

Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito*

C. E. Lascano, P. Avila y G. Ramírez**

Introducción

En América Latina tropical, la ganadería de doble propósito comprende, aproximadamente, el 78% del ganado y el 41% de la leche producida. En este sistema de producción, la mayor fuente de alimentación de los animales proviene de pasturas de gramíneas nativas o introducidas, las cuales, muchas veces, son limitativas en cantidad y calidad de biomasa, particularmente durante la época seca. En consecuencia, la producción de leche (2 a 4 lt/vaca por día) y la eficiencia reproductiva (50% a 60%) de los hatos son bajas.

Durante los últimos 15 años, en América tropical la investigación en forrajes ha producido gramíneas y leguminosas con potencial para aumentar la producción animal en sistemas de pastoreo. En particular, está bien documentado que leguminosas seleccionadas para suelos ácidos en asociación con gramíneas contribuyen a aumentar entre 20% y 30% la producción de leche de vacas en pastoreo (Lascano y Avila, 1991). No obstante, en la región la adopción de leguminosas productivas ha sido escasa.

Una alternativa para acelerar esta adopción es evaluar pasturas contrastantes en fincas con la participación de productores. Sin embargo, este tipo de evaluación presenta retos metodológicos, por ejemplo, limitado control de factores experimentales, complejidad en la obtención de variables de respuesta animal y dificultades logísticas para su ejecución.

Algunos tipos de ensayos para evaluar nuevas pasturas, con y sin leguminosas en fincas con ganado de doble propósito, son: (1) incluir pasturas distintas en cada finca —en la finca A: pastura nueva y en la finca B: pastura tradicional— y (2) evaluar pasturas contrastantes en un orden determinado (pastoreo secuencial) en la misma finca —por ejemplo: vacas que rotan de la pastura tradicional pasan a la pastura nueva. Al evaluar pasturas diferentes en finca, las comparaciones entre éstas se confunden debido a factores de suelo, clima, tipo de ganado y manejo, lo cual se minimiza con la evaluación en secuencia de pasturas en la misma finca.

Por otra parte, la evaluación en secuencia de pasturas ofrece algunas ventajas adicionales, entre ellas: (1) compatibilidad con el manejo en rotación de las vacas de ordeño de la finca; (2) flexibilidad en el manejo del pastoreo en las pasturas en evaluación, por ejemplo, días de ocupación y descanso variables de acuerdo con la especie establecida o el tamaño del potrero; (3) celeridad en la respuesta en producción de leche en función de los atributos de las pasturas —cantidad y calidad del forraje en oferta bajo evaluación; y (4) posibilidad de construir curvas de lactancia de animales en pasturas contrastantes. No obstante, este tipo de prueba tiene algunas desventajas: (1) se desfasan en el tiempo las mediciones de respuesta animal, como la producción de leche; (2) se requiere un período de acostumbramiento o ajuste de las vacas a las pasturas en evaluación; y (3) no es posible obtener información sobre el efecto de las pasturas en los pesos al destete de terneros y en los parámetros reproductivos.

Con base en el anterior análisis, se sugiere que el sistema secuencial de pastoreo es una opción que se debe considerar para evaluar nuevas pasturas en fincas con ganado de doble propósito. Con el fin de derivar recomendaciones para el uso de esta metodología, se

* Parte del trabajo presentado en la Reunión de Trabajo sobre Metodologías de Investigación en Fincas con Ganado de Doble Propósito. CIAT, junio de 1996.

** Respectivamente, Líder, y asociados del Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales del CIAT.

analizaron datos de producción de leche de vacas en pastoreo secuencial en pasturas contrastantes. Los resultados de estos análisis se presentan en esta nota, haciendo énfasis en el efecto de la secuencia de rotación de las vacas y de los días de acostumbamiento o ajuste en la producción de leche en pasturas con y sin leguminosas.

Materiales y métodos

Durante los últimos 10 años, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT ha evaluado el potencial de producción de leche en pasturas seleccionadas de sólo gramíneas y en asociación con leguminosas. Estos ensayos de pastoreo se han realizado bajo condiciones controladas en la estación CIAT-Quilichao, utilizando en todos los casos un diseño cuadrado latino (Lascano y Avila, 1991). Para el análisis se utilizaron datos de producción diaria de leche obtenidos durante 4 años (entre 1992 y 1995) en 15 experimentos con diseño cuadrado latino 3 x 3. En estos experimentos se evaluaron, a través del tiempo, tres pasturas de sólo gramínea (*Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, *Brachiaria dictyoneura*) y siete pasturas de gramínea en asociación con leguminosa (*Centrosema acutifolium* y *C. macrocarpum*). Del total de experimentos que se incluyeron en el análisis, siete se realizaron en época seca (balance hídrico < 50 mm) y ocho en época de lluvia (balance hídrico > 50 mm). En cada cuadrado latino de tres períodos, se midió la producción de leche durante 14 días (mañana y tarde), de los cuales 7 días eran de ajuste y 7 días eran de medición. Esto arrojó un total de 268 observaciones con vacas tipo Holstein (cruces Cebú x europeo) que se utilizaron para analizar los efectos de secuencia de rotación y días de ajuste en la producción de leche. Para los análisis de correlación y comparación de medias entre producción de leche medida en la mañana y en la tarde y entre producción de leche medida en el primer y último día de pastoreo, se incluyeron 820 observaciones obtenidas con vacas tipo Holstein.

El ordeño de las vacas se hizo en forma manual en la mañana y en la tarde durante cada período experimental, y después de aquel las vacas salían a pastoreo en el potrero que correspondía, según la secuencia de rotación utilizada en el diseño cuadrado latino 3 x 3.

Para el análisis de los datos de producción de leche se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6, incluyendo correlación, regresión lineal y comparación de promedios (prueba "t").

Resultados y discusión

Medición de la producción de leche en la mañana y en la tarde. El análisis de producción mostró una alta correlación ($r = 0.86$, $P < 0.0001$) entre la producción en la mañana y en la tarde. Sin embargo, la primera fue, en promedio, dos veces más alta que la segunda, según se deriva de la ecuación de regresión lineal ajustada ($Y = -0.03 + 0.46x$, $r^2 = 0.74$; $P < 0.01$) a los datos de leche producida en la tarde (y) y en la mañana (x).

Aun cuando podrían ser pocas las fincas con ganado de doble propósito en las que se hace doble ordeño, se sugiere que si se trabaja en este tipo de explotación, el efecto de pasturas en la producción de leche se podría estimar midiendo únicamente la producción en la mañana. Obviamente, esta decisión tiene implicaciones en ahorro de tiempo y mano de obra que podrían ser importantes cuando se trabaja con muchas fincas.

Medición de la producción de leche en función de días de pastoreo. Las vacas en los ensayos de pastoreo secuencial incluidos en el análisis permanecieron 14 días en cada pastura bajo evaluación, de los cuales 7 fueron para medir la producción de leche. La producción en el primer día de pastoreo de la fase de medición se correlacionó ($r = 0.95$, $P < 0.0001$) con la producción del último día de pastoreo (día 7) (Figura 1). Sin embargo, el rendimiento de leche estimado con la ecuación de regresión fue, en promedio, 4% mayor en el día 1 en comparación con el día 7 de pastoreo en la fase de medición.

En el análisis de comparación de medias (prueba "t") de leche producida en función de días de pastoreo, se encontraron diferencias debidas al tipo de pastura y la raza de las vacas (Cuadro 1). Con vacas tipo mestizo, el promedio de rendimiento de leche en pasturas de sólo gramínea o gramínea en asociación con leguminosas varió poco entre días de pastoreo. En contraste, con vacas tipo Holstein, el promedio de la producción de leche en gramínea sola fue mayor (entre $P < 0.05$ y $P < 0.10$) en los primeros 4 días de pastoreo, en comparación con el promedio de los 7 días, lo cual no se observó en las pasturas asociadas.

Estos resultados tienen implicaciones metodológicas, ya que sugieren que la frecuencia de medición de leche en sistemas secuenciales de pastoreo en fincas podría estar en función del tipo de vaca y condición de las pasturas bajo evaluación. En

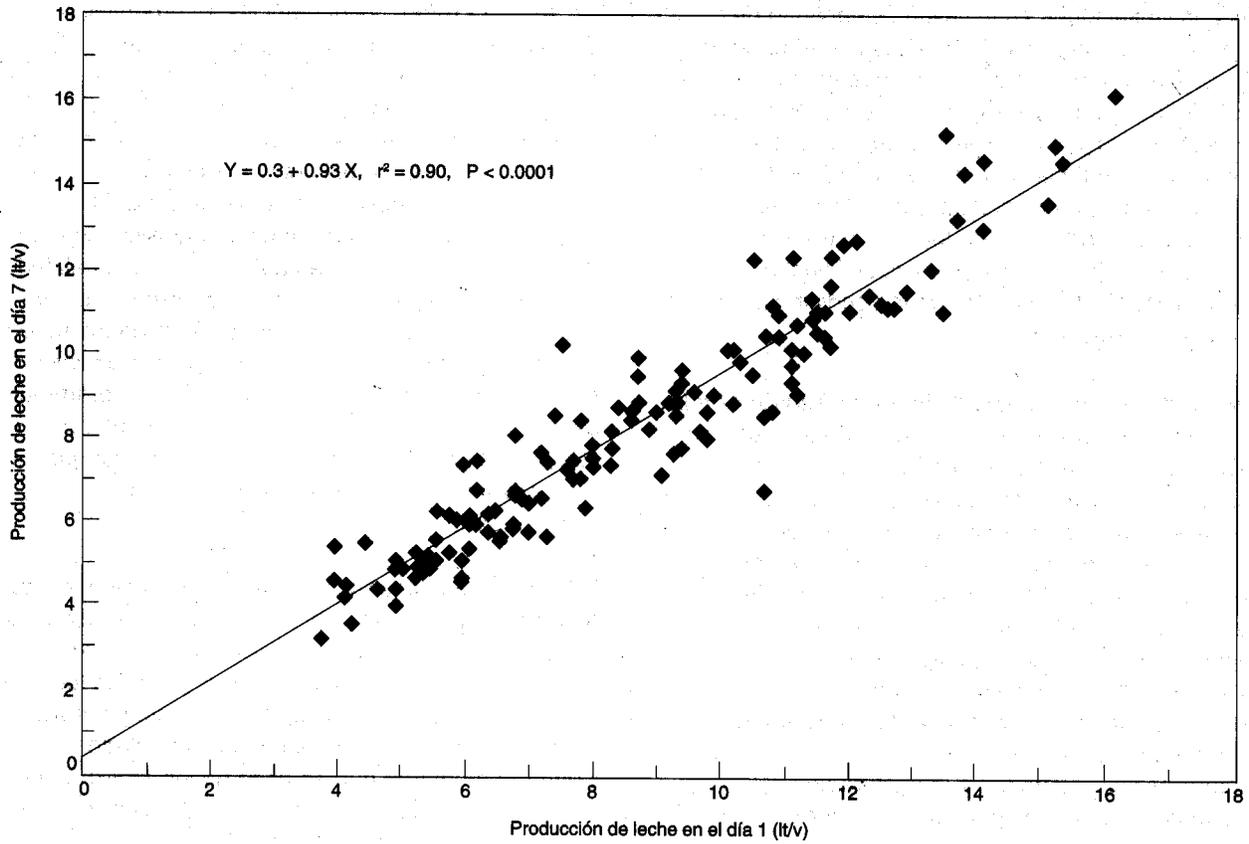


Figura 1. Relación entre la producción de leche por vaca en el primer día de medición (día 1) y en el último (día 7).

Cuadro 1. Comparación de promedios de producción de leche en función del número de días consecutivos de medición con vacas en pastoreo (ajuste previo de 7 días).

Días de pastoreo	Gramínea			Gramínea + leguminosa		
	Promedio	EE ^a	Significancia ^b	Promedio	EE	Significancia
Vacas mestizas						
2	6.3	0.18	NS	6.8	0.22	NS
3	6.2	0.15	NS	6.7	0.18	NS
4	6.2	0.13	NS	6.7	0.14	NS
5	6.2	0.11	NS	6.7	0.13	NS
6	6.1	0.10	NS	6.7	0.11	NS
7	6.1	0.09		6.6	0.10	
Vacas Holstein						
2	8.9	0.12	*	9.8	0.27	NS
3	8.8	0.09	*	9.8	0.20	NS
4	8.7	0.08	*	9.8	0.17	NS
5	8.6	0.08	NS	9.8	0.15	NS
6	8.5	0.08	NS	9.7	0.14	NS
7	8.4	0.09		9.7	0.13	

a. EE = Error Estándar.

b. Significancia con respecto al promedio de 7 días consecutivos de pastoreo; NS = No significativo, * P < 0.10.

fincas con limitaciones en la calidad y cantidad de forraje y con alta proporción de vacas tipo europeo de alto potencial de producción de leche, sería necesario medir la leche con mayor frecuencia, por ejemplo, al inicio, en la mitad y al final del pastoreo, previo ajuste. Por otra parte, en fincas con vacas de ordeño tipo mestizo con bajo potencial de producción de leche se podría medir la producción de leche con menos frecuencia, por ejemplo, los días inicial y final de pastoreo, independientemente de la condición de las pasturas en evaluación.

Medición de la producción de leche en función de la secuencia de rotación. En el Cuadro 2 se presentan las diferencias en producción de leche de vacas tipo Holstein en dos secuencias de rotación, debidas al tipo de pastura: (1) rotación de una pastura de sólo gramínea a una pastura de gramínea-leguminosa, y (2) rotación de una pastura de gramínea-leguminosa a una pastura de sólo gramínea. Los resultados muestran que la producción de leche se redujo consistentemente a través de experimentos cuando las vacas rotaron de la pastura asociada a la gramínea sola. Sin embargo, cuando las vacas se cambiaron de la pastura de sólo gramínea a la pastura con leguminosa, la leche aumentó significativamente en unos experimentos, pero en otros no.

Cuadro 2. Efecto de secuencia de rotación en la producción de leche en pasturas con y sin leguminosas. Estación CIAT-Qulichao.

Experimento (no.)	Secuencia de la rotación			
	G a G+L ^a (cambio, lt/vaca)	Sig. de la diferencia ^c	G+L a G ^b (cambio, lt/vaca)	Sig. de la diferencia ^c
1	+3.6	***	-0.2	NS
2	-0.1	NS	-3.2	**
3	+0.4	NS	-2.3	***
4	-1.2	**	-1.5	***
5	-0.4	NS	-1.1	*
6	-0.3	NS	-1.5	***
7	+0.7	*	-1.1	***
8	+1.5	**	-2.5	***
9	+1.5	***	-2.6	***
10	+1.3	***	-2.4	***
11	+0.8	*	-3.3	***
12	+0.8	*	-3.4	***
13	+1.1	***	-0.5	*
14	-0.6	NS	-0.6	*
15	+0.8	**	-3.4	***

- a. Rotación de gramínea a gramínea + leguminosa.
 b. Rotación de gramínea + leguminosa a gramínea.
 c. NS = No significativo; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

Por otra parte, las diferencias en producción de leche debidas a la presencia de leguminosa en la pastura fueron consistentemente mayores cuando se cambiaron las vacas de la pastura de gramínea-leguminosa a la pastura de sólo gramínea (promedio de -2 lt/vaca), que en la rotación inversa (promedio de +0.7 lt/vaca). Es decir, la producción de leche en función del tipo de pastura fue más sensible cuando se cambiaron las vacas de la pastura de buena calidad a la de inferior calidad. Este efecto de secuencia de rotación de pasturas en la producción de leche no era esperado y podría estar asociado con diferencias en selectividad o consumo de componentes —gramínea y leguminosa— de la pastura. En estudios futuros sería conveniente cuantificar la selectividad de la leguminosa y el consumo de MS por vacas en diferentes secuencias de rotación.

Medición de la producción de leche en función de días de ajuste. Para analizar si es o no necesario dar un período de ajuste de por lo menos 7 días, se compararon los promedios de rendimiento de leche de vacas tipo Holstein en las fases de ajuste y medición en pasturas con y sin leguminosa. Los resultados en el Cuadro 3 muestran que en ocho de los 15 experimentos (53%) incluidos en el análisis, la producción de leche en gramínea sola fue mayor (entre P < 0.05 y P < 0.001) en la fase de ajuste que en la de medición. Por otra parte, la producción de leche en las pasturas asociadas con leguminosas fue similar (P > 0.05) en ambas fases de nueve experimentos (60%) y mayor (entre P < 0.05 y P < 0.0001) en seis de los experimentos. El promedio de producción de leche en las pasturas de sólo gramínea fue 8% mayor en la fase de ajuste que en la de medición. En contraste, la producción de leche en las pasturas asociadas con leguminosas fue 3% mayor en la fase de medición que en la de ajuste.

Estos resultados sugieren que en sistemas secuenciales de pastoreo sin períodos de ajuste de por lo menos 7 días, se podría sobreestimar la producción de leche en las pasturas de sólo gramínea y subestimarla en las pasturas asociadas con leguminosa. Obviamente, si éste fuera el caso, en la interpretación de resultados de evaluación de pasturas en fincas se concluiría que la introducción de leguminosas en la pastura tiene poco efecto en la producción de leche; por ejemplo, si en los experimentos incluidos en el análisis presentado en este caso no se hubiese permitido un período de ajuste de 7 días, el promedio del efecto de la leguminosa en la producción de leche fuera únicamente de 3%. Sin embargo, al considerar el período de ajuste y tomar como referencia únicamente los datos de producción de leche obtenidos en la fase de medición, las pasturas con leguminosas produjeron, en promedio, 15% más leche que las pasturas de sólo gramínea.

Cuadro 3. Efecto de los días de ajuste en la producción de leche en pasturas de sólo gramínea y de gramíneas asociadas con leguminosas. Estación CIAT-Quilichao.

Experimento (no.)	Sólo gramínea (lt/vaca)			Gramínea + leguminosa (lt/vaca)		
	Ajuste (7 días)	Medición (7 días)	Significancia ^a	Ajuste (7 días)	Medición (7 días)	Significancia ^a
1	11.5	10.9	NS	12.1	12.9	NS
2	11.8	10.9	NS	12.8	12.3	NS
3	104.0	9.6	NS	11.3	11.7	NS
4	8.8	7.8	*	8.8	9.3	*
5	5.7	4.8	*	5.0	4.9	NS
6	9.6	9.0	**	9.1	9.2	NS
7	7.1	6.2	*	6.7	7.0	NS
8	9.6	9.2	NS	9.7	9.8	NS
9	6.1	5.1	**	6.9	7.4	**
10	7.2	6.3	***	8.1	8.5	**
11	5.0	4.8	NS	5.4	6.1	***
12	13.2	12.0	***	13.0	13.9	***
13	10.3	8.9	***	11.3	11.1	NS
14	10.1	11.1	**	10.5	11.3	***
15	10.9	10.8	NS	11.1	10.8	NS
Promedio	9.2	8.5		9.5	9.8	

a. NS = No significativo; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

Recomendaciones metodológicas

Con base en los resultados de este estudio, se pueden sacar algunas recomendaciones metodológicas útiles en la evaluación de pasturas tropicales contrastantes en fincas con ganado de doble propósito:

Pasturas. En la evaluación de pasturas en fincas se sugiere incluir la pastura existente (control negativo) junto con la pastura de sólo gramínea introducida (control positivo) y la gramínea asociada con leguminosas. El área de siembra con especies introducidas dependerá, en gran medida, del espacio disponible, la disponibilidad de semilla, el número de vacas en ordeño, la capacidad estimada de carga de las nuevas pasturas en épocas lluviosa y seca, y el manejo del pastoreo utilizado por el productor. Además, se debe tener en cuenta el área para ajuste y medición. Para calcular el área de los potreros se pueden utilizar las fórmulas publicadas en el manual de la RIEPT "Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas - Metodologías de Evaluación" (Paladines y Lascano, 1983).

Medición de la producción de leche. En las pasturas esta evaluación se debe hacer con un mínimo de 7 días de ajuste previo y rotando las vacas de la pastura con mejores atributos forrajeros (asociadas gramínea-leguminosa) a las de menores atributos (gramínea introducida y gramínea existente en la finca). Para

permitir el acostumbramiento de las vacas, el área de la pastura se debe dividir en partes iguales, utilizando, de ser posible, cercas eléctricas para reducir costos y permitir mayor flexibilidad en el manejo del pastoreo.

La frecuencia de medición de la producción de leche dependerá del potencial de las vacas en la finca y de la condición de las pasturas, en términos de cantidad y calidad de forraje en oferta. Con vacas de mediano potencial de producción (entre 5 y 10 lt), será necesario medir la producción al inicio, en la mitad y al final del pastoreo, especialmente cuando la cantidad y calidad del forraje son limitantes —gramínea introducida o de la finca en época seca. Con vacas de menor potencial de producción (entre 3 y 5 lt) es posible medir la leche al inicio y al final del pastoreo, independientemente de la condición de la pastura. En ambos casos será necesario un período de ajuste previo mínimo de 7 días.

Análisis de datos de producción de leche. Para el análisis e interpretación de los datos de producción de leche obtenidos en las fincas en pasturas contrastantes se puede utilizar la prueba de "t" para determinar las diferencias entre medias obtenidas en cada evaluación. Además, se sugiere separar los efectos debidos a vacas (grupo racial, número de partos y tercio de lactancia) y a época del año (lluvia y sequía). Por otra parte, los datos de producción diaria de leche por vaca en cada pastura, obtenidos a través del tiempo, se

pueden utilizar para reconstruir curvas de lactancia, utilizando la fecha de parto de las vacas y las correspondientes a las mediciones de leche en cada pastura.

Summary

Several results from grazing trials with milking cows, carried out between 1992 and 1995 at the CIAT-Quilichao Experiment Station, were analyzed in order to derive methodological principles that could be useful for on-farm pasture evaluation. Data on daily milk production were collected from 15 short-term grazing experiments with 3 x 3 Latin square designs, in which three pure grass pastures (*Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, and *Brachiaria dictyoneura*) and seven associated pastures of the same grasses with the legumes *Centrosema acutifolium* and *C. macrocarpum* were evaluated over time. Seven experiments were conducted during the dry season (water balance <50 mm) and eight in the rainy season (water balance >50 mm). In each experimental period, milk production of Holstein-type cows and Zebu x European crosses was measured for 14 days (morning and evening), of which 7 days corresponded to adjustment and 7 to measurement. Therefore, a total of 268 observations were used to analyze the effects of the sequence of rotation (i.e., grass to grass/legume and grass/legume to grass) and days of adjustment on milk production.

Correlation analysis was performed on milk yield obtained in the morning and evening and with milk production on the first day and last day of grazing during the measuring periods. Cows were milked manually in the mornings and evenings of each experimental period, and then allowed to graze the pastures indicated in the rotational sequence used in the 3 x 3 Latin square design.

The analysis showed a high correlation ($r = 0.86$, $P < 0.0001$) between milk measured in the morning and the evening. Average milk production differed between grazing days ("t" test) regarding pasture and cow type. Average milk yield of crosses grazing either grass or grass/legume pastures varied little over days. In

contrast, with Holstein-type cows, milk yields recorded in grass pastures were higher ($P < 0.05$ and $P < 0.10$) during the first 4 days of grazing than the average across the 7 days of grazing, which was not the case for grass/legume pastures. Differences in milk production due to legumes in the pasture were consistently greater when cows were changed from the grass/legume pasture to the pure grass pasture (average of -2 lt/cow) than when the inverse rotation (average of +0.7 lt/cow).

The effect of adjustment period on milk yield was significant. Without a seven-day adjustment, the effect of legumes on milk production was only 3%, but when adjustment was taken into account, legumes increased milk production by 15%. Therefore the results suggest that when evaluating contrasting pastures, milk production should be measured after at least 7 days of adjustment on the experimental pastures and that cows should be rotated from pastures with better forage attributes (associated grass/legume) to those with less favorable attributes (introduced grass and grass already existing on the farm).

With cows of intermediate production potential (between 5 and 10 lt), milk production should be measured at the beginning, middle, and end of grazing in each pasture, especially when forage quantity and quality are limiting. With cows of lower production potential (between 3 and 5 lt), milk should be measured at the beginning and end of grazing, regardless of the pasture's condition.

Referencias

- Lascano, C. E. y Avila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Trop.* 13(3):2-10.
- Paladines, O. y Lascano, C. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas - Metodologías de evaluación*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 166-183.