

Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: una propuesta

James M. Spain*
José M. Pereira**

Introducción

Durante los últimos años, varios investigadores han estado buscando alternativas a la metodología tradicional empleada para evaluar el germoplasma forrajero tropical desde el ángulo del comportamiento animal. Básicamente, esos autores han hallado que la metodología tradicional no reconoce la dinámica de las asociaciones de gramíneas y leguminosas bajo pastoreo, en el trópico húmedo. Varios factores contribuyen a ese desconocimiento, entre otros el comportamiento del animal y su crecimiento a lo largo del tiempo, el desarrollo de la pastura, y las interacciones entre las especies de la asociación, los eventos climáticos y bióticos, y los accidentes como el fuego no controlado.

Tomando como base ciertos factores o eventos —algunos predecibles, otros no predecibles— se discute en este trabajo una metodología de evaluación de pasturas que incluya el manejo flexible como alternativa para las pruebas de pastoreo de tipo D en ensayos regionales.

Eventos o variaciones ambientales de la pastura

Los eventos o variaciones del medio que más influyen en el comportamiento de una pastura, llegando hasta reclamar el ajuste de su manejo, son los siguientes:

* Edafólogo, Programa de Pastos Tropicales, CIAT, Carimagua, Colombia.
** Zootecnista, Div. de Zootecnia, CEPLAC, Bahía, Brasil.

Predecibles

a. Etapa de desarrollo:

- Etapa posterior al establecimiento, durante la cual la capacidad de carga va, generalmente, en aumento.
- Etapa estable de producción, en que la capacidad de carga debe mantenerse durante varios años.
- Etapa en que, por diversos factores, la pastura comienza a perder su capacidad de carga y su eficiencia en el reciclaje de nutrimentos.

b. Variaciones estacionales:

- Precipitación.
- Temperatura.
- Plagas y enfermedades.

c. Acumulación y degradación cíclica de la fertilidad:

Se refiere, de manera especial, a la materia orgánica y al nitrógeno proveniente de la leguminosa.

No predecibles

a. Eventos climáticos:

- Lluvia excesiva.
- Lluvias o sequía fuera de la estación del año, especialmente los veranillos ocurridos durante la época de lluvias.

b. Eventos bióticos:

- *Ataque de insectos*. Afectan normalmente las especies forrajeras asociadas pero de modo diferencial.
- *Enfermedades*. Ataque diferencial a la asociación, como ocurre con los insectos.

c. Fuego no controlado. Evento accidental.

Es posible planear una investigación tomando en cuenta las variaciones y los eventos predecibles (ajuste estacional de la carga, pastoreo suave al principio del ciclo, y otros). Por otro lado, es muy difícil diseñar un experimento para los eventos y las variaciones no predecibles; éstos pueden tener

implicaciones grandes en cuanto al manejo adecuado de la pastura, a no ser que los ajustes necesarios se hayan previsto desde el principio. La lluvia o la sequía fuera de la estación climática ejercen un fuerte efecto en la disponibilidad del forraje y en la capacidad de carga de la pastura. Se pueden presentar también eventos bióticos que ejerzan un efecto negativo en esa capacidad de carga. Algunas plagas y enfermedades importantes se presentan en forma relativamente cíclica, muchas veces difícil de predecir. Por último, el fuego accidental afecta, generalmente, más a las leguminosas que a las gramíneas.

Frente a una dinámica tan compleja, el productor debe ser flexible en su manejo de las pasturas para asegurar la mayor producción animal posible pero consistente con un grado aceptable de persistencia y estabilidad de las especies de la pradera. Las herramientas principales de manejo de la pastura son:

- la selección de *especies* adaptadas al medio;
- el mantenimiento de una *fertilidad* adecuada;
- la selección y ajuste de *cargas*; y
- los sistemas de *pastoreo* que se emplearán.

Los dos últimos factores son de interés especial en el presente trabajo.

Carga y sistema de pastoreo: sus efectos en la pastura

Se describe aquí, mediante una *revisión de literatura*, el modo como tanto la carga animal y los diferentes sistemas de pastoreo modifican la composición botánica y la productividad de una pastura.

Carga animal

La influencia que ejerce la carga animal en la oferta y en la utilización del forraje disponible y, consecuentemente, en la producción animal y en la persistencia de la pastura, está ampliamente documentada en la literatura. En asociaciones de gramíneas y leguminosas, ese efecto es especialmente relevante debido al papel decisivo que desempeña el balance entre esos dos componentes de la pastura en la producción de animales en sistemas de pastoreo.

En un estudio de cargas realizado en pasturas de *Setaria anceps* cv. Nandi asociada con *Desmodium intortum* o con *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, Jones (1979) encontró que el rendimiento de la leguminosa y su

contribución al forraje total disponible disminuían al incrementar la carga animal. Un trabajo hecho en CSIRO (Roberts, 1979) en Sanford, Australia, reveló que en una pastura de *Setaria sphacelata* más *D. intortum* la participación de la leguminosa disminuyó de 50 a 6% con el aumento de 1.1 a 2.9 cabezas/ha; hubo una correlación estrecha entre la producción por animal y por hectárea, de un lado, y el porcentaje de leguminosa en la pastura, del otro. Resultados semejantes obtuvieron Evans y Brijair (1973) quienes comprobaron que las ganancias por hectárea estaban relacionadas con el nivel de fertilización fosfórica. Los autores de este trabajo mostraron, a su vez, que tanto la cantidad como la calidad del forraje en oferta son factores determinantes de la producción animal.

Sin embargo, las alteraciones ocurridas en la carga animal no siempre tienen el mismo efecto en el balance gramínea-leguminosa. Austin, citado por Evans (1976), verificó, p.ej., que en una asociación de *Urochloa mosambicensis* con *Stylosanthes humilis* el porcentaje de leguminosa aumentó de 8 a 75% cuando la carga animal pasó de 0.8 a 2.5 cabezas/ha. Stobbs (1969a, 1969b) trabajó en Uganda con pasturas de *Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum* asociados con *M. atropurpureum* y *S. humilis*, respectivamente, y halló la misma tendencia, es decir, mayor participación de las leguminosas en la asociación cuando aumentaba la carga. Se determinó además, en estos estudios, que el pastoreo intensivo durante las estaciones seca y lluviosa elevó la producción animal sin causar daños excesivos a la pastura.

Las experiencias adquiridas señalan que el efecto de la carga animal en el balance gramínea-leguminosa es bastante variable y que está relacionado con factores bióticos y edáficos. De ellos, la compatibilidad entre los componentes de la asociación y la estacionalidad de la producción son los que más influyen en la tolerancia de las especies asociadas a las variaciones de carga (Stobbs, 1969a; Roberts, 1974). Según Roberts (1979) las leguminosas estoloníferas son más tolerantes a las cargas altas que las volubles o arbustivas.

Conforme a la revisión de Wheeler et al. (1973), en la cual se compararon las metodologías de evaluación de pasturas aplicando cargas fijas o ajustables, el uso de diseños que permitan flexibilidad en el ajuste de cargas entre las estaciones del año, y dentro de ellas, parece muy recomendable, en especial cuando se trata de pasturas asociadas. Los resultados presentados por Edye et al. (1978) corroboran esa suposición: existe un efecto estacional acentuado en la relación *carga-desempeño animal* a lo largo de tres años de utilización de una pastura asociada. Por su parte, Campbell (1966) llama la atención hacia los efectos del forraje residual de una pastura, de un año para otro, en especial si se usan cargas fijas; éstas usualmente dificultan los ajustes que mantienen el balance óptimo entre la carga animal y el estado de máxima eficiencia de la pastura dedicada a la producción de leche.

Dada la complejidad de los diversos factores que interactúan para establecer el balance gramínea-leguminosa bajo condiciones de pastoreo, y considerados los diferentes y variados efectos que la carga animal ejerce en ese equilibrio, parecería que algún sistema de cargas ajustables es el más recomendable para incluir asociaciones.

Sistemas de pastoreo

Son escasos los estudios sobre el efecto de los diferentes sistemas de pastoreo en el balance gramínea-leguminosa, especialmente los referentes a las especies tropicales. Sin embargo, algunos investigadores señalan la necesidad de adoptar sistemas y cargas compatibles con la naturaleza de las asociaciones en uso y con las variaciones climáticas del ecosistema en cuestión. Roberts (1979) recomendó una estrategia de manejo de pasturas que permite elegir entre dos opciones:

- Pastoreo rotacional con largos períodos de descanso que permitan la madurez de la gramínea, haciéndola relativamente menos palatable que la leguminosa.
- Sistema de pastoreo intensivo en el cual el animal consuma más la gramínea, favoreciendo así la leguminosa.

La interacción que pueda existir entre carga y sistema de pastoreo se esclarece con los resultados obtenidos por Jones (1979), quien observó mayor producción de *M. atropurpureum* cuando adoptó un sistema de pastoreo con una frecuencia de nueve semanas, a diferencia de la frecuencia usual de tres semanas, y mantuvo una carga animal alta. Por otro lado, Abrames et al. (1983) encontraron que en la asociación de *Setaria anceps* y *Galactia striata* la participación de la leguminosa disminuyó de 13.7 a 2.2% cuando el período de descanso aumentó de 14 a 28 días, manteniendo siempre la misma presión de pastoreo. Stobbs (1969b) comparó el sistema de pastoreo rotacional con el continuo en pasturas de *P. maximum* con *M. atropurpureum* y observó que el contenido de leguminosa de la pradera era más alto en el pastoreo continuo.

Los resultados que han sido revisados son frecuentemente contradictorios. Sin embargo, en la mayoría de los casos los períodos más largos de descanso benefician, aparentemente, a la gramínea, con tal que se mantenga la misma carga animal; en la proporción en que se reduzca el período de descanso, y el sistema tienda al pastoreo continuo, se beneficia la leguminosa. Ese comportamiento podría variar de un ecosistema a otro. Spain (1980) ha presentado la hipótesis de que un factor muy importante en la persistencia de ciertas especies forrajeras es la estabilidad estructural del suelo, siendo los suelos de tipos Oxisol y Ultisol los más estables.

Tergas (1982) menciona la necesidad de realizar trabajos de investigación de largo plazo en los ecosistemas del trópico húmedo, y que en aquéllos se prueben diferentes sistemas de pastoreo y leguminosas agresivas. Por lo regular, en estos ecosistemas más húmedos los animales prefieren las gramíneas durante todo el año por la ausencia de períodos secos bien definidos. Se ha observado en el sur de Bahía, Brasil, que los animales sometidos a pastoreo continuo tienden a buscar la leguminosa solamente cuando la gramínea está sobrepastoreada.¹ Existe la necesidad urgente de definir alternativas de pastoreo para esos ecosistemas con el fin de que se aproveche al máximo el potencial de las leguminosas adaptadas.

Limitaciones de la metodología tradicional

Diseños basados en cargas fijas y con un solo sistema de pastoreo

Los recursos normalmente disponibles en las estaciones experimentales permiten el uso de un solo sistema de pastoreo con dos o tres cargas, manteniendo ambos factores constantes para todas las asociaciones que se ensayan. Según este esquema, una asociación que en las etapas iniciales de evaluación bajo pastoreo haya indicado que funciona bien bajo pastoreo rotacional podría ser evaluada en las etapas finales bajo pastoreo continuo o viceversa. Si así ocurriera, es probable que esa asociación sea inestable especialmente bajo las cargas más altas, lo que resultaría en una subestimación de su potencial; en consecuencia, sería descartada fácilmente debido a su baja productividad o a su falta de estabilidad o a ambas deficiencias.

Otro limitante crítico de este tipo de metodología es su rigidez, que no reconoce la dinámica de las pasturas ni de los ecosistemas en que éstas se evaluán, y tampoco puede responder a ella. Esta limitación da pie a conclusiones erróneas debido a los efectos residuales o acumulativos —o a unos y otros— de los períodos de manejo subóptimo. Por ejemplo, un solo período de sequía severa, cuya probabilidad de ocurrencia sea baja, puede alterar en forma desproporcionada el resultado de un experimento de largo plazo, a causa del sobrepastoreo eventual de las pasturas; éstas, en otras circunstancias, habrían arrojado excelentes resultados. El efecto residual de un solo período de estrés ambiental podría conducir a una fuerte subestimación del potencial de la asociación. Algunas especies son mucho más susceptibles al mal manejo que otras; además, los efectos de los períodos de estrés ambiental pueden ser irreversibles o pueden persistir muchos años en pasturas formadas por especies menos estables y poco persistentes.

1. Pereira, J. M., et al. Datos no publicados.

Diseños con varias cargas y con dos o más sistemas de pastoreo

Cuando los recursos lo permitan, en los experimentos de pastoreo se pueden combinar cargas y sistemas de pastoreo en forma factorial para estudiar así los efectos sencillos y las interacciones. Este tipo de estudio es básico, pero requiere muchos recursos; en él, además, el manejo de cada tratamiento es también predefinido e inflexible. Por consiguiente, estos diseños están sujetos al mismo problema de los anteriores es decir, al efecto acumulativo de los períodos de manejo subóptimo debido a eventos no predecibles.

Las hipótesis de trabajo

Como base para el desarrollo de una metodología alternativa, se han formulado las siguientes hipótesis:

1. En un ecosistema dado, el manejo óptimo puede ser diferente para distintas asociaciones.
2. Una especie dada puede requerir manejos distintos en diferentes asociaciones.
3. Una asociación dada puede requerir manejos distintos en diferentes ecosistemas.
4. La selectividad en el pastoreo es una función de numerosos factores, incluyendo el sistema de pastoreo empleado, ya que puede afectar intensamente el balance que existe entre las especies forrajeras en la mayoría de las praderas tropicales.
5. En general, el pastoreo continuo favorece a la leguminosa mientras que el pastoreo diferido favorece a la gramínea en la mayor parte de las asociaciones tropicales (Spain, 1980).
6. El efecto del pisoteo sobre los pastos es mínimo en los suelos que son estructuralmente estables, a condición de que se mantenga un cubrimiento adecuado del suelo.

La propuesta

Se propone en este trabajo que el manejo de cada asociación sea flexible. Las cargas y los sistemas de pastoreo se ajustarán según dos parámetros, que se medirán o estimarán en las praderas:

La carga se ajustaría cuando la *presión de pastoreo* llegue a límites preestablecidos. A manera de ejemplo, podríamos fijar, como límites, presiones de pastoreo de 3 y 6 kg/100 kg de peso vivo por día fundadas en la disponibilidad de materia verde en base seca. Cuando la pradera alcance alguno de los límites, se ajustaría la carga para mantener la presión dentro del rango preestablecido.

Se prevé que los ajustes de carga no serán muy frecuentes ya que la experiencia, hasta ahora, ha indicado que son ajustes esencialmente estacionales.

- El sistema de pastoreo empleado se cambiaría en función del balance leguminosa/gramínea. Por ejemplo, podríamos fijar como límites dos porcentajes de leguminosa en la asociación: 15 y 50%; cuando la leguminosa llegue al límite superior, el período de descanso se prolongaría y cuando el porcentaje de leguminosa llegue a su mínimo, el período de descanso se acortaría.

En la Figura 1 se presenta, en forma esquemática, la estrategia que debe seguirse en el ajuste de cargas y de sistema de pastoreo para mantener la oferta de forraje y el balance entre leguminosa y gramínea dentro del 'esquema' de buen manejo.

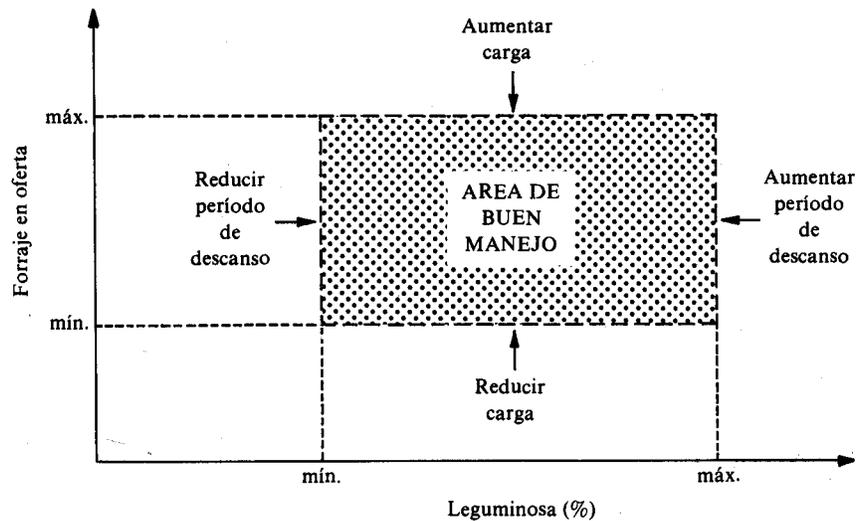


Figura 1. Una presentación esquemática del manejo requerido para mantener la mayoría de las asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales en condiciones de buen manejo.

El diseño de campo

La Figura 2 muestra el diseño de campo utilizado en Carimagua para probar la metodología propuesta; tiene dos repeticiones, con cinco asociaciones en bloques asignados completamente al azar. Un grupo de animales por repetición, alternando entre las dos divisiones, pastorea cada asociación. Las cargas y los sistemas de pastoreo iniciales se basarán en la experiencia adquirida en el manejo de las especies en el ecosistema o de la información obtenida en los ensayos regionales de pastoreo en pequeñas parcelas (ERC). Obviamente, el número de repeticiones agronómicas podría aumentar, si fuere necesario.

En la Figura 3 se indica el modo de incluir dentro de la prueba, en subparcelas pequeñas, otros ecotipos promisorios de una de las especies de la asociación. Se recomienda no sobrepasar el 10% del área total dedicada a las parcelas pequeñas para no afectar el comportamiento animal; esta recomendación supone que es grande la diferencia entre los ecotipos incluidos en pequeñas parcelas y el ecotipo elegido para el resto del potrero. La especie 'asociante' estaría contenida en las parcelas pequeñas al igual que en el resto del potrero.

D1		D2	
E		A	
D		B	
C		D	
A		E	
B		C	

Asociaciones:

- A = *Andropogon gayanus* x *Centrosema macrocarpum*
- B = *Andropogon gayanus* x *Centrosema* sp.
- C = *Andropogon gayanus* x *Stylosanthes macrocephala*
- D = *Brachiaria brizantha* x *Arachis pintoi*
- E = *Brachiaria dictyoneura* x *Arachis pintoi*

Figura 2. Diseño de campo para una evaluación de germoplasma forrajero bajo pastoreo con manejo flexible, en Carimagua, Colombia. Los animales pastorean en forma alterna las dos divisiones (D1 y D2) de cada potrero. Área total del potrero: 7.5 ha.

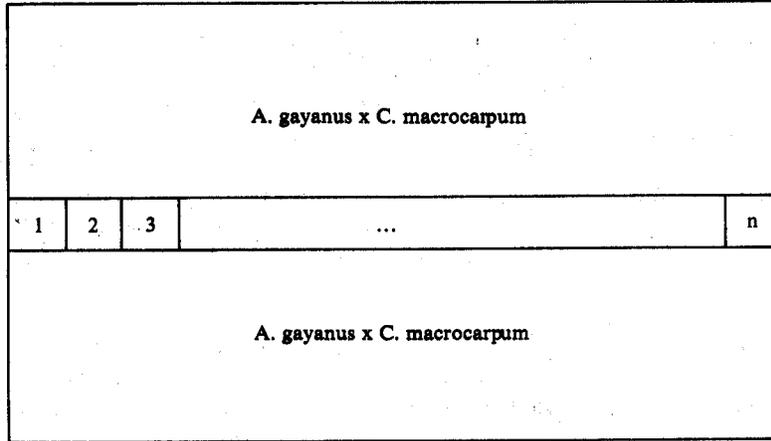
Asociación A

Figura 3. La forma en que se prueban diferentes ecotipos de especies forrajeras en asociación, en el ensayo de manejo flexible en Carimagua. En la asociación A (ver Fig. 2) hay parcelas (1, 2, 3, ... n) que contienen otros ecotipos de C. macrocarpum acompañados por el mismo A. gayanus de la asociación; las parcelas se exponen al pastoreo común del resto del potrero.

Ventajas potenciales del sistema propuesto

- El manejo flexible reconoce la dinámica a corto y a largo plazo de cada asociación y del ecosistema en que ésta se estudia, y puede responder a ella.
- El sistema se ajusta por sí mismo mediante la retroalimentación que, proveniente de las pasturas, se expresa como cambios en los parámetros básicos.
- El sistema flexible es similar, en muchos aspectos, al manejo comercial de las pasturas que casi siempre es elástico; de este modo asegura una producción adecuada y además consistente con una persistencia y un balance aceptables de la asociación.
- El uso de sistemas flexibles obligaría a definir el *buen manejo* en términos prácticos —es decir, como parámetros observables— que servirían de base para las recomendaciones futuras a los productores.
- El sistema propuesto es eficiente respecto a la tierra, a los animales, al personal y al tiempo requerido para seleccionar germoplasma útil en un ecosistema dado; a la vez, permite no sólo determinar el manejo reque-

rido —para lograr la persistencia de las especies asociadas y su balance— sino también estimar el potencial de éstas en términos de producción animal.

- En tanto que el manejo esté definido sólo en términos de los parámetros de la pastura, la información resultante se podrá extrapolar más en el espacio y en el tiempo.

Estado actual de la evaluación de la metodología

Un experimento prototipo fue establecido a finales de 1983 en la Estación Experimental Gregorio Bondar (EGREB) cerca a Barrolandia, en el sur de Bahía, y ha estado bajo pastoreo desde finales de marzo de 1984. El experimento consiste en dos potreros de *Brachiaria humidicola* y *Pueraria phaseoloides* de 0.67 ha cada uno, pastoreados por un grupo de animales (cinco hasta la fecha) en forma alterna, con 21 días de pastoreo y 21 días de descanso. El pastoreo ha requerido un ajuste (octubre de 1984) para impedir la dominancia de la leguminosa que ha superado el 50% del forraje en oferta. Además, se está tratando de establecer, como límites, de 20 a 40% de leguminosa permitida, debido a la agresividad de ésta y a su relativamente baja palatabilidad en el ecosistema.

También en EGREB se atiende otro experimento, localizado frente al prototipo antes mencionado, para evaluar el mismo germoplasma utilizando un diseño tradicional con tres cargas y dos sistemas de pastoreo. Por tanto, se podrán comparar los resultados de las dos metodologías.

Otro experimento, recién establecido en Carimagua, inició el pastoreo en mayo de 1985 (CIAT, 1985). Se prueban en él cinco asociaciones de *A. gayanus*: unas con *S. macrocephala*, y otras con *Centrosema* sp. y con *C. macrocarpum*. También se prueba allí a *Arachis pintoi* en asociación con *B. brizantha* y con *B. dictyoneura*. El experimento tiene dos repeticiones, cada una de tamaño suficiente (7500 m²) que permita dividirla en dos y manejar cada asociación con dos grupos de animales; se empieza con tres animales por grupo, lo que da un total de seis animales por asociación. Las asociaciones están distribuidas en el campo en bloques asignados completamente al azar. Como en Bahía, Brasil, el experimento está ubicado frente a otro en que se estudia a *A. gayanus* asociado con *S. macrocephala* y con dos especies de *Centrosema*, utilizando un diseño tradicional con tres cargas y con dos sistemas de pastoreo para la carga alta.

Referencias

- Abrames, P.L.G.; Meirelles, N.M.F. y Bianchini, D. 1983. Efeito de tres sistemas de manejo na consorciação *Setaria Kazungula-Galactia*. *Zootecnia* 21(2):89-108.
- Campbell, A.G. 1966. Grazed pastures parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 67:199-210.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Pasture development in Carimagua. En: CIAT, Tropical Pastures Program Annual Report, 1984. Cali, Colombia.
- Edge, L.A.; Williams, W.T. y Winter, W.H. 1978. Seasonal relations between animal gain, pasture production and stocking rate on two tropical grass-legume pastures. *Aust. J. Agric. Res.* 29:103-113.
- Evans, T.R. y Bryan, W.W. 1973. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the wallum of south-eastern Queensland. II. Liveweight change and beef production. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 13:530-536.
- y ———. 1976. The establishment and management of tropical pastures for beef production. En: Seminario Internacional de Ganadería Tropical. Acapulco, México. p. 51-85.
- Jones, R.M. 1979. Effect of stocking rate and grazing frequency on a Siratro (*Macropitium atropurpureum*)/*Setaria anceps* cv. Nandi pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 19:318-324.
- Roberts, C.R. 1974. Some problems of establishment and management of legume-based tropical pastures. *Trop. Grassld.* 8(1):61-67.
- . 1979. Grazing management of tall tropical legume based pastures. En: Australian Society of Animal Production Meeting on tropical Pastures for Beef Production, Murwillumbah, Australia. *Memorias. Wollongbar Agricultural Research Centre, Murwillumbah.* p. 1-11.
- Spain, J.M. 1980. The effect of grazing management on persistence, stability and productivity of legume-grass associations on well-drained soils in the seasonal humid tropics. Internal document. Tropical Pastures Program, CIAT, Cali, Colombia. 12 p.
- Stobbs, T.H. 1969a. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. I. Stocking rate. *Trop. Agric. (Trinidad)* 46(4):293.
- . 1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. II. Grazing frequency. *Trop. Agric. (Trinidad)* 46(3):195-200.
- . 1969c. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. III. Rotational and continuous grazing. *Trop. Agric. (Trinidad)*.

Tergas, L.E. 1982. Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación*. CIAT, Cali, Colombia. p. 65-80.

Wheeler, J.L., Burns, J.C., Mochrie, R.D. y Gross, H.D. 1973. The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments. *Exp. Agric.* 9:289-302.