

Manejo de pasturas y evaluación de la producción animal

Derrick Thomas*

Carlo Magno C. da Rocha**

Resumen

Se revisan algunas opciones metodológicas útiles en los ensayos regionales de pastoreo que miden la producción animal en la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, RIEPT, en América Latina. Se describen también las características deseables del germoplasma empleado en este tipo de ensayos.

Asimismo, se discuten algunas combinaciones de tratamientos, la elección de los animales, los sistemas de pastoreo, los diseños experimentales, y las mediciones practicadas en los animales y en la pastura. Por último, se hacen recomendaciones sobre estos últimos aspectos.

Introducción

Se acepta generalmente que las pasturas a base de leguminosas ofrecen la mejor opción para el desarrollo, a bajo costo, de las áreas de suelos ácidos y de escasa fertilidad en América Latina tropical. El primer requisito para que el mejoramiento de pasturas sea exitoso es la disponibilidad de cultivares bien adaptados al ecosistema respectivo. Los cultivares se desarrollan gracias a una evaluación secuencial ya sea del germoplasma forrajero recolectado o ya de los híbridos fértiles provenientes de programas de mejoramiento.

* Agrónomo, EMBRAPA/CPAC, Planaltina, D.F., Brasil. Actualmente, Agrónomo de Forrajes, Programa de Pastos Tropicales, CIAT, Cali, Colombia.

** Agrónomo, EMBRAPA/CPAC, Planaltina, D.F., Brasil.

En algunos casos, se pueden evaluar variedades comerciales desarrolladas en otras áreas. Los cultivares comerciales disponibles —sobre todo los de Australia— son de valor limitado en las regiones de suelos ácidos e infértiles, ya sea por falta de adaptación a sus condiciones edáficas o porque son altamente susceptibles a plagas y enfermedades. Por tanto, actualmente se insiste más en la evaluación del germoplasma recolectado y, en menor medida, en la de los híbridos fértiles. Los países de América Latina tropical han sido lentos en capitalizar la gran riqueza de las leguminosas nativas de la región.

Etapas en la evaluación de las plantas forrajeras

Las etapas de evaluación de las pasturas están razonablemente bien definidas. En la fase preliminar (*evaluación biológica*) las plantas, sembradas en pequeñas parcelas, se evalúan respecto a su adaptación a factores edáficos, climáticos y bióticos en el ecosistema. Se pueden hacer allí observaciones sobre vigor, rendimiento de materia seca tanto en la estación seca como en la húmeda, potencial de rebrote, valor nutritivo, floración, producción de semilla y resistencia a plagas y enfermedades. Los ensayos regionales A y B de la RIEPT son típicos de estas evaluaciones preliminares (Toledo y Schultze-Kraft, 1982).

Las plantas promisorias pasan a la etapa siguiente (*evaluación agronómica*) en la cual aumenta el tamaño de la parcela y se prueban algunas mezclas de gramíneas y leguminosas en condiciones de corte o pastoreo. El pastoreo es preferible al corte, puesto que en él se tiene en cuenta la aceptación de la mezcla por el animal, su selección de las plantas o de partes de la planta, la excreción de heces y de orina, y el daño ocasionado por el pisoteo o por el enfangamiento en épocas lluviosas. Los experimentos de corte proporcionan, en el mejor de los casos, una guía deficiente para estimar la capacidad de carga potencial de las especies en evaluación. En estas pruebas no se observan las ganancias de peso de los animales, ya que su propósito es evaluar los efectos que causa el animal sobre la pastura. De particular interés son la compatibilidad y la persistencia de las especies. La metodología que describen Paladines y Lascano (1983) para un ensayo regional C es típica de esta fase de la evaluación.

El ensayo de pastoreo da pie para una *evaluación final* respecto a los productos mercadeables que suministra el animal, y permite hacer también una evaluación económica de los resultados. Se mide en él el comportamiento animal así como algunos atributos de las pasturas. El alto costo de los ensayos de pastoreo y el área que requieren restringen la evaluación en esta etapa a

unas pocas accesiones altamente promisorias que poseen la mayoría de las características consideradas como necesarias. El ensayo regional D (ERD) es típico de esta fase final de la evaluación.

Características deseables de las plantas forrajeras

Las principales características que debería tener una planta o accesión forrajera son aquéllas relacionadas con su crecimiento, su persistencia y su valor nutritivo (Williams et al., 1976). No hay un criterio de prioridad y no se puede esperar que una sola accesión contenga todas las características requeridas. Las mezclas de gramíneas y leguminosas pueden compensar las deficiencias que limitan las especies individuales.

Crecimiento de la planta y respuesta al ambiente

Las accesiones que se prueben en el ERD deben ser capaces de crecer y producir rendimientos razonables de materia seca. No hay un nivel máximo absoluto de producción de materia seca, pero la distribución de ésta en el tiempo es tan importante como la cantidad total producida; para lograr tal distribución, las accesiones se deben adaptar a los factores climáticos, edáficos y bióticos, como plagas y enfermedades, dentro del respectivo ecosistema.

La experiencia en América Latina tropical ha demostrado que especies como *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum* presentan una amplia adaptación climática. Otras especies, como *Desmodium ovalifolium* y *Brachiaria humidicola*, manifiestan poco vigor y una baja productividad en climas donde la estación seca es prolongada. Las plantas recolectadas en suelos ácidos cuya saturación de aluminio sea alta se hallan bien adaptadas a estas condiciones edáficas; por tanto, no es necesario aplicar grandes cantidades de cal para neutralizar el aluminio, práctica que, en algunos casos, puede traer consigo una disminución del rendimiento de materia seca (Grof et al., 1979). Estas plantas requieren relativamente pocos insumos, en términos de fertilización, para su establecimiento y su crecimiento. Las accesiones edáficamente adaptadas pertenecen a una amplia gama de géneros tales como *Andropogon*, *Brachiaria*, *Paspalum*, *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Desmodium* y *Zornia*. Por otra parte, especies como *Panicum maximum*, *Leucaena leucocephala*, *Neonotonia wightii* y *Macroptilium atropurpureum* no son productivas en suelos ácidos y de baja fertilidad, a no ser que a éstos se apliquen grandes cantidades de cal y de fertilizantes.

Aun cuando la tolerancia a las condiciones de baja fertilidad del suelo es una ventaja que brinda economías en el uso de los fertilizantes, sería además muy útil que los materiales tuvieran la capacidad de responder a las mejoras que reciba el ambiente tales como un incremento en la fertilidad del suelo. Esta última respuesta es particularmente importante en los Cerrados de Brasil, donde las pasturas suceden a los cultivos anuales y, en consecuencia, se establecen sobre una fertilidad residual del suelo relativamente alta. Accesiones del grupo *tardío* de *S. guianensis* var. *pauciflora* y de *C. macrocarpum*, seleccionadas por su tolerancia a la fertilidad baja, dieron respuestas significativas a la aplicación de fósforo (CIAT, 1983).

Las plagas y enfermedades son las más agudas limitaciones del desarrollo de cultivares de plantas forrajeras en el trópico de América Latina. Una amplia gama de enfermedades fungosas, bacterianas y virales atacan las leguminosas, siendo las principales plagas los nematodos, los barrenadores del tallo y los perforadores (CIAT, 1983). Afortunadamente, hay una considerable variación interespecífica en especies como *S. guianensis* var. *pauciflora*, *S. capitata*, *S. macrocephala*, *S. viscosa*, *Zornia brasiliensis*, *C. macrocarpum*, *C. brasilianum* y *D. ovalifolium* y actualmente se están seleccionando accesiones resistentes.

Aunque las gramíneas son también susceptibles a las enfermedades, éstas son menos importantes en ellas que en las leguminosas. El mión de los géneros *Deois* y *Zulia* es la principal plaga que ataca las gramíneas. Los cultivares de *A. gayanus* y *B. brizantha* son muy resistentes, en tanto que *B. decumbens*, *B. ruziziensis* y *B. humidicola* son altamente susceptibles (Cosenza, 1982).

Persistencia en la pastura

Las accesiones que se han de evaluar en los ensayos regionales D deben ser capaces de persistir en las pasturas; esta cualidad es más difícil de hallar en las leguminosas que en las gramíneas. La persistencia está influenciada por factores como la tolerancia al pastoreo, la resistencia a plagas y enfermedades, y la capacidad de reproducción.

La *tolerancia al pastoreo* es de particular importancia en las pasturas asociadas, cuyas diversas especies están sometidas al pastoreo selectivo debido a sus diferencias en accesibilidad, aceptabilidad, contenido de proteína, digestibilidad y otros aspectos que afectan el consumo. A pesar de que algunas de estas características controlan el estrés al que están expuestas las especies, el grado de tolerancia al pastoreo puede diferir, por ejemplo, a causa de la posición y el número de nuevos puntos potenciales de crecimiento o de las reservas de almacenamiento. Especies con dos tallos unidos, como *Galactia striata* y *C. macrocarpum* cuyas yemas son fácilmente accesibles al animal en pastoreo, o especies con retoños erectos que salen directamente del tallo

principal, como ocurre en algunas accesiones de *S. guianensis* var. *pauciflora*, son muy vulnerables al pastoreo. Por otro lado, algunas accesiones nuevas de *C. macrocarpum* y algunos híbridos entre esta especie y *C. pubescens* muestran una mayor capacidad de enraizamiento en los nudos de los estolones, característica que debe reducir su susceptibilidad al pastoreo. Hay ya disponibles algunos tipos de bajo crecimiento de *S. guianensis* var. *pauciflora* en los cuales la defoliación no desprende los puntos de crecimiento.

De vital importancia es la capacidad de las accesiones para producir suficiente *cantidad de semilla*. El ciclo de formación de la semilla, las reservas de la misma, y la obtención de plántulas, son mecanismos importantes de la persistencia de especies anuales y perennes en sistemas de pastoreo. En ciertas latitudes de Brasil se han detectado problemas de floración y producción de semilla en accesiones de *S. guianensis* var. *pauciflora*, *C. macrocarpum*, *G. striata*, *D. ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides*. Los resultados preliminares de los programas de mejoramiento con *S. guianensis* y con especies de *Centrosema* indican un aumento en la producción potencial de semilla en los híbridos obtenidos de estas leguminosas. Es pertinente mencionar que una característica deseable de una especie forrajera es que su semilla sea fácilmente cosechable; por ejemplo, la semilla de una especie de *Zornia* madura desigualmente y se desprende con facilidad, lo que dificulta su cosecha.

Es obvia la relación que existe entre la incidencia de plagas y enfermedades y la persistencia de las pasturas y, por tanto, no requiere comentarios adicionales.

Valor nutritivo y aceptabilidad

La productividad animal es una función directa del consumo de nutrientes digeribles. Por consiguiente, las accesiones de un ensayo regional deben ser aceptables para el animal y deben proporcionarle un forraje de valor nutritivo satisfactorio, libre de compuestos tóxicos. Sin embargo, los requerimientos nutricionales variarán según el tipo de animal; las vacas lecheras exigen más que el ganado de carne.

Se espera que, en pasturas asociadas, las gramíneas proporcionen la mayor parte de la energía que requieren los animales en pastoreo, en tanto que las leguminosas suministran suficiente proteína para satisfacer los requerimientos animales de mantenimiento y producción. Las gramíneas y las leguminosas difieren en su composición mineral; estas últimas son generalmente más ricas en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, pero más pobres en sodio. Todavía no se ha hecho selección, según el valor nutritivo, del germoplasma forrajero que se evalúa en los suelos ácidos y de baja fertilidad, debido a la urgente necesidad de seleccionar plantas adaptadas al ambiente. Sin embargo, los análisis de valor nutritivo que se han llevado a cabo podrían

servir, en el futuro, como base para la selección y el mejoramiento genético según los atributos de calidad de las accesiones.

La aceptación de las plantas forrajeras por el animal también se ha considerado como una limitación para su consumo. Aunque algunas gramíneas mejoradas, como *B. humidicola*, poseen una aceptación relativamente baja, este fenómeno tiende a ser más complejo en las leguminosas. Se sabe que *Z. brasiliensis* tiene grandes problemas de aceptación: los novillos en pastoreo han rehusado consumir las plantas, incluso durante la estación seca cuando éstas tienen hojas verdes en abundancia. Estas accesiones despiden un olor fuerte y desagradable; estudios preliminares han señalado la presencia de alcaloides en esta leguminosa (CIAT, 1984). También se han encontrado problemas en la aceptación de *Calopogonium mucunoides*, *Calopogonium caeruleum* y *D. ovalifolium*. En Colombia, Salinas y Lascano (1983) encontraron que el valor nutritivo y el consumo de *D. ovalifolium* se pueden aumentar mediante fertilización.

Ensayos de pastoreo

En la siguiente discusión sobre los ensayos de pastoreo se harán frecuentes referencias a las revisiones hechas por Wheeler (1962), Morley y Spedding (1968), Willoughby (1970), Wheeler et al. (1973), 't Mannetje, Jones y Stobbs (1976) y Morley (1978).

Tratamientos: pasturas y carga animal

El principal objetivo del ERD es evaluar nuevas pasturas en términos de su producción animal. En su forma más simple, el ensayo comprende uno o más tratamientos de gramíneas + leguminosas, comparados con un testigo de pastura pura que podría recibir fertilización con nitrógeno —si conviniera— y soportar pastoreo con una determinada carga animal. Un experimento sencillo resulta, con frecuencia, más significativo que un experimento grande y complejo, debido a que en este último no se pueden hacer mediciones de las pasturas y de los animales con suficiente precisión y de fácil interpretación.

Por otra parte, el empleo de una sola carga animal puede acarrear problemas de interpretación. Si dos pasturas reciben una misma carga, es probable que no se registre una diferencia real entre ellas en términos de su producción animal. En efecto, el requerimiento máximo de consumo de nutrimentos digeribles se satisface con la producción de materia verde tanto en la pastura de inferior calidad como en aquella que posee condiciones superiores. Por tanto, surge un interrogante: ¿La evaluación de nuevas pasturas en los ERD debe hacerse prescindiendo de variables como los niveles de fertilización y los

factores de manejo? Unos y otras, tales como la carga animal y la suplementación, interactúan para afectar la producción de las pasturas y la productividad animal. A continuación se discuten algunos tratamientos opcionales en las pruebas de pastoreo.

Carga animal y estabilidad de la pastura

La carga animal ejerce un efecto dominante en la producción animal y en la productividad y estabilidad, a largo plazo, de las pasturas. Son innumerables las referencias bibliográficas que respaldan esta afirmación, tanto para las zonas templadas como para el trópico. La Figura 1 ilustra adecuadamente los efectos de la carga animal en la pastura y en el comportamiento animal en

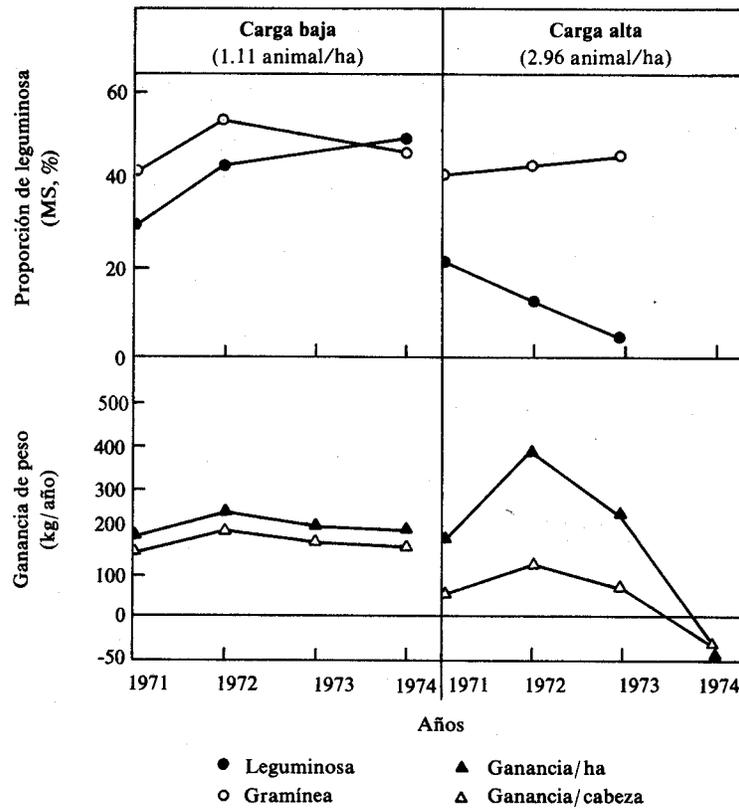


Figura 1. Comportamiento de una pastura de *Setaria sphacelata* + *Desmodium intortum* durante cuatro años y sometida a dos cargas diferentes.

FUENTE: Jones, 1970-1975; Jones, 1974a.

praderas asociadas de Australia subtropical; después de tres años con una carga de 1.11 animales/ha, se obtuvo allí una asociación estable en que había aproximadamente 50% de leguminosas, 50% de gramíneas y unas pocas malezas. Las ganancias de peso de los animales fueron más o menos constantes y del orden de 200 kg/ha y de 180 kg/cabeza. No obstante, cuando se pastoreó esa asociación con una carga animal de 2.96 animales/ha se redujo el contenido de leguminosas de 23% a 6%, también después de tres años, y la población de malezas ascendió a 46%. El notorio aumento inicial en la ganancia de peso vivo por hectárea estuvo acompañado por una disminución en el contenido de leguminosas de la pastura; este resultado condujo a un descenso rápido en las ganancias de peso vivo en los años siguientes. En este tratamiento las ganancias de peso vivo, en promedio, fueron de 178 kg/ha y solamente de 59 kg/cabeza.

Actualmente se acepta que los tratamientos en los ensayos de pastoreo deben incluir tres o más cargas animales para que sea posible determinar una carga óptima. Un rango de cargas animales permite estimar el potencial de la pastura expresado como producción animal y ayuda a evaluar la reacción de las pasturas al sobrepastoreo y al subpastoreo. Por otro lado, cuando se comparan distintos métodos de pastoreo, el rango de cargas animales debe ser el mismo para todos los tratamientos con el fin de no confundir los resultados. Hay beneficios que se desprenden de usar las mismas cargas animales todos los años, siempre y cuando dicho rango de cargas se escoja correctamente. Sin embargo, las variaciones debidas a los años imponen, muchas veces, la necesidad de hacer cambios de carga, cambios permisibles siempre y cuando una o más cargas sean comunes y permitan hacer ajustes por los efectos del año. Los ajustes anuales tienen la ventaja de proporcionar más puntos cuando se utiliza un análisis de regresión.

Shaw (1970) argumentó convincentemente que la carga animal debe expresarse como animales por hectárea, debido a que el comportamiento animal se expresa más directamente mediante esta relación que por su recíproco, o sea, hectáreas por animal. En una amplia gama de cargas animales, viables comercialmente, la producción por animal está relacionada en forma lineal con la carga, expresada ésta como número de animales por unidad de área.

Las cargas animales que se escojan dependerán de factores como el crecimiento potencial de la pastura, la duración de la estación seca, y la aplicación de fertilizantes. Un rango de cargas en que la mayor equivalga a dos o tres veces la menor es, por lo regular, suficiente. Si no hay datos disponibles en una zona dada que permitan estimar el rango de cargas que se empleará en un experimento de pastoreo, se puede efectuar una extrapolación partiendo de los experimentos de carga animal llevados a cabo en ambientes similares. 't Mannelje, Jones y Stobbs (1976) proporcionaron una guía para aproximar las cargas animales, de la cual se presenta una modificación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rangos sugeridos de cargas animales para experimentos que miden el comportamiento animal en pasturas de gramíneas y leguminosas fertilizadas que se pastorean durante todo el año en el trópico.

Precipitación anual total (mm)	Carga (animales/ha)	
	Estación lluviosa corta	Estación lluviosa larga
750	0.3-1.0	No aplicable
1000	0.5-1.5	1.5-3.0
1500	0.7-1.5	2.0-4.0
2000	1.0-2.0	3.0-6.0

FUENTE: † Mannelje, Jones y Stobbs, 1976; modificado.

Desafortunadamente, la carga animal se expresa sólo como animales por hectárea, sin definir los elementos que constituyen aquí un *animal*; en los experimentos que se llevan a cabo en el CPAC, Planaltina, Brasil, la carga animal se describe en términos de *unidad animal*, que se define como un peso vivo de 400 kg.

Considerada la gran importancia de la carga animal, se recomienda incluir un rango de cargas animales en el ensayo regional D.

Cargas animales fijas o cargas animales variables

Desde el punto de vista de la carga animal, los experimentos de pastoreo pueden dividirse en dos categorías. En la primera, el número de animales por unidad de área es fijo durante el período de pastoreo; la segunda categoría, en que la carga animal varía según la disponibilidad del forraje, se denomina usualmente 'sistema de carga animal variable'. En este sistema la carga animal se modifica intencionalmente durante el pastoreo con el fin de mantener una presión de pastoreo constante. Dada la interacción entre la carga animal —o la presión de pastoreo— y el tipo de pastura, es deseable que haya más de una presión de pastoreo. Deben utilizarse, de preferencia, tres presiones de pastoreo, una de las cuales debe considerarse la óptima.

Aunque tanto el método de cargas fijas como el de cargas variables tienen aplicaciones, se han hecho numerosas objeciones al segundo sistema. Tales objeciones son:

- La adición o remoción de animales se puede hacer objetivamente sobre la base de las *mediciones* del rendimiento de forraje y de la producción animal, aunque esta operación pueda resultar difícil en los trópicos, donde las especies forrajeras crecen rápidamente. Por ello, las pasturas deben observarse con frecuencia, incluso diariamente, operación que supone

considerable trabajo adicional, personal capacitado y, además, perturbación del ganado. En la práctica, las decisiones tienden a tomarse de manera subjetiva.

- Si se utiliza una sola presión de pastoreo, no hay *sobrepastoreo* estacional ni *subpastoreo* de las pasturas, situaciones ambas que ocurren en la práctica.
- Los resultados obtenidos no son susceptibles de *análisis económico*. Como la producción animal en pasturas tiene el objetivo casi invariable de obtener ganancias pecuniarias, los experimentos deben estar diseñados para permitir un análisis económico.
- Los requerimientos de tierra y de otras *instalaciones experimentales* aumentan debido a la necesidad de conservar pasturas similares a aquéllas que están en evaluación, con el fin de alimentar animales disponibles (*volantes*) que no se encuentren en la pastura experimental.
- Por último, debe tenerse en cuenta que muchas estaciones experimentales en que se adelantan ensayos regionales no cuentan con personal directivo residente y que, a veces, hay considerable distancia entre el sitio del ensayo y la sede. Por una u otra razón, es imposible, con frecuencia, hacer visitas regulares al sitio de los ensayos. Aquellos ensayos en que se prueba una carga animal fija y cuyo pastoreo es continuo son más fáciles de manejar, requieren menor supervisión por parte de un científico principal, y se puede emplear en ellos personal con una preparación media.

Otras limitaciones del sistema de cargas variables son las que señalan Morley y Spedding (1968) cuando dicen que “las cargas animales dentro de un tratamiento no se deben variar en diferentes momentos, a no ser que dicha variación esté relacionada con prácticas factibles de realizar en algún sistema real o conceptual”. La mayoría de los productores de ganado de carne en los trópicos no pueden disminuir el número de animales de la explotación y tienen que mantener, por consiguiente, una carga animal relativamente fija durante todo el año, sobre todo si carecen de medios económicos para conservar el forraje o para suplementar la dieta del ganado. La situación más común, en que el excedente de forraje puede preservarse in situ para su uso posterior, favorece el empleo de la carga animal fija. Desde un punto de vista práctico importa destacar que, al considerar la finca como una unidad, los proponentes del sistema de carga animal variable suponen que el beneficio derivado de la disminución de la presión de pastoreo en una parte de la finca superará cualquier desventaja debida a la presión de pastoreo creciente que ocurra simultáneamente en otra parte de aquélla; esta compensación, sin embargo, no se presenta con frecuencia.

En los ensayos de pastoreo que se desarrollan actualmente en el CPAC, las cargas animales fijas se logran manteniendo constante el número de animales por potrero durante todo el período de pastoreo. En realidad, sería más preciso describir estas cargas animales como *estacionalmente variables*, puesto que se expresan en términos de unidades animales. Los animales se introducen en la pastura todos los años en mayo, al principio de la estación seca, cuando registran su peso más bajo. Durante la estación lluviosa, cuando la disponibilidad de forraje es mayor, los animales ganan peso. En consecuencia, la carga animal promedio (UA/ha) en la estación seca, cuando la disponibilidad de forraje es limitada, es más baja que durante la estación lluviosa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Modos de expresar las cargas animales en un ensayo de pastoreo en el CPAC, Planaltina, D. F., Brasil.

Modo o relación	Epoca estacional	Carga animal ^a (animales/ha)		
		Baja	Media	Alta
Animales/ha	lluviosa	1.82	2.55	3.28
Animales/ha	seca	1.82	2.55	3.28
Unidades animales/ha	lluviosa	1.03	1.42	1.59
Unidades animales/ha	seca	0.75	1.06	1.32

a. Una unidad animal, UA = 400 kg de peso vivo.

Fertilización de la pastura y carga animal

La aplicación de fertilizantes, como el fósforo, puede interactuar con la carga animal para afectar la producción animal. Incluir tratamientos de fertilización en el diseño tendría como fin determinar su dosis óptima, de manera que se debería incluir una serie de tratamientos y un testigo que no será, necesariamente, de nivel cero. Sin embargo, no es siempre deseable incluir tratamientos de fertilización en los ERD. La razón principal es que los ensayos donde la fertilización se combina con la carga animal no dan, probablemente, una estimación de la fertilización óptima porque ocurre una interacción de la carga animal o de los niveles de fertilización aplicados para el mantenimiento del ensayo. Es poco probable que una recomendación particular de fertilización sea precisa, no importa dónde se obtenga. Joblin et al. (1972), en una revisión de ocho ensayos de pastoreo realizados en Nueva Zelanda en que se probaba fertilización x carga animal, concluyeron que la precisión de una recomendación oscila entre 125 y 375 kg de superfosfato/ha.

Suplementación y consumo de forraje

Cuando se suministran suplementos a los animales en pastoreo —tales como granos, concentrados proteínicos o mezclas de urea y melaza— ocurre frecuentemente una interacción entre las cantidades de suplemento suministradas y las de pasto ingerido. Los animales que reciben alimentación suplementaria reducen, con frecuencia, el consumo de forraje por efecto de sustitución. En opinión de los autores de este artículo el uso de suplementos distintos de la sal y los minerales no es conveniente ni para la situación práctica de las localidades de ensayo de la RIEPT ni para el objetivo principal del ERD; en consecuencia, los tratamientos de suplementación deben excluirse del diseño.

Animales jóvenes y sanos

Es aconsejable incluir, por lo menos, tres animales por potrero en un ensayo de pastoreo. Al escogerlos se debe dar preferencia a aquéllos de tipo y clase comunes en la región, tratando de seleccionar animales jóvenes, ya que ofrecen la ventaja de ser más sensibles para detectar diferencias en la calidad de los forrajes.

Es de suma importancia que los problemas de salud no alteren el comportamiento de los animales. En un ensayo de pastoreo efectuado en el CPAC, se anulaban totalmente los efectos del tratamiento debido a enfermedades que alteraron la ganancia de peso y causaron la muerte de algunos animales. El ensayo no arrojó diferencias en el comportamiento animal, a pesar de las grandes variaciones que experimentaban las pasturas en los diferentes tratamientos de carga animal.

Sistemas de pastoreo continuo o en rotación

Se ha levantado una agitada controversia alrededor de los métodos de pastoreo, en particular con respecto a la alternativa entre pastoreo continuo o en rotación. No se discute si es necesaria la subdivisión de la finca en varios potreros para el manejo de varios grupos de animales; se argumenta, en cambio, la necesidad de subdividir un área de pastoreo para un solo grupo de animales. El pastoreo continuo se considera como un sistema relativamente poco costoso y fácil de manejar. Debe recordarse que los ganaderos de los países en desarrollo no disponen de recursos de capital para cercas largas ni para abrevaderos numerosos.

El pastoreo en rotación ofrece numerosas variaciones que determinan el número de potreros, la duración de los períodos de pastoreo y de descanso. Antes de que se pueda comparar un sistema en rotación con un sistema continuo, debe determinarse experimentalmente el nivel óptimo de subdivi-

siones. Dadas las diferencias entre una especie forrajera y otra, la duración del ciclo de una rotación óptima para una pastura puede no ser la más conveniente para otra. Las estaciones experimentales rara vez disponen de suficientes recursos para establecer ensayos con diferentes tipos de rotación y, en consecuencia, la decisión sobre el tipo que se usará se basa usualmente en criterios subjetivos.

Wheeler (1962) revisó la literatura sobre especies forrajeras de zonas templadas en que se hacían comparaciones entre sistemas de pastoreo. Con demasiada frecuencia los sistemas de pastoreo se confundieron con el manejo, de tal manera que fue imposible hacer una comparación estricta de aquéllos. En ensayos mal concebidos, el pastoreo continuo con una carga animal baja —arbitrariamente seleccionada— se comparó con el pastoreo en rotación con cargas animales más altas. En otros ensayos se comparó el pastoreo continuo con el pastoreo en rotación; este último incluía prácticas de conservación de forraje o de suplementación. Los tratamientos de carga animal más alta, asignados usualmente al sistema en rotación, produjeron el mayor rendimiento de productos animales por hectárea. En aquellos experimentos en los que la carga animal fue igual para ambos sistemas, se registraron diferencias no significativas en la producción de carne y leche por unidad de área.

Gran parte de los experimentos realizados con especies forrajeras tropicales se han sometido a pastoreo continuo, generalmente con cargas animales fijas, y en la mayoría de los casos han arrojado resultados exitosos. Se ha demostrado que el pastoreo continuo es tan bueno o, en algunos casos, mejor que ciertas formas de pastoreo en rotación ('t Mannelje, Jones y Stobbs, 1976). Sin embargo, algunas especies no presentan un buen comportamiento en condiciones de pastoreo continuo. En Australia, *Leucaena leucocephala* es más productiva en un sistema simple de pastoreo en dos potreros. En Malasia, en un ambiente lluvioso de 1764 mm por año, Eng, Herridge y 't Mannelje (1978) encontraron que *P. phaseoloides* no toleró el pastoreo continuo ni aun con la carga animal más baja. Se han registrado experiencias similares con *P. phaseoloides* en la costa tropical húmeda del norte de Queensland.

Diseño experimental: sin repeticiones?

Los diseños experimentales convencionales que se consultan en cualquier texto de estadística son adecuados para evaluar las diferencias entre pasturas, pero al iniciar esta tarea es recomendable el consejo de un experto en esa ciencia.

De particular interés para el ERD es saber si la repetición, en el sentido formal, es necesaria o no. Los experimentos simples, sin repetición, son válidos y además valiosos cuando el suministro de semilla es un limitante o cuando se desea obtener una primera estimación de la capacidad de carga y

del potencial de producción animal de las pasturas mejoradas. Si se aplican tres o más cargas animales, es posible comparar los tratamientos de pasturas sin necesidad de repetición, ya que existe una correlación negativa muy fuerte entre la ganancia de peso por animal y la carga animal (expresada ésta como animales por hectárea). En estos casos se utiliza la covarianza para el análisis estadístico.

Haydock (1984) indicó, por su parte, que se podía eliminar la repetición de algunos tratamientos y mantenerla, en cambio, en uno o más tratamientos considerados muy importantes, como son las cargas animales que al inicio del ensayo se suponen más cercanas al nivel óptimo. En general, eliminar la repetición es una manera de reducir significativamente el área requerida para el ensayo y permitir, además, la comparación de varias pasturas mejoradas. Por ejemplo, puede ser más útil comparar inicialmente cuatro pasturas asociadas sin emplear repetición, que una mezcla con cuatro repeticiones. En la actualidad se están comparando en el CPAC cuatro asociaciones de leguminosas sometidas a tres cargas animales en un diseño sin repeticiones.

Mediciones en animales y en pasturas

La medición de parámetros en animales depende del objetivo del ensayo y es un aspecto bien documentado en la literatura. El método más común para evaluar el comportamiento animal en los ensayos de pastoreo ha sido medir la *ganancia de peso*. Los cambios de peso en el tiempo son un reflejo de la cantidad y de la calidad de la alimentación ingerida y representan un buen índice del peso de la canal. Aunque solamente se requieren los pesos inicial y final, las ganancias de peso se registran, generalmente, cada 28 ó 56 días; estos intervalos cortos, a su vez, ayudan a descubrir aquellos animales que no están saludables. La mayor fuente de variación en las mediciones del peso vivo es el contenido del tracto alimenticio; para minimizar el efecto de este factor es necesario estandarizar las técnicas de pesaje.

Los principales parámetros medidos en las pasturas son el rendimiento de *materia seca* o de *materia verde en base seca*, la *composición botánica* y, cuando las facilidades lo permitan, la *composición química*. En aquellos centros o estaciones experimentales donde sea posible evaluar detalladamente el comportamiento de las pasturas, se recomienda, para los ERD, el uso de procedimientos de muestreo y computación conocidos como BOTANAL, originalmente desarrollados por Tothill, Hargreaves y Jones (1978). BOTANAL combina los siguientes estimados:

- La composición relativa de especies, mediante el método del rango de peso seco (t Mannetje y Haydock, 1963).
- El rendimiento de la pastura, por el método de doble muestreo por rango visual (Haydock y Shaw, 1975).

Los dos estimados se pueden obtener en el mismo marco de muestras. EMBRAPA modificó recientemente este método para su uso en Brasil, haciendo posible el análisis de los datos en un microcomputador (Da Costa y Gardner, 1984). En el CPAC, cuatro operarios capacitados pueden realizar 900 observaciones en 25 hectáreas de *A. gayanus* asociado con leguminosas en un período de dos días. Ningún otro método de campo permite una evaluación tan completa y rápida de los atributos de las pasturas en ensayos extensos de pastoreo. Las pasturas se muestrean dos o tres veces al año.

Conclusión

De la discusión anterior se deduce que existen varias posibilidades de tratamiento, diseño y tipo de pastoreo, disponibles para el ensayo regional D. Puede suceder que una opción no sea científicamente más válida que otra, pero es esencial que la metodología escogida sea la más apropiada en relación con las prácticas que se utilicen en la región, con los recursos disponibles, y con el nivel de experiencia técnica del investigador responsable del ensayo.

En la selección de metodologías es muy importante su sencillez junto con cierto grado de flexibilidad aun cuando, dentro de un ecosistema determinado, se podrían obtener ventajas con la estandarización de la metodología.

Se recomienda de manera especial utilizar en los ERD un rango de cargas animales, con el fin de determinar el nivel óptimo de este factor de manejo y poder así realizar análisis económicos. El uso de cargas estacionalmente variables, obtenida por cambio de los animales al final de la estación seca, parece aconsejable. Para muchas especies forrajeras, el pastoreo continuo será el sistema más sencillo de utilización de la pastura. Para otras especies, con las cuales no se han adquirido buenas experiencias con pastoreo continuo —aun en experimentos diseñados apropiadamente— se debe considerar el sistema de pastoreo alterno.

Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Programa de Pastos Tropicales; informe anual 1982. Cali, Colombia. 362 p.
- . 1984. Tropical Pastures Program; Annual report 1983. Cali, Colombia.
- Cosenza, G.W. 1982. Resistance in grasses to the pasture spittlebug (*Deois flavopicta*, 1854). Boletim de Pesquisa no. 10. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, D.F., Brasil. 15 p.

- Eng, P.K.; Kerridge, P.C. y 't. Mannelje, L. 1978. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production from a Guinea grass-legume pasture in Johore, Malaysia. I. Dry matter yields, botanical and chemical composition. *Tropical Grasslands*, 121:188-197.
- da Costa, J.M.V. y Gardner, A.L. 1984. Sistema BOTANAL, 2; manual do usuário. EMBRAPA-DMQ, Brasilia, Brasil. 27 p.
- Grof, B.; Schultze-Kraft, R. y Müller, F. 1979. *Stylosanthes capitata* Vog.; some agronomic attributes and resistance to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.). *Tropical Grasslands*, 13:28-37.
- Hardock, K.P. y Shaw, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.* 15:663-670.
- . 1984. Consequences arising when the design of a grazing trial is not ideal. (Abstract.) *Animal Production in Australia* 15:52-54.
- Joblin, A.D.H.; Blackmore, L.W.; Bircham, J.S.; Cossens, G.G.; Cumberland, G.L.B.; O'Connor, M.B.; Thomson, N.A.; Smith R.G. y Wright, D.F. 1972. Review of field research section fertilizer x stocking rate grazing trials in New Zealand. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.* 32:64-76.
- Jones, R.J. 1970-1975. Annual Reports of CSIRO Division of Tropical Agronomy. [1970-71: 16, 1971-72: 12, 1972-73: 14, 1973-74: 17, 1974-75: 8]. CSIRO, Brisbane, Australia.
- . 1974a. The relation of animal and pasture production to stocking rate on legume based and nitrogen fertilized sub-tropical pastures. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 10:340-343.
- 't. Mannelje, L. y Haydock, K.P. 1963. The dry weight rank method for the botanical analysis of pasture. *J. Brit. Grassld. Soc.* 18:268-275.
- ; Jones, R.J. y Stobbs, T.H. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. En: N.H. Shaw y W.W. Bryan (eds.). *Tropical pasture research: Principles and methods*. Bulletin 51. CAB, Farnham Royal, England. p. 194-234.
- Morley, F.H.W.; Spedding, C.R.W. 1968. Agricultural systems and grazing experiments. *Herb. Abstr.* 38:279-287.
- Morley, F.H.W. y Spedding, C.R.W. 1968. Agricultural systems and grazing experiments (ed.). *Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production*. Bulletin 52. CAB, Farnham Royal, England. p. 103-162.
- Paladines, O. y Lascano, C. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: O. Paladines y C. Lascano (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación*. CIAT. Cali, Colombia. p. 165-183.
- Salinas, J.G. y Lascano, O. 1983. La fertilización con azufre mejora la calidad de *Desmodium ovalifolium*. *Pastos Tropicales, Boletín Informativo (CIAT)*, vol. 5, nos. 1 y 2.

- Shaw, N.H. 1970. The choice of stocking rate treatments as influenced by the expression of stocking rate. Proceedings of the 11th International Grassland Congress. Surfers Paradise, Australia. p. 909-913.
- Toledo, J.M. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: J.M. Toledo (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Cali, Colombia. p. 91-110.
- Tothill, J.C.; Hargreaves, J.N.G. y Jones, R.M. 1978. Botanical; a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field sampling. Tropical Agronomy technical memorandum no. 8. CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures, Australia. 20 p.
- Wheeler, J. 1962. Experimentation in grazing management. Herb. Abstr. 32:1-7.
- : 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.
- Williams, R.J.; Burt, R.L. y Strickland, R.M. 1976. Plant introduction. En: N.H. Shaw y W.W. Bryan (eds.). Tropical pasture research: Principles and methods. Bulletin 51. CAB, Farnham Royal, England. p. 77-100.
- Willoughby, W.M. 1970. Grazing management. En: R.M. Moore (ed.). Australia grasslands. Australian National University Press, Canberra, Australia. p. 392-397.