

Leucaena leucocephala: producción y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo

S. Suárez*, J. Rubio*, C. Franco* R. Vera**, E. A. Pizarro**, M. C. Amézquita**

La producción de leche de vacas alimentadas en pasturas tropicales es baja como consecuencia del pobre valor energético y proteínico y el alto contenido de fibra de las gramíneas (Flores et al., 1979). Aun con buen manejo y alto contenido de proteína en la pastura, se ha encontrado que con el uso de concentrados es posible aumentar la producción de leche de vacas en pastoreo (Stobbs et al., 1977). Sin embargo, la disponibilidad de materias primas para la producción de concentrados es limitada y su utilización en la alimentación animal es escasa.

En la zona cafetera de Colombia la productividad animal es baja como resultado del avanzado estado de degradación de las pasturas. El tipo de explotación ganadera predominante es la extensiva, practicada por agricultores de bajos recursos económicos, que dedican su trabajo a otras actividades de mayor rentabilidad como el cultivo de café.

Existen en la zona cuatro millones de hectáreas en pasturas susceptibles de mejoramiento, la infraestructura es buena y la demanda por productos de origen animal es alta. Lo anterior justifica la investigación tendiente a convertir la producción ganadera en el primer renglón de diversificación agrícola. Esto se puede lograr mediante la caracterización y utilización adecuada de los recursos naturales disponibles, entre éstos leguminosas

forrajeras como *Leucaena leucocephala*, que se encuentra a disposición de pequeños y medianos agricultores. Esta leguminosa se adapta al trópico, crece bien en suelos de mediana a alta fertilidad con buen drenaje, produce entre 12 y 20 t/ha de MS con 18% o más de proteína (Hegde, 1983; Wong et al., 1983).

Con base en las consideraciones anteriores, en la subestación experimental La Romelia, del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, se realizó un ensayo con los objetivos siguientes: 1) evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de MS de pasturas de pangola (*Digitaria decumbens*) y observar la persistencia de varios ecotipos de *L. leucocephala* en pastoreo; y 2) medir la producción de leche, duración del período de lactancia y ganancia de peso de vacas en estas pasturas, comparando los resultados con los obtenidos cuando además del pasto, los animales recibieron un suplemento con concentrado comercial o tuvieron acceso a un banco de proteína con base en ecotipos de *Leucaena leucocephala*.

Materiales y métodos

Localización y características de clima y suelo. El ensayo se realizó en una pastura de pangola (*D. decumbens*) con varios años de establecimiento, en la subestación experimental La Romelia del Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE), localizada en el municipio de Chinchiná, Caldas, Colombia, a 4° 48' de latitud norte y 75° 36'

* Respectivamente: asistente Sección Química Agrícola, jefe Sección Industria Animal y asistente Sección Industria Animal. CENICAFE, Chinchiná, Colombia.

** Respectivamente: jefe Sección Sistemas de Producción, Jefe Sección Ensayos Regionales y jefe Sección de Biometría. CIAT, Apdo. aéreo 6713, Cali, Colombia.

de longitud oeste, a 1380 m.s.n.m., con 2687 mm de precipitación en promedio y 20°C de temperatura media (Figura 1). La zona se encuentra localizada en el ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional; la topografía es ondulada y los suelos se clasifican como Typic Dystrandept, con pH 5.6; 3.0, 0.6 y 0.2 meq/100 g de Ca, Mg y K, respectivamente. Los contenidos de P, Zn, Cu y Mn son en su orden de 3.0, 5.6, 4.5 y 18.0 ppm y la saturación de Al es de 3.0 %.

Utilización de *Leucaena leucocephala* como banco de proteína. Para el establecimiento de *Leucaena* se utilizaron 32 ecotipos (Cuadro 1) suministrados por la sección de Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, que fueron seleccionados previamente como promisorios en ensayos regionales tipo A y B (Suárez et al., 1985).

Las semillas de *Leucaena* se sembraron inicialmente en bolsas de polietileno; después de 45 días las plántulas se trasplantaron al campo en bloques de 10 plantas/ecotipo, en los cuales se hicieron observaciones agronómicas y de consumo por los animales. Las 4770 plántulas restantes se sembraron distanciadas 1 x 1 m alrededor de estos bloques y constituyeron un banco de proteína equivalente a 30% del área de uno de los tratamientos utilizados en el ensayo.

Cuadro 1. Ecotipos de *Leucaena leucocephala* incluidos en el banco de proteína.

Ecotipo CIAT No.	Ecotipo CIAT No.	Ecotipo CIAT No.	Ecotipo CIAT No.
00734	17467	17481	17494
00751	17473	17482	17495
07385	17474	17483	17496
09383	17475	17484	17498
09411	17476	17488	17499
09415	17477	17491	17500
09442	17479	17492	17501
09464	17480	17493	17502

Cada planta de *Leucaena* se fertilizó al momento del trasplante con 2.5 g de P, 17 g de Ca, 2.2 g de Mg y 3.0 g de S. Treinta y noventa días después se aplicaron 5 g de KCl/planta. Estas cantidades equivalen a 23, 50, 20 y 20 kg/ha de P, K, Mg y S, respectivamente. La gramínea se fertilizó con N en dosis variable de acuerdo con los tratamientos del ensayo.

Tratamientos y área del ensayo. El ensayo se inició seis meses después del trasplante de *Leucaena*, cuando los ecotipos de crecimiento rápido alcanzaron en promedio 2 m de altura. Los trata-

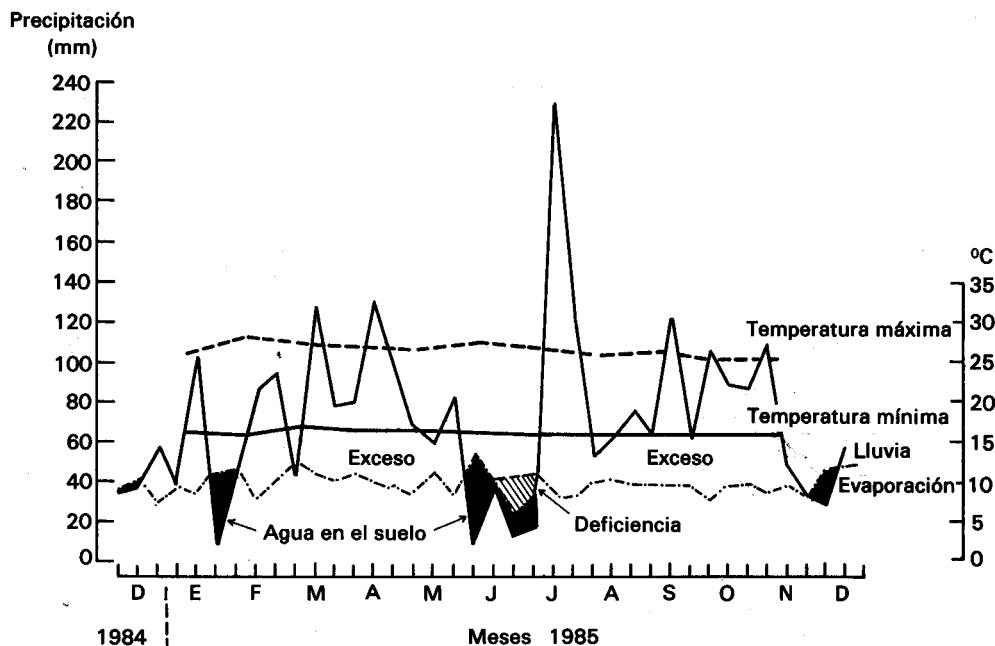


Figura 1. Condiciones climáticas durante el ensayo, La Romelia, Chinchiná, Colombia.

mientos aplicados en las parcelas sometidas a pastoreo con los animales consistieron en: 1) aplicación anual de 238.5 kg/ha de N; 2) aplicación de 238.5 kg/ha de N más el acceso de los animales durante dos horas diarias al banco de proteína; 3) aplicación de 238.5 kg/ha de N más el suministro diario de 6 kg/animal de concentrado comercial; y 4) aplicación anual de 48.6 kg/ha de N. Estos tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completamente al azar en parcelas de 6400 m² que se pastorearon durante 17 días de ocupación y 34 días de descanso con vacas Pardo Suizo de primero y segundo parto, de tres a cuatro años de edad, con 443 a 455 kg de peso y menos de 59 días de lactancia.

Los animales para los tres primeros tratamientos se seleccionaron al azar de acuerdo con los días de lactancia. Los animales en el cuarto tratamiento entraron al iniciar lactancia, lo cual ocurrió 79 días después de la entrada al ensayo de los grupos anteriores. A partir de este día se inició el período de lactancia común para todos los tratamientos.

Cada parcela se utilizó con seis animales, que se tomaron como repeticiones; en ellos se determinó el peso inicial como covariable y luego cada 28 días, y la producción diaria de leche durante una lactancia común y ajustada a 305 días. Cada 14 días se determinaron la densidad, el porcentaje de grasa y los sólidos totales de la leche. En las pasturas se determinaron la disponibilidad de MS, la composición botánica y el contenido de PC. Los resultados se analizaron por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan y por regresiones.

Resultados y discusión

Disponibilidad inicial de MS y calidad de la graminea. Al inicio del ensayo *D. decumbens* cubría la mayor parte del área experimental (Cuadro 2). Durante el ensayo se observó que esta especie no se desarrolla bien en sitios de topografía pendiente y fue invadida por gramas (*Paspalum* spp.). Se observó igualmente que la fertilización en dosis bajas de N trajo como resultado una disminución en la cantidad de rebrotes y consecuentemente una disminución con el tiempo en la oferta de *D. decumbens*.

Los cambios en las condiciones de clima ocurridos durante el período experimental fue otro factor que influyó en la disponibilidad estacional de MS. Suárez et al. (1985) encontraron en la zona una disminución hasta de 2.0 t/ha de MS por efecto de la época seca en la producción de tres gramíneas tropicales, cuando se cosecharon cada seis semanas.

Preferencia y persistencia de ecotipos de *Leucaena leucocephala*. Se observó una alta preferencia de los animales por los ecotipos de *Leucaena* incluidos en el banco de proteína (Figura 2). Ocho días después de introducidos los animales al banco, durante dos horas diarias, los árboles presentaban un aspecto de defoliación total; durante los nueve días restantes del tratamiento los animales consumían además de *B. decumbens*, algunos rebrotes de *Leucaena*.

Entre los ecotipos evaluados sobresalieron por su persistencia y tolerancia al pastoreo *L. leucocephala* CIAT 17481, 17482, 17491 y 17492.

Cuadro 2. Disponibilidad de MS, composición botánica (CB) y contenido de PC en cada parcela al inicio del ensayo.

Tratamiento	<i>D. decumbens</i>			<i>Paspalum</i> spp.		
	MS (t/ha)	CB (%)	PC (%)	MS (t/ha)	CB (%)	PC (%)
N (238.5 kg/ha)	1.18	80	10.0	0.30	20	8.0
N (238.5 kg/ha) + <i>L. leucocephala</i> *	0.90	70	10.0	0.42	30	9.0
N (238.5 kg/ha) + concentrado**	0.90	64	10.0	0.51	36	8.0
N (48.6 kg/ha)	1.09	73	9.7	0.39	27	7.0
S \bar{x}	0.27	-	0.5	0.11	-	0.4

* *L. leucocephala* suministrada como banco de proteína a los animales.

** Concentrado comercial suministrado diariamente a razón de 6 kg/an.



Figura 2. La adaptación a las condiciones de la zona cafetera de Colombia y su alto valor nutritivo son características que presentan a *Leucaena leucocephala* como alternativa para mejorar la alimentación de vacas en pastoreo.

Producción de leche. En el Cuadro 3 se presenta la producción acumulada de leche/tratamiento, durante el período experimental y durante la lactancia común a los tratamientos, que incluye la producción a partir de 79 días de iniciado el pastoreo.

Durante el período experimental se encontraron diferencias significativas en la producción de leche ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento que incluía el suministro diario de 6 kg de concentrado/animal más acceso de los animales a pasturas fertilizadas y la producción de leche en pasturas con solo fertilización. No se encontraron diferencias significativas

en producción de leche entre el suministro de concentrado y el acceso de los animales al banco de proteína, ni entre este último tratamiento y la aplicación de N a las pasturas.

Durante el período de lactancia común se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el suministro de concentrado y la aplicación de fertilizantes. Es importante resaltar la falta de significancia entre el tratamiento que incluía el suministro de concentrado y el que incluía el acceso de los animales al banco de *Leucaena*, igualmente entre este último y la aplicación a la pastura de 238.5 kg/ha de N, sin adición de concentrado o acceso a *Leucaena*.

Cuadro 3. Producción acumulada de leche en el período experimental y la lactancia común.

Tratamiento	Período experimental			Lactancia común*		
	Leche acumulada (kg)	Días (no.)	Prom/an. (kg)	Leche acumulada (kg)	Días (no.)	Prom/an. (kg)
N (238.5 kg/ha)	1734 b**	265	6.55	1435 bc	228	6.29
N (238.5 kg/ha) + <i>L. leucocephala</i>	2292 ab	285	8.03	1920 ab	248	7.70
N (238.5 kg/ha) / concentrado	2338 a	305	8.67	2249 a	263	8.56
N (48.6 kg/ha)	1809 b	226	8.13	1293 c	176	7.35
S \bar{x}	528	—	—	451	—	—

* La lactancia común se inició 79 días después de introducidos los animales al ensayo, cuando el número de animales/tratamiento fue igual.

** Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P \leq 0.05$), según la prueba de Duncan.

El promedio diario de producción de leche/tratamiento varió entre 6.29 y 8.67 kg. Estos promedios son altos si se comparan con los encontrados en la zona por Castro et al. (1977), pero inferiores a los obtenidos con animales similares a los utilizados en este ensayo en suelos tropicales de mayor fertilidad (Cubillos, 1986; Jennings et al., 1985).

El porcentaje de producción de leche en el ordeño de la mañana fue de 62.8 y en el de la tarde de 37.2. Los animales en pastoreo con acceso al banco de *Leucaena* produjeron 21% más leche que los animales en *D. decumbens* fertilizado con 238.5 kg/ha de N y 10% menos que los animales que recibieron concentrado. Esto indica que *Leucaena* mejoró la producción de leche y sustituyó 90% del aporte alimenticio del concentrado, además mostró efecto residual alto, ya que después del séptimo día su disponibilidad en el banco disminuyó en forma drástica, pero la producción de leche persistió.

En el Cuadro 4 se incluye la tasa media de disminución en la producción de leche/animal ajustada a 305 días. En todos los tratamientos la producción diaria de leche/animal siguió una tendencia lineal negativa con el tiempo de lactancia. Esto fue más notorio en los animales que pastorearon en el tratamiento consistente en la aplicación a la pastura de 48.6 kg/ha de N en los cuales se encontró una mayor disminución diaria en la producción de leche en comparación con los demás tratamientos. Lo anterior indica una menor persistencia en la lactancia de los animales en este grupo.

En los animales que recibieron concentrado y los que tuvieron acceso a *Leucaena* la lactancia fue de 305 y 285 días, respectivamente. En los animales que pastorearon en pasturas fertilizadas,

y no recibieron suplemento ni tuvieron acceso a *Leucaena*, las lactancias fueron de 265 y 226 días cuando se aplicaron 238.5 y 48.5 kg/ha de N, respectivamente. Lo anterior indica que los animales con alto potencial de producción requieren el suministro de una fuente proteínica adicional para mantener la persistencia en la lactancia.

En relación con la composición de la leche, en el mismo Cuadro 4 se observa que existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en densidad, siendo ésta mayor cuando se suministró concentrado a los animales. El contenido de sólidos totales fue menor cuando los animales permanecieron en pasturas fertilizadas con 48.5 kg/ha de N. Sin embargo, las diferencias son pequeñas y no tienen implicaciones prácticas.

Cambios en peso vivo animal. Después de 260 días de pastoreo se encontró que los animales que pastorearon en parcelas que recibieron 238.5 kg/ha de N y además recibieron suplemento de 6 kg/día de concentrado comercial ganaron en promedio 240 g/día; los animales en pasturas fertilizadas con 238.5 kg/ha de N ganaron 270 g/día; los animales con acceso al banco de *Leucaena* ganaron en promedio 150 g/día; y los que permanecieron en parcelas que recibieron 48.5 kg/ha de N perdieron peso y su período de lactancia se redujo; en consecuencia fue necesario retirarlos del ensayo.

Aunque los animales que recibieron concentrado no ganaron más peso que los que pastorearon en parcelas que recibieron la dosis más alta de N, su producción de leche sí fue superior (Cuadro 3). Por otra parte, los animales con acceso a *Leucaena* ganaron menos peso que los dos grupos anteriores; sin embargo, su producción de leche

Cuadro 4. Tasa lineal diaria de cambio en la producción de leche ajustada a 305 días y cambios en la composición de la leche por efecto de los tratamientos.

Tratamientos	Tasa de cambio		Composición		
	kg/an/día ($\times 10^{-3}$)	n	Densidad (g/cm ³)	Sólidos (%)	Grasa (%)
N (238.5 kg/ha)	-6.827 a*	106	1.029 b	12.62 a	4.18
N (238.5 kg/ha) + <i>L. leucocephala</i>	-5.644 a	117	1.029 b	12.61 a	4.22
N (238.5 kg/ha) + concentrado	-5.686 a	118	1.030 a	12.62 a	4.13
N (48.6 kg/ha)	-31.171 b	76	1.029 b	12.20 b	3.95
S \bar{x}	—	—	—	0.49	0.44

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

fue superior a la de los grupos que permanecieron en las pasturas fertilizadas.

Se considera que las vacas en producción no requieren más del 12% de proteína en la dieta (Glover et al., 1961), pero en pastos tropicales pueden existir bajo consumo de energía, alta tasa de desaminación de la proteína de la gramínea y baja eficiencia en la síntesis de proteína microbial (Flores et al., 1979; Stobbs et al., 1977).

El efecto de *Leucaena* en menor ganancia de peso y aumento en producción de leche parece deberse a la proteína sobrepasante que tiene esta planta (Flores et al., 1979). Esta proteína escapa a la fermentación en el rumen y es parcialmente digerida en el intestino. Además, aumenta el consumo voluntario y mejora la eficiencia de utilización de la energía y de los nutrientes de la gramínea (Flores et al., 1979). El efecto benéfico de la proteína sobrepasante ha sido demostrada en varios estudios (Moog, 1983). Es necesario considerar que los animales del ensayo se encontraban en la primera o segunda lactancia, época en la cual la ganancia de peso es mayor a la que normalmente ocurre en vacas con más de dos lactancias (Jennings et al., 1985; Zapata, 1979).

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir: 1) con el establecimiento de bancos de proteína con base en *L. leucocephala* en la zona cafetera de Colombia, es posible obtener aumentos significativos en producción de leche; 2) la mayor producción diaria de leche/animal (8.56 kg) se obtuvo con animales que pastorean *D. decumbens* fertilizado con 238.5 kg/ha de N y con suplemento de 6 kg/an de concentrado comercial, seguida por la producción (7.70 kg) de los animales que además de pastorear en *D. decumbens* fertilizado, tuvieron acceso al banco de *L. leucocephala*; 3) a medida que aumentó el tiempo de lactancia la producción diaria de leche/animal tendió a disminuir, siendo más drástica esta disminución en los animales que permanecieron en pasturas que recibieron la dosis menor de N; 4) los animales que pastorearon en *D. decumbens* fertilizado con 238.5 kg/ha de N ganaron más peso vivo que los que tuvieron acceso a *L. leucocephala*; sin embargo, esto fue compensado por una mayor producción diaria de leche de los animales con acceso a esta última especie; y 5) los ecotipos *L. leucocephala* CIAT 17481, 17482, 17491 y 17492 fueron los más productivos y persistentes en condiciones de pastoreo en la zona cafetera de Colombia.

Summary

At La Romelia experiment station of the Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, located in Chinchiná in the coffee-growing zone of Colombia, the effect of various management techniques on the production and composition of milk from first- and second-parturition Brown Swiss cows was studied. Cows were from 3 to 4 years old, weighed between 443 and 455 kg with less than 59 days lactation. Cows grazed on parcels of pangola grass (*Digitaria decumbens*) measuring 6400 m² for periods of 17 days with 34 days rest.

Treatments consisted of: 1) annual application of 238.5 kg N/ha to the pasture; 2) annual application of 238.5 kg N/ha to the pasture along with daily 2 hour accessibility by the animals to a protein bank consisting of various ecotypes of *Leucaena leucocephala*, equivalent in size to 30% of the parcel area; 3) annual application of 238.5 kg N/ha to the pasture along with daily supplementation of 6 kg of commercial concentrate per animal; and 4) annual application of 48.6 kg N/ha to the pasture. The treatments were disposed in a random block design. Results of milk production were analyzed taking each of the six animals in the experiment as a repetition.

At the end of the common lactation period, significant differences were found in accumulated milk production between those animals having access to highly fertilized pastures and receiving concentrate (2249 kg of milk in 263 days) and those animals which had access to fertilized pastures without supplementation (1435 kg of milk in 228 days).

Animals with access to the *L. leucocephala* protein bank produced an average of 1920 kg of milk in 248 days, a production higher than that obtained with animals grazed on N fertilized pastures but inferior to, although insignificantly, to that of animals on concentrate. Animals on pastures fertilized with the highest rate of N (238.5 kg/ha) had an average lactation period of 225 days and showed daily gains of 270 g; animals with access to the *Leucaena* protein bank had an average lactation period of 248 days and gained 150 g per day; animals on low-fertilized pastures (48.6 kg N/ha) had a lactation period of 176 days and lost weight making it necessary to remove them from the study. Treatments did not affect milk composition.

Results of this study indicate that it is possible to increase milk production in the Colombian coffee-

growing region by fertilizing *D. decumbens* pastures and supplementing *Leucaena* in the diets of milk-producing cows with high protein requirements. Agronomic evaluations showed that *L. leucocephala* CIAT 17481, 17482, 17491, and 17492 were the best-adapted ecotypes to the zone.

Referencias

- Castro, A. A. y Valencia, G. N. 1977. Análisis técnico-económico de hatos Holstein Friesian y/o Pardo Suizo en el departamento de Caldas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tesis. 149 p.
- Cubillos, O. G. 1986. Sistemas de producción de leche en las zonas tropicales. En: Pearson de Vacaro, L. (ed.). Taller de trabajo en sistemas de producción con bovinos en el trópico americano. Aragua, Venezuela, 1981. Trabajos presentados. Maracay, Instituto de Producción Animal. Universal Central de Venezuela. p. 59-74.
- Flores, J. F.; Stobbs, T. H.; Minson, D.J. 1979. The influence of the legume *Leucaena leucocephala* and formal-casein on the production and composition of milk from grazing cows. J. Agric. Sci. 92(2):351-357.
- Glover, J. y Dougall, H. W. 1961. Milk production from pasture. J. Agric. Sci. 56(2):261-264.
- Hegde, N. 1983. *Leucaena* forage management in India. En: *Leucaena* research in the Asian Pacific Region. Singapore, 23-26 November, 1982. Proceedings. IDRC (International Development Research Centre). Ottawa, Canada. p. 73-78.
- Jennings, P. G. y Holmes, W. 1985. Supplementary feeding to dairy cows grazing tropical pasture: a review. Tropical Agriculture (Trinidad) 62(4):266-272.
- Moog, F. A. 1983. Beef production on *Leucaena-imperata* pasture and cattle feeds on small farms in the Philippines. En: *Leucaena* research in the Asian Pacific region. Singapore, 23-26 November, 1982. Proceedings. IDRC (International Development Research Centre). Ottawa, Canada. p. 69-72.
- Stobbs, T. H.; Minson, D. J.; McLeod, M. N. 1977. The response of dairy cows grazing a nitrogen fertilized grass pasture to a supplement of protected casein. J. Agr. Sci. 89(1):137-141.
- Suárez, V., S.; Franco, A., C.; Rubio, U., J.; Ramírez, P., A.; Toledo, J. M. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná, Caldas. CENICAFE (Colombia) 36(2):51-63.
- Wong, C. C. y Devendra, C. 1983. Research on *Leucaena* forage production in Malaysia. En: *Leucaena* research in the Asian Pacific region. Singapore. November 23-26, 1982. Proceedings. Ottawa, Canada. International Development Research Centre. p. 55-60.
- Zapata, A. O. 1979. Recursos forrajeros para producción de ganado lechero en climas medios y cálidos. En: Encuentro nacional de zootecnia. Cali, Colombia. Noviembre 8-10, 1979. Memorias. p. 135-142.