastejo com período de ocupação e descanso de 14 e 39 dias, respectivamente.

Como se observa na Tabela 1 a DF ficou sempre acima do nível crítico (> 1.2 t/ha de MS). Por outro lado, segundo Euclides e Euclides Filho (1998) os ganhos diários de peso de 500 g de novilhos foram obtidos quando a disponibilidade de matéria seca verde (MVS) (disponibilidade de folhas e caules verdes) de capins do gênero *Panicum* (Tobiata, Colônia e Tanzânia) foi de 1 t/ha. A quantidade disponível de MVS foi limitante somente quando as pastagens atingiram 0.75 t/ha. Baseando-se neste trabalho, observa-se que a pastagem tinha excesso de MVS (somente das folhas -DF) visto que ficou sempre acima de 2.79 t/ha, indicando que a taxa de lotação poderia ser aumentada.

Os valores obtidos para a relação F/C (Tabela 1) no terceiro e quarto ciclos foram superiores aos demais, sendo estes semelhantes entre si. A média geral da F/C foi de 2.32 + 1.52, com CV de 19.34%, havendo uma variação acentuada desta

relação durante o período experimental, atingindo um máximo de 3.12 no quarto ciclo e um mínimo de 1.52 no segundo ciclo. A média obtida nesta pesquisa foi maior que a reportada por Teixeira et al. (1999) de 1.25 e inferior da relatada por Costa et al. (2001) de 2.90. Segundo Vilela (1998) esta variável é altamente dependente do manejo adotado.

Proteína bruta da folha e do colmo

A análise de variância dos teores de proteína bruta da folha (PBF) e do colmo (PBC) detectou efeito significativo ($P < 0.05$) com relação aos ciclos de pastejo.

A PBF (Tabela 2) não apresentou uma tendência definida com o decorrer dos ciclos de pastejo, sendo maior no primeiro (12.52%), semelhante ao quarto (12.17%) e superior aos demais; enquanto que a PBC diminuiu progressivamente do primeiro (9.12%) para os ciclos subseqüentes. Os teores de PBF foram sempre superiores aos de PBC.

As médias de PBF (11.75%) e PBC (7.88%) obtidas nessa pesquisa estão acima das reportadas por Euclides (1996), de 10.6% para a PBF e 7.2% para a PBC, mas inferior às citadas por Costa et al. (2001), de 12.8% e 9.6% de PBF e PBC, respectivamente.

Considerando que um teor de 7% de PB na MS na planta não afeta negativamente o consumo de MS (Milford e Minson, 1966) verifica-se que a pastagem de capim cv. Tobiatã atenderia a este requisito, principalmente nas folhas, parte da planta mais consumida pelos animais.

Tabela 2. Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) da pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã. Terra Alta, Pará, Brasil.

Ciclo de pastejo	PB (% na MS)		DIVMS (% na MS)	
	Folha	Colmo	Folha	Colmo
(1) 30/04-02/06	12.52 a*	9.12 a	62.82 a	59.24 a
(2) 05/06-08/07	11.33 c	8.34 b	62.60 a	58.46 b
(3) 09/07-11/08	11.77 b	7.62 c	61.79 b	57.84 c
(4) 17/08-19/09	12.17ab	7.23 c	59.71 c	55.26 d
(5) 20/09-19/10	11.00 c	7.08 d	59.98 c	55.55 d
Média	11.75 A	7.88 B	61.38 A	57.27 B

* Médias entre PB ou DIVMS, na vertical, seguidas da mesma letra minúscula, e maiúscula na horizontal, não diferem entre si ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey.

Digestibilidade in vitro da folha e do colmo

A análise de variância da digestibilidade in vitro de folha (DIVF) e do colmo (DIVC) mostrou que essas variáveis foram afetadas significativamente ($P < 0.05$) pelos ciclos de pastejo. Os dados (Tabela 2) mostram que tanto a DIVF quanto DIVC tiveram tendências de decréscimo com decorrer dos ciclos de pastejo. A DIVF foram semelhantes no primeiro (62.82%) e segundo ciclos (62.60%) e superiores aos demais, enquanto que a DIVC do primeiro ciclo (59.24%) foi superior ao segundo (58.46%) e este superior aos ciclos subseqüentes.

A média geral da DIVF (59%) relatada por Euclides et al. (1995), e as DIVF (60%) e DIVC (56%) reportadas por Costa et al. (2001), foram inferiores às obtidas no presente trabalho. A média da DIVF está acima da faixa de 55% - 60% sugerida por Milford e Minson (1970) para gramíneas forrageiras tropicais.

Desenvolvimento ponderal das novilhas

O peso vivo e o ganho de peso diário das novilhas submetidas aos dois níveis de suplementação de concentrado estão sumariados na Tabela 3. Nos cinco ciclos de pastejo observa-se superioridade das novilhas com suplementação em relação às não suplementadas, com exceção do terceiro ciclo, no qual o ganho de peso não foi significativo ($P > 0.05$). A média do ganho de peso vivo por dia das novilhas com suplementação concentrada foi 682.8 g, enquanto que o das não suplementadas foi de 442.8 g, o que representa um acréscimo de 35.15%. O peso médio ao final do experimento foi de 307 kg para as novilhas suplementadas, superior ao das não suplementadas (271.57 kg).

Como se observou nos resultados dos parâmetros da pastagem, não houve deficiência de forragem para o consumo dos animais e os níveis de PB e digestibilidade estavam sempre acima dos níveis mínimos considerados para a manutenção dos animais, portanto pode inferir que o melhor desempenho dos animais suplementados

Tabela 3. Peso inicial e final e ganho de peso de novilhas em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata sob dois níveis de suplementação concentrada, por ciclos de pastejo. Terra Alta, Pará, Brasil.

Ciclo de pastejo	Peso vivo (kg/animal)		Ganho de peso (g/animal por dia)	
	Com concentrado	Sem concentrado	Com concentrado	Sem concentrado
Peso inicial	211.40 a*	209.57 a	-	-
(1) 30/04-02/06	227.80 a	221.57 b	586 a	429 b
(2) 05/06-08/07	252.80 a	235.14 a	893 a	485 b
(3) 09/07-11/08	268.60 a	250.00 b	564 a	530 a
(4) 17/08-19/09	290.80 a	260.14 b	793 a	362 b
(5) 20/09-19/10	307.00 a	271.57 b	579 a	408 b
Média	-	-	682.8 a	442.8 b

* Médias entre peso vivo e ganho de peso das novilhas, seguidas da mesma letra, na horizontal, não diferem entre si ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey.

deve-se a suplementação concentrada fornecida, visto que animais estavam na mesma pastagem utilizada.

Os resultados obtidos no presente trabalho foram superiores aos conseguidos por Torres et al. (1998) quando submeteram as novilhas da raça Guzerá a sistemas de alimentação em pastagem natural, suplementadas com cana-de-açúcar mais uréia e cana-de-açúcar mais uréia mais caroço de algodão. Os resultados obtidos foram de 451, 472 e 493 g/animal por dia, respectivamente. Também Navarro Filho et al. (1998) observaram valores menores (332, 361 e 422 g/animal por dia) quando manejaram novilhas Sindí em pastagem natural, suplementadas com cana-de-açúcar+uréia e cana-de-açúcar+uréia+caroço de algodão. Esses valores provavelmente ocorreram em função de um menor valor

energético do suplemento utilizado. Os valores obtidos estão próximos dos conseguidos por Schalch et al. (1996) que testando silagem de milho mais concentrado, silagem de milho mais concentrado mais uréia e cana-de-açúcar mais concentrado mais uréia em novilhas mestiças obtiveram média de ganho de peso de 720 g/animal por dia.

Na Tabela 4 estão sumariados os parâmetros dos bezerros filhos das respectivas novilhas. Observa-se que os dados anteriores ao início do experimento (fase de adaptação), como pesos ao nascer e a desmama, ganho de peso até a desmama, idade ao início do experimento das novilhas de ambos os grupos, foram semelhantes entre si ($P > 0.05$). Fato este, que confirma a uniformidade corporal das novilhas que fizeram parte dos dois grupos experimentais.

Tabela 4. Dados complementares das novilhas do nascimento ao primeiro parto em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata, sob dois níveis de suplementação concentrada. Terra Alta, Pará, Brasil.

Discriminação	Com suplementação	Sem suplementação
Peso ao nascer das novilhas (kg)	33.00 a	30.86 a
Peso a desmama (kg)	91.40 a	90.14 a
Ganho de peso até a desmama (g/animal por dia)	445.35 a	441.04 a
Idade ao início do experimento (meses)	13.20 a	12.70 a
Idade ao final do experimento (meses)	17.43 a	17.83 a
Período do nascimento ao primeiro cio (mês)	19.57 b	21.81 a
Período do primeiro cio à primeira cria (mês)	10.40 b	11.65 a
Peso ao primeiro cio (kg)	325 a	298 b
Peso pós-parto (kg)	420 a	395 b
Peso ao nascer do bezerro filho das novilhas (kg)	31 a	27 b

* Médias, na horizontal, seguidas da mesma letra, não diferem entre si ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey.

Tanto o período do nascimento ao primeiro cio (19.57 meses) quanto o do primeiro cio à primeira cria (10.40 meses) das novilhas suplementadas com concentrado foram inferiores aos das novilhas não suplementadas (21.81 e 11.65 meses, respectivamente). Entretanto, com relação aos pesos ao primeiro cio (325 kg), peso pós-parto (420 kg) das novilhas suplementadas e o peso médio dos seus respectivos bezerros (31 kg) foram superiores aos das não suplementadas (298, 395 e 27 kg, respectivamente).

Villaça (1994) referindo-se aos estudos efetuados no sistema de produção de leite do CNPGL, em Coronel Pacheco, MG, relata que, de 42 fêmeas acompanhadas, 62% das vacas tiveram seu primeiro parto aos 31.5 meses; enquanto que 38% restantes pariram aos 37 meses de idade. Verificou ainda que as fêmeas parindo com idade mais avançada apresentaram problemas de crescimento e/ou reprodução durante a fase de 6 meses até a concepção. Cita também que em sistemas extensivos na maior parte das bacias leiteiras do país, a idade ao primeiro parto de novilhas leiteiras normalmente ultrapassa os 40 meses. Entretanto, a redução do primeiro parto deverá levar em consideração as características particulares de cada propriedade, grau de sangue e qualidade do rebanho, nível de intensificação desejado da produção e manejo adotado. Por isso, sob certas condições de manejo, é possível que a idade ideal seja de 22 a 24 meses, enquanto em outros a idade mais conveniente seria de 27, 30 ou mesmo 34 meses.

Portanto, levando em consideração as condições em que esta pesquisa foi realizada, as tendências verificadas, tanto dos períodos, quanto dos pesos vivos das novilhas foram benéficos ao tratamento com suplementação, pois se enquadram melhor aos índices padrões relatados na literatura corrente.

Os resultados referentes aos pesos das novilhas obtidos nesse trabalho foram inferiores aos relatados por Gonçalves et al. (1998) no sistema de produção de leite de Terra Alta, Pará, quando submeteram

novilhas mestiças (1/2 a 3/4 europeu x Zebu) a sistemas de alimentação a pasto com suplementação de concentrados, porém os períodos para obtenção desses índices foram menores. Os pesos obtidos no sistema de Terra Alta foram de 332, 433 e 32 kg, ao primeiro cio, pós-parto e ao nascimento do bezerro, respectivamente, enquanto que os períodos observados foram 23 meses para o aparecimento do primeiro cio e 33 meses para a primeira parição.

Receita e custo dos sistemas de alimentação

Na Tabela 5 são mostrados os dados da receita e custo dos dois sistemas de alimentação de novilhas. Observa-se que o sistema com a suplementação de concentrado apresentou uma receita de R\$403.52/cabeça, com um custo de produção (ração) de R\$35.00/cabeça durante 140 dias, enquanto que o sem suplementação a receita foi de apenas R\$261.72/cabeça, sem custo de suplementação concentrada. O sistema com suplementação apresentou uma margem líquida de R\$368.52/cabeça, e o sem suplementação de R\$261.72/cabeça, sendo a diferença entre os dois sistemas de R\$106.80/cabeça, o que corresponde a um acréscimo de 28.98%.

Oliveira (1994) relata que na pecuária de leite a novilha de reposição é considerada como geradora de despesas até que possam parir e produzir leite. Para Carvalho et al. (1998) ao se selecionar uma técnica de produção com base apenas no critério de menor custo não conduz necessariamente a situação de maior lucro. Para tanto, deve-se considerar que os custos advindos da utilização dos fatores ou insumos de produção resultam em benefícios, quando da venda da produção obtida.

Segundo Martinez e Thomazini (2002) há uma diferença entre eficiência técnica e a eficiência econômica, apesar destes fatores estarem intimamente relacionados. A eficiência técnica depende do nível tecnológico, ou da capacidade dos animais em consumir alimentos e ganhar peso, entretanto a eficiência econômica depende dos preços relativos e da produtividade que se

Tabela 5. Receita e custo dos sistemas de alimentação com e sem suplementação de concentrado das novilhas (R\$/cabeça). Terra Alta, Pará, Brasil.

Discriminação	Com suplementação	Sem suplementação	Diferença
Fluxo de entrada (R\$)	403.52	261.72	—
Venda de carne	403.52	261.72	—
Produção (kg/cabeça/dia)	0.683	0.443	—
Preço (R\$/kg) ^a	4.22	4.22	—
Período (número de dias)	120	120	—
Fluxo de saída (R\$)	35.00	—	—
Custo do concentrado	35.00	—	—
Consumo de concentrado (kg/cabeça/dia) ^b	0.50	—	—
Preço (R\$/kg)	0.50	—	—
Período (dias)	120	120	—
Fluxo de caixa (entrada - saída) (R\$)	368.52 a	261.72 b	106.80

a. Preço do boi em pé: R\$ 63.30/arroba de 15 kg. FONTE: O Imparcial (CMA), 2003.

b. Consumo de concentrado: 30% do consumo de MS.

obtem com a tecnologia, não em relação à maior produção/animal, mas em relação aos menores custos unitários.

Conclusões

- A disponibilidade de forragem e os teores de PB e digestibilidade da folha e colmo ao longo do período experimental foi suficiente para atender os requerimentos do consumo de forragem, de energia e proteína para a manutenção de peso das novilhas.
- O diferencial de qualidade entre as frações folha e colmo indica que um manejo mais intenso que provoque o consumo de colmos pode reduzir o desempenho animal.
- A suplementação concentrada associada ao volumoso, atendeu melhor os requerimentos nutricionais dos animais, atingindo um ganho 35.15% superior aos animais mantidos exclusivamente em pastagem, atendendo a pesos padrões desejáveis, além de um retorno econômico em torno de 29%.
- A performance da pastagem de capim *P. maximum* cv. Tobiata foi importante também para a redução do primeiro cio, primeira parição e os respectivos pesos padrões desses parâmetros, principalmente das novilhas suplementadas com concentrados.

Resumen

Entre mayo y octubre de 1998 en un Latosolo Amarelo de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazonia Oriental), municipio de Terra Alta (36 m.s.n.m., 2000 mm, 0° 43' de latitud sur, 47° 5' de longitud oeste y clima Ami), Pará, Brasil, se evaluó el desarrollo de novillas lecheras en pasturas de *Panicum maximum* cv Tobiata en un sistema de rotación semintensivo (3 días de ocupación y 24 de descanso), sin y con suplementación de concentrado (14% de PC y 73% de NDT, a razón de 30% de los requerimientos de consumo de MS con base en peso vivo animal) Se usaron 14 novillas europeo x Cebú con 210 kg de peso vivo promedio y una carga de 3 UA/ha. La disponibilidad de forraje, el contenido de PC y la digestibilidad de hojas y tallos fueron suficientes para llenar los requerimientos de las novillas. La suplementación con concentrado mejoró el desempeño de los animales, lo que se manifestó en una ganancia de peso vivo 35% superior en comparación con los animales en solo pasturas de *P. maximum* cv. Tobiata. Lo anterior se tradujo en reducción del período de amamantamiento y del tiempo para alcanzar el peso para monta. Las ventajas económicas del uso de suplemento fueron de 29%, en comparación con la pasturas sola.

Summary

The growth of 14 European x Zebu dairy heifers grazing pastures of *Panicum maximum* cv. Tobiata on a yellow Latosol was evaluated in a semi-intensive rotational system (3 days occupation and 24 days rest), with and without the supplementation of concentrate (14% CP and 73% TDN, at the rate of 30% of the DM intake requirements based on animal live weight). The trial was carried between May and October 1998, at the Brazilian Agricultural Research Enterprise (Embrapa)-Amazonia Oriental, in the municipality of Terra Alta (0° 43' S latitude, 47° 5' W longitude), Pará, with the following characteristics: 36 m.a.s.l., 2000 mm rainfall, and climate type Ami. Heifers had an average live weight of 210 kg, and the stocking rate used was 3 AU/ha. Forage availability, CP content, and leaf and stem digestibility were sufficient to meet heifer requirements. Supplementation with concentrate improved animal performance, as evidenced in the 35% higher live weight gain as compared with animals only grazing pastures of *P. maximum* cv. Tobiata. This meant a shorter lactation period and less time needed to reach serving capacity weight. The use of supplement represented a 29% economic advantage, as compared with pastures alone.

Referências

- Azevedo, G. P. C. de; Camarão, A. P.; e Gonçalves, C. A. 1992. Produção forrageira e valor nutritivo dos capins: Quicuiu-da-amazônia, Marandu, Tobiata, andropogon e Tanzânia em quatro idades de corte. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). Boletim de pesquisa no. 126. 31 p.
- Carvalho e Silva, P. R.; Pereira, J. C.; Resende Filho, M. A.; e Oliveira, R. L. 1998. Custo de alimentação de novilhas leiteiras recebendo dieta com cama de frango e suplemento à base de microbiota ruminal. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 35, Botucatu, 1998. Anais. Botucatu-SP, SBZ, CD-Rom.
- Costa, N. A. da; Braga, C. M.; Veiga, J. B. da; e Moura Carvalho, L. O. de. 2001. Avaliação de pastagem de cv. Tobiata (*Panicum maximum* BRA 001503) em sistema de pastejo intensivo. Pasturas Tropicales 23(3):12-21.
- Euclides, V. P.; Macedo, M. C.; e Oliveira, M. P. 1995. Avaliação de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32, 1995, Brasília. Anais... Brasília, SBZ. p. 97-99.
- _____. 1996. Valor alimentício de espécies forrageiras do g nero *Panicum*. En: S mpoio sobre Manejo de Pastagem. 12. Anais. Piracicaba, Brasil. p. 245-273.
- _____; Macedo, M. C.; e Oliveira, M. P. 1997. Desempenho animal em pastagens com diferentes níveis de fertilização. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora, SBZ. p. 201-203.
- _____ e Euclides Filho, K. 1998. Uso de animais na avaliação de forrageiras em Campo Grande. Juiz de Fora. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Documento no. 74. 59 p.
- Gonçalves, C. A.; Simão Neto, M.; Oliveira, F. W. da; e Azevedo, G. P. de. 1993. Diagnóstico tecnológico - econ mico de propriedades leiteiras na região Bragantina, PA - I. Belém. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). Documento no. 74. 28 p.
- _____; Azevedo, G. P. de; e Silva, J. P. de. 1998. Diagnóstico e acompanhamento de propriedades leiteiras nas mesorregiões metropolitana de Belém e nordeste paraense. Belém, PA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). Documentos no. 127. 34 p.

- _____; Rodrigues Filho, J. A.; Simão Neto, M.; Camarão, A. P.; Marques, J. R.; e Souza, H. E. 1998. Sistema de produção de leite de Terra Alta. Belém, PA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). Documentos no. 103. 29 p.
- _____. e Teixeira Neto, J. F. 2002. Caracterização do sistema de produção de leite predominante no sudeste paraense. Belém, PA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental). Documentos no.142. 30 p.
- IBGE (Anuário Estatístico do Brasil). 1997. Rio de Janeiro. 57:740.
- Martinez, J. L. e Thomazini, P. L. 2002. Recria e engorda de bubalinos em pastagens de hemartria e humidicola com suplementação no inverno. Londrina, PR. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Circular técnica no. 125. 15 p.
- Milford, R. e Minson, D. J. 1966. Intake of tropical pastures species. En: Congresso Internacional de Pastagens, 9, São Paulo, Anais ... São Paulo, Secretaria de Agricultura, Departamento de Produção Animal. p. 815-822.
- _____. e _____. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. En: International Grassland Congress. 9., Proceedings. Surfers - Paradise, Queensland. p. 719.
- Mott, G. O. 1980. Measuring forage quantity and quality in grazing trials. En: Southern Pasture and Forage Crop Improvement Conference, 37, Nashville, Tennessee, Proceedings. p. 3-9.
- Navarro Filho, H. R.; Alburquerque, R. P.; Torres, R. de A.; Bacalhau, A. S.; e Guedes, P. L. 1998. Estudo comparativo de sistemas de alimentação, de novilhos Sindi, no período seco, na microrregião de Guaraiaba, PB. En: 1º Congresso Nordestino de Produção Animal, Fortaleza, 1998. Anais... Fortaleza- CE, S. N. P. A. p. 5.
- Oliveira, J. S. 1994. Utilização de cana mais uréia na recria de bovinos. 3. ed. Coronel Pacheco, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). 17 p.
- O Imparcial (CMA). Mercado Agrícola, 2003. Internet. Disponível [On line] :<http://www.oimparcial.com.br/index-agricola.htm>. [27/08/2003].
- Rodrigues Filho, J. A.; Gonçalves, C. A.; Camarão, A. P.; e Azevedo, G. P. de. 2002. Suplementação alimentar de novilhas de origem leiteira em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 39, Recife, 2002. Anais... Recife-PE. CD-Rom.
- Schalch, E.; Zanete, M. A.; e Schalch, F. J. 1996. Desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagem e confinamento. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 33, Fortaleza, 1996. Anais... Fortaleza-CE. p. 121 - 122.
- Tilley, J. A. e Terry, R. A. 1963. Two-stage techniques for in vitro digestion of forages crops. J. Anim. Sci. 18(2):104-111.
- Tinnimit, P. e Thomas, J. W. 1976. Forage evaluation using various laboratory techniques. J. Anim. Sci. 43 (5):1059-1065.
- Teixeira, E. I.; Mattos, W. R.; Camargo, A. C. de; Rosseto, F. A.; e Teixeira, C. S. 1999. Avaliação de produção e utilização de uma pastagem de capim tobiatã (*Panicum maximum* cv Tobiata) sob pastejo rotacionado. Scientia Agricola 56(2):349-355.
- Torres, R. de A.; Guedes, P. L.; Navarro, Filho, H. R.; Bacalhau, A. S.; e Albuquerque, R.

- P. 1998. Desempenho de novilhas Guzerá, na época seca, em três sistemas de alimentação, na microrregião de Guaraiaba, PB. En: Congresso Nordestino de Produção Animal, 1º, Fortaleza, 1996. Anais... Fortaleza-CE, S. N. P. A., p. 4.
- Veiga, J. B. da. 1995. Reabilitação de áreas de pastagens degradadas. En: Simpósio sobre Manejo e Reabilitação de Áreas Degradadas e Florestas Secundárias na Amazônia. 1993. Santarém, PA. Anais. Rio Piedras. Instituto Internacional de Floresta Tropical/USDA-Serviço Floresta/Belém. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPATU). p. 193-202.
- Vilela, D. 1998. Intensificação da produção de leite. 1. Estabelecimento e utilização de forrageiras do gênero *Cynodon*. Juiz de Fora. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Documentos no. 68. 35 p.
- Villaça, H. de A. 1994. Recria de novilhas leiteiras mestiças (HZ). Juiz de Fora. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CNPGL). Comunicado técnico no. 15. 5 p.

Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de *Brachiaria* resistentes a cercópidos

L. Rivas* y F. Holmann**

Introducción

En Colombia, México y Centroamérica la ganadería vacuna es una actividad económica de gran importancia, debido a que utiliza una fracción muy significativa de los recursos de tierra disponibles para usos productivos, tiene un alto valor y volumen de producción, contribuye significativamente a la oferta total de alimentos y a la generación de empleo rural y sus formas de explotación impactan los recursos naturales y el medio ambiente.

Del área total disponible para la agricultura, en Colombia se utiliza el 91% para pasturas, en Centroamérica el 73% –variando entre 46% en El Salvador y 82% en Costa Rica– y en México el 74.6% (FAO, 2004).

Colombia es un país con áreas declaradas libres de aftosa (Urabá), pero gran parte de su territorio ganadero, la Costa Atlántica y los Llanos Orientales, aún está expuesto a este flagelo. Por esta circunstancia el comercio de productos vacunos se restringe al circuito aftósico, un segmento del mercado internacional caracterizado por menores precios y mayor volatilidad de los volúmenes transados, además, el país aún no se ha podido consolidar como exportador neto de carne vacuna siendo, eventualmente, importador o exportador de cantidades marginales de este producto.

Por el contrario, Centroamérica y México están libres de la enfermedad y tienen

acceso directo al mercado privilegiado de los Estados Unidos, principal líder en el mercado no-aftósico. Esta región tradicionalmente ha sido exportadora de carne vacuna hacia Estados Unidos y en algunas épocas gozó de esquemas preferenciales, tales como cuotas fijas de exportación. Sin embargo con el transcurso del tiempo ha experimentado un declive progresivo en su participación en los mercados externos. En el período 1992-96 la región comercializaba en el exterior, en promedio por año, el 16% de su producción; no obstante, en los últimos años su capacidad exportadora se ha reducido ostensiblemente, llegando a una situación en la cual la región, considerada en conjunto, consume exactamente lo que produce. (FAO, 2004). Adicionalmente, México afronta un crónico y creciente déficit en producción de carne vacuna (Cuadro 1).

América Latina tropical históricamente ha sido deficitaria en producción de leche, recurriendo cada vez a mayores importaciones para abastecer el consumo interno de este producto. A pesar de los notorios avances observados en los últimos años en la producción y productividad de leche, actualmente Centroamérica compra en el exterior el 15% del total de este producto que consume y México, el 14%. Colombia importa 1.4% de su consumo anual de leche, siendo un importador marginal (Cuadro 1).

En la región tropical de América Latina, la ganadería bovina se extiende ampliamente a través de diversos pisos térmicos y regiones geográficas, bajo diferentes sistemas de producción manejados por un grupo heterogéneo de productores que

* Economista, Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT.

**Zootecnista y Economista, Proyecto CIAT-ILRI.

Cuadro 1. Indicadores de la economía ganadera en regiones y países considerados en el estudio, entre 1992 y-2001.

Región/país	1992-1996				1997 - 2001			
	Prod. (‘000 tm)	Exportac. neta (‘000 tm)	Cons./ habit. (kg/año)	Índice Autosufic. (%)	Prod. (‘000 tm)	Exportac. neta (‘000 tm)	Cons./ habit. (kg/año)	Índice Autosufic. (%)
Carne vacuna								
Centroamérica	326	45	9.0	115.9	339	0	9.6	100.0
Costa Rica	89	19	20.1	127.8	83	14	17.7	119.6
El Salvador	26	-7	5.9	78.5	35	-14	8.0	70.5
Guatemala	50	6	4.5	113.2	59	-10	6.2	85.3
Honduras	50	10	7.4	123.9	50	-5	8.7	90.4
Nicaragua	50	22	6.6	175.9	50	22	5.8	175.5
Panamá	61	-5	25.5	92.7	62	-5	24.0	92.1
Colombia	655	-5	17.5	99.2	747	-37	18.9	95.3
México	1322	-178	16.7	88.2	1396	-317	17.6	81.5
Total	2303	-138	15.4		2482	-354	16.3	88.5
Leche								
Centroamérica	1897	-313	71.1	85.8	2292	-418	77.0	84.6
Costa Rica	514	18	144.0	103.5	682	16	169.5	102.4
El Salvador	325	-111	74.6	74.6	372	-134	82.3	73.5
Guatemala	286	-101	73.9	73.9	280	-170	40.5	62.2
Honduras	435	-65	87.0	87.0	571	-77	103.4	88.2
Nicaragua	185	-43	81.3	81.3	226	-41	54.1	84.6
Panamá	152	-12	92.9	92.9	161	-12	61.4	93.2
Colombia	4817	-49	128.6	99.0	5663	-78	138.6	98.6
México	7562	-1728	103.7	81.4	8814	-1374	104.7	86.5
Total	14276	-2090	103.3	86.5	16769	-1870	107.2	89.0

varía desde pequeños y medianos ganaderos ubicados principalmente en zonas de ladera, hasta grandes terratenientes localizados generalmente en zonas de sabanas y márgenes de bosque. Algunos indicadores de su importancia económica se presentan en el Cuadro 2.

La baja calidad y la deficiente oferta de forraje en la época seca son los principales limitantes de la producción ganadera regional. *Brachiaria decumbens* es la gramínea forrajera mejorada más difundida en los trópicos latinoamericanos, estimándose que ocupa aproximadamente 40 millones de hectáreas. Esta especie sobresale por su excelente adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad natural, es de fácil propagación por semillas o material vegetativo y produce cantidades aceptables de forraje de buena calidad. No obstante, una de sus limitaciones es su susceptibilidad al ataque de salivazo (Homoptera:Cercopidae), una plaga de amplia distribución considerada como la más perjudicial en pasturas neotropicales. Cuando ocurre el ataque de este insecto, la parte aérea de la planta muere y se reduce significativamente la

producción de materia seca, la digestibilidad y la calidad del forraje, con un impacto negativo sobre la carga animal y la producción de leche y carne (Holmann y Peck, 2002).

Los estudios de impacto económico de esta plaga en los trópicos húmedo y seco de Colombia, muestran que los costos de producción por litro de leche se pueden incrementar entre 19% y 29%, en casos de infestación severa. El perjuicio económico que puede causar el salivazo en ambos ecosistemas fluctúa entre US\$161 y US\$211 millones de dólares anuales, dependiendo de la severidad del ataque y del porcentaje del área de la región bajo permanente infestación durante la época de lluvias (Holmann y Peck, 2002).

Ante la perspectiva de una amplia apertura comercial bajo el esquema del Tratado de Libre Comercio (TLC) es imperativo mejorar la competitividad de la ganadería, una actividad que ocupa una elevada fracción de los recursos productivos domésticos y, por tanto, tiene una importancia económica indiscutible como

Cuadro 2. Recursos usados por la ganadería, valor de la producción y población humana en Centroamérica, Colombia y México. 2003.

Región/pais	Bovinos-2003 (1x10 ³ cabezas)		Pasturas-2002 (1x10 ³ ha)	Pasturas/ agricultura (% de área)	Producción ganadera-2003 (US\$x10 ³)		Población-2002 (x10 ³ personas)
	Total	Vacas en ordeño			Total	Contribución de la lechería (%)	
Centroamérica	11.7	2.4	13.5	64.0	1273	48.7	37.7
Costa Rica	1.2	0.6	2.3	81.7	329	57.9	4.1
El Salvador	1.0	0.3	0.8	46.6	186	62.4	6.4
Guatemala	2.5	0.4	2.6	57.7	206	34.8	12.0
Honduras	1.9	0.6	1.5	51.4	249	56.2	6.8
Nicaragua	3.5	0.4	4.8	68.9	150	36.5	5.3
Panamá	1.6	0.1	1.5	68.8	153	30.6	3.1
Colombia	25.0	5.8	41.8	90.8	2241	53.9	43.5
México	30.8	7.1	80.0	74.6	5983	42.5	102.0
Total	67.5	15.3	135.3	76.1	9497	46.1	183.2

FUENTE: Cálculos con base en cifras de FAOSTAT (2004).

sector estratégico dentro de la economía latinoamericana.

La 27^a Conferencia Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, celebrada en 2002 en la Habana, señaló varias fortalezas de la ganadería de América Central y México, algunas de las cuales tienen validez para Colombia, entre ellas: (1) la existencia de numerosos grupos de pequeños productores con posibilidades de mejorar su situación económica y social mediante el desarrollo y la modernización de esta industria; (2) es una actividad más tolerante a los desastres naturales, en comparación con la agricultura; (3) existe una gran demanda potencial de carne vacuna y productos lácteos, lo cual permitirá en el futuro inmediato incrementar sustancialmente el consumo de estos alimentos; (4) los países de la región se encuentran libres de la mayor parte de las enfermedades de la lista A de la OIE y han logrado significativos avances en el control de las enfermedades endémicas; (5) existe la tecnología apropiada para intensificar la producción sin impactos negativos sobre el medio ambiente y sin desplazar la agricultura; (6) la región posee suficientes recursos humanos calificados para enfrentar el desarrollo pecuario y (7) existe la infraestructura apropiada para el sacrificio certificado de vacunos con destino a los mercados de exportación.

El trabajo colaborativo durante varios años del CIAT con instituciones nacionales e internacionales ha permitido el desarrollo de opciones tecnológicas que permiten aprovechar de la mejor forma posible las ventajas del sector pecuario regional. Parte de ese esfuerzo se ha concretado en la obtención de materiales mejorados del género *Brachiaria* (*brachiaria*) que ofrecen mayor productividad, amplio rango de adaptación y resistencia a salivazo.

En este estudio se evaluó el impacto económico potencial de los materiales de segunda generación del género *Brachiaria*, resultantes del trabajo conjunto del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT y de instituciones nacionales colaboradoras, próximos a ser liberados en Colombia, México y América Central. Se estimaron los beneficios económicos de la adopción en cada país, según sistema de producción, región y grupos de consumidores y productores, en escenarios alternativos (con y sin comercio internacional).

Características de los nuevos materiales de *Brachiaria*

Brachiaria decumbens y *B. brizantha* se encuentran ampliamente difundidas en diferentes ecosistemas de América tropical. Estas gramíneas, originarias del continente africano, comenzaron a ser cultivadas a escala significativa al finalizar la década de

1960 y al comienzo de la década de 1970 con el objeto de reemplazar pasturas naturales e introducidas de guinea (*Panicum maximum*), puntero (*Hyparrhenia rufa*), pangola (*Digitaria decumbens*) e imperial (*Axonopus scoparius*), entre otros (Ramírez y Seré, 1990).

En Colombia el empleo masivo de *B. decumbens* se remonta hacia 1970 y constituyó un hito tecnológico en la ganadería del país, ya que su adopción permitió intensificar los sistemas y convertir áreas ganaderas de escasa relevancia en importantes zonas productoras, como es el caso de la cuenca lechera del Piedemonte del Caquetá (Ramírez y Seré, 1990, Michelsen, 1990). Las investigaciones recientes con especies forrajeras han permitido la liberación de nuevos cultivares de *Brachiaria* con diferentes atributos importantes para los sistemas productivos, así, hoy existen en el comercio los cultivares (cv.) Libertad, Toledo e Insurgente de *B. brizantha*; cv. Llanero de *B. dictyoneura* y cv. Pasto Humidicola y Chetumal de *B. humidicola*, y el híbrido *Brachiaria* cv. Mulato, todos ellos productos de la investigación colaborativa del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT e instituciones nacionales e internacionales de investigación. Estos nuevos cultivares han tenido excelente acogida en los sistemas ganaderos de los diferentes ecosistemas tropicales.

El cv. Mulato es un híbrido de *Brachiaria* proveniente del cruce no. 625 (*Brachiaria ruziziensis* clon 44-6 x *Brachiaria brizantha* CIAT 6297) realizado en 1988 por el Programa de Mejoramiento del Proyecto Forrajes Tropicales del CIAT. A partir de 1994 fue incluido en una serie de ensayos regionales de tipo agronómico en Colombia, México y países de Centroamérica, en donde el clon CIAT 36061 manifestó un elevado vigor de planta y buen potencial de producción de forraje (Miles, 1999). A partir del 2000 se comenzó a producir y comercializar semilla de este cultivar en México a través de una alianza estratégica con una empresa privada. Este cultivar, tolerante a salivazo, se desarrolla en regiones húmedas y

subhúmedas y es de crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso. Se adapta a suelos bien drenados de mediana fertilidad con pH > 4.5, precipitaciones superiores a 1000 mm/año, hasta 1800 m.s.n.m. y topografía plana a ondulada. Es resistente a sequías prolongadas. Su calidad nutritiva es muy alta, con un valor de proteína cruda que oscila entre 12% y 15% y una digestibilidad de 55% a 62%. Produce 25% más de materia seca que otras *brachiaria* comerciales como *B. decumbens* y *B. brizantha*, elevando la producción de leche 1 a 2 kg/vaca por día adicionales en comparación con *B. brizantha* cv. Marandú o cv. Toledo (Peters et al., 2003).

Entre las accesiones de segunda generación que serán liberadas en 2005 sobresale el híbrido *Brachiaria* no. 4624 (CIAT 36087), que además de tener las mismas características de calidad forrajera del cv. Mulato, es resistente a múltiples especies de cercópidos, tiene mejor adaptación a ecosistemas con prevalencia de sequías prolongadas y una mayor capacidad de producción de semillas.

Metodología

La estimación del impacto económico del nuevo germoplasma de *brachiaria* se basa en la teoría clásica de excedentes económicos (Marshall, 1890), la cual plantea que en un mercado en equilibrio cuando se produce un desplazamiento de la función de oferta —en este caso por la adopción de pasturas mejoradas que incrementan la oferta de carne y de leche— se generan excedentes o beneficios económicos que capturan los consumidores y/o productores que participan en dicho mercado. Los primeros logran ganancias económicas debido a que el incremento de la oferta reduce los precios reales pagados y eleva la disponibilidad del producto en el mercado.

En la Figura 1A se muestra cómo la nueva tecnología aplicada en finca impulsa la productividad y desplaza la función de producción hacia arriba, generando mayor producción (q_1) con el mismo volumen de

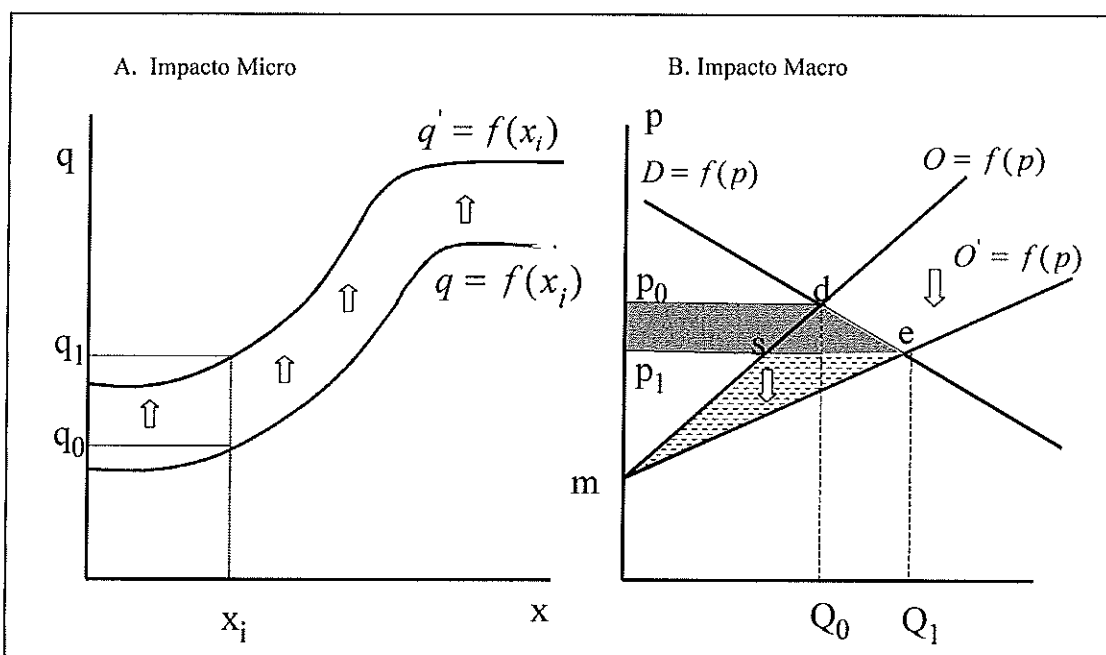


Figura 1. Impacto a escalas micro y macro del cambio tecnológico en la productividad en fincas.

recursos (x_i). Los menores costos por unidad de producto constituyen la fuente de ganancias económicas del productor al adoptar las nuevas tecnologías.

Cuando se masifica la adopción, la función de oferta del mercado se desplaza desde O a O' (Figura 1B) lo cual determina una nueva situación de equilibrio, que resulta en mayor cantidad de producto comercializada (sube de Q_0 a Q_1) a un precio menor (baja de p_0 a p_1). En la Figura 1B los beneficios recibidos por los consumidores corresponden al área $p_0 p_1 e d$ y los de los productores a la diferencia entre $m s e$ (ganancias en productividad) y $p_0 p_1 d s$ (pérdida de ingresos por reducción de precios). Los beneficios sociales totales, representados por las ganancias conjuntas de consumidores y productores, corresponden al triángulo $m d e$.

Estos beneficios constituyen la retribución que recibe la sociedad por destinar recursos monetarios al diseño y desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas. Conociendo el flujo anual de los beneficios de la tecnología y de las inversiones para desarrollarla se estiman indicadores de eficiencia económica, y rentabilidad social, usualmente utilizados en la evaluación económica tales como valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C)¹

El modelo de evaluación

Las estimaciones de los beneficios del cambio tecnológico fueron realizadas mediante la aplicación del modelo MODEXC² (Modelo de Excedentes Económicos) que fue desarrollado por el CIAT y que permite calcular el flujo anual de beneficios tecnológicos, simulando los cambios en el mercado en la medida que avanza el proceso de difusión y adopción de la tecnología.

1. Para mayor información sobre los indicadores de rentabilidad económica y las técnicas de análisis puede consultarse en Gittinger (1992).
2. Para mayor información sobre el modelo, sus características, formas de empleo e información requerida se recomienda consultar en Rivas et al. (1999).

MODEXC trabaja con un sistema simultáneo de funciones oferta y demanda del tipo Cobb – Douglas, de elasticidad constante. Para simular el proceso de adopción incorpora una función logística o sigmoidea, que regula el desplazamiento anual de la oferta conforme la nueva tecnología es adoptada. Adicional al cambio tecnológico, permite incluir y evaluar cambios autónomos de demanda y oferta, independientes de las nuevas tecnologías bajo análisis. Dichos cambios corresponden a desplazamientos de la demanda propiciados por incrementos poblacionales y variaciones del ingreso y de los precios relativos. Por el lado de la oferta incluye variaciones ocasionadas por la adopción de otras tecnologías y también las relacionadas con la ampliación del aparato productivo debido a factores de tendencia.

El modelo opera con parámetros técnicos y económicos. Los primeros caracterizan la tecnología y su difusión y se relacionan con: (1) los cambios en los niveles de productividad, (2) la magnitud de las áreas a impactar y (3) la celeridad e intensidad del proceso de adopción. Los parámetros económicos definen los mercados bajo análisis en términos de: (1) cantidades y precios iniciales de equilibrio, (2) elasticidades precio de oferta y demanda, (3) tasas de crecimiento autónomo de oferta y demanda, (4) precios en los mercados externos y (5) precios mínimos de oferta.

Con la información anterior se estiman los beneficios del cambio tecnológico, discriminando por grupos sociales (productores y consumidores), clase de tecnología, región geográfica, país y ecosistema, entre otros.

Información utilizada

En el Cuadro 3 se incluye el marco de referencia del ejercicio de evaluación por zonas geográficas (países y regiones), sistemas de producción (ceba o engorde de vacunos y doble propósito), ecosistemas (sabanas y laderas) y mercados de productos finales (carne y leche) afectados por el cambio tecnológico.

Cuadro 3. Marco de referencia de la evaluación del impacto económico potencial del uso de germoplasma mejorado de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

Región/país		
Colombia	Centroamérica	México
Llanos Orientales	Costa Rica	Zona tropical
Costa Norte	El Salvador	
	Guatemala	
	Honduras	
	Nicaragua	
	Panamá	
Sistema de producción		
Ceba	Ceba	Ceba
Doble propósito	Doble propósito	Doble propósito
Mercados		
Carne	Carne	Carne
Leche	Leche	Leche
Ecosistemas		
Sabanas	Laderas	Sabanas
Población-2002 (x10³ personas)		
43.5	37.7	102.0

Los parámetros técnicos de productividad que aparecen del Cuadro 4 se fijaron con base en trabajos previos de investigación adelantados por el CIAT y las instituciones nacionales colaboradoras en las regiones consideradas en este estudio, en un proceso en el que se tuvo en cuenta la opinión de especialistas expertos en el tema.

Se trabajó con hipótesis conservadoras sobre los cambios en productividad y sobre la magnitud de las áreas influenciadas con la nueva tecnología para evitar, en lo posible, la sobreestimación de los beneficios tecnológicos.

Las áreas susceptibles de impactar con los nuevos materiales forrajeros se estimaron en función del área total en pasturas permanentes en cada país (FAO, 2004). Se asumió que en los próximos 20 años el 5% del área actual en pasturas en Colombia utilizaría las nuevas opciones forrajeras, principalmente en los Llanos Orientales y la Costa Norte, regiones ganaderas con alto potencial de adopción. En México sólo se consideró la zona tropical, por lo cual se asumió que el 2.5% de área actual en pasturas del país adoptaría estas tecnologías.

Cuadro 4. Niveles de productividad de la tecnología tradicional y de la mejorada y áreas a impactar en Colombia, Centroamérica y México.

País/región	Tecnología y sistema de producción								Área total a impactar con Brachiaria (1x10 ³ ha)
	Brachiaria mejorado					Tradicional			
	Ceba		Doble propósito			Ceba carne (kg/ha/año)	Doble propósito productividad (kg/ha/año)		
	Carne (kg/ha/año)	Área a impactar (1x10 ³ ha)	Productividad (kg/ha/año)		Área a impactar (1x10 ³ ha)		Carne	Leche	
			Carne	Leche					
Colombia	228	836.0	154	2080	1254.0	142	88	1200	2090.0
Llanos Orientales	250	501.6	130	1800	752.4	110	80	1100	1254.0
Costa Rica	320	334.4	190	2500	501.6	190	100	1350	836.0
Centroamérica	396	169.7	191	2808	169.8	169	105	1379	339.5
Costa Rica	550	29.2	230	3300	29.3	220	120	1600	58.5
El Salvador	550	10.0	230	3300	10.0	220	135	1600	20.0
Guatemala	320	32.5	180	2500	32.5	150	100	1300	65.0
Honduras	360	19.0	200	2900	19.0	160	110	1500	38.0
Nicaragua	320	60.0	180	2500	60.0	140	90	1200	120.0
Panamá	500	19.0	220	3200	19.0	200	120	1500	38.0
México	550	1000.0	180	3900	1000.0	220	150	1800	2000.0
Total	424*	2005.7	167*	2881*	2423.8	183*	115*	1460*	4429.5

* Promedio ponderado por área.

En los países centroamericanos, con predominio de las explotaciones ganaderas pequeñas y medianas, ubicadas en zonas de ladera con énfasis en la producción de leche, se asumió que el 2.5% del área en pasturas utilizaría germoplasma de brachiaria de segunda generación.

El sistema doble propósito tiene como atributo un flujo permanente de efectivo por venta de leche lo cual es crítico para los productores con recursos muy limitados, por tanto, se plantea que en este sistema la adopción es más dinámica que en las actividades de ceba de vacunos. En consecuencia, la duración de la adopción tecnológica en el doble propósito se fijó en 15 años y en ceba de 20.

El conjunto de datos sobre la productividad actual y potencial y las áreas que serán afectadas con el nuevo germoplasma de brachiaria (Cuadro 4) se sintetiza en el factor de desplazamiento de la función de oferta (K), que expresa en el mercado el efecto de la adopción de la nueva tecnología y se estima como:

$$K_i = \frac{Q_{0i} + (PM_i - PT_i)A_i}{Q_{0i}}$$

donde,

Q_{0i} = cantidad inicial de equilibrio de la región i .

PM_i = productividad de la tecnología mejorada en la región i .

PT_i = productividad de la tecnología tradicional en la región i .

A_i = área a impactar con la tecnología mejorada en la región i .

Para cada país, sistema de producción y región considerada se calcularon los valores del parámetro K , que se incluyen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valores del factor de desplazamiento de la oferta (K) por la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

País/región	Sistema de producción		
	Ceba carne	Doble propósito carne	leche
Colombia			
Llanos Orientales	1.0998	1.0535	1.0894
Costa Rica	1.0998	1.0285	1.0979
Centroamérica			
Costa Rica	1.0285	1.0082	1.0205
El Salvador	1.0097	1.0028	1.0070
Guatemala	1.0163	1.0077	1.0161
Honduras	1.0105	1.0050	1.0109
Nicaragua	1.0320	1.0160	1.0323
Panamá	1.0170	1.0057	1.0135
México	1.2306	1.0210	1.2226

Cuadro 6. Parámetros económicos de los mercados de carne vacuna y leche en Colombia, Centroamérica y México^a.

Variables	Colombia		Centroamérica		México	
	carne	leche	carne	leche	carne	leche
Cantidad inicial de equilibrio Q_0 ('000 tm)	703	5889	339	2422	1431	9438
Precio inicial de equilibrio P_0 (US\$/tm)	1470	205	1926	256	2400	270
Precio mínimo de oferta M (US\$/tm)	493	68	646	85	805	90
Elasticidad precio:						
Oferta	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8
Demanda	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
Tasa de crecimiento autónomo (%)						
Oferta	1.5	2.0	2.0	2.5	2.0	2.2
Demanda	2.1	2.5	2.2	2.7	2.0	2.2
Tasa de descuento (%)	10	10	10	10	10	10
Precio internacional de referencia (US\$/tm)	1450	190	1850	250	2300	250

a. Los parámetros económicos se fijaron con base en estudios económicos sobre el desarrollo histórico de la ganadería regional: Jarvis, L (1986); Sanint et al. (1985); Rivas y Valdés (1978); Rubinstein y Nores (1980); Pinstrup-Andersen et al. (1976); FAO (1971); Janssen et al. (1990); Rivas y Pachico (1997).

Los parámetros económicos que caracterizan a los mercados de carne y de leche en Colombia, Centroamérica y México se incluyen en el Cuadro 6. El periodo total de evaluación es de 23 años, iniciando el proceso de adopción en 2007, con una duración de 15 años en el sistema doble propósito y de 20 años en el de ceba de vacunos. Como año base para evaluación se considera 2004.

Resultados

Los beneficios sociales de la adopción de germoplasma mejorado de *brachiaria* en las regiones consideradas en el este estudio se estimaron en dos escenarios alternativos: el primero es un ambiente autárquico, en el que

todos los incrementos en producción resultantes del empleo de las nuevas tecnologías se comercializan en el mercado doméstico, permaneciendo éste totalmente aislado de las influencias externas; en el segundo aparece un mercado nacional abierto, cuyo nivel de oferta puede ser afectado por las importaciones o las exportaciones, dependiendo de la relación precio interno/precio internacional. En un escenario cerrado, en 2004 el valor presente del flujo anual de beneficios económicos obtenidos por las regiones como resultado de la adopción del nuevo germoplasma, se estimó en US\$4155 millones. De ese total, el 54% corresponde a beneficios generados en el mercado de carne vacuna y el 46% restante en el de leche. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valor presente de los beneficios tecnológicos derivados de la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México. (Economía cerrada).

Región/país	Valor en 2004 (US\$ $\times 10^3$)			Leche (D.P.)	Valor total (US\$ $\times 10^3$)	Valor carne + leche en 2003 (US\$ $\times 10^3$)	Beneficios tecnológicos (% valor de la producción)
	Carne vacuna		Total				
	Ceba	D.P. ^a					
América Central	136.1	66.4	202.5	160.8	363.3	1273.0	29.4
Nicaragua	38.2	23.4	61.6	51.8	113.4	150.0	77.9
Costa Rica	34.0	12.0	46.0	32.9	78.9	329.0	24.8
Honduras	12.6	7.3	19.9	17.5	37.4	249.0	15.5
El Salvador	11.5	4.1	15.6	11.2	26.8	186.0	14.9
Panamá	20.3	8.3	28.6	21.6	50.2	153.0	33.8
Guatemala	19.5	11.3	30.8	25.8	56.6	206.0	28.3
Colombia	283.5	177.0	460.5	499.7	960.2	2241.0	42.8
Llanos Orientales	175.1	115.4	290.5	238.5	529.0		
Costa Norte	108.4	61.6	170.0	261.2	431.2		
México							
Región tropical	1410.4	158.0	1568.4	1262.8	2831.2	5983.0	47.3
Total	1837.6	405.0	2242.6	1923.3	4154.7	9497.0	43.9

a. D.P. = sistema doble propósito.

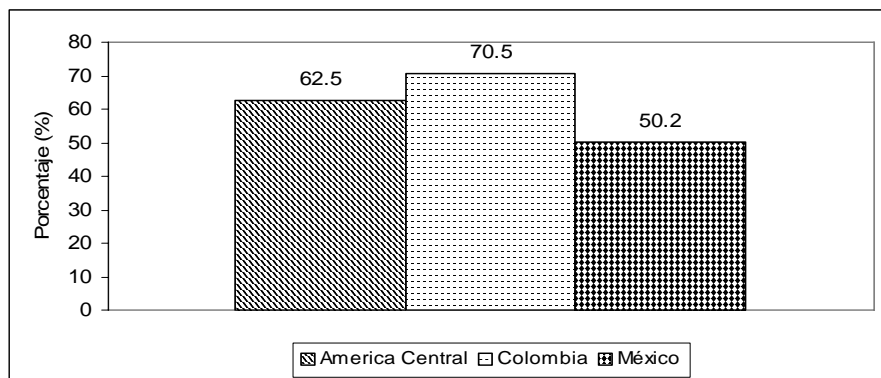


Figura 2. Participación porcentual del sistema de doble propósito en los beneficios tecnológicos totales del uso de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Para tener un punto de referencia con respecto a la magnitud de los beneficios tecnológicos se estimó la producción de carne y leche en 2003, siendo ésta de US\$9487 millones. De esta cifra se infiere que el valor presente de los beneficios estimados equivale al 44% del valor total de la producción en ese año (Cuadro 7). Esta proporción cambia según región y país, así, en Centroamérica es de 29%, fluctuando entre 78% en Nicaragua y 15% en El Salvador, en Colombia de 43% y en México de 47%.

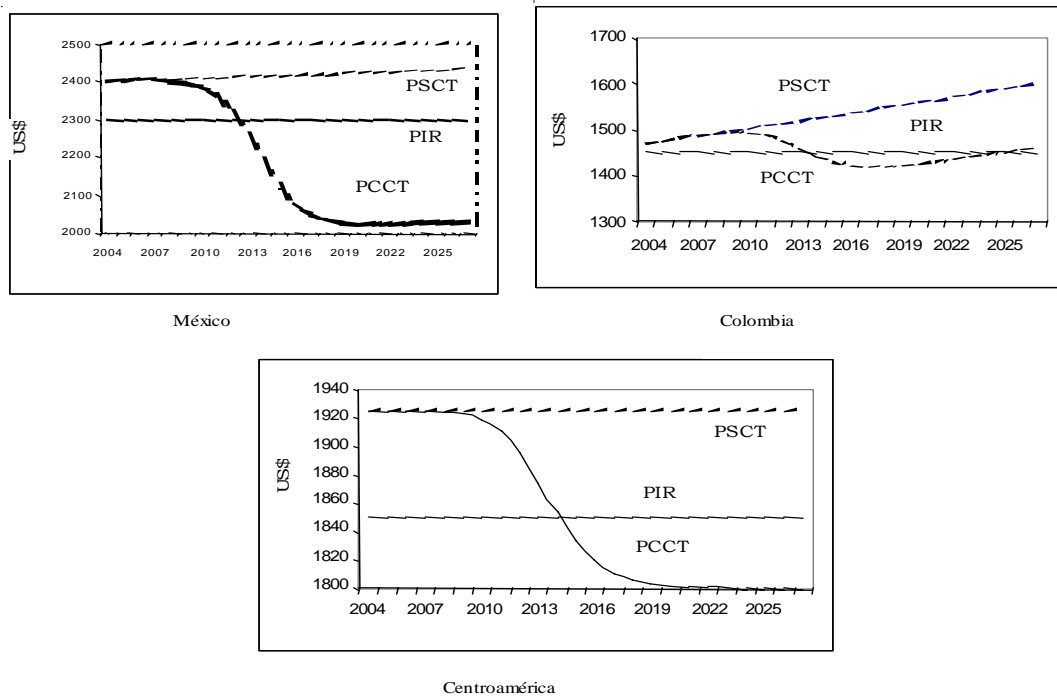
Los resultados reflejan la importancia de los sistemas doble propósito en las ganaderías del trópico latinoamericano. Como se observa en la Figura 2 una elevada fracción de los beneficios totales se genera en este sistema, en el que predominan los pequeños y medianos productores.

En un esquema teórico de economía cerrada los beneficios del cambio tecnológico se concentran principalmente en los consumidores, quienes se favorecen por el hecho de que la producción adicional resultante de la adopción de las nuevas tecnologías debe ser totalmente absorbida por el mercado local, lo cual provoca una acentuada reducción de sus precios. En la Figura 3 se observa el impacto de la adopción a gran escala de los nuevos materiales forrajeros sobre los precios de carne vacuna. Del total de beneficios que se lograrían (US\$4155 millones), el 83% está

representado por las ganancias alcanzadas por los consumidores debido a la reducción de los precios y al incremento del consumo. El 17% restante corresponde a los beneficios capturados por los productores, quienes al adoptar la nueva tecnología aumentan la productividad y reducen los costos unitarios de producción. En la Figura 4 se presenta la misma situación para el caso de la leche.

Si se considera la posibilidad de exportar, se observa que con la ampliación de la demanda como resultado de las mayores compras adicionales se produce una redistribución de los beneficios tecnológicos en favor de los productores. Por otro lado, el crecimiento de la demanda frena la caída de los precios domésticos, favoreciendo a los ganaderos que adoptan los nuevos materiales forrajeros.

Para el conjunto de países considerados en este estudio, la apertura comercial implica que los beneficios recibidos por los consumidores se reducen casi en una tercera parte (34%), mientras que los obtenidos por los productores crecen más del doble (Cuadro 8). Este aspecto de la equidad en la distribución de los beneficios tecnológicos es de particular relevancia para mantener un sector productivo moderno, proclive al cambio tecnológico y con altos estándares de competitividad, en un sistema cada vez más globalizado.

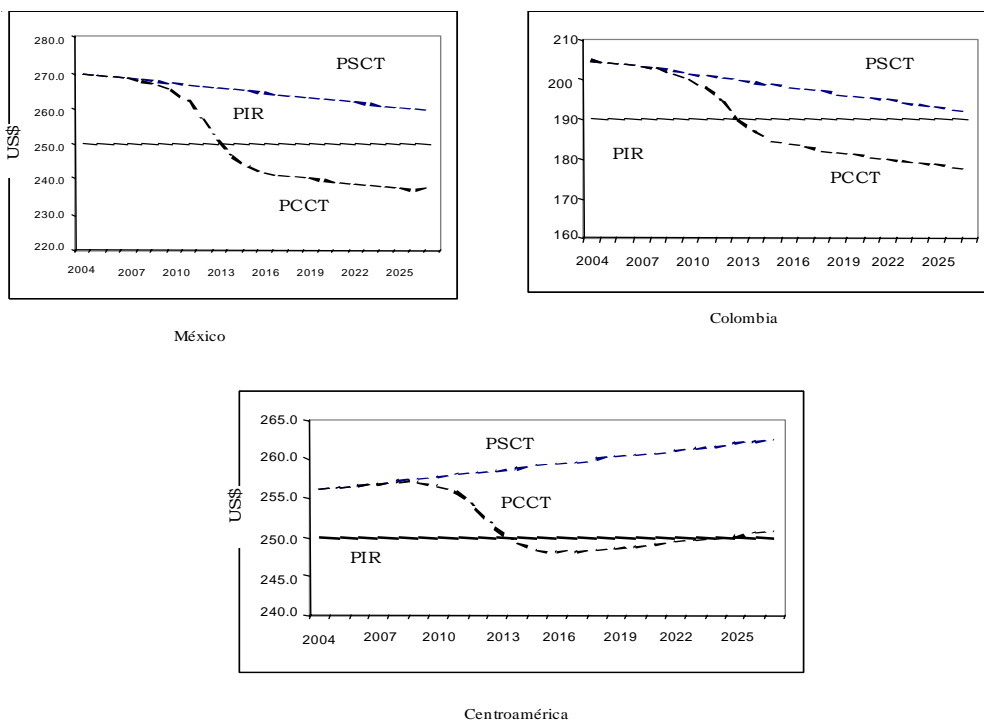


PCCT: Precio real de carne vacuna con cambio tecnológico
 PSCT: Precio real de carne vacuna sin cambio tecnológico.
 PIR: Precio Internacional de referencia a partir del cual el país empieza a exportar.

Figura 3. Evolución de los precios de carne vacuna en México, Colombia y Centroamérica con y sin adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Cuadro 8. Distribución de los beneficios de la adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* por país, región, consumidores y productores (US\$ millones).

Región/país	Carne vacuna			Leche			Total	
	Consumidor	Productor	Total	Consumidor	Productor	Total	US\$ (x10³)	%
Economía cerrada								
Centroamérica	169.0	33.5	202.5	138.0	22.8	160.8	363.5	8.7
Nicaragua	51.4	10.2	61.6	44.5	7.3	51.8	113.4	2.7
Costa Rica	38.4	7.6	46.0	28.2	4.7	32.9	78.9	1.9
Honduras	16.6	3.3	19.9	15.0	2.05	17.5	37.4	0.9
El Salvador	13.6	2.6	15.6	9.6	1.6	11.2	26.8	0.6
Panamá	23.9	4.7	28.6	18.5	3.1	21.6	50.2	1.2
Guatemala	25.7	5.1	30.8	22.1	3.7	25.8	56.6	1.4
Colombia	374.3	86.2	460.5	416.5	83.2	499.7	960.2	23.1
México	1313.1	255.3	1568.4	1054.3	208.5	1262.8	2831.2	68.1
Total	1856.4	375.0	2231.4	1608.8	314.5	1923.3	4154.7	100.0
Distribución (%)	83.2	16.8	100.0	83.6	16.4	100.0	-	-
Economía abierta								
Centroamérica	118.6	84.9	203.5	126.3	34.5	160.8	364.3	8.7
Nicaragua	36.1	25.8	61.9	40.7	11.1	51.8	113.7	2.7
Costa Rica	27.0	19.3	46.3	25.8	7.1	32.9	79.2	1.9
Honduras	11.7	8.4	20.1	13.7	3.8	17.5	37.6	0.9
El Salvador	9.1	6.6	15.7	8.8	2.4	11.2	26.9	0.6
Panamá	16.7	12.0	28.7	17.0	4.6	21.6	50.3	1.2
Guatemala	17.9	12.9	30.8	20.3	5.5	25.8	56.6	1.3
Colombia	324.8	136.4	461.2	213.6	294.7	508.3	969.5	23.1
México	811.3	775.8	1587.1	672.9	603.4	1276.3	2863.3	68.2
Total	1254.7	997.1	2251.8	1012.8	932.5	1945.3	4197.2	100.0
Distribución (%)	58.3	41.7	100.0	78.6	21.4	100.0	-	-



PCCT: Precio real de leche con cambio tecnológico
 PSCT: Precio real de leche sin cambio tecnológico.
 PIR: Precio internacional de referencia a partir del cual el país comenzaría a exportar

Figura 4. Evolución de los precios de leche en México, Colombia y Centroamérica con y sin adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Los cambios en la participación de los diferentes sectores sociales en los beneficios tecnológicos, según el tipo de economía que se considere, aparecen en el Cuadro 9. En América Central la apertura comercial determinaría que la participación de los productores pasaría de 16% a 33%, en Colombia de 18% a 44% y en México de 16% a 48%. De acuerdo con las cifras en el Cuadro 8 el impacto del comercio exterior sobre el valor presente de los beneficios totales

Cuadro 9. Impacto de la apertura comercial en la distribución de los beneficios tecnológicos de pasturas mejoradas de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México considerando economías cerrada y abierta.

País/región	Participación de los consumidores (%)		Participación de los productores (%)	
	Cerrada	Abierta	Cerrada	Abierta
Centroamérica	84.5	67.2	15.5	32.8
Colombia	82.4	55.5	17.6	44.5
México	83.6	51.8	16.4	48.2
Total	83.4	54.0	16.6	46.0

recibidos por la sociedad es de escasa magnitud, representando un incremento del 1% (US\$43 millones), no obstante, su efecto más importante es de carácter redistributivo, como ya se mencionó.

Sensibilidad de los beneficios económicos frente a cambios en variables críticas

La magnitud de los beneficios estimados está en función de los valores asignados a variables críticas tales como área total afectada con la nueva tecnología al concluir el proceso de adopción, niveles de productividad esperados con los nuevos materiales forrajeros y tiempo de duración del proceso de adopción y difusión. Si bien la fijación de estos valores se hizo con criterio conservador para evitar al máximo la sobreestimación de los resultados económicos, es importante evaluar la magnitud de los cambios en los beneficios cuando ocurren circunstancias adversas.

Por lo anterior se plantearon tres escenarios alternativos: (1) Disminución en 50% del área total a afectar con el nuevo germoplasma de brachiaria. (2) Reducción en 10% de los rendimientos potenciales de los materiales forrajeros mejorados. (3) 50% más de tiempo antes de lograr la adopción.

Si la magnitud de las áreas impactadas al finalizar el proceso de adopción del germoplasma fuera la mitad del área considerada en el escenario base, los beneficios caerían entre 47% y 48% (Cuadro 10). En el caso de que la adopción fuera más lenta y el tiempo de adopción se incrementara en 50%, los beneficios se reducirían en un rango entre 29% y 30%.

Los rendimientos de los nuevos materiales aparecen como la variable de mayor relevancia en la determinación del nivel de ganancias sociales. Una caída de 10% en la productividad de carne o de leche induciría una pérdida entre 18% y 22% en los beneficios, en relación con el escenario base.

Considerando lo anterior en función de elasticidades³, se concluye que los beneficios sociales son muy elásticos frente a cambios en los rendimientos físicos de los nuevos materiales forrajeros. En este caso, una reducción de 1% en la productividad significaría que los beneficios declinarían más que proporcionalmente entre 1.8% y 2.2% (Cuadro 11).

Las elasticidades de las ganancias sociales frente a los cambios en el área a impactar y a la duración del proceso de adopción son de menor magnitud, menos que proporcionales. Se puede inferir que los beneficios económicos de la nueva tecnología son moderadamente inelásticos, cuando se presentan cambios en ambas variables.

La estabilidad a escala de finca de los rendimientos físicos de los nuevos materiales forrajeros depende de factores internos y externos. Los internos se relacionan con la adaptación del nuevo germoplasma de brachiaria a las condiciones

Cuadro 10. Sensibilidad de los beneficios tecnológicos ante cambios en supuestos críticos relacionados con la adopción de los nuevos materiales de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México. (US\$ $\times 10^3$).

Escenarios	Colombia		Centroamérica		México	
	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a
10% de reducción en rendimientos potenciales de la nueva tecnología	750.1	21.9	297.0	18.2	2314.8	18.2
50% de reducción en el área meta a impactar con materiales forrajeros	505.0	47.4	187.5	48.4	1502.0	46.9
50% de incremento en el tiempo de adopción	680.3	29.1	255.1	29.8	1977.7	30.1
Escenario base		960.2		363.3		2831.2

a. Reducción con respecto al escenario base.

3. La elasticidad es un concepto económico que mide el grado de respuesta de una variable dependiente, frente a cambios en otra variable independiente. En términos matemáticos es un valor absoluto, por ejemplo, la elasticidad de los beneficios sociales con respecto a los rendimientos se calcula como: $\ell = \frac{\partial \%B}{\partial \%R}$, siendo ℓ la elasticidad; $\partial \%B$ el cambio porcentual en los beneficios y $\partial \%R$ el cambio porcentual en los rendimientos.

Cuadro 11. Elasticidad de los beneficios sociales con respecto a cambios en variables críticas de adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

País/región	Cambio porcentual en:			Cambio porcentual en beneficios sociales por:		
	Rtos.	Area a impactar	Duración de adopción	Caída en rendimientos	Reducción del área a impactar	Menor celeridad en adopción
Colombia	-0.10	-0.50	-0.50	-0.219	-0.474	-0.291
Centroamérica	-0.10	-0.50	-0.50	-0.182	-0.484	-0.298
México	-0.10	-0.50	-0.50	-0.182	-0.469	-0.301

País/región	Elasticidad de los beneficios sociales con respecto a:		
	Rendimientos	Area a impactar	Duración de la adopción
Colombia	2.19	0.948	0.582
Centroamérica	1.82	0.968	0.596
México	1.82	0.938	0.602

específicas de la finca y a su manejo durante las fases de establecimiento y pastoreo. Los externos se asocian con la calidad de la semilla adquirida por los productores, la presencia de plagas y enfermedades y la prevalencia de condiciones climáticas extremas.

Para asegurar un óptimo rendimiento de los nuevos materiales es necesario garantizar el suministro adecuado de semillas de buena calidad a precios que permitan a los ganaderos utilizar las densidades de siembra recomendadas. El sector productor de semillas forrajeras en la región a menudo es pequeño y poco desarrollado, lo cual no permite aprovechar las economías de escala para reducir los costos unitarios de producción de los nuevos cultivares y mejorar así las posibilidades de adopción. Además, para el correcto desarrollo de las actividades del productor en las fases de establecimiento y utilización de pasturas es necesario mantener un flujo constante de información técnica en temas críticos como métodos de labranza, densidades de siembra, aplicación de insumos y manejo del pastoreo.

Impacto sobre la economía de los grupos sociales más vulnerables

El cambio tecnológico en la agricultura cumple un rol clave en el cumplimiento de dos de las principales metas sociales. Por un lado, reduce la pobreza y mejora la equidad social y por otro, incrementa el ritmo de crecimiento económico para elevar las condiciones de vida de la sociedad en general.

Cuando se pretende incrementar la equidad, el cambio técnico se concibe como un mecanismo primario que permite aumentar los ingresos de los grupos sociales con menores recursos, con lo cual se espera reducir la pobreza y elevar los niveles de nutrición de la población objetivo.

Los alimentos básicos, como la carne y la leche, cumplen esta doble función ya que cuando se mejoran las condiciones para su producción se incrementa la disponibilidad de alimentos y se generan ingresos que pueden capturar los grupos con menores recursos económicos, lo cual permite elevar los índices de nutrición. Por otro lado, a través de las relaciones con otros sectores se impulsa el crecimiento económico general. Este último tema supera el alcance de este trabajo, ya que sólo estima los impactos directos del cambio tecnológico en el sector ganadero. No obstante, es preciso señalar que el proceso induce efectos indirectos en otros sectores económicos, que se traducen en avances del empleo, la producción y el comercio (Janssen et al., 1990)

En este estudio se analiza el impacto de la adopción de nuevas tecnologías forrajeras sobre los núcleos poblacionales más vulnerables, estimando los beneficios que por el cambio técnico recibirían estos segmentos de la población. En este contexto se consideraron dos grupos, definidos en un trabajo previo para América Latina en conjunto elaborado por Janssen et al. (1990). Los consumidores más pobres, que

Cuadro 12. Beneficios tecnológicos (US\$ $\times 10^3$) de la adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* que recibirían los grupos más vulnerables de la población en Colombia, Centroamérica y México.

País/región	Tipo de economía							
	Cerrada				Abierta			
	Valor presente de los beneficios capturados por:		Total grupos vulnerables		Valor presente de los beneficios capturados por:		Total grupos vulnerables	
	Consumidores más pobres	Productores pequeños	US\$ $\times 10^3$	% del total	Consumidores más pobres	Productores pequeños	US\$ $\times 10^3$	% del total
Centroamérica	78.1	20.1	98.2	27.0	62.5	39.3	101.8	27.9
Colombia	201.9	64.0	265.9	27.7	136.7	182.8	319.6	33.0
México	602.4	170.6	773.0	27.3	377.8	503.4	881.2	30.8
Total	882.4	254.7	1137.1	27.4	577.0	725.5	1302.5	31.0
Participación en (%)*:								
Consumo	25.5	—	—	—	25.5	—	—	—
Producción	—	41.0	—	—	—	41.0	—	—

a. Cifras tomadas de Janssen et al. (1990).

representan los dos primeros quintiles en la distribución de ingreso, incluyen el 40% de la población y tienen un ingreso menor que US\$600 per cápita por año. El otro grupo está representado por los productores más pequeños quienes, también, se encuentran en el mismo estrato de ingreso de los consumidores más pobres.

Las estimaciones muestran que como consecuencia del cambio tecnológico en la producción de carne y leche en los países seleccionados, y asumiendo que los mercados de estos productos están cerrados, los consumidores ubicados en los dos primeros quintiles de la distribución de ingreso y los productores más pequeños en conjunto recibirían en 2004 un flujo de beneficios equivalente a US\$1137 millones. Esta cifra representa cerca de una cuarta parte (27%) de los beneficios sociales totales. Al abrir los mercados, la proporción se incrementa ligeramente, situándose en 31% (Cuadro 12).

Beneficios de la tecnología e inversión en investigación

Los beneficios sociales derivados de la adopción de nuevas tecnologías constituyen la retribución económica a las inversiones efectuadas para desarrollar las nuevas alternativas de producción. El flujo de beneficios del cambio puede ser expresado también en anualidades, es decir, una suma constante de beneficios que se recibe cada año durante un período de 23 años, que es el

tiempo transcurrido entre el año base (2004) y el año final de evaluación (2027).

Se estima que para 2004 en los países bajo estudio, el cambio tecnológico basado en el empleo de germoplasma mejorado de *brachiaria* genera un flujo de beneficios por un valor presente de US\$4155 millones. Si ese flujo se distribuye como una anualidad, el conjunto de países recibe una cantidad fija de US\$468 millones anuales durante 23 años. A Colombia le corresponden US\$108 millones, a Centroamérica US\$41 y a México US\$319 millones (Cuadro 13)

Seré y Jarvis (1989) estiman que en América Latina tropical la inversión anual en investigación en pasturas mejoradas no supera los US\$20 millones. Con este punto

Cuadro 13. Valor presente y anualidades de los beneficios sociales de la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México, (US\$ $\times 10^3$).

País/ región	Valor presente ^a	Anualidad ^a
Colombia	960.2	108.1
Centroamérica	363.3	40.9
Nicaragua	113.4	12.7
Costa Rica	78.9	8.9
Honduras	37.4	8.9
El Salvador	26.8	3.1
Panamá	50.2	5.6
Guatemala	56.6	6.4
México	2831.2	318.7
Total	4154.7	467.7

a. Tasa de descuento: 10% anual.

de referencia se puede decir que el beneficio potencial de este tipo de investigación supera ampliamente las inversiones en su desarrollo y que en consecuencia resultan económicamente eficientes y socialmente rentables.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- El valor presente en el 2004 de los beneficios tecnológicos de la introducción de germoplasma mejorado de *brachiaria* en sistemas de ceba y doble propósito en los ecosistemas de sabanas (Colombia y México) y de laderas (Centroamérica) se estimó en US\$4155 millones, equivalente al 44% de la producción de carne y leche de esos países en el 2003. Esta cifra representa el impacto directo sobre el sector ganadero, sin tener en cuenta los efectos indirectos sobre otros sectores de la economía.
- La apertura de los mercados implica redistribuir los beneficios tecnológicos del cambio entre productores y consumidores. Dicha apertura permite que los primeros incrementen su participación en los beneficios totales de 17% a 46%. Este aspecto redistributivo es clave para mantener un sector productivo moderno, proclive al cambio tecnológico y altamente competitivo en un sistema globalizado.
- Los resultados obtenidos muestran la gran importancia del sistema doble propósito en las ganaderías tropicales. Una fracción de los beneficios de la tecnología de nuevas pasturas, que supera el 50%, se origina en este sistema de producción.
- Los resultados muestran que los núcleos más vulnerables de la población, consumidores más pobres y productores más pequeños, recibirían una proporción que representa más de una cuarta parte de los beneficios totales. En el caso de los consumidores más pobres, definidos

como un segmento de la población que incluye los dos primeros quintiles de la distribución de ingreso, equivaldría a una población cercana a 73 millones de personas de los 183 millones de habitantes en la región.

- Mantener los niveles de productividad de los nuevos materiales a lo largo del tiempo es clave para garantizar los beneficios sociales y para asegurar la competitividad de la producción doméstica en los mercados externos. El análisis de sensibilidad indica que el impacto de una reducción porcentual de la productividad sobre los beneficios es significativamente mayor que una reducción de la misma magnitud en el área cultivada o en la duración del proceso de adopción.
- Se debe, igualmente, resaltar el rol crítico de la productividad en el proceso de difusión. El desempeño productivo de los nuevos materiales afecta tanto la magnitud de las áreas involucradas en el proceso como la duración del mismo.
- Los beneficios tecnológicos, expresados como anualidades, superan ampliamente la inversión anual de la región para investigación en pasturas mejoradas. Esto evidencia su alta racionalidad y eficiencia económica y su elevado retorno social.

Summary

The potential economic impact of the adoption of new *Brachiaria* cultivars, resistant to cercopids (spittlebugs), on livestock production systems of Colombia's northern coast and Eastern Plains areas, the Mexican tropics, and Central America was evaluated using the MODEXC economic model (Rivas et al., 1999). The model estimates the economic benefits attributable to the use of new cultivars, separated by country, region, ecosystem, production system, and large social groups (consumers and producers). The model operates with technical parameters that characterize new technology and dissemination and economic processes, indicating the market supply and demand for

milk and beef products as affected by technological change. The technical parameters used in the study were based on previous research projects carried out in target countries and on the opinions of experts. Economic parameters were established based on several studies conducted on regional milk and beef markets. The benefits of the new technology were estimated for a 20-year period, starting as of 2007, and are expressed in terms of present value (PV) and annuities (A). Estimates were obtained by alternatively using economic frameworks for open and closed economies. In a closed economy, without international trade, the present value of technological benefits was estimated at US\$4155 million, of which 54% would be generated in the beef market and the rest in the milk market. Most benefits (68%) are concentrated in Mexico (US\$2831), followed by Colombia with 23% (US\$ 960 million) and Central America with 9% (US\$363 million). The estimation of the value of beef and milk production in 2003 served to determine the extent of estimated technological benefits. Their present value accounted for 44% of that year's production value, ranging from 16% in Honduras to 78% in Nicaragua. These results indicate the important role played by dual-purpose systems in livestock production in the tropics. In study countries, more than half of the technological benefits are attributed to the dual-purpose production system, as follows: 70% in Colombia, 62% in Central America, and 50% in Mexico. When production surpluses resulting from technology improvement are commercialized internally, then consumers benefit the most, being favored with the fast fall of prices, which allows them to increase their consumption. In the present case and in a closed economy, 83% of total social benefits would be captured by beef and milk consumers. In the case of an open market, the producers' share of total benefits would rise to 46%. In both schemes (open or closed economy), the poorest consumers and producers, together, received more than one fourth of the benefits generated by technological change: consumers, 27%, and producers, 31%. This amounts to a present

value between US\$1137 and US\$1303 million for all study countries. The study concluded that the most critical variable in determining the level of technological benefit is yield (productivity) of new technology in terms of beef and milk/hectare. The elasticity of benefits regarding yields was estimated at 2.2 for Colombia and 1.8 for Central America and Mexico, which implies that if productivity decreases by 1%, the fall in social benefits is more than proportional. Social benefits are less elastic regarding the magnitude of the area to impact and the duration of adoption. For example, in Colombia if the area with improved materials declined one percentile, then benefits would drop approximately six-tenths of a percentile. In all alternative scenarios proposed, the investment in developing new pastures results economically attractive, despite the adverse circumstances found in those scenarios. The technological benefits expressed as annuity—a fixed sum of money received for a given number of years—show that the region's current investment in the generation of new forage options is very low compared with the annual amount of social benefit that could be generated by the use of these new materials.

Referencias

- FAO. 1971. *Agricultural commodity projections 1979–1980*. Roma.
- _____. 2004. FAOSTAT On line.
- Gittinger, J. P. 1972. *Análisis económico de proyectos agrícolas, Serie Banco Mundial*. Editorial Tecnos. Washington. D. C.
- Guiot, J. D. y Meléndez, F. 2003. *Pasto Mulato: Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales*. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, México.
- Holmann, F. y Peck, D. 2002. *El daño económico del salivazo de los pastos en*

- Colombia: Una primera aproximación del impacto sobre la producción animal en *Brachiaria decumbens*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Proyecto de Forrajes Tropicales. (manuscrito).
- Janssen W.; Sanint, L. R.; Rivas, L.; y Henry, G. 1990. CIAT's commodity portfolio reexamined: Indicators of present and future importance. En: Trends in CIAT Commodities 1990. Working Document no. 74, Economics Document no. 1.15. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Jarvis, L. S. 1986. Livestock development in Latin America. World Bank. Washington D. C.
- Marshall, A. 1980. Principios de economía 4ª. Edición 1963. Editorial Aguilar, Madrid.
- Michelsen H. 1990. Análisis del desarrollo de la producción de leche en la zona tropical húmeda: El caso del Caquetá, Colombia. Documento de Trabajo no 60. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Miles, J. W. 1999. Nuevos híbridos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales 21(2):78.
- Peters, M.; Franco, L. H.; Schmidt, A.; e Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores en Centroamérica. Publicación CIAT no. 333. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Pinstrup-Andersen, P.; Ruíz de Londoño, N.; y Hoover, E. 1976. The Impact of increasing food supply on human nutrition: Implications for priority commodities for Agricultural research. Amer. J. Agric. Econ. 58(2):131-142.
- Ramírez, A. y Seré, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Cali, Colombia. Documento de Trabajo CIAT no 67. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Fondo Ganadero del Valle del Cauca, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), Nestlé de Colombia, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Universidad de la Amazonia.
- Rivas, L; García, J.; Seré, C.; Jarvis, L. S.; Sanint, L. R.; y Pachico, D. 1999. MODEXC: A friendly computer model. Release 4.1. CIAT. Impact Assessment Project.
- Rivas, L. y Valdés, A. 1978. Variaciones de las existencias y ventas de ganado en Colombia durante 1940-1970: Un enfoque econométrico. Revista Plantación y Desarrollo, mayo-agosto. p. 49-82.
- Rivas, L. y Pachico, D. 1997 Evaluación de los beneficios sociales del uso de pasturas mejoradas en las ganaderías de América tropical: Un análisis ex ante. Proyecto de Evaluación de Impacto. Agosto 1997. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Rubinstein, E. y Nores, G. A. 1980. Gasto en carne de res y productos lácteos por estrato de ingreso en doce ciudades de América Latina. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (manuscrito).
- Sanint, L. R.; Rivas, L.; Duque, M. C. y Seré, C. 1985. Análisis de los patrones de consumo de alimentos en Colombia a partir de la encuesta de hogares DANE/DRI de 1981. Bogotá. Colombia. Revista Plantación y Desarrollo 17(3):37-68.
- Seré, C. y Jarvis, L. 1989. The betting line on beef: Ex ante estimates of improved pasture research benefits for the Latin America tropics. En: Trends in CIAT Commodities 1989. Internal Document-Economics 1.14. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte aérea de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico em função da radiação solar

N. A. Villa Nova*, E. R. Detomini**, D. Dourado Neto***, P. A. Manfron^ψ, e C. G. S. Pedreira^φ

Introdução

Em anos recentes têm sido registrados avanços na compreensão das diversas relações e fluxos de energia entre planta e atmosfera. Além disso, com as facilidades proporcionadas pelo desenvolvimento de técnicas computacionais e pela geração de bancos de dados sobre as respostas das espécies forrageiras ao ambiente e ao manejo, técnicas de modelagem vêm proporcionando oportunidades de otimização do uso de tempo e recursos no planejamento da atividade pecuária baseada em pastagens. Ao longo de um ciclo de produção de forragem (fitomassa seca de parte aérea) em condições isentas de déficit hídrico e nutricional, é sabido que a massa acumulada é dependente, entre outros fatores, da temperatura média diária do ar e da radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) disponíveis ao estande de plantas.

Embora a PAR e a temperatura sejam ambas importantes, essas variáveis desempenham papéis diferentes na fisiologia

das plantas. A PAR funciona como fonte de energia que é convertida em biomassa vegetal (Heemst, 1986), ao passo que a temperatura está associada à eficiência dos processos metabólicos envolvidos nessa conversão, uma vez que afeta atividade enzimática, solubilidade de fluidos (gases e líquidos), e a cinética dos processos bioquímicos (Bonhomme, 2000).

Apesar de o conceito de produtividade potencial raramente seja atingido na prática, é importante que se quantifique essa resposta experimentalmente. Isso pode ser útil para nortear a intervenção do homem num determinado agroecossistema agrícola na forma de manejo, bem como direcionar esforços de melhoramento genético.

A produtividade de uma cultura é, por definição, a produtividade potencial (ou biológica) normalmente modificada por um fator de restrição. Isso é comum nos casos de déficit hídrico (Villa Nova et al., 2001), que ocasiona redução na evapotranspiração máxima da cultura (Doorenbos e Kassam, 1979), reduzindo também a absorção de nutrientes, além de outros processos componentes do acúmulo de fitomassa.

O objetivo do presente trabalho foi, conforme fizeram Gosse et al. (1976), Gustavsson et al. (1995) e Duru et al. (2000), determinar a relação de dependência entre o acúmulo de forragem (fitomassa seca de parte aérea) de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) cv. Florico,

* Professor Associado, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

** Eng. Agrônomo, M.Sc. Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

*** Professor Associado, Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

^ψ Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria-RS.

^φ Professor Doutor, Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

durante um ciclo de rebrotação no verão (sem déficit hídrico), e a quantidade de energia solar (PAR) acumulada no período, visando ajustar um modelo logístico capaz de simular a produtividade de forragem em cenários variados, desde que não haja restrições sérias na disponibilidade de fatores de crescimento.

Material e métodos

Foi utilizado o banco de dados gerado por Castro (1997) em Piracicaba, SP, Brasil (22° 42' S, 47° 38' W, 540 m alt.), em uma pastagem homogênea, uniforme e bem estabelecida em termos de população de plantas de grama estrela (*C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) cv. Florico, cultivada em um Nitossolo eutrófico típico de alta fertilidade. Ao longo de um ciclo de crescimento a partir de um corte de igualação foram realizados sete amostragens, caracterizando a massa de forragem em 1 m² a 3 cm acima da superfície do solo (quatro amostras por data de amostragem). As datas de amostragem seguiram intervalos de 10 dias (Tabela 1), de 06/Jan a 05/Mar/1997. No período considerado, utilizou-se uma adubação de 400 kg/ha da fórmula comercial 20-00-20 (N - P₂O₅ - K₂O), consistindo, portanto, um suprimento adequado de nitrogênio e potássio. A cada data, a média das quatro amostras de massa de forragem foi considerada a produtividade observada.

Além da obtenção dos dados de produtividade observada (P_o), foram coletados os dados de radiação solar global incidente

(Q_g) e das número de horas de brilho solar (n) da Estação Meteorológica da ESALQ, USP, localizada a 1000 m da área experimental. De posse dos valores do número máximo de horas de brilho solar (n) e do fotoperíodo (N), o qual é função do dia Juliano e da latitude local, pode-se obter a razão de insolação (n/N), a qual representa a fração realmente iluminada do comprimento máximo do dia.

A massa de forragem média em cada data de amostragem foi modelada contra a PAR acumulada até a respectiva data. A quantidade de PAR acumulada a qual foi estimada através da equação proposta por Assunção (1994):

$$PAR_{AC} = C \cdot \overline{Qg} \cdot \left(0.5 - 0.1 \cdot \frac{n}{N} \right) \quad (1)$$

em que PAR_{AC} se refere à PAR (MJ/m²) acumulada entre duas datas; C ao número de dias existentes neste período; \overline{Qg} à radiação solar global incidente (MJ/m²/dia) média de cada período; e n/N a razão de insolação média do período (dimensional).

Resultados e discussão

Os dados foram tabulados conforme os totais acumulados por decêndio com início em 6 Jan 1997 (Tabela 1). Para cada data, além da quantificação da fitomassa seca de parte aérea foram tabulados a radiação solar global média, a razão de insolação (valores médios diários de cada período de C dias, obtidos do

Tabela 1. Valores de radiação solar global média, de razão de insolação, de radiação PAR acumulada e de fitomassa seca de parte aérea observada de grama estrela (*C. nlemfuensis*) cv. Florico em seis datas de amostragem durante um ciclo de crescimento livre iniciado em 6 Jan 1997.

Amostragem	Data (início em 6 Jan)	P_o (kg MS/ha)	C (dias)	\overline{Qg} (MJ/m ² /dia)	n/N	PAR_{AC} (MJ/m ² /ciclo)
1	25 Jan	1534	20	14.79	0.32	138.43
2	4 Fev	3602	30	14.71	0.4	203.00
3	14 Fev	5433	40	15.51	0.6	272.98
4	24 Fev	7700	50	15.67	0.6	344.74
5	5 Mar	9229	60	16.01	0.7	413.06
6	15 Mar	10987	70	18.43	0.65	561.19

posto meteorológico da ESALQ/USP), assim como os valores calculados de de PAR_{AC} . Um modelo logístico (Figura 1) foi ajustado para descrever a relação funcional entre a produtividade potencial (P) e o acúmulo de radiação PAR (PAR_{AC}) calculado:

$$P = \frac{a}{1 + e^{\frac{b - PAR_{AC}}{c}}} \quad (2)$$

em que P se refere à massa de forragem de grama estrela cv. Florico potencialmente acumulada até um ponto do ciclo de rebrotação; à radiação solar PAR média acumulada no mesmo período (MJ/m^2); e, aos parâmetros gerados empiricamente pela análise de regressão, equivalentes a 11342.636; 279.73147 e 86.527541, respectivamente.

Além dos três parâmetros serem significativos ($P < 0.05$), eles delimitam um intervalo de confiança onde não está compreendido o valor zero (0), o que

estatisticamente torna o modelo sigmóide válido para descrever a relação entre acúmulo de PAR e de fitomassa seca da parte aérea acima de 3 cm (Figura 1).

O modelo proposto foi capaz de prever a produtividade da grama estrela cv. Florico com boa aproximação (Tabela 2) em função do bom ajuste ($R^2 = 0.9918$) da produtividade com variável independente (PAR acumulada).

Confrontando-se os valores observados de produtividades de parte aérea de *C. nlemfuensis* L. cv. Florico obtidos por Castro (1997) com aqueles estimados pelo modelo proposto (equação 2), verifica-se que há uma boa correspondência entre os mesmos, o que expressa a robustez do modelo (Figura 2). Valores preditos e observados apresentaram boa correlação (Tabela 2).

Devido ao fato de ser a temperatura um fator ambiental altamente influente na produtividade de fitomassa das culturas, especula-se que modelos mais complexos que

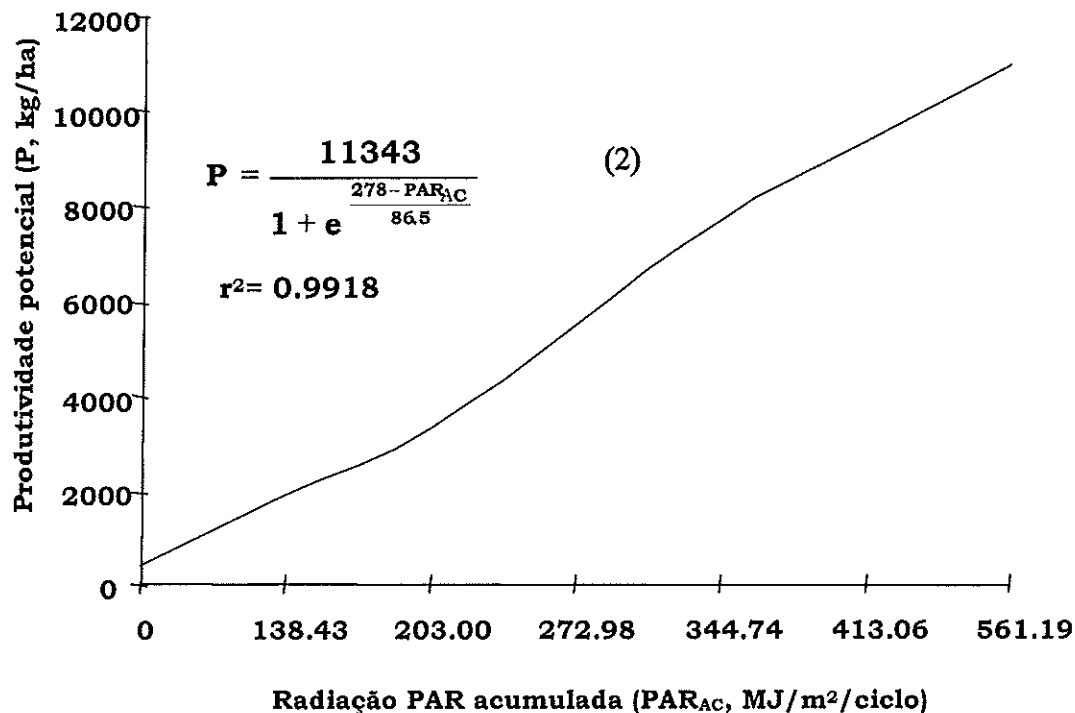


Figura 1. Relação de dependência entre a produtividade de fitomassa seca de parte aérea de grama estrela (P , $kg \cdot ha^{-1}$) e a radiação solar PAR disponível no período ($\Sigma \overline{Q_{PAR}}$, $MJ \cdot m^{-2} \cdot ciclo^{-1}$).

Tabela 2. Comparação entre os valores observados (Castro, 1997) de produtividade (P_o , kg/ha) com os de produtividade estimada (P_e , kg/ha) pelo modelo (Equação 2).

P_o (kg/ha)	P_e (kg/ha)
1534	1853.6545
3602	3309.4252
5433	5450.0418
7700	7706.9001
9229	9341.6726
10987	10920.415

incluíssem também o efeito da temperatura sobre a resposta produtiva seriam mais poderosos como preditores da produtividade potencial, conforme proposto por Dourado Neto et al. (2004). Desta forma, o modelo se aplica bem à estimação da produtividade potencial de grama estrela principalmente em condições não restritivas também de temperatura (entre 15 e 35 °C), já que essa conversão da luz solar em biomassa vegetal seria realizada de maneira mais eficaz, nestas condições.

Atualmente, técnicas computacionais permitem desenvolver softwares capazes de simular, de forma estocástica, produtividades potenciais com base em diversas variáveis de entrada, sem, no entanto que a complexidade seja aumentada significativamente (Dourado Neto et al., 2004). Vale ressaltar ainda, a importância de se avaliar o modelo com dados de locais que disponham de mensurações de radiação solar global incidente, bem como onde a produtividade tenha sido aferida em condições ótimas de crescimento da planta forrageira (em termos de suprimento hídrico, de nutrientes, e de densidade populacional de perfilhos).

A versatilidade do modelo poderá requerer ajustes de parametrização para uso sob outras condições, embora sua utilidade potencial seja evidente tanto para o planejamento da produção de forragem e orçamento forrageiro na propriedade pecuária, bem como para compor programas mais complexos de gerenciamento que incluam a necessidade de se estimar a produtividade das pastagens em condições favoráveis de crescimento.

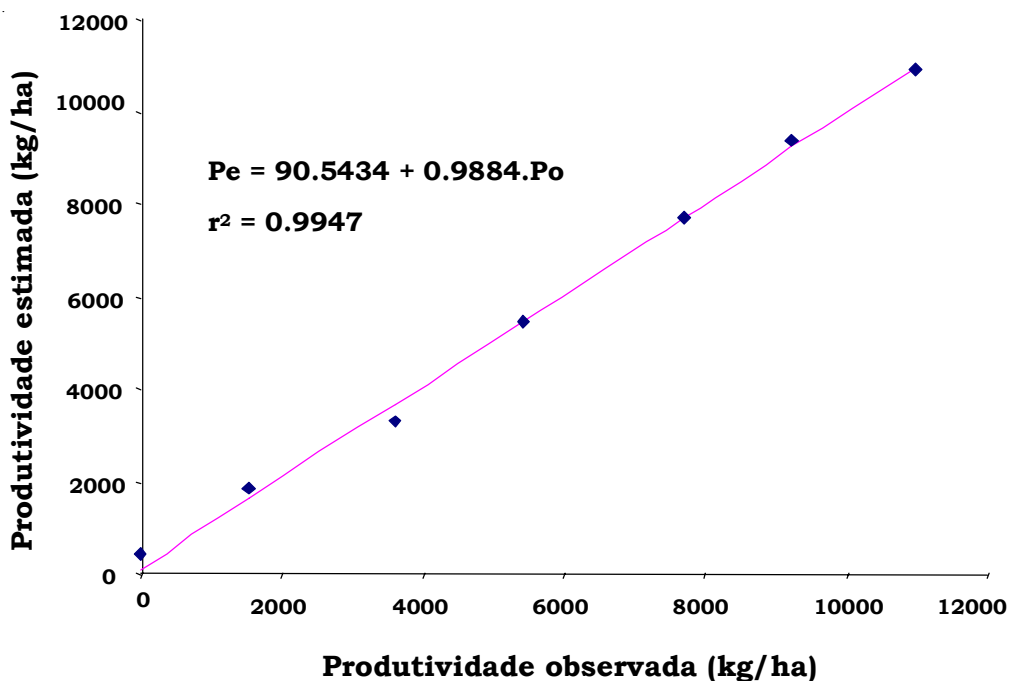


Figura 2. Correlação entre os valores observados por Castro (1997) e os valores estimados pelo modelo proposto.

Conclusão

O modelo simples proposto foi eficaz na estimativa da produtividade da grama estrela, podendo ser utilizado em previsões, desde que se conheça a disponibilidade de radiação solar fotossinteticamente ativa do local de interesse. Ao modelo proposto, podem-se agregar diversos outros, como um modelo de balanço hídrico visando obter a estimativa do produtividade de parte aérea de grama estrela, bem como modelos de resposta à adubação nitrogenada e/ou outros atributos relacionados à fertilidade do solo.

Resumen

La relación existente entre la energía del medio ambiente y el desarrollo de las pasturas es esencial en la construcción de modelos para la estimación de la productividad de estas últimas, lo que permite economías de tiempo y trabajo. Se sabe que la producción de biomasa depende de la temperatura promedio diaria del aire y de la radiación solar fotosintéticamente activa (radiación PAR). Mediante la técnica de modelamiento y tomando los resultados de las investigaciones en campo realizadas por varios autores con *Cynodon nlemfuensis* cv. Florico en la región de Piracicaba, Brasil, con

el modelo:
$$P = \frac{a}{1 + e^{\frac{b - PAR_{AC}}{c}}}$$
 donde, P es el

potencial de producción (kg/ha); PAR_{AC} es el efecto promedio de la PAR (MJ/m²) sobre el rebrote de la planta; a , b , c son los parámetros empíricos de del análisis de regresión, se encontró una alta correlación ($r^2 = 0.9918$) entre los valores de PAR calculados a partir de los datos de clima local y la producción potencial de biomasa aérea de *C. nlemfuensis* cv. Florico.

Summary

The relationship existing between atmospheric energy and pasture development is

key in the building of models to estimate pasture productivity, saving both time and work. Biomass production is known to depend on the daily average temperature of air and on photosynthetically active solar radiation (PAR radiation). The modeling technique and results of field research carried out by several authors with *Cynodon nlemfuensis* cv. Florico in Brazil's Piracicaba region, with the

model, indicated a high

correlation ($r^2 = 0.9918$) between PAR values calculated on the basis of local climate data and potential aerial biomass production of *C. nlemfuensis* cv. Florico. In the model used, P represents the production potential (kg/ha); PAR_{AC} is the average PAR effect (MJ/m²) on plant regrowth; and a , b , c are the empirical parameters of regression analysis.

Referências

- Assunção, H.F. 1994. Relações entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global em Piracicaba (SP). Piracicaba, 1994. Dissertação Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 58 p.
- Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using degree.day units. *Europ. J. Agron.* 13:1-10.
- Castro, F. G. 1997. Efeito da idade de corte sobre a produção, composição química-bromatológica, digestibilidade in vitro da matéria seca e da matéria orgânica e conteúdo ácido cianídrico de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico. Piracicaba. 1997. Dissertação Mestrado, 128p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Doorenbos, J. e Kassam, A. H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma. FAO, Riego y Drenaje no. 33. 212 p.

- Dourado Neto, D.; Detomini, E. R.; e Manfron, P. A. 2004. Programa computacional PPBB_MX: Produtividade potencial de *Brachiaria brizantha*, variedades cultivadas Marandu e Xaraés - v.1. Piracicaba: USP/ESALQ-LPV (Manual do usuário). 80 p.
- Duru, M.; Ducrocq, H.; Fabre, C.; e Feullera, C. E. 2002. Modeling net herbage accumulation of na orchardgrass sward. Agron. J. 94:1244-1256.
- Gosse, G.; Chartier, M.; Bonhomme, R.; Allirand, M.; e Lemaire, G. 1986. Maximum solar radiation intercepted by a canopy. Agronomie 6:47-56.
- Gustavsson, A. M.; Angus, J. F.; e Torssel, B. W. 1995. An integrated model for growth and nutritional values of timothy. Agric. Syst. 47:73-92.
- Heemst, H. D. van. 1986. Physiological principles. En: Keulen, H. e Wolf, J. Modelling of agricultural production: Weather soils and crops. Wageningen, Pudoc. 1986. p. 13-26.
- Villa Nova, N. A.; Santiago, A.V.; e Rezende, F.C. 2001. Energia Solar. Aspectos fisicos de captura pela biomassa. Piracicaba: LCE - ESALQ/USP. 20 p.

Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia

N. Narváez* y C. E. Lascano**

Introducción

En los últimos años ha existido interés en muchas regiones del trópico por identificar especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para la alimentación de rumiantes. En gran medida este interés ha surgido de la necesidad de seleccionar especies como fuente de forraje de buena calidad para períodos prolongados de sequía que, como se sabe, tienen efectos adversos en producción animal en muchas zonas tropicales. Existen evidencias que con el uso del forraje de árboles se pueden reducir los costos de producción de rumiantes en zonas tropicales (Devendra, 1988). Sin embargo, las especies que han recibido mayor atención son leguminosas que mantienen su productividad bajo cortes frecuentes y que tienen buen valor nutritivo, o son relativamente bien consumidas por los animales (Ivory, 1989). En Africa (Le Houerou, 1980), Australia (Turnbull, 1986; 1987), India (Tejwani, 1988), Indonesia (Soedomo et al., 1986), Nepal (Sapkota, 1988) y Tailandia (Topark-Ngarm y Gutteridge, 1986) se ha identificado un amplio rango de especies arbóreas, entre leguminosas y no leguminosas, con potencial para ser usadas en la alimentación animal. Sin embargo, los factores nutricionales que afectan la utilidad

de árboles y arbustos forrajeros se han estudiado en relativamente pocas especies.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química y la digestibilidad de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas seleccionadas en el Valle del Cauca, Colombia, e identificar su potencial como forrajeras para la alimentación de rumiantes.

Materiales y métodos

Localización, clima y suelo

El trabajo se realizó con especies arbóreas colectadas en el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), localizado en la parte plana del Departamento del Valle del Cauca, a 965 m.s.n.m. en el ecosistema de Bosque Seco Tropical (Bs-T), con 24°C de temperatura promedio y una precipitación de 900 mm, caracterizado por Vertisoles de alta fertilidad y pH = 6.5.

Material arbóreo

Durante la época de máxima precipitación fueron recolectadas hojas jóvenes (terminales) y maduras (con pecíolo) de las especies de árboles leguminosos: *Gliricida sepium*, *Erithryna fusca*, *Clitoria fairchildiana*, *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*, *Samanea saman*, *Cassia siamea*, *Cesalpineia pelthosperoides*, *Cassia nodosa* y *Delonix regia*; y los árboles no-leguminosos: *Guazuma ulmifolia*, *Trichantera gigantea*, *Cordia alliodora* e *Hibiscus rosasinensis*. De cada especie fueron

* University of California, Animal Science Department, Davis, California, 95616.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa Forrajes Tropicales. P.O. Box 6713, Cali, Colombia. c.lascano@cgiar.org

seleccionados cuatro árboles y las muestras recolectadas fueron congeladas hasta el momento de secado por liofilización y siguiente paso a través de un tamiz de 1 mm y conservación en un ambiente oscuro hasta el momento del respectivo análisis químico.

Análisis químico

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) se estimó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963), que involucra un período de incubación inicial de 48 h con microorganismos del rumen en un medio buffer y una segunda digestión con pepsina. El licor ruminal utilizado en esta prueba provenía de un animal Brahman fistulado que pastaba en estrella (*Cynodon nlemfuensis*). La determinación del contenido de proteína cruda (PC = N x 6.25) y minerales (calcio y fósforo) se hizo utilizando 0.2 g de muestra, siguiendo la metodología utilizada por la AOAC (1990). Las fibras neutra (FND) y ácida detergente (FAD) fueron determinadas por separado utilizando la técnica de Van Soest et al. (1991).

Los taninos condensados (TC) se determinaron usando una modificación al método propuesto por Terril et al. (1992). Los TC solubles se extrajeron utilizando muestras (10 mg) por duplicado con una mezcla de 2.5 ml de acetona acuosa (70%), ácido ascórbico (0.1%) y 2.5 ml de dietil éter en tubos de ensayo que se agitaron en vortex por 2 min. En este caso, la fase superior con acetona y dietil éter fue descartada, repitiendo la extracción una vez más. Las trazas del solvente en la fase acuosa fueron eliminadas usando un baño maría a 35 °C, un concentrador de muestras y un compresor de aire. El extracto fue llevado a un volumen de 5 ml con agua destilada y centrifugado a 3000 rpm por 10 min. Después de la centrifugación, el pelet fue separado de la fase acuosa y el remanente de solución extractora fue secado en horno a 35 °C durante 20 min. A partir del extracto se tomaron alícuotas de 0.5 ml que se mezclaron con 3 ml de butanol/HCl (5%). Después de una agitación previa, la mezcla se colocó en un baño maría a 95 °C durante 70 min. Los

TC insolubles o ligados al residuo fueron determinados por adición de 0.7 ml de agua, 4.2 ml de Butanol/HCl (5%), seguido por agitación e hidrólisis a 95 °C durante 70 min. Para la cuantificación de TC solubles e insolubles se utilizaron muestras blanco con Butanol/agua (5%). En ambos casos, las muestras fueron enfriadas antes de leer su absorción atómica a 550 nm en un espectrofotómetro Milton Roy-Spectronic 601.

Para generar las correspondientes curvas estándar se utilizaron los TC purificados de cada especie. Para la purificación, los TC se extractaron con una solución acuosa de acetona al 70% y ácido ascórbico al 0.1% y posteriormente, purificados en una columna con Sephadex LH-20. Para crear la curva estándar se hicieron reaccionar por triplicado alícuotas de 0.5 ml de concentraciones conocidas de taninos purificados con 3 ml de Butanol/HCl (5%).

El grado de reactividad o astringencia de los taninos solubles se determinó según el método de difusión radial propuesto por Hagerman (1987) y modificado por Lareo et al. (1990). Para este ensayo, se extrajeron 100 mg de muestra molida con 5 ml de la misma solución de acetona acuosa anteriormente mencionada con agitación constante durante 70 min. Se hicieron reaccionar alícuotas de 8 μ l del extracto con 9.5 ml de gel que contenía una mezcla de agarosa (1%) y albúmina de suero bovino fracción V (BSA) (0.1%) en una solución bufer de ácido acético (0.3%) y ácido ascórbico (0.1%) ajustada a un pH = 5.0 con NaOH. La cantidad de taninos activos presentes en la solución que reaccionaron con BSA fue determinada por medición del anillo formado en el medio y, la cantidad de proteína precipitada (mg) se determinó por la fórmula: Volumen (ml) x concentración de proteína (mg/ml)/peso de la muestra en alícuota.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron utilizando un diseño completamente al azar con dos factores que definían los tratamientos: especie y madurez de la hoja. En los análisis

se incluyeron cuatro repeticiones por especie, con el árbol como la unidad experimental. Se calculó el grado de correlación entre los contenidos de, FND y FAD, TC, solubles e insolubles y el porcentaje DIVMS. Las diferencias entre medias se determinaron por la diferencia mínima significativa (DMS) (SAS, 1990).

Resultados

Composición química de leguminosas

Los resultados mostraron una alta variabilidad ($P < 0.01$) en la calidad debido a especie y estado de madurez de las hojas (Cuadros 1 y 2). Entre las especies de leguminosas, *L. leucocephala* sobresalió por su alta calidad. No obstante su relativo alto contenido de taninos totales (6.8%) presentó los mayores porcentajes promedio de DIVMS y PC (69% y 31%) y los menores contenidos de FND (19%) y FAD (13%) promedio. En general, y como era de esperar, en las hojas maduras

se observó un menor contenido de PC, una mayor concentración de fibra (FND y FAD) y una menor DIVMS, que en las inmaduras. Una excepción fue *C. pelthosperoides*, en la cual los valores de DIVMS (36% y 36%), PC (8.7% y 8.8%) y FAD (30% y 30.5%) fueron similares en hojas jóvenes y maduras, respectivamente. El contenido de PC varió entre 9% y 36% en hojas inmaduras y entre 9% y 26% en hojas maduras. También se encontró una amplia variación en DIVMS de hojas jóvenes, con un rango entre 36% y 73%, y en hojas maduras con un rango entre 35% y 68%.

El contenido de fibra también fue variable entre especies y estados de madurez. Por ejemplo, la FND en hojas jóvenes varió entre 16% en *L. leucocephala* y 45% en *C. pelthosperoides*, mientras que el contenido de FAD varió entre 10% en *L. leucocephala* y 31% en *C. fairchildiana*. Por otra parte, la concentración de TC totales

Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo en hojas jóvenes y maduras de algunas especies leguminosas arbustivas que crecen en el Valle del Cauca (Colombia).

Especie	No.	Estado	Composición química (%)					DIVMS (%)
			PC	FND	FAD	Ca	P	
<i>L. leucocephala</i>	3	Joven	35.9	15.7	10.3	0.33	0.45	73.4
	3	Madura	25.8	22.3	16.2	1.43	0.20	65.0
<i>C. calothyrsus</i>	4	Joven	19.5	27.2	20.5	0.60	0.14	38.0
	4	Madura	15.6	29.5	26.0	0.78	0.13	25.1
<i>S. saman</i>	4	Joven	30.9	33.8	25.4	0.22	0.36	58.1
	4	Madura	22.6	47.5	36.9	0.44	0.20	41.1
<i>P. juliflora</i>	4	Joven	23.7	43.3	23.3	0.77	0.33	54.6
	4	Madura	19.9	53.4	25.2	1.80	0.18	54.5
<i>G. sepium</i>	4	Joven	26.8	37.2	16.4	0.40	0.40	68.9
	4	Madura	21.5	43.1	18.6	0.93	0.20	68.1
<i>E. fusca</i>	4	Joven	21.4	39.8	29.2	0.38	0.30	59.0
	4	Madura	20.0	55.7	38.9	0.80	0.20	48.6
<i>C. fairchildiana</i>	4	Joven	18.0	41.1	31.0	0.32	0.28	35.9
	4	Madura	14.5	50.4	37.5	0.92	0.15	35.0
<i>C. siamea</i>	4	Joven	15.5	30.8	16.9	0.80	0.26	78.0
	4	Madura	15.1	37.5	24.7	2.50	0.18	57.8
<i>C. nodossa</i>	4	Joven	15.3	19.1	16.7	0.56	0.26	54.0
	4	Madura	14.7	26.1	21.6	1.72	0.16	48.8
<i>D. regia</i>	4	Joven	21.2	16.1	15.5	0.23	0.27	42.0
	4	Madura	16.8	28.0	17.8	0.99	0.14	40.1
<i>C. pelthosporoides</i>	4	Joven	8.7	45.2	30.0	1.00	0.24	36.4
	4	Madura	8.8	48.2	30.5	1.85	0.21	36.3
Fuente de Variación			Nivel de significancia					
especie			0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
estado			0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
estado x especie			0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

PC = Proteína cruda; FND = Fibra neutra detergente; FAD = Fibra ácida detergente; Ca = Calcio; P = Fósforo; DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca (Tilley and Terry, 1963).

Cuadro 2. Contenido de taninos condensados solubles, insolubles y astringencia en hojas jóvenes y maduras de algunas especies arbóreas leguminosas que crecen en el Valle del Cauca (Colombia).

Especie	Estado	Taninos condensados y reactividad (%)			
		TCS ¹	TCI ²	TCT ³	AST ⁴
<i>C. fairchildiana</i>	Jóven	13.7	7.7	21.4	8.4
	Madura	8.9	5.1	14.0	4.2
<i>L. leucocephala</i>	Jóven	4.3	2.5	6.8	4.2
	Madura	4.5	2.2	6.7	3.9
<i>C. calothyrsus</i>	Jóven	18.3	5.0	23.2	19.1
	Madura	17.4	5.3	22.7	15.2
<i>C. pelthosperoides</i>	Jóven	8.6	3.8	12.4	43.2
	Madura	7.8	2.8	10.6	27.5
<i>C. nodosa</i>	Jóven	26.9	6.4	33.3	24.6
	Madura	14.5	4.7	19.2	12.7
<i>D. regia</i>	Jóven	29.3	6.4	35.7	20.6
	Madura	30.4	4.9	35.3	16.5
Fuente de Variación		Nivel de significancia			
especie		0.01	0.01	0.01	
estado		0.01	0.01	0.01	
Estado x especie		0.01	0.05	0.01	

1. TCS = Taninos condensados solubles; 2. TCI = Taninos condensados insolubles; 3. TCT = Taninos condensados totales; 4. AST= Astringencia o grado de reactividad.

varió desde 0% en hojas jóvenes y maduras de *S. saman*, *P. juliflora*, *G. sepium*, *E. fusca* y *C. siamea* hasta 36% en hojas maduras de *D. regia*. El contenido de TC totales disminuyó con la madurez de las hojas, excepto en *D. regia*, que no presentó un efecto de madurez. El grado de reactividad de los taninos condensados fue mayor en hojas jóvenes con rangos entre 4% y 43% y entre 4% y 27% en hojas maduras. Las hojas de *L. leucocephala* presentaron el menor grado de reactividad

tanto en hojas jóvenes (4.24%) como maduras (3.90%).

El contenido de minerales varió según la especie y estado de madurez de la hoja. En general, los contenidos de Ca en hojas jóvenes variaron entre 0.22% y 1.0% y los de P entre 0.14% a 0.45%, mientras que las hojas maduras presentaron valores entre 0.44% y 2.5% para Ca y entre 0.13% y 0.21% para P. El contenido de Ca fue mayor en las hojas maduras de todas las especies leguminosas en estudio, por el contrario, el contenido de P disminuyó con la madurez de las hojas.

Composición química de especies no leguminosa

Tanto el contenido de PC como la DIVMS disminuyeron, mientras que la FND y FAD incrementaron con la edad de la planta (Cuadro 3).

En estas especies el contenido de PC varió entre 13% en hojas maduras de *H. rosasinensis* y 22% en hojas jóvenes de *T. gigantea*, mientras que el mayor contenido de FND (58% - 52%) y FAD (35 - 34%) se encontró en hojas jóvenes y maduras de *G. ulmifolia*. La especie *H. rosasinensis* presentó mayor DIVMS tanto en hojas jóvenes (83%) como maduras (77%), mientras que *G. ulmifolia* presentó la menor DIVMS en hojas jóvenes (43%) y maduras (42%).

Cuadro 3. Composición química y valor nutritivo en hojas jóvenes y maduras de algunas especies arbóreas no-leguminosas que crecen en el Valle del Cauca (Colombia).

Especie	No.	Estado	Composición química (%)					DIVMS (%)
			PC	FND	FAD	Ca	P	
<i>G. ulmifolia</i>	4	Joven	17.3	58.1	35.3	0.94	0.25	43.4
	4	Madura	13.1	51.6	34.8	2.56	0.19	42.2
<i>H. rosasinensis</i>	3	Joven	13.8	36.3	17.9	1.06	0.44	82.6
	3	Madura	12.9	45.1	19.8	2.17	0.55	77.4
<i>C. alliodora</i>	4	Joven	17.3	49.2	21.0	2.15	0.36	50.5
	4	Madura	13.4	45.9	28.2	5.53	0.36	48.7
<i>T. gigantea</i>	4	Joven	22.1	36.6	17.4	4.14	0.39	65.7
	4	Madura	14.8	38.6	19.8	6.27	0.23	63.7
Fuente de Variación		Nivel de significancia						
especie		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
estado		0.01	ns	0.01	0.01	ns	ns	
estado x especie		ns	0.01	0.05	ns	ns	ns	

PC = Proteína cruda; FND = Fibra neutra detergente; FAD = Fibra ácida detergente; Ca = Calcio; P = Fósforo; DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia seca.

El contenido de Ca incrementó con la madurez de las hojas en todas las especies, con un rango entre 2.2% y 6.3%. El contenido de P varió entre 0.25% y 0.44% en hojas jóvenes y entre 0.29% y 0.55% en hojas maduras.

Relación entre la composición química y la DIVMS

En hojas de leguminosas y no-leguminosas arbóreas se establecieron correlaciones entre los contenidos de FND, FAD y TC solubles e insolubles y la DIVMS (Cuadro 4). Para el análisis de correlación se utilizaron los valores promedio de DIVMS y los constituyentes químicos de cuatro repeticiones para cada estado de maduración de las hojas.

En general se observó que en ambos grupos de árboles (leguminosas y no-leguminosas) las fracciones de composición química utilizadas en el análisis explican una pequeña proporción (30%) de la variabilidad encontrada en DIVMS. En leguminosas el contenido de FND, FAD y los TC presentaron, como era de esperar, una relación negativa con la DIVMS, ocurriendo la mayor relación con la fracción de FAD ($r = -0.56$).

En el grupo de especies arbóreas no-leguminosas, al igual que para leguminosas, la FAD fue el constituyente químico que más se asoció con la DIVMS ($r = -0.82$), aún cuando sólo explica el 62% de la variabilidad en digestibilidad de este grupo de especies.

Cuadro 4. Correlación entre componentes químicos y digestibilidad in vitro en hojas de árboles de especies leguminosas y no leguminosas.

DIVMS ₁	FND ₂	FAD ₃	TCT ₄
Leguminosas	-0.22	-0.56	-0.40
No-leguminosas	-0.77	-0.82	—

1. DIVMS = Digestibilidad in vitro de la materia;

2. FND = Fibra neutra detergente;

3. FAD = Fibra ácida detergente;

4. TCS = Taninos condensados totales.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran una gran variabilidad en los componentes nutritivos de especies arbóreas tanto leguminosas como no-leguminosas debido a diferencias entre especies y estado de maduración. Tanto *L. leucocephala* como *G. sepium* fueron las leguminosas con los mayores niveles de digestibilidad y proteína y con los más bajos contenidos de fibra. Sobresalieron también especies como *P. juliflora* y *C. siamea* por su alta digestibilidad y contenido de proteína. Sin embargo, es necesario mencionar que en este grupo, *C. siamea* se encuentra dentro de las especies que no fijan nitrógeno y que *L. leucocephala* y *G. sepium* son especies no adaptadas a suelos ácidos de baja fertilidad (Perdomo, 1991).

Otras leguminosas como *C. fairchildiana*, *C. calothyrsus*, y *C. pelthosporoides* presentaron un bajo contenido de PC, alto contenido de fibra y taninos, lo cual estuvo asociado con una muy baja digestibilidad. En contraste, *G. sepium*, *C. siamea*, *P. juliflora* presentaron un bajo contenido de FAD, ausencia de TC y una alta DIVMS. Por otra parte, *C. nodossa* y *D. regia*, a pesar de tener un muy bajo contenido de fibra, presentaron una digestibilidad bastante baja, lo cual posiblemente esté asociado con su alto contenido de TC. En Australia, Forwood y Owensby (1985) encontraron que la digestibilidad del forraje de especies arbóreas varía en función de la presencia o ausencia de taninos en el follaje.

Es importante resaltar que la digestibilidad de especies no-leguminosa (58%) fue mayor a la obtenida en leguminosas (50%); no obstante, y como era de esperar, sucedió lo contrario con el contenido de PC, siendo mayor en las leguminosas (19.4%) que en las no-leguminosa (15.7%) (Cuadro 5), lo que coincide con los resultados encontrados por Le Houerou (1980), Soedomo et al. (1986), Little et al. (1989) y Brewbaker (1986). Es evidente que aún en las especies no-leguminosa el contenido de proteína en el

Cuadro 5. Efecto del estado de madurez en la composición química y digestibilidad in vitro de algunas especies arbóreas que crecen en el Valle del Cauca (Colombia).

Especies	Estado	DIVMS ¹	PC ²	FND ³	FAD ⁴	TCT ⁵	Ca ⁶	P ⁷
Leguminosas	Joven	53.95 a*	21.21 a	32.12 b	21.65 b	22.18 a	0.51 b	0.29 a
	Madura	46.90 b	17.56 b	40.58 a	26.96 a	18.20 b	1.28 a	0.17 b
No-leguminosas	Joven	59.08 a	17.87 a	45.66 a	23.26 b	—	2.14 b	0.35 a
	Madura	56.70 a	13.57 b	45.32 a	26.04 a	—	4.26 a	0.32 a

* Promedios con letra distinta dentro de una misma columna no difieren en forma significativa ($P < 0.01$).

1. DIVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia; 2. PC = Proteína cruda; 3. FND = Fibra neutra detergente; 4. FAD = Fibra ácida detergente; 5. TCT = Taninos condensados totales; 6. Ca = Calcio; 7. P = Fósforo.

follaje fue superior que en los forrajes tradicionalmente utilizados en la alimentación animal, superando en más del doble al de la mayoría de las gramíneas tropicales (3% - 10%). Esto está de acuerdo con lo señalado por Benavides (1983) y Rodríguez et al. (1992) y sugiere un gran potencial de estas especies para uso como suplemento alimenticio para rumiantes. Además, los árboles no-leguminosa se caracterizaron por la ausencia de taninos en las hojas.

En el presente estudio se encontró una alta variación en los contenidos de Ca y P de hojas de especies leguminosas y no-leguminosas, lo cual coincide con los resultados obtenidos en Australia por Brewbaker (1986) trabajaron con varias especies utilizadas como alimento en sistemas de corte y acarreo o para ramoneo.

La astringencia de los taninos en especies de leguminosas disminuyó considerablemente con la maduración de la planta, lo cual puede ser explicado por un cambio en la naturaleza química de los fenoles con capacidad para ligar proteína. Lo anterior coincide con los resultados encontrados por Makkar et al. (1991) en estudios sobre la capacidad de los taninos presentes en hojas jóvenes y maduras para precipitar proteína de especies de roble.

Los resultados que muestran que la FAD fue la fracción química que más afectó negativamente la digestibilidad tanto de especies leguminosas ($r = -0.56$) como no leguminosas ($r = -0.82$), no eran previsibles, ya que se esperaba que la concentración de

TC sería la fracción química con mayor efecto negativo sobre la digestibilidad.

Conclusiones

Este estudio se encontró una alta variabilidad en el contenido de nutrientes y digestibilidad de algunas especies arbóreas adaptadas a las condiciones del Valle del Cauca, Colombia, debido tanto a la especie como al grado de maduración de la planta. Las leguminosas arbustivas *L. leucocephala*, *G. Sepium*, *P. juliflora* y *C. siamea* sobresalieron por su alto contenido de proteína y digestibilidad; mientras que entre las no-leguminosas sobresalieron *H. rosasinensis* y *T. gigantea* por su alto valor nutritivo, lo cual estuvo asociado con la ausencia de taninos. Tanto en especies leguminosas como no-leguminosas el nivel de FAD fue la fracción química más relacionada con digestibilidad, lo cual indica que es un parámetro clave en la evaluación de especies arbóreas como suplemento para rumiantes.

Summary

In a study to define the potential of different tree species as a source of feed for ruminant animals, immature and mature leaves were collected from 11 leguminous trees (*Gliricida sepium*, *Erithryna fusca*, *Clitoria fairchildiana*, *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*, *Samanea saman*, *Cassia siamea*, *Cesalpineia pelthosperoides*, *Cassia nodossa* and *Delonix regia*) and four non-leguminous trees (*Guazuma ulmifolia*, *Trichantera gigantea*, *Cordia alliodora* e *Hibiscus rosasinensis*), grown in the Cauca Valley (Colombia) during the wet season. The

chemical composition (crude protein-CP, neutral detergent fiber-NDF, acid detergent fiber-ADF, condensed tannins-CT, and astringency) and in vitro digestibility (IVDMD) of forage was determined in freeze-dried samples. Quality parameters varied greatly among the different species and maturity. In general, mature leaves had lower CP content, higher fiber content and also lower IVDMD compared with immature leaves. As the best legumes were found *L. leucocephala*, *G. sepium*, *C. siamea* and *P. juliflora* with IVDMD ranged from 55 to 69% and CP contents from 15 to 31%. Species with high concentration of CT such as *C. fairchildiana*, *C. calothyrsus*, *C. pelthosperoides*, *C. nodossa* and *D. regia* were characterized by the lowest IVDMD (range 32 to 51%). Non-leguminous such as *H. rosasinensis* y *T. gigantea* had the highest IVDMD (65 and 80%). *T. gigantea* presented the highest CP content (18.5%), whereas, *G. ulmifolia* had the highest NDF (55%) and ADF (35%) contents. The IVDMD in leguminous and non-leguminous species was associated to ADF content ($r=-0.56$ and -0.82 , respectively). The CT content, a fraction commonly associated with low IVDMD in legumes, explained only the 16% of its variability.

Referencias

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
- Benavides, J. E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: Babbar, L. (comp.). Curso Intensivo Agroforestal. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 11p.
- Brewbaker, J. L. 1986. Leguminous trees and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. En: G. J. Blair, D. A. Ivory and T. R. Evans (eds.). Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. Proceedings of an International Workshop held at Cisarua, Indonesia, ACIAR. p. 43.
- Devendra, C. 1988. Forage supplements: nutritional significance and utilization for draught, meat and milk production in buffaloes. En: Proceedings of the 2nd World Buffalo Congress. Vol. 2. New Delhi, India. Indian Council Agric. Res. p. 409-423.
- Forwood, H. R. and Owensby, C. E. 1985. Nutritive value of tree leaves in the kanas flint statice. J. Range Manage. 38:61-64.
- Hagerman, A.E. 1987. Radial diffusion method for determining tannins in plants extracts. J. Chem. Ecol. 13:437-449.
- Ivory, D. A. 1989. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. En: Devendra, C. (ed.). Shrub and tree fodders for farm animals. Denpasar, Indonesia. Proceedings of a workshop. Ottawa, Canada. IDRC. p. 22-40.
- Lareo, L. R.; Barona, E.; and Sarria, A. 1990. Radial difussion as a screening method for tannin-protein binding capacity in foods and feeds. Proceedings XV International Conference of the Group Polyphenols. JIEP'90. University Louis Pasteur, Strasbourg, France. July 9-11. p. 248-252.
- Le Houèrou, H. N. 1980. Browse in Northern Africa. En: Le Houerou, H.N. (ed.). Browse in Africa selbstverlag. Addis Ababa, Ethiopia. International Livestock Centre for Africa. p. 261-297.
- Little, D. A.; Supriati, K.; and Petheram, R. J. 1989. Mineral composition of indonesian forages. Trinidad. Tropical Agriculture 66:33-37.
- Makkar, H. P.; Dawra, R. K.; and Singh, B. 1991. Tannin levels in leaves of some oak species at different stages of maturity. J. Sci. Food Agric. 54:513-519.

- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Trabajo dirigido de grado en Zootécnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.
- Rodríguez, C.; Quiñones, J.; y Vargas, H. 1992. Evaluación de gramíneas de pastoreo en Cuyuta. En: Mejoramiento de sistemas de producción bovina de doble propósito en Guatemala. Guatemala. IICA. p. 29-30.
- Sapkota, M. 1988. Multipurpose tree species for small-farm use in Nepal. En: Withington, D.; MacDicken, K. G.; Sastry, C. B.; and Adams, N. R. (eds.). Multipurpose tree species for small-farm use. Proceedings of an International Workshop, 2-5 November, 1988. Pattaya, Thailand. p. 48-52.
- SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide (4th ed.). SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Soedomo, R.; Ginting, P. M.; and Blair, G. J. 1986. Nonleguminous trees and shrubs as forage for ruminants. En: Blair, G. J.; Ivory, D. A.; and Evans, T. R. (eds.). Forages in Southeast Asia and South Pacific agriculture. Proceedings of an International Workshop held at Cisarua, Indonesia, 19-23 August, 1985. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. ACIAR Proceedings no. 12:51-54.
- Tejwani, K. G. 1988. Small farmers, multipurpose trees and research in India. En: Withington, D.; MacDicken, K. G.; Sastry, C. B.; and Adams, N. R. (Eds.). Multipurpose tree species for small-farm use. Proceedings of an International Workshop. 2-5 November, 1988. Pattaya, Thailand. p. 13-25.
- Terrill, T. H.; Rowan, A. M.; Douglas, G. B.; and Barry, T. N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. J. Sci. Food and Agric. 58:321-329.
- Tilley, J. M. and Terry, R. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Br. Gras. Soc. 18:104-111.
- Topark-Ngarm, A. and Gutteridge, R. C. 1986. Forages in Thailand. En: Blair, G. J.; Ivory, D. A.; and Evans, T. R. (eds.). Forages in Southeast Asia and South Pacific agriculture. Proceedings of an international workshop held at Cisarua, Indonesia, 19-23 August, 1985. Australian Center for International Agricultural Research, Canberra, Australia. ACIAR Proceedings no. 12:96-103.
- Turnbull, J. W. 1986. Multipurpose australian trees and shrubs: lesser-known species for fuelwood and agroforestry. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. ACIAR Monograph no. 1. 316 p.
- _____. 1987. Fodder potential of selected australian tree species. Proceedings of an International Workshop, Forestry Training Centre, Gympie, Queensland, Australia, 4-7 August, 1986. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. ACIAR Proceedings no. 16.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.
- Waterman, P. G.; Mbi, C. N.; McKey, D. B.; and Gartlan, J. S. 1980. African rainforest vegetation and rumen microbes: phenolic compounds and nutrients as correlates of digestibility. Oecologia 47:22-33.

Collection of *Arachis* germplasm in Paraguay for forage crop improvement: Phase I

M. J. Williams*, R. Pittman**, E. Pizarro*** and P. J. Caballero ϕ

Introduction

The worldwide economic importance of the peanut or groundnut (*Arachis hypogaeae* L.) has led to extensive germplasm collection and preservation efforts. This work has emphasized collecting material to better understand the complex taxonomy of this genus and that might be useful in plant breeding efforts to improve adaptation, disease resistance, and seed yield. In the past two decades, this genus has come to the attention of agronomists in the tropical and subtropical areas of the world as a source of desirable forage plants. Perennial members of this genus (e.g., *A. glabrata*, *A. pintoii*, *A. repens*, and *A. sylvestris*) are now known to form stable associations with tropical grasses (e.g., *Brachiaria* spp. and *Paspalum* spp.) in wild (Pizarro, 2001) and cultivated (Williams et al., 1991; Pizarro, 2001) situations. These associations have the characteristics of high dry matter (DM) yield, good nutritive value (protein and digestibility), and persistence under grazing.

Rhizoma perennial peanut (*A. glabrata*) was introduced to Florida, USA in the 1930s. Much of the initial evaluation

work of this material for forage production and as a conservation crop was done by the USDA, Soil Conservation Service (now Natural Resources Conservation Service) at their Plant Materials Centers in Arcadia and Brooksville, Florida. Selections 'Arb' (PI 118457) and 'Arblick' (PI 262839) trace back to this program, but their use as forage or conservation species was very limited due to problems with slow establishment and low productivity. It was not until the release of Florigraze (PI 421707) and Arbrook (PI 262817) rhizoma peanut (Prine et al., 1981; 1986) by the University of Florida that this species was commercially accepted. Although still slow to establish (Williams et al., 1997), these cultivars have much higher DM production potential than previously available material. Studies have indicated that these cultivars are adapted throughout much of the Gulf Coast region of the US (French et al., 1994; Venuto et al., 2000) and these cultivars have proved useful for commercial hay production, pasture, creep grazing, and living mulch (French and Prine, 1998). It is now estimated that about 8,000 ha (Quesenberry, 1999) of these cultivars have been planted with the majority occurring in Florida and Georgia. The latest development of the rhizoma peanut germplasm evaluation and selection program the University of Florida is Ecoturf (PI 262840), an *A. glabrata* introduction that is gaining wide spread acceptance as a low maintenance turf or ornamental selection.

Current work is focused on genotypes for wetter sites. Following extensive

* USDA, ARS, Subtropical Agricultural Res. Stn. Brooksville, FL 34601. mjwi@mail.ifas.ufl.edu

** USDA, ARS, Plant Genetic Resource Cons. Unit, Griffin, GA 30223

***Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidad Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.

ϕ Inst. Agronómico Nacional, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Caacupe, Paraguay.

evaluation of essentially all of the previously untested *A. glabrata* collection in the National Plant Germplasm System (NPGS) (Freire et al., 2000), three elite forage lines have been selected and are under regional evaluation for such factors as rate of establishment and spread, compatibility with associated grasses, flooding tolerance, and DM production (M.J. Williams et al., unpublished).

This work clearly demonstrates the importance of perennial *Arachis* for forage, conservation cover, and turf situations in the subtropical US. Significant further progress with *Arachis* in the US as a forage, ornamental, or conservation crop is hindered by lack of adequate tolerance of available germplasm to such factors as high water table and cold temperatures and a need for less photoperiod sensitivity. The relatively limited seed production observed in existing plant introductions precludes the chance of much progress being made by traditional plant breeding.

In 2002, a collection expedition funded through the USDA, Agricultural Research Service, Plant Exchange Office (PEO) and in collaboration with the Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Asunción, Paraguay, was conducted with the emphasis specifically on perennial *Arachis* spp. for forage, ornamental, and turf. In Paraguay, collection in the region from 23 S, 55 W to 23 S, 58 W was emphasized because this area is the least explored (C. Simpson, 2001, personal communication).

Collection procedure

The field expedition was conducted from 8-27 May 2002. The dates of the collection were selected based on the usual end of summer rainy season when plants are most visible and seed, if present, would be available. A database of herbarium and genebank accessions compiled during a USDA/La Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad - Secretaría del Ambiente (DGPCB - SEAM) Inventory of the Wild Crop Relatives of Paraguay contains

over 200 entries of specific locations where wild *Arachis* has been found in Paraguay. This database was used to help target exact locations where germplasm could be collected. Maps made using FloraMap Geographical Information System software (Jones and Gladkov, 1999; Figures 1 - 3) were generated for *A. glabrata* var. *glabrata*, *A. glabrata* var. *hagenbeckii*, and *A. paraguariensis* by the USDA, ARS, PEO using data from the wild crop relative inventory project. These maps are based on climate information (average monthly temperature, rainfall, and diurnal temperature) where each taxon was found and indicate locations with similar environmental descriptors. The dark areas have the climate most similar to that where specimens have been found. Additionally use was made of FloraMaps supplied by Dr. A. Jarvis, Internat. Plant Genetic Res. Institute, Cali, Colombia, that identified priority collection areas based on the specific objective of finding flooding and cold-tolerant germplasm. Within the collection areas, a collection protocol was followed of stopping every 5 km (10 km in areas of high *Arachis* density) or whenever *Arachis* flowers were seen.

Latitude, longitude, and elevation were determined using a Global Positioning System (GPS) at each stop whether *Arachis* was collected or not. When *Arachis* was collected, plants were checked for the presence of seed and suitable vegetative material was collected for herbarium specimens and germplasm preservation. Additionally at each collection site with *Arachis* present, soil samples were taken for determination of pH (Hellige-Truog Soil Reaction/pH Test Kit, Forestry Suppliers, Inc., Jackson, MS, USA) and soil texture (LaMotte Soil Texture Unit, Forestry Suppliers, Inc., Jackson, MS, USA).

The collected germplasm was divided and a portion of each accession was retained by the Paraguayan team member, Ing. Agron. Pedro Juan Caballero of the Ministerio de Agricultura y Ganadería. Subsequent to the germplasm arrival in the USA, portions of the herbarium materials were sent to Dr. A.

Krapovickas, IBONE, Corrientes, Argentina, for taxonomic verification.

Results and discussion

Over 5000 km was covered in nine departments in central and south central Paraguay. Little mature seed was found; seed production may have been delayed due to the severe drought that occurred that previous summer (P.J. Caballero, 2002, personal observation). As a consequence, vegetative material was collected for each accession of the wild *Arachis*. A total of sixty-four accessions of wild and domesticated *Arachis*, representing six described and one undescribed species, were collected (Table 1). Members of the sections Rhizomatosae (*A. glabrata*), members of the sections Erectoides (*A. paraguayensis*), Procombentes (*A. lignosa*), and *Arachis* (*A. hypogaea*, *A. microsperma*) were found. Most of this material is under-represented in the USDA, National Plant Germplasm System.

Although *Arachis* was found at about half of the collection sites (64 accessions out of 123 sites, data not reported), the material was not uniformly distributed throughout the area covered. We traveled extensively through the central and eastern portions of the department of Caaguazú and the northern portions of Guaira and Caazapá. Although this region was predicted to be a priority area for material that had adaptation characteristics of particular interest (e.g., adaptation to cold temperatures) and because of species richness, extensive areas of the native vegetation of the eastern portions of these Departments have been cleared for row crop production and dairy pastures. It is unknown whether failure to find material in this area was because *Arachis* was not originally abundant in the region (see Figures 1-3) or whether it has been destroyed due to recent extensive agricultural development. Also, little material was found in northern and central San Pedro Department and extreme southeastern Concepción Department which has extensive areas of brachiaria grass pastures and field

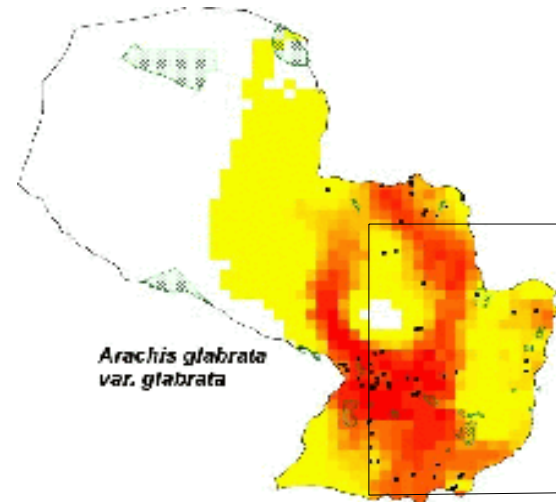


Figure 1. Floramap analysis map for *Arachis glabrata* var. *glabrata* based on USDA/DGPCB - SEAM Inventory of the Wild Crop Relatives of Paraguay. Box outlines approximate collection area.

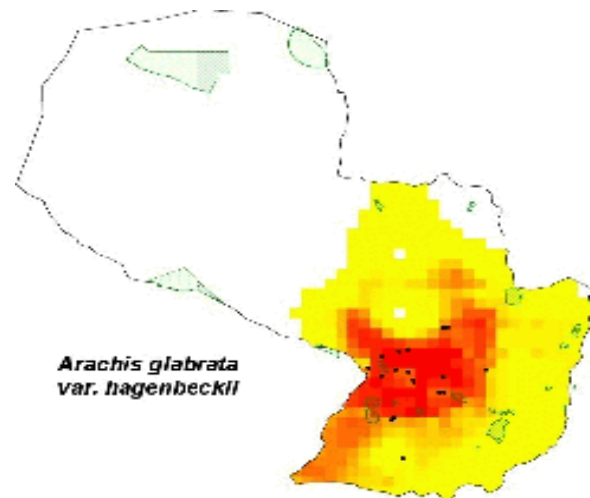


Figure 2. Floramap analysis map for *Arachis glabrata* var. *hagenbeckii* based on USDA/DGPCB - SEAM Inventory of the Wild Crop Relatives of Paraguay.

Table 1. Accessions of wild and domesticated *Arachis*, representing six known species and one undescribed species, collected in Paraguay.

Collection CbWIPmPz ¹ (no.)	Identification	Latitude-S		Longitude W		Altitude (m.a.s.n.)	pH	Texture (%)		
								Sand	Silt	Clay
901	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	25	1.090	55	57.052	361	<5.0	40	15	45
902	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	14.705	55	58.848	326	<5.0	40	15	45
903	<i>A. hypogaea</i> ²	25	28.666	56	0.937	321	-	-	-	-
904	<i>A. hypogaea</i>	25	28.666	56	0.937	321	-	-	-	-
905	<i>A. hypogaea</i>	25	28.666	56	0.937	321	-	-	-	-
906	<i>A. hypogaea</i>	25	28.666	56	0.937	321	-	-	-	-
907	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	0.623	55	49.648	282	-	80	15	5
908	<i>A. hypogaea</i>	25	30.569	56	46.837	150	-	-	-	-
909	<i>A. hypogaea</i>	25	30.569	56	46.837	150	-	-	-	-
910	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	25	27.698	56	53.186	140	4.5-5.0	67	10	23
911	<i>A. repens</i> ³	25	27.348	56	53.758	148	8.0	57	23	20
912	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	27.468	56	55.999	221	6.5	53	12	35
913	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	27.557	56	56.363	231	4.5-5.0	67	13	20
914	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	32.091	57	0.657	232	5.0	73	12	15
915	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	3.127	57	17.506	223	4.5	63	8	29
916	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	26	0.283	57	23.461	123	4.5	73	17	10
917	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	26	0.283	57	23.461	123	5.5-6.0	63	27	10
918	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	0.128	57	23.609	126	5.5	60	33	7
919	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	0.128	57	23.609	126	5.5	60	33	7
921	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	26	43.548	57	17.248	111	5.5	83	5	12
922	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	26	54.754	57	20.142	84	7.0	80	7	13
923	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	26	54.754	57	20.142	84	7.0	80	7	13
924	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	52.312	57	6.634	156	6.0	60	5	35
925	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	15.792	57	0.796	87	5.5	73	20	7
926	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	11.701	56	52.133	129	5.5	67	13	20
927	<i>Arachis</i> sp.	26	11.701	56	52.133	129	5.5	67	13	20
928	<i>Arachis</i> sp.	26	11.701	56	52.133	129	5.0	53	7	40
929	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	26	11.822	56	52.820	111	4.5	74	13	13
930	<i>Arachis</i> sp.*	25	56.951	56	29.293	123	4.5	60	20	20
931	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	25	51.710	56	25.040	165	5.5	80	10	10
932	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	25	51.102	56	25.022	165	6.5-7.0	97	1.5	1.5
933	<i>A. hypogaea</i>	24	39.907	56	26.172	-	-	-	-	-
934	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	24	28.418	56	53.673	120	6.0	67	5	28
935	<i>A. hypogaea</i>	24	29.021	56	57.722	120	-	-	-	-
936	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	24	27.592	56	54.088	153	7.0	80	5	15
937	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	24	27.592	56	54.088	153	5.0	80	18	2
938	<i>A. glabrata</i> var. <i>Hagenbeckii</i> *	23	51.394	56	30.782	126	-	94	3	3
939	<i>A. hypogaea</i>	23	24.667	57	26.375	75	-	-	-	-
940	<i>A. hypogaea</i>	23	24.667	57	26.375	75	-	-	-	-
941	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	23	27.785	57	17.536	84	6.5	67	30	3
942	<i>Arachis</i> sp.	23	31.442	57	13.988	83	7.5-8.0	60	40	<1
943	<i>Arachis</i> sp.	23	31.442	57	13.988	83	7.5-8.0	60	40	<1
944	<i>Arachis</i> sp.	23	33.773	57	14.872	96	6.0	73	7	20
945	<i>A. glabrata</i>	22	38.603	56	18.160	252	7.5-8.0	80	7	13
946	<i>Arachis</i> sp.	22	21.130	56	19.895	252	5.5-6.0	93	7	<1
947	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	22	21.130	56	19.895	252	5.5-6.0	93	7	<1
948	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	23	21.130	56	19.895	252	5.5-6.0	64	7	29
949	<i>A. lignosa</i> *	23	23.868	57	26.092	78	5.0-5.5	60	10	30
950	<i>A. nov.</i> Valls et al.	23	23.479	57	25.267	78	8.0	80	13	7
951	<i>A. lignosa</i> *	23	23.413	57	25.162	78	5.5-6.0	50	27	23
952	<i>A. paraguayensis</i> *	23	16.505	57	20.820	93	5.0-5.5	73	20	7
953	<i>A. lignosa</i> *	23	4.487	57	6.976	102	5.5-6.0	80	7	3
954	<i>A. lignosa</i> *	23	4.487	57	6.976	102	5.5-6.0	80	7	3
955	<i>A. microsperma</i> *	23	2.499	57	6.491	99	5.0	50		100
956	<i>Arachis</i> sp.	23	2.232	57	2.546	136	5.0	73	20	7
957	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	23	2.216	57	2.514	111	5.0	73	20	7
958	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	23	2.200	57	1.234	111	5.0	67	17	16
959	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	23	2.200	57	1.234	111	5.0	67	17	16
960	<i>Arachis</i> sp.	23	2.200	57	1.234	111	5.0	67	17	16
961	<i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i> *	22	34.007	57	33.881	171	8.0	80	14	6
962	<i>A. microsperma</i> *	22	55.571	57	21.997	111	4.5	77	6	17
963	<i>A. lignosa</i> *	23	27.604	57	26.233	87	6.5	53	15	32
964	<i>A. hypogaea</i>	25	36.940	57	10.223	180	-	-	-	-
965	<i>A. hypogaea</i>	25	36.940	57	10.223	180	-	-	-	-

1. Cb - Caballero, WL - Williams, Pm - Pittman, Pz -Pizzaro.

2. All *A. hypogaea* accessions collected represent domesticated material.

3. Material introduced from Brazil.

* Taxonomy verified by Dr. A. Krapovickas, IBONE, Corrientes, Argentina.

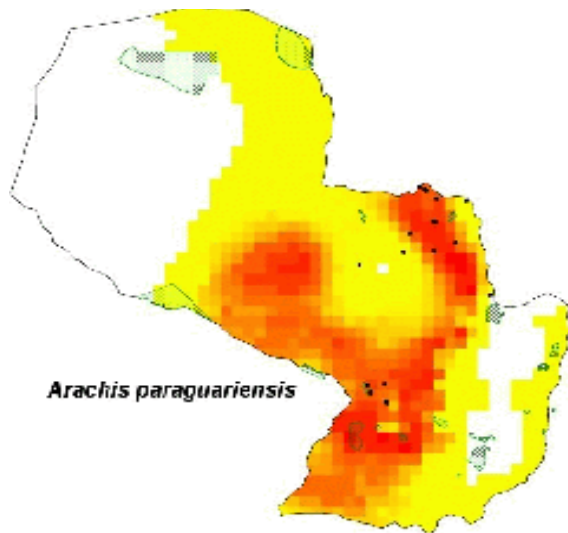


Figure 3. Floramap analysis map for *Arachis paraguariensis* based on USDA/DGPCB - SEAM Inventory of the Wild Crop Relatives of Paraguay.

crops. Jarvis et al. (2003) used a value of 30% cropland cover as the maximum level of disturbance before *Arachis* populations would be expected to be impacted.

Not surprisingly over half of the accessions collected during the entire trip were *A. glabrata*. The geographic distribution of the section Rhizomatosae series Rhizomatosae (*A. psuedovillosa*, *A. glabrata* var. *glabrata*, and *A. glabrata* var. *Hagenbeckii*) extends from the states of Mato Grosso and São Paulo in Brazil south through eastern Paraguay and into the northern states of Corrientes and Misiones in Argentina (Krapovickas and Gregory, 1994). Paraguay is the portion of its range that encompasses what is perceived, for adaptation to US conditions, the critical tropical/subtropical environments.

Because one of our main objectives was to find *A. glabrata* with better flooding tolerance we traveled through in the southern areas of Paraguairí Department and into northern Misiones and western Guairá Departments. Large portions of these departments are dominated by hydromorphic soils (Ferreira-H., 2000). South of the city of

Paraguairí, we traveled west to Lago Ypoá. The majority of area leading over to the lake is a rolling alluvial plain that can have a high water table. We found three *A. glabrata* plants (915, 916, and 919) in this area. Preliminary field evaluations indicate that accession 915 is performing well under the high water table conditions found in the Spodosols of south Florida (M.J. Williams, personal observation, 2003).

North of the city of Concepción on the road to Puerto Vallemi we relocated two major areas of *Arachis* that had been previously found on collection trips (E. Pizarro, personal observation, 2001) that had made with Brazilian and Paraguayan cooperators. Both of these populations, an *A. glabrata* (961) and an *A. microsperma* (962), are major components of their respective ecosystems and occur, by conservative estimate, in areas in excess of several hundred hectares. The *A. glabrata* material is found on the top the small mountain range called Serranía de San Luis west of the Reserva Ecológica Serranía San Luis. We measured a distance of over 10 km where we easily observed *A. glabrata* associated with *Aristida* sp. and small trees. The soil is very shallow heavy calcareous clay interspersed with large rocks and outcrops of boulders. It was not unusual to observe the *A. glabrata* growing in the cracks in the boulder surfaces. The *A. microsperma* occurred in a natural wetland savanna north of the Río Aquidabán. The savanna appeared to be periodically flooded for short periods of time, but drained rather quickly in most spots due to a gravel layer underneath the top soil. The *A. microsperma* was being actively grazed by large herds of cattle and horses on this ranch.

Conclusion

Much of the perennial *Arachis* collected appears to show good potential as ornamental or low maintenance turf species. In particular, the *A. lignosa* and *A. microsperma* collected in Concepción Department and the *A. glabrata* collected Paraguairí and Misiones Departments may hold potential as forage

material for wetter sites in the Tropics and Subtropics. This field work also represents the first widely reported occurrence of extensive (>200 ha) areas of both *A. glabrata* and *A. microsperma* in single contiguous naturally occurring populations under grazing. We also observed that, as with any rapidly developing country, considerable evidence that conversion of native vegetation to pasture and farmland were impacting natural *Arachis* populations.

Abstract

In 2002, a plant collection expedition funded through the USDA, Agricultural Research Service, Plant Exchange Office (PEO) and in collaboration with the Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asunción, Paraguay, was conducted. Sixty-four accessions of wild and domesticated *Arachis*, which are thought to represent six known and one undescribed species, were collected. Over 5000 km was covered in parts of nine departments in central and south central Paraguay. Much of the perennial material appeared to show great potential as ornamental or low maintenance turf. The *A. lignosa* and *A. microsperma* collected in Concepción Department and the *A. glabrata* collected Paraguairí and Misiones Departments may hold potential as forage for wetter sites in the Tropics and Subtropics. This field work also represents the first widely reported occurrence of extensive (>200 ha) areas of both *A. glabrata* and *A. microsperma* in single contiguous naturally occurring populations under grazing. We found considerable evidence that conversion of native vegetation to pasture and farmland was impacting *Arachis* populations. The collection was divided, and a portion of the material remained in Paraguay under the control the host country collaborator, Pedro Juan Caballero, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). All the collection numbers and herbarium identification should be proceeded with these initials: CbWIPmPz. An illustrated version of the trip report can be found at: www.pasturasdeamerica.com/relatos/paraguay1.asp (verified 27 July 2004).

Resumen

En el primer semestre de 2002 se realizó en Paraguay una expedición de recolección de material silvestre y domesticado de *Arachis*, que fue financiada por USDA, Servicio de Investigación Agrícola y la Oficina de Intercambio de Plantas (OIP=PEO) en colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay (MAG). En un recorrido de 5000 km a través de las regiones central y sur del país se recolectaron en total 64 accesiones, que representan siete especies. La mayor parte del material perenne recolectado aparentemente posee gran potencial para uso ornamental o en pasturas bajo condiciones de manejo deficiente. Se destacan *A. lignosa* y *A. microsperma* recolectados en el departamento de Concepción, así como *A. glabrata*, en los departamentos de Paraguairí y Misiones, los cuales exhiben gran potencial como plantas forrajeras para regiones húmedas del trópico y subtropical. En el trabajo de recolección fue identificada y registrada, por primera vez, la mayor área continua bajo pastoreo de *A. glabrata* y *A. microsperma* (> 200 ha). También se detectó una rápida conversión de la vegetación nativa en sistemas agrícolas, lo cual tiene un impacto visible en la población de plantas nativas del Paraguay. El material recolectado fue dividido y depositado bajo la custodia del Ing. Agr. Pedro Juan Caballero, miembro del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Los números de recolección y la identificación del herbario están caracterizados por las siguientes iniciales: CbWIPmPz. Una versión ilustrada de la expedición puede ser consultada en: <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/paraguay1.asp> (verificada el 27 de julio, 2004).

References

- Ferreria-H, Hernán. 2000. Atlas Paraguay Catrografía Didáctica. 1st Edit. Fausto Cultural Ediciones.

- Freire, M. J.; Kelly-Begazo; C. A.; and Quesenberry, K. H. 2000. Establishment, yield, and competitiveness of rhizoma perennial peanut germplasm on a flatwood soil. *Soil and Crop Sci. Fla. Proc.* 59:68-72.
- French, E. C. and Prine, G. M. 1998. Perennial peanut: An alternative forage of growing importance. *Univ. Fla. Coop. Ext Ser. Bull. SS-AGR-39.* 3 p.
- French, E. C.; Prine, G. M.; Ocumpaugh, W. R.; and Rice, R. W. 1994. Regional experience with forage *Arachis* in the United States. In: P.C. Kerridge and B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis.* Centro Intern. Agric. Trop. (CIAT). p. 169-186.
- Jarvis, A.; Ferguson, M. E.; Williams, D. E.; Guarino, L.; Jones, P. G.; Stalker, H. T.; Valls, J. F. M.; Pittman, R. N.; Simpson, C. E.; and Bramel, P. 2003. Biogeography of wild *Arachis*: Assessing conservation status and setting future priorities. *Crop Sci.* 43:1100-1108.
- Jones, P. G. and Gladkov, A. 1999. FloraMap: A computer tool for the distribution of plants and other organisms in the wild. *Centro Internat. Agric. Trop (CIAT), Cali, Colombia.*
- Krapovickas, A. and Gregory, W. C. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia, Revista del Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina.* Tomo VIII(1-4): 1-186.
- Ortega-S., J.A.; Sollenberger, L. E.; Quesenberry, K. H.; Cornell, J. A.; and Jones, C. S. 1992. Productivity and persistence of rhizoma peanut pastures under different grazing managements. *Agron. J.* 84:799-804.
- Pizarro, E. 2001. Novel grasses and legumes germplasm: advances and perspectives for tropical zones. *Proc. XIX Internat. Grassl. Congr., 11-21 Feb. 2001, São Pedro/São Paulo, Brazil. Dep. de Prod. Animal, Escola Superior de Agric. Luiz de Queiroz*, Piracicaba, Brazil. p. 93-100.
- Prine, G. M.; Dunavin, L. S.; Moore, J. E.; and Roush, R. D. 1981. 'Florigraze' rhizoma peanut: a perennial forage legume. *Univ. Fla. Coop. Ext Ser. Bull. S-275.* 22 p.
- _____; _____; Glennon, R. J.; and Roush, R. D. 1986. 'Arbrook' rhizoma peanut: a perennial forage legume. *Univ. Fla. Coop. Ext Ser. Bull. S-332.* 16 p.
- Quesenberry, K. H. 1999. Value of UF/IFAS forage legume cultivars to Florida livestock production. *Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.* 58:23-27.
- Venuto, B. C.; Elkins, W.; and Redfearn, D. 2000. Soil fertility effects on growth and nutrient uptake of rhizoma peanut. *J. Plant Nutr.* 23:231-241.
- Williams, M. J.; Hammond, A. C.; Kunkle, W. E.; and Spreen, T. H. 1991. Stocker performance on continuously grazed mixed grass-rhizoma peanut and bahiagrass pastures. *J. Prod. Agric.* 4:19-24.
- _____; Kelly-Begazo, C. A.; Stanley, R. L.; Quesenberry, K. H.; and Prine, G. M. 1997. Establishment of rhizoma peanut: Interaction of cultivar, planting date, and location on emergence and groundcover. *Agron. J.* 89:981-987.

Pasturas Tropicales – Volumen 26, 2004

Contenido

Vol. 26(1), abril	Pág.	Vol. 26(2), agosto	Pág.	Vol. 26(3), diciembre	Pág.
Artículos Científicos		Artículos Científicos		Artículos Científicos	
Avaliação da composição botânica da forragem consumida por bovinos em pastagem de <i>Brachiaria humidicola</i> com leguminosas. A. Pinheiro Camarão, J. A. Rodrigues Filho, C. L. Gomes de Mendonça e S. Dutra	2	Usos alternativos de <i>Arachis pintoi</i> : Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. A. C. Rincón. y J. O. Orduz	2	Rehabilitación de pasturas y producción animal en <i>Brachiaria decumbens</i> en la Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. C. Rincón	2
Efeito da adubação com fontes de fósforo na produção sazonal de <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. J. G. Marinho Guerra, D. Lopes de Almeida, M. Silvestre Fernandes e S. Manhães Souto	6	Renovação de pastagens degradadas em consórcio com arroz de sequeiro na Amazônia Ocidental do Brasil. C. R. Townsend, N de L. Costa, J. A. Magalhães, e R. G. de Araujo Pereira	9	Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras. F. Holmann, P. Argel, L. Rivas, D. White, R. D. Estrada, C. Burgos, E. Pérez, G. Ramírez, y A. Medina	13
Notas de Investigación		Notas de Investigación		Notas de Investigación	
Composição química-bromatológica de gramíneas dos gêneros <i>Digitaria</i> e <i>Cynodon</i> sob efeito de diferentes doses de nitrogênio na forma de chorume bovino. A. de Moura Zanine, P. F. Dias, D. de Jesus Ferreira, J. C. Carvalho Almeida e S. Manhães Souto	15	Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental do Brasil. C. R. Townsend, N. de L. Costa, J. A. Magalhães, e R. G. de Araujo Pereira	15	Pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata na alimentação de novilhas de origem leiteira. J. A. Rodrigues Filho, C. A. Gonçalves, A. P. Camarão, e G. P. C. de Azevedo	29
Arranjo espacial no plantio do caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) consorciado com cana-de-açúcar forrageira. R. Gomes Coelho, S. Manhães Souto, P. Francisco Dias, L. Tavares Schmidt e Oliveira Vasconcellos	19	Inducción de la floración para la producción de semillas de <i>Cenchrus ciliaris</i> L. en el trópico seco de México. J. A. Eguiarte y A. González S.	20	Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de <i>Brachiaria</i> resistentes a cercópodos. L. Rivas y F. Holmann	39
Renovação de pastagens degradadas em consórcio com arroz de sequeiro. C. R. Townsend, J. A. Magalhães, N. de L. Costa, e R. G. Pereira	24	Notas de Investigación		Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte aérea de <i>Cynodon nlemfuënsis</i> Vanderyst var. <i>nlemfuënsis</i> cv. Florico em função da radiação solar. N. A. Villa Nova, E. R. Detomini, D. Dourado Neto, P. A. Manfron, e C. G. S. Pedreira	56
Resposta de <i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina à calagem. N. de L. Costa, C. R. Townsend. e J. A. Magalhães	28	Espécies selecionadas para arborização das pastagens no estado do Rio de Janeiro. S. M. Souto, Avílio A. Franco, e Eduardo F. C. Campello	31	Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. N. Narváez y C. E. Lascano	62
		Materiales de propagación y distancias de siembra en <i>Brachiaria humidicola</i> y <i>Brachiaria dictyoneura</i> . H. D. Díaz L. y J. O. Sierra P.	48	Nota de Investigación	
		Sobrevivência de estacas de gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i>) como moirão vivo. P. F. Dias, S. Manhães Souto, B. Magalhães Pereira, R. Scatamburlo Lizieire, A de Moura Zanine, L. Tavares Schimidt e A. A. Franco	55	Collection of <i>Arachis</i> germplasm in Paraguay for forage crop improvement: Phase I. M. J. Williams, R. Pittman, E. Pizarro and P. J. Caballero	70