

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 MgSo₄ 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).

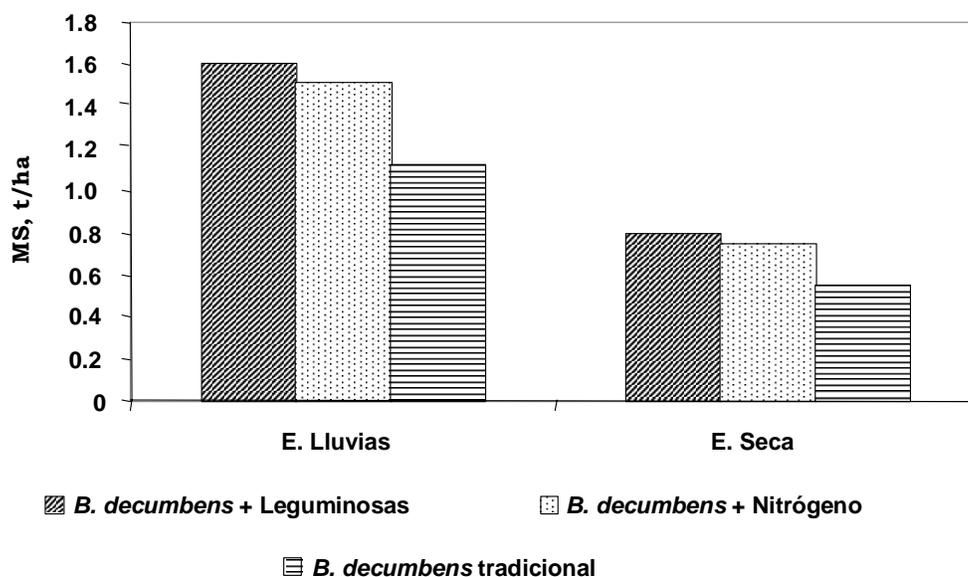


Figura 1. Disponibilidad de forraje en pasturas de *Brachiaria decumbens* sometidas a tres sistemas de rehabilitación en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Promedio de tres años.

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

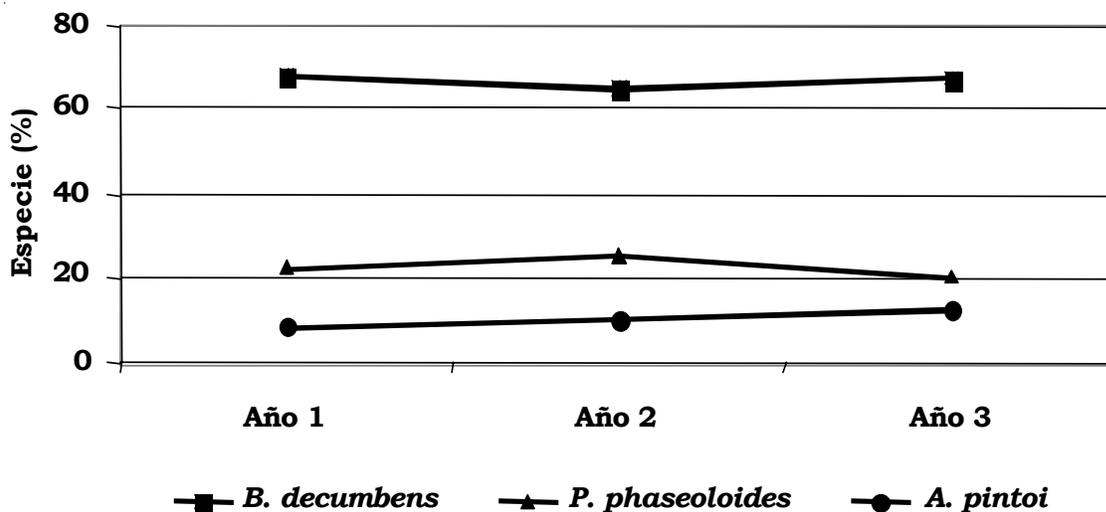


Figura 2. Dinámica de la composición botánica en la época seca de una pastura de *Brachiaria decumbens* sometida a tres sistemas de rehabilitación. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

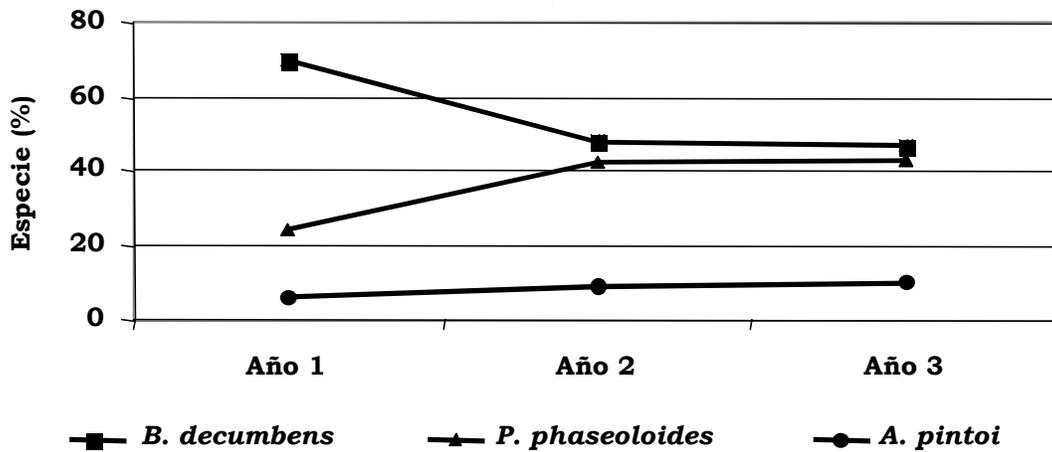


Figura 3. Evolución de la composición botánica en la época de lluvias de una pastura de *Brachiaria decumbens* sometida a tres tratamientos de rehabilitación. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

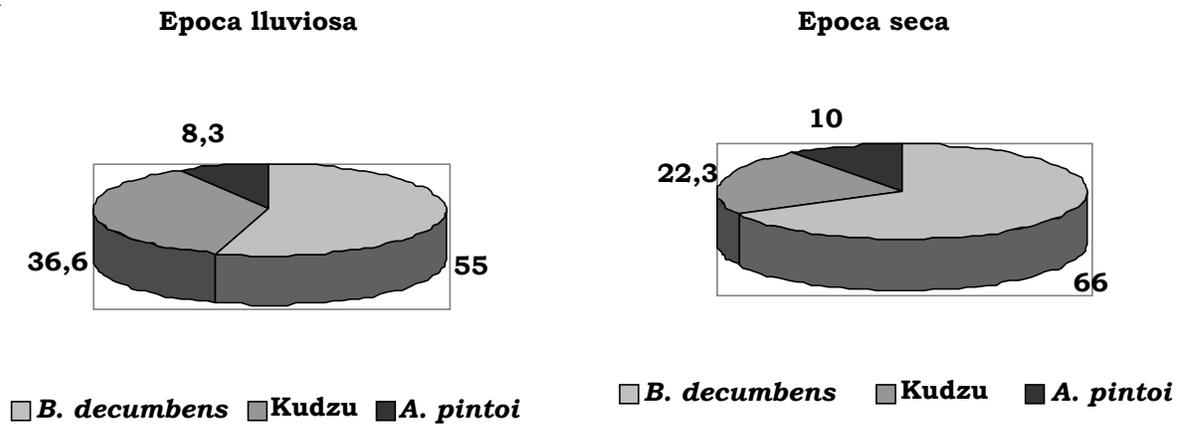


Figura 4. Composición botánica de pasturas de *Brachiaria decumbens* asociado con leguminosas al final del tercer año. Altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia.

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

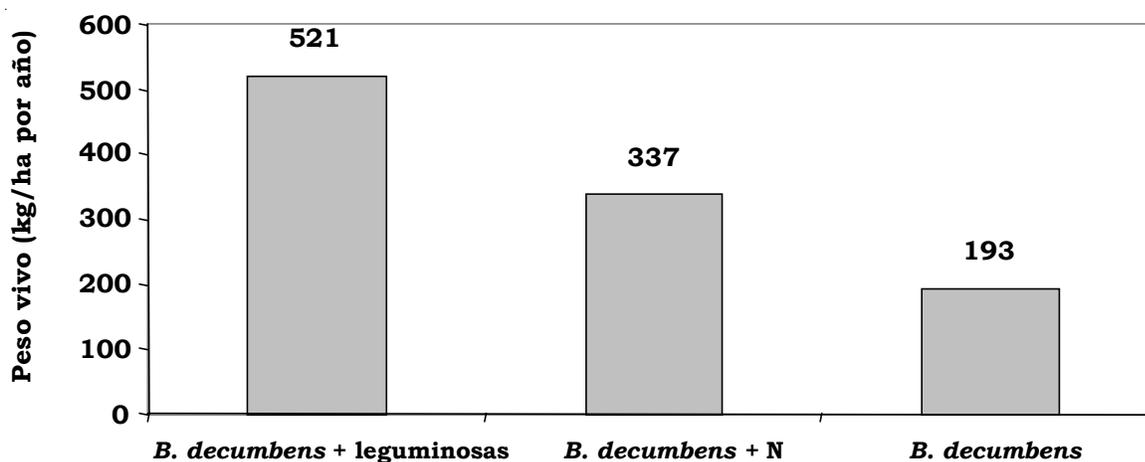


Figura 5. Producción de peso vivo animal en pasturas de *Brachiaria decumbens* sometidas a tres sistemas de rehabilitación en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Promedios de dos periodos de ceba en tres años.

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,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.