

Disponibilidad forrajera en pasturas renovadas de Kikuyo, *Pennisetum clandestinum* Hoechst, con un equipo renovador para tracción animal.

Región alto andina de Barragán, Tuluá, Valle del Cauca, Colombia

V. H. Borda.¹ y L. M. Ramírez N.²

COMPENDIO

Se evaluó la disponibilidad del forraje verde en fincas localizadas en la región de Barragán; Tuluá, Valle del Cauca, Colombia, al renovar pasturas degradadas de pasto Kikuyo, *Pennisetum clandestinum* Hoechst; mediante un equipo para tracción animal. En el estudio se compararon en dos períodos tres métodos: labranza mínima (KLM), labranza mínima y aplicación de fertilizante químico (KLMF) y labranza mínima con aplicación de fertilizante químico y siembra de trébol (KLMFS). En el período seco la mayor disponibilidad del forraje verde en materia seca (FVSD), a las 15 semanas de renovación, se obtuvo con el método KLMF (1118 kg/ha), seguida por KLMFS (965 kg/ha) y KLM (911 kg/ha); se estimó una carga entre 1.0-2.0 UA/ha; en dos de las fincas se obtuvieron rendimientos por debajo del promedio índice del mejor ambiente (998 kg FVSD/ha). En el período húmedo la evaluación se hizo en dos fincas. La mayor disponibilidad del forraje verde en materia seca a las nueve semanas de la renovación se obtuvo con el método KLMF (1732 kg/ha), seguida de KLM (1612 kg/ha). Se estimó la carga teórica entre 2.0-3.0 UA/ha.

Palabras claves: disponibilidad forrajera, renovación de pasturas degradadas, labranza mínima, pasto Kikuyo, *Pennisetum clandestinum* Hoechst, equipo renovador de pasturas, tracción animal.

ABSTRACT

The availability of the green forage was evaluated in farms located in the region of Barragan; Tulúa, Valley of the Cauca, Colombia, when renewing of degraded pastures of grass Kikuyu, *Pennisetum clandestinum* Hoechst; by means of an equipment for traction animal, in the study they were compared in two periods, three methods: Pastures with minimum tillage (MT), minimum tillage and application of chemical fertilizer (MTF), minimum tillage and application of chemical fertilizer and sowing of clover (MTFS). In the dry period, the greater availability of the green forage in dry matter (GFDM) to the 15 weeks of renovation, obtained with method MTF (1118 kg/ha), followed by MTFS (965 kg/ha), and MT (911 kg/ha); a load was considered between 1.0-2.0 UA/ha; in two of the farms obtained yields below the average indicative of the best environment (998 kg/ha). In the humid period the evaluation became in single two farms. The greater availability of the green forage in dry matter to the 9 weeks of renovation, also obtained with method MTF (1732 kg/ha), followed of MT (1612 kg/ha), indicative a theoretical load between 2.0-3.0 UA/ha.

Key words: forage availability, Renovation of degraded pastures, Minimum tillage, Kikuyu grass, *Pennisetum clandestinum* Hoechst, Renovator equipment of pastures, Animal traction.

INTRODUCCIÓN

La base de oferta de las pasturas en la región de Barragán, Tuluá, Valle del Cauca, Colombia, es el Kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hoechst, el cual ocu-

pa cerca del 85% del área en pastos; a los sistemas no se les realiza ninguna práctica cultural, por esta razón se caracterizan por bajos índices de producción (Corpoica, 1994).

En los climas fríos, pasturas de Kikuyo establecidas por años y manejadas intensivamente pierden su capacidad de producción de forraje por el «acolchonamiento» del pasto y la baja fertilidad del suelo donde crece, presentando recuperación lenta e invasión de malezas (Hernández, 1992).

La producción de leche se afecta durante la época seca por la limitación en la disponibilidad de forraje y en la capacidad de carga por unidad de área, por eso el

1. Ingeniero Agrícola. Especialista en diseño y construcción de equipo agroindustrial. E-mail:vhborda.co@yahoo.es

2. Zootecnista. M.Sc. Profesor Asociado. Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. E-mail:mramirez@palmira.unal.edu.co

pasto Kikuyo no alcanza a suministrar los requerimientos de energía y proteína (Mendoza, 1992).

La renovación de pasturas de Kikuyo combinando métodos mecánicos y químicos permiten recuperar la producción de forraje y por ende la producción animal por unidad de superficie de la pradera (Hernández, 1992).

Sin embargo, en condiciones de laderas se debe pensar en reducir al mínimo la labranza, ya que maquinaria como el arado rotativo produce fraccionamiento de agregados y pulverización, aumentando la susceptibilidad del suelo para ser arrastrado por el agua de escorrentía; el arado de discos desplaza grandes volúmenes de suelo en sentido de la pendiente, invierte el cespedón de tal manera que produce mezcla de horizontes y afloramiento del subsuelo, que a su vez reduce abruptamente la capacidad productiva de los suelos (Corpoica, 1994). Por esto se recomienda la labranza mínima, porque aflora el suelo superficialmente con grada hasta no más de 5 cm, o apertura de hileras de siembra con cincel o arado de chuzo (CAR, 2000).

El método de renovación de pasturas de Kikuyo que predominan en la región es la rotación pastos-papa-pastos. Este método no permite recuperar la pradera después de pastoreo en períodos prolongados de verano y en potreros que oscilan entre 3 a 5 ha con limitado uso de cerca eléctrica, obteniendo una capacidad de carga menor de 0.5 U.G.G./ha; con períodos de ocupación de 5 a 8 días y entre 50 a 60 días de descanso, y una producción de leche de 4 a 5 kg/vaca/día (Corpoica, 1994). Por lo anterior se desarrolló el equipo renovador de praderas para tracción animal, que es una tecnología que permite renovar la pradera sin la rotación pastos-papa-pastos, que se adapta a las características de los suelos de ladera y a las prácticas culturales de los agricultores de la región andina (Borda *et al.*, 2002).

Por lo expuesto, la presente investigación se propuso como objetivo general, mejorar la producción en

cantidad y calidad de forraje en pasturas de pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hoechst; a partir de su renovación mediante el uso del «renovador de praderas para tracción animal». Los objetivos específicos fueron: evaluar el efecto de tres métodos de labranza mínima durante los períodos seco y húmedo sobre la producción de forraje verde posterior a la renovación y estimar la capacidad teórica de sostenimiento de carga animal de las pasturas.

METODOLOGÍA

Descripción y localización de la región

El estudio se realizó en el corregimiento de San Juan de Barragán, localizado en las coordenadas terrestres longitud Oeste 75° 52' y latitud Norte 4° 01', entre altitudes desde 2.500 a 4.200 m. El piso térmico es frío seco, temperaturas que oscilan entre 6 a 14°C, presenta vientos con predominancia sur-norte y noreste, humedad relativa del 70% y precipitación promedio anual de 1.000 mm; en un régimen bimodal con dos períodos secos (enero-febrero y julio-agosto) y dos períodos lluviosos (marzo-junio y septiembre-noviembre). Los suelos se clasifican como andisoles, las texturas son de medianas a moderadamente finas, con densidades aparentes de 0.52 a 1.12 Mg/m³, baja fertilidad limitada por la acidez (pH: 5.2 a 6.1). Son altamente fijadores de fósforo, la dinámica de la materia orgánica es lenta y la tasa de producción de nitrógeno es baja. Los análisis físico-químicos de suelos en cinco fincas de la región (Tabla 1) muestran altos contenidos de materia orgánica; sin embargo, es imprescindible la aplicación de fuentes nitrogenadas. Los contenidos de calcio, potasio, la relación Ca/Mg, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y las bases intercambiables son altos, las cantidades de fósforo y boro son muy bajas.

Tabla 1. Características físico-químicas de los suelos en las fincas del corregimiento de Barragán, Tuluá.

Finca	Altitud [msnm]	Pendiente [°]	DAP	DR	pH	MO [%]	Ca	Mg	K	Na	CIC	P	B
			[Mg/m ³]					meq/100g de suelo]				[ppm]	
California	2600	17	0.89	2.48	5.9	6.8	7.6	1.8	1.64	0.10	19.6	14	0.07
Agropecuaria Carolina	2600	17	0.66	2.24	6.1	12.2	15.0	2.4	1.98	0.10	20.6	51	0.19
Albania	2800	22	0.72	2.47	5.7	10.5	6.9	1.9	1.16	0.08	18.6	10	0.05
EsmERALDA	2740	8	0.84	2.37	5.8	10.6	9.0	1.6	2.76	0.10	21.6	16	0.16
Matecito	2680	17	1.12	2.45	5.7	6.8	5.9	1.5	0.96	0.08	18.4	10	0.00

DAP: Densidad aparente; DR: Densidad real

MO: Materia orgánica; CIC: Capacidad de intercambio catiónico

Fuente: Laboratorio de Química de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira (1999).

Procedimiento experimental

Se seleccionaron cinco fincas que cumplieran las siguientes condiciones:

1. Disponer de un potrero entre 0.5 y 1.0 ha, el cual, después de renovar, se dejaría como mínimo tres meses sin pastorear.
2. Asumir los costos del trabajo de la yunta (yuntero y alquiler de los bueyes).
3. Disponer de tiempo para participar del proceso de la renovación y su seguimiento y evaluación.

La selección de los potreros en cada finca se realizó con base en la altitud, pendiente, área, edad del kikuyal, fuentes de agua, y tipo de ganado (vacas en producción de leche).

La renovación de los potreros se realizó con equipo para tracción animal, utilizando los tres métodos en dos épocas (seca con precipitación promedio de 250 mm y húmeda con precipitación promedio de 1.000 mm):

Método (KLM):

Labranza mínima

Método (KLMF):

En la época seca se aplicaron los siguientes fertilizantes: 100 kg/ha de urea (50kg de N/ha) + 150 kg/ha de superfosfato triple (75 kg de P₂O₅/ha) + 100 kg/ha de KCl (50 kg de K₂O). En la época húmeda se aplicaron: 150 kg/ha de 25-15-0-3 + 1.5 kg/ha de bórax granulado. En ambos se realizó labranza mínima.

Método (KLMFS):

Se sembraron 4 kg/ha Trébol rojo (*Trifolium pratense*) y 2 kg/ha Trébol blanco (*Trifolium repens*), se realizó labranza mínima, aplicación de fertilizante en época seca: 50 kg/ha de superfosfato triple + 100 de KCL, y en la época húmeda: 150 kg/ha de 25-15-0-3 + 1.5 kg/ha de bórax granulado.

Las pruebas de germinación y pureza para la semilla sexual de trébol se realizaron con la técnica reportada por la International Seed Testing Association (ISTA, 1985). La inoculación de la semilla de trébol se realizó en campo con inoculante en turba con el procedimiento de peletización (CIAT, 1988).

La estimación del forraje verde seco disponible se realizó por el método del doble muestreo para estimar el rendimiento comparativo (Pezo, 1975). El procedimiento consiste en seleccionar y calificar (1-5) cinco sitios de referencia (muestra real); se elige y asigna valor a nuevos sitios respecto a los sitios de referencia

(60 a 120 observaciones en potreros de 0.125 a 0.5 ha), con base en el peso seco y la nota asignada a cada muestra real, se ajusta un modelo de regresión lineal de la

$$\hat{Y} = \bar{y} + b (\bar{X} - \bar{x})$$

forma:

Donde;

\hat{Y} : Forraje verde seco disponible [kg FVSD/ha].

\bar{Y} : Promedio de forraje verde seco disponible en las muestras reales [kg FVSD/ha].

b: Coeficiente de regresión.

\bar{X} : Promedio de notas asignadas a las muestras visuales.

\bar{x} : Promedio de las notas asignadas a las muestras reales.

La información se sometió al análisis estadístico para ensayos no replicados en fincas de agricultores (Hildebrand, 1984). En los ensayos sembrados en diferentes fincas, sin ningún otro cambio que las prácticas culturales del agricultor, la única constante en cada localidad son los cultivos. Cada finca estará sujeta a distintas condiciones de suelos, fecha de siembra, control de plagas, fertilización y manejo general. Una finca en la cual el promedio de rendimiento para los dos cultivos es alto, cualquiera que sea su causa, se considera como *ambiente promedio favorable* para el cultivo y una finca en la cual el rendimiento sea inferior al promedio de los tratamientos se considera como *ambiente promedio desfavorable*. El ambiente es una variable continua y cuantificable cuya variabilidad es la variabilidad del rendimiento.

El rendimiento para cada variable se relaciona con el ambiente por medio de una ecuación de regresión lineal simple que permite calcular el rendimiento de forraje en cada método por medio de la expresión:

$$Y_i = a + b E$$

En el cual;

Y_i : Rendimiento de forraje verde seco disponible en cada método de renovación i [kg FVSD/ha].

a: Parámetro de regresión.

b: Coeficiente de regresión.

E: Índice del mejor rendimiento de forraje verde seco disponible, igual a la media de la producción por finca [kg FVSD/ha].

Con la información del forraje verde seco disponible se estimó la capacidad teórica de sostenimiento de carga animal por hectárea con base en los siguientes criterios de manejo zootécnico:

1. Forraje verde seco disponible [kg FVSD/ha].

2. Sistema de pastoreo: rotación en franjas.
3. Manejo del potrero, períodos de recuperación (40-42 días) y ocupación (1-2 días).
4. Estimación de la disponibilidad de forraje (gramínea y leguminosa) por el método de rendimiento comparativo en semanas (Pezo, 1975).
5. Pérdidas de forraje por pisoteo.

La ecuación para estimar las capacidades teóricas de sostenimiento de carga animal (número de animales por hectárea) fue la utilizada por León (1996), la cual calcula el peso vivo total en la pradera:

$$PVT = \left(\frac{\hat{Y} * A * 100}{DO * PP} \right)$$

Donde;

PVT: Peso vivo total a pastorear en la pradera [kg PV].
 \hat{Y} : Forraje verde seco disponible [kg FVSD/ha].
A: Área de pastoreo [ha].
DO: Días de ocupación [días].
PP: Presión de pastoreo [kg de FVSD/100 kg PV/día]; (se utilizaron 7 kg de FVSD por 100 kg de peso vivo por día).

Tabla 2. Características de la calidad de semilla de tréboles rojo y blanco.

Semillas	Pureza [%]	Peso promedio de 100 semillas [g]	Tratamiento de la semilla	Evaluación de la germinación [días]	Germinación [%]
Trébol blanco	99.80	0.0703	Escarificado	12	25.5
			Sin escarificar	16	20.5
Trébol rojo	92.80	0.1944	Escarificado	12	72.0
			Sin escarificar	12	37.0

Estimación del forraje verde seco disponible

Época seca

El mayor rendimiento promedio entre los métodos de renovación se obtuvo con KLMF, seguida por KLMFS, y por KLM (Tabla 3). En las fincas Matecito

Las unidades animales por hectárea se estiman por medio de la ecuación:

$$UA = \left(\frac{PVT}{PTA * CA} \right)$$

En la cual;

UA: Unidades animales por hectárea [UA/ha].

CA: Consumo animal (entre el 2.5 a 3.0% peso teórico del animal (PTA)).

PTA: 450 kg PV = 1 U.A.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de pureza y germinación de la semilla de trébol

Las semillas de trébol rojo *Trifolium pratense* L presentaron la más alta germinación, cuando se escarificó o no la testa (72% y 37.0%). Las semillas de trébol blanco germinan más rápido (16 vs 12 días), la pureza de la semilla de trébol blanco fue mayor (99.8 vs 92.8%) como el número de semillas por kilogramo de trébol blanco respecto al rojo es de 2.76, así la densidad de siembra para el trébol rojo se tiene que incrementar al doble (Tabla 2).

y Albania se obtuvieron rendimientos por debajo del índice del mejor ambiente (promedio de todos los métodos y todas las fincas); en las fincas Agropecuaria Carolina y La Esmeralda se obtuvieron rendimientos por encima de este promedio, «mejor ambiente», asociado con las mejores condiciones de fertilidad del suelo.

Tabla 3. Rendimiento de forraje verde seco disponible [kg FVSD/ha] en praderas de Kikuyo a los 107 días (15 semanas) de la renovación en cuatro fincas de Barragán.

Finca	Métodos de renovación			Promedio [kg FVSD/ha]
	KLMF	KLMFS	KLM	
Esmeralda	1254	1292	1035	1194
Agropecuaria Carolina	1884	1111	1604	1533
Matecito	612	748	320	560
Albania	721	709	684	705
Promedio [kg FVSD/ha]	1118	965	911	998

Muestra tomada a las 15 semanas (107 días), de aplicados los métodos:

KLMF: Kikuyo con labranza mínima con fertilizante; KLMFS: Kikuyo con labranza mínima con fertilizante químico y semilla de tréboles; KLM: Kikuyo con labranza mínima.

En el método KLMF con la aplicación de urea se obtuvo buena respuesta al rebrote del kikuyo. En el método KLMFS, al introducir semillas de tréboles se esperaba obtener mayor respuesta por simbiosis en el aporte de nitrógeno, lo cual no se pudo debido a la baja germinación de la semilla.

Los coeficientes de regresión fueron estadísticamente significativos ([Figura 1](#)), indicando respuesta positiva a cada método en cada una de las fincas, los métodos KLMF ($r=0.98$) y KLM ($r=0.96$) indican mejor ajuste de los datos al modelo lineal.

KLMFS ($r=0.67$) presentó un rendimiento estimado por debajo de los otros dos.

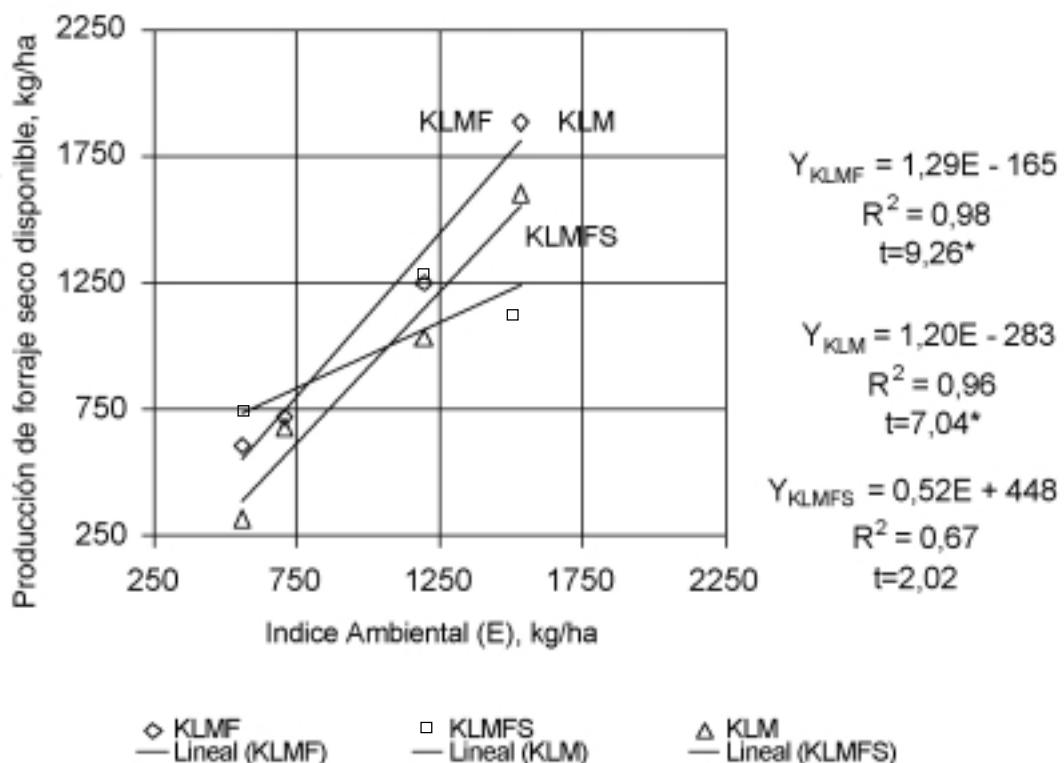


Figura 1. Producción de forraje verde seco disponible de pasto Kikuyo a los 107 días [kg FVSD/ha], con tres métodos de renovación en la región alto andina de Tuluá, Valle.

Época húmeda

La mayor productividad a las nueve semanas de renovación se obtuvo con el método KLMF; es explicable por el efecto de la fertilización química. La finca

Agropecuaria Carolina presentó mayor disponibilidad de forraje verde. El índice de mejor ambiente fue de 1.668 kg FVSD/ha ([Tabla 4](#)).

Tabla 4. Rendimiento de forraje verde seco disponible [kg FVSD/ha] a las nueve semanas de la renovación con los métodos KLM y KLMF en dos fincas de Barragán, Tuluá, Valle del Cauca.

Métodos de renovación	Finca		Promedio [kg FVSD/ha]
	Agropecuaria Carolina	La Bolsa	
KLMF	2147	1300	1723
KLM	1752	1471	1612
Promedio [kg FVSD/ha]	1950	1385	1668

KLMF: Kikuyo con labranza mínima con fertilizante; KLM: Kikuyo con labranza mínima.

Estimación de la capacidad teórica de sostenimiento de carga animal

La capacidad teórica de sostenimiento de carga animal en la época seca mejoró con cualquiera de los métodos de renovación utilizados frente a los reportados en Barragán con el manejo tradicional. El mejor método fue KLMF, seguido por el método KLMFS. El KLM muestra que con la realización de la labranza

superficial sobre la pradera se obtuvieron mejores rendimientos que con las técnicas tradicionales de la región (Tabla 5).

Con el método KLMF se obtuvo una capacidad teórica de sostenimiento de carga animal entre 2.3 - 3.2 UA/ha, y para KLM se obtuvo un rango promedio de capacidad de carga entre 2.1 - 3.0 UA/ha (Tabla 5); se lograron mejores resultados durante la época húmeda.

Tabla 5. Estimación de la capacidad teórica de sostenimiento de la carga animal por hectárea, en las diferentes fincas durante época seca en San Juan de Barragán.

Finca	Métodos de renovación				
	KLMF	KLMFS	KLM	KLMF	KLM
Agropecuaria Carolina	2.5 - 3.5	1.5 - 2.1	2.1 - 3.0	2.8 - 4.0	2.3 - 3.2
Matecito	0.8 - 1.1	1.0 - 1.4	0.4 - 0.6		
Esmeralda	1.7 - 2.3	1.7 - 2.4	1.4 - 1.9		
Albania	1.0 - 1.3	0.9 - 1.3	0.9 - 1.3		
La Bolsa				1.7 - 2.4	1.9 - 2.7
Promedio [UA/ha]	1.5 - 2.1	1.3 - 1.8	1.2 - 1.7	2.3 - 3.2	2.1 - 3.0

Supuestos Área: 1 ha, Días de descanso: 8, Presión de pastoreo PP : 5 - 7 kg PV, Consumo animal: 3.0%, Peso teórico animal PTA = 450 kg PV

$$PVT = \left(\frac{\hat{Y}^* A^* 100}{DO^* PP} \right)$$

CONCLUSIONES

1. El trébol blanco, *Trifolium repens*, y el trébol rojo, *Trifolium pratense L*, presentaron valores similares en pureza (90%), pero la germinación fue inferior en trébol blanco (25.5% vs 72%). La densidad de semillas por kilo de trébol blanco resultó 2.7 veces más que la de trébol rojo.
2. El forraje verde seco disponible (FSVD) por fincas en la época seca tuvo rendimientos promedio por debajo del índice del mejor ambiente (998 kg FSVDha) en dos fincas (Matecito y La Albania) y rendimientos promedio por encima de este índice en las fincas Agropecuaria Carolina y La Esmeralda.
3. Renovando pasturas con labores de labranza mínima y fertilización en época húmeda se obtienen mejores capacidades de carga animal y un sostenimiento de carga animal durante época seca.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero agrónomo Carlos Iván Cardozo, por su colaboración en las pruebas de germinación de las semillas de trébol. Al Programa de Transferencia de Tecnología Agropecuaria -PRONATTA Proyecto 6D 1768071- del Ministerio de Agricultura y Desarrollo

Rural de Colombia por su aporte financiero al proyecto, y a los agricultores de la Fundación Páramos y Frailejones por su colaboración logística y participación en el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Borda, V.H.; Ipaz, S.N.; Chaparro, O.; y Ramírez, L.M. (2002) Diseño, construcción y evaluación de un equipo renovador de praderas para tracción animal. *Acta Agron.* Vol. 51 No. 3-4, p. 141-146.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. (1988) Simbiosis leguminosas-rizobio; Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Ed. Rev. Cali, Colombia, 178 p.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. CAR (2000) Proyecto Checua. Cultivar sin arar. p. 21.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria —Corpoica—, Creced norte del Valle, Tuluá (1994). Caracterización de los sistemas de producción en los corregimientos de Barragán y Santa Lucía, del municipio de Tuluá. Tuluá. 44 p.
- Hernández, L.A. (1992) Renovación de praderas improductivas. En: Pastos y forrajes para Colombia. Suplemento ganadero 3^a ed. (Jun.); p. 59-63.
- Hildebrand, P. (1984) Modified stability analysis of farmer managed, on-farm trials. En: *Agron. J.* Vol. 76, No 2, p. 271-274.
- International Seed Testing Association-ISTA (1985) International rules for seed testing. En: *Sci Technol.* Vol. 13, p. 315-319, 322-326.
- León Tamayo, F. (1996). Manejo y utilización de praderas. En:

Corpoica, Pasturas tropicales, Memorias del curso. Medellín.
p.123.

Mendoza, P.E. (1992). Manejo de praderas en Colombia. En:
Pastos y forrajes para Colombia. Suplemento ganadero 3^a ed.
—actualizada y ampliada—. (Jun.); p. 45-46.

Pezo, D. (1994). Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de
producción animal basados en el uso de pasturas. Algunas expe-
riencias en el trópico húmedo. En: Clavero T. (ed) IV Jornadas
de Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo,
Venezuela. p. 113-140.