
FERTILIZACIÓN, NUTRICIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE SABANAS.*

Fertilization, nutrition and sustainability of savannas.

Eduardo Casanova O¹

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología, Maracay. Apartado 4579, Aragua, Venezuela. E-Mail aeta@pdvsa.com; casanova@truevision.net.

* Trabajo presentado a solicitud del Comité Editorial de VENESUELOS.

Resumen

El manejo de las praderas en la mayoría de los países latinoamericanos se ha caracterizado por no seguir criterios de sustentabilidad: degradación de los pastos, enmalezamiento de los potreros, baja oferta forrajera en cantidad y calidad, período insuficiente de descanso de las pasturas y uso de prácticas inadecuadas de fertilización; suelos con grandes limitaciones nutricionales particularmente de nitrógeno y fósforo, degradación de los suelos y disminución de la productividad en carne y leche y en consecuencia, baja rentabilidad del negocio ganadero. Esta situación ha conllevado a que varios países tengan déficit en carne y leche para alimentar a sus habitantes y en muchos casos las importen para complementar los requerimientos nutricionales de una población cada vez más nume-

rosa. A través de métodos de manejo de pasturas tendentes a la recuperación de su estado de degradación, se ha logrado revertir esta situación hacia pasturas regeneradas, sin presencia de malezas, alta oferta forrajera de gramíneas y leguminosas en cantidad y calidad, inclusive para las épocas secas, rotación correcta de los potreros para garantizar el descanso adecuado, prácticas de fertilización en función de las características de los suelos, los requerimientos del cultivo y el animal, aumentando los niveles nutricionales del suelo y con efectos de residualidad. Esto ha producido aumentos, en muchos casos, de 40 al 60 % de la producción de carne y leche, conservación de los suelos y aumento de la rentabilidad y competitividad del negocio ganadero, dentro de los criterios de sustentabilidad: conservación de los recursos suelo, vegetación y agua para las generaciones actuales y futuras, ambientalmen-

te benigna y socialmente aceptable.

Palabras claves: fertilización, nutrición, sabanas, sustentabilidad.

Abstract

In most Latin-American countries the management of savannas has been characterized for not following sustainability criteria: pasture degradation, weeds, low pasture production in quantity and quality, few days between grazing, inadequate fertilizer practices, soils with high nutrition constraints particularly nitrogen and phosphorus, soil degradation, decrease in milk and meat production and, as a consequence, low profitability of the livestock business. This situation has conducted to meat and milk deficit in most countries to feed the inhabitants and,

in several cases, they are imported to complement the nutritional requirement of a growing population. Using savanna management techniques to recover them from degradation have reverted to pasture with no weeds, high production of grass and leguminous species in quantity and quality even in the dry season, right rotation of the grazing areas, fertilization as a result of the soil analysis and the crops and animal requirements, increase of the soil nutrients with residuals effects. This has produced an increase in 40 to 60 % of the meat and milk productivity, better soil conservation and an increase in profitability and competitiveness of the livestock business within the sustainability paradigm: soil, water and vegetation conservation for the actual and future generations, environmentally safe and socially acceptable.

Key words: fertilization, nutrition, savannas, sustainability.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción ganadero en la mayoría de los países latinoamericanos se desarrolla en suelos definidos como marginales, altamente evolucionados, ácidos, con grandes limitaciones nutricionales, principalmente en los elementos nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y algunas veces cinc (Zn), bajos niveles de materia orgánica y, dependiendo de la posición en el paisaje, pueden ser inundables o no inundables (Casanova, 1998).

Una excepción a la condición anterior, se puede encontrar en áreas dedicadas a pastizales en suelos poco evolucionados con una fertilidad inicial relativamente alta como en el caso de Argentina, sin embargo, en las últimas décadas las deficiencias de fósforo se han extendido hacia suelos de subregiones pampeanas caracterizados por un nivel inicial de fósforo disponible de medio a alto (Bárbaro, 1998). Más aún, el efecto residual de los fertilizantes aplicados es importante ya que de mantenerse aplicaciones de fertilizantes cada año se pudiera tener un efecto sobre los niveles de fósforo en el suelo. Ambos hechos muestran la necesidad de combinar los estudios sobre eficiencia y residualidad de los fertilizantes en ensayos realizados en años sucesivos.

Por otro lado, Brasil cuenta con cerca de 577 millones de hectáreas de Oxisoles y Ultisoles, lo cual corresponde al 68 % de su territorio con suelos que, debido a su fuerte alteración, se caracterizan por contener óxidos de hierro y aluminio y arcillas del tipo 1:1, con bajo contenido de bases, alta acidez, baja disponibilidad de fósforo y alta capacidad de fijación de este elemento nutritivo (Muraoka y Tzi, 1998).

En el caso de Chile, los suelos derivados de cenizas volcánicas y ácidos (Andosoles) tienen un alto grado de retención de fósforo (mayor de 85 %) y la cinética de adsorción de este elemento está caracterizada por un proceso rápido de quimisorción, seguido por una reacción más lenta y prolongada en el tiempo. El mayor o menor grado de adsorción de fósforo por estos suelos depende de los contenidos de materia orgánica y de alófono (Pino, 1998).

En México, el área bajo cultivo con suelos ácidos es de sólo el 14 % de la superficie total presentando un común denominador: baja fertilidad, siendo el fósforo uno de los nutrientes deficitarios (Peña-Cabriales *et al.*, 1998).

En Venezuela, el 70 % de los suelos son ácidos, con

baja fertilidad natural, siendo el fósforo el elemento más limitante junto al nitrógeno y el potasio (Casanova *et al.*, 1998) y en Colombia, buena parte de sus pastizales se desarrollan sobre los suelos de los llanos orientales altamente evolucionados, ácidos y de altas limitaciones nutricionales.

Dada la diversidad de las características de los suelos donde se desarrolla el sistema de producción pecuario en Latinoamérica se han sugerido algunos sistemas de manejo tales como los siguientes:

a) Árboles forrajeros en los sistemas silvopastoriles (Escobar, 1998): los recursos alimenticios básicos para la alimentación de los rumiantes en el trópico son las gramíneas y las "socas" de los cereales. Estos recursos presentan un conjunto de restricciones nutricionales y no son suficientes para cubrir los requerimientos de los animales. Por otro lado, los usos competitivos de los alimentos concentrados y otras materias primas, no permiten la utilización masiva de estos recursos para complementar las raciones alimenticias de los rumiantes. Se tienen recursos fibrosos abundantes pero con grandes limitaciones nutricionales y una escasa disponibilidad de recursos alimenticios no fibrosos de alto valor nutricional pero con otros usos fuertemente competitivos. Una solución al problema antes planteado es la reforestación de las tierras de pastoreo con árboles forrajeros y su integración a la alimentación de los rumiantes. Muchas especies de árboles son multipropósito, ya que proveen más de un producto o servicio en los sistemas de producción: diversidad de especies adaptadas a las diferentes condiciones edafoclimáticas del trópico, son perennes y muchas de ellas fijan nitrógeno atmosférico, son restauradoras de la fertilidad del suelo, son sumideros de CO₂ y fuentes de energía renovable, promueven o mantienen la diversidad biológica, son modificadores del microclima, reducen la erosión del suelo y son útiles como cercas vivas o cortinas rompevientos, presentan una gran diversidad bioquímica y son fuentes de alimentos para animales. Los árboles forrajeros se pueden usar en sistemas de corte y acarreo o bajo pastoreo con rumiantes en forma de bancos o en franjas asociadas con gramíneas con un arreglo espacial que permita el acceso de los animales a la plantación y su movilidad dentro de ella. Algunos de los árboles forrajeros usados con éxito por Escobar (1998) son *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Erythrina poeppigiana* cuya composición protéica del follaje es de 23, 22 y 24 %, respectivamente. Por otro lado, Escalante (1998) y Rodríguez (1998), han mencionado que en los sistemas silvopastoriles la presencia de árboles como *Albizia saman*, *Cassia moschata*, *Cordia alliodora* y *Alnus spp.* en asociaciones con

diversas gramíneas, brindan los siguientes beneficios a las actividades pecuarias: suministran sombra al ganado, suministran alimento (fruto) al ganado en épocas cuando la oferta forrajera es escasa, producen madera valiosa, diversifican la producción, permiten el aprovechamiento más eficiente del espacio, de la radiación, agua y nutrientes, permiten un aprovechamiento más eficiente del tiempo y producen materia orgánica que contribuye al ciclaje de los nutrientes.

b) Alternativas de manejo de praderas con bovinos a pastoreo (Tejos y Plasse, 1998): reemplazo de los pastos nativos por otros introducidos del tipo *Andropogon gayanus* o *Braquiaria humidicola* y efecto en las mejoras en el manejo de una fertilización estratégica, establecimiento de potreros, control de malezas, disminución de la temporada de servicio a 3 o 4 meses; condujeron a la disminución de las pérdidas de animales pre y postdestete, aumento la preñez total (85%), de los nacimientos (82%); los becerros al destete pesan 180 kg y la carga animal subió a 1,8 UA.ha⁻¹.año⁻¹. En este mismo sentido, Mancilla (1998) mencionó que los cinco factores críticos del manejo de los forrajes con bovinos a pastoreo en orden de importancia son: período de ocupación y descanso, índice de carga del forraje, número de potreros, efecto del animal sobre las condiciones físicas y químicas del suelo y densidad animal. Un manejo del pastoreo controlado presenta las siguientes ventajas: aumento de la producción animal por hectárea, mejora la composición botánica de los pastos, mejora del rendimiento y distribución mensual del forraje, mejora la distribución y reciclaje de los nutrientes, mejora la conservación de los suelos, reducción de la necesidad de maquinaria y combustible y de los requerimientos de suplementos nutricionales así

como un descenso en la calidad y cantidad de los forrajes utilizados para el pastoreo de animales.

La Fertilización y Nutrición de los Pastos

Uno de los grandes problemas del manejo de sabanas en la mayoría de los países latinoamericanos es el bajo uso de fertilizantes, lo cual asociado a las características de los suelos con muy baja fertilidad natural hace que la producción de pastos sea muy baja tanto en calidad como en cantidad. Un ejemplo de esta situación se puede observar en la figura 1, donde se destaca que de los diferentes sistemas de producción en Venezuela, es el de praderas donde de aproximadamente 10.000.000 ha de pastos que existen sólo se fertilizan alrededor de 300.000 ha (3%). Las pasturas naturales, como el caso del Axonopus o el Trachipogon sin fertilización, tienen una concentración promedio de 0,05% de P y una producción de materia seca inferior a 1.000 kg.ha⁻¹, lo cual impide cubrir los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo (Cuadro 1). Al introducir un pasto tal como *Digitaria swazilandensis* y aplicar una fuente de fósforo al suelo, cuyo nivel inicial en este elemento es inferior a 5 kg.ha⁻¹, se observa que sin la aplicación de P este pasto se comporta de manera similar al pasto natural, produciendo sólo 514 kg.ha⁻¹ de materia seca, sin embargo, con la aplicación de 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ como superfosfato triple o de 200 kg/ha de P₂O₅ como roca fosfórica se logran rendimientos de 4.598 y 4.655 kg.ha⁻¹ de materia seca, respectivamente y concentraciones de P en el follaje superiores a 0,2%, lo cual garantiza la cantidad y calidad suficiente para el ganado en pastoreo (Casanova, 1998).

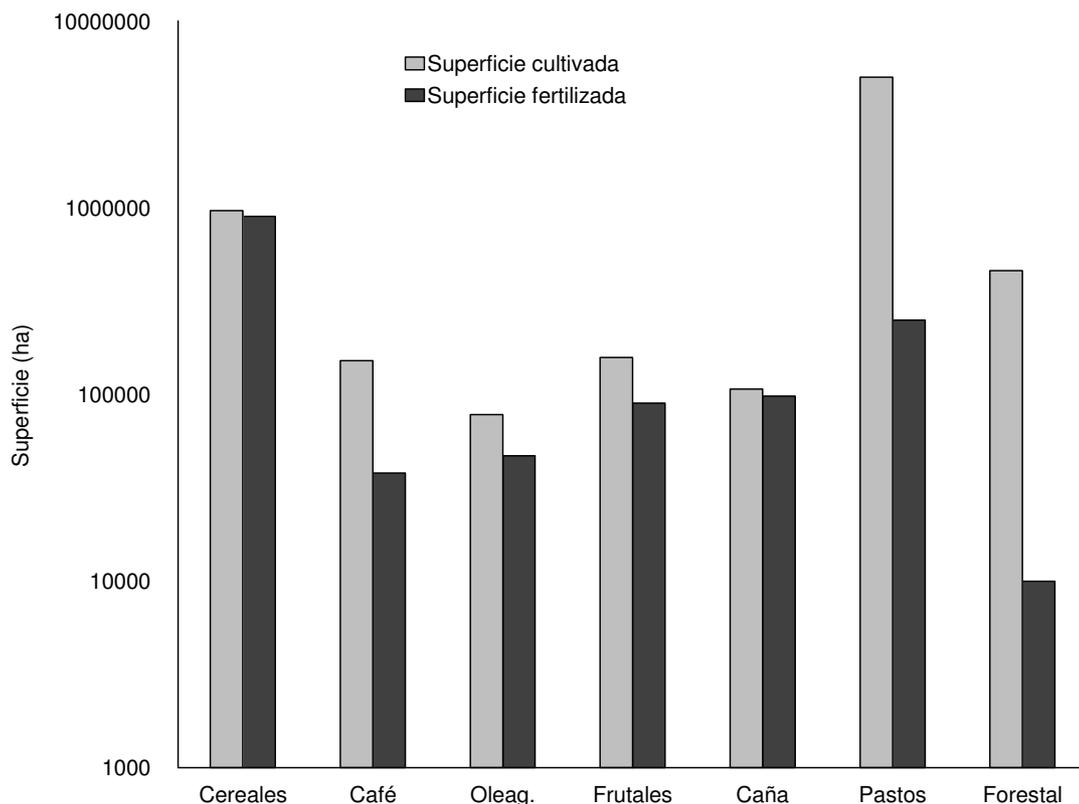


Figura 1. Superficie cultivada y fertilizada en diferentes sistemas de producción en Venezuela (Casanova, 1998).

Cuadro 1. Producción de biomasa aérea (Materia seca) de pastos naturales en sabanas nativas, concentración foliar de Fósforo y respuesta de *Digitaria swazilandensis* a diferentes fuentes y dosis de P en sabanas bien drenadas del Estado Bolívar, Venezuela.

| Pastos | | Rendimiento | | | | | % P |
|--|-----------------------------|--|------|------|------|------|--------------|
| Sabana natural de <i>Trachipogon</i> y <i>Axonopus</i> | | 999 | | | | | 0,05 |
| | Fuente de P | Dosis de P (Kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) | | | | | % P Promedio |
| | | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | |
| | | Materia seca (Kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) | | | | | |
| <i>Digitaria swazilandensis</i> | Superfosfato Triple | 514 | 4598 | 4856 | 5523 | 4591 | > 0.2 |
| | Roca fosfórica Navay | 514 | 3059 | 2575 | 2768 | 2510 | > 0.2 |
| | Roca fosfórica Monte Fresco | 514 | 3070 | 3179 | 4220 | 4655 | > 0.2 |

Los efectos de la fertilización sobre la producción de materia seca, concentración de nutrimentos en el follaje y los niveles de P en el suelo han sido estudiados por Casanova (1998), y la figura 2 muestra estos resultados para el pasto *Brachiaria humidicola* en Venezuela. En este caso se midió la eficiencia agronómica relativa, que es una comparación del rendimiento en materia seca del pasto en comparación al superfosfato triple considerando a esta fuente como el nivel del 100 %, los niveles de P aprovechable en el suelo y la concentración de P en planta, 31 meses después de haber aplicado dosis creciente de 0, 50, 100 y 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ como roca fosfórica o superfosfato triple. Los resultados mostrados en la figura 2 indican que después de 2,5 años de haber aplicado los tratamientos, la dosis de 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ como roca fosfórica tiene una efectividad agronómica relativa de 150 %, superior al superfosfato triple, mostrando su efecto residual en el tiempo. De la misma manera los niveles de P aprovechable en el suelo suben a 40 mg.kg⁻¹ y las concentraciones de P en el follaje son superiores a 0,25 %.

A pesar de que la mayoría de los suelos donde se desarrolla el proceso de pastoreo tienen altas limitaciones nutricionales, los pocos productores que fertilizan sus potreros lo hacen en base a lo estrictamente necesario (Tejos y Plasse, 1998). Algunos de ellos recurren a análisis previo de los suelos y de la vegetación además que conocen los requerimientos del rebaño para realizar un balance entre la cantidad de nutrimentos disponibles en el suelo y la cantidad extraída para un nivel de producción esperado. A mayor carga animal se requiere una mayor oferta forrajera y ésta realiza una extracción de nutrimentos más elevada. Es por ello que es importante realizar análisis foliares en forma regular en los principales pastos con el objeto de ir ajustando el plan de fertilización con el desarrollo del rebaño. Un buen momento para realizar el muestreo foliar puede ser la etapa de transición de la época lluviosa a la seca. En el ejemplo descrito anteriormente, el fósforo fue el elemento más limitante y éste fue aplicado usando la roca fosfórica que al mismo tiempo incorpora calcio al suelo. Otro elemento limitante en la mayoría de los pastos en Latinoamérica es el nitrógeno el cual se puede corregir acortando el intervalo entre pastoreos y agregando una fuente nitrogenada tal como la urea (75 kg.ha⁻¹) o sulfato de amonio (100 kg.ha⁻¹) cuando las lluvias tienden a disminuir. La sugerencia anterior es sólo una referencia de como se maneja la fertilización nitrogenada en Venezuela y en cada situación en particular deben definirse los niveles de este elemento en el suelo a través del contenido de materia orgánica en el suelo y los requerimientos del tipo de pasto y del animal.

El Pastoreo y la Sostenibilidad de los Ecosistemas de Sabanas

Los criterios de sostenibilidad para cultivos anuales se han manejado durante varios años en Latinoamérica; sin embargo, son pocos los autores que han trabajado con ese criterio en ecosistemas de sabanas. Un concepto aplicable es el de West *et al.* (1994) que establece que el manejo de ese ecosistema debe mantener su integridad. Un sistema de producción animal en pasturas donde la productividad no disminuya es sostenible. Una producción animal constante o aumentada indica que la cantidad de forraje producido no ha declinado significativamente en términos de su calidad y cantidad y que el potencial productivo de ese sitio todavía no ha sido disminuido, en consecuencia, la vegetación no ha cambiado o el valor forrajero de la vegetación no ha disminuido y no se ha perdido la capacidad productiva del suelo.

El potencial productivo de una determinada localidad depende del clima, la topografía, las relaciones suelo-agua y la capacidad del suelo de suplir los nutrimentos; factores estos que determinan la capacidad de producción vegetativa de la pradera y por lo tanto la capacidad de la carga animal. Dado que el clima y la topografía esencialmente no son afectados por el uso de la tierra, el potencial de una localidad a largo plazo se disminuiría por una pérdida irreversible de la humedad del suelo y de su habilidad para suplir nutrimentos. Por otro lado, una baja carga animal puede tener poco o ningún efecto en la producción y productividad del forraje pero puede ser económicamente no rentable. Por lo tanto, para determinar si el pastoreo es un uso sostenible de la pradera se debe tomar en consideración la mejor carga animal para una empresa de producción animal económicamente rentable. En consecuencia en el análisis de la sostenibilidad de un sistema de pastoreo debe considerarse la carga animal, las estrategias de manejo para un método de producción rentable, así como el mantenimiento o aumento del potencial productivo, a largo plazo, de la localidad.

Experiencias Sostenibles en Venezuela

Con información generada por la Gerencia de Desarrollo Agrícola y Ambiental de Palmaven en el estado Monagas, con los productores agropecuarios de carne, leche o con ganadería de doble propósito y el efecto que sobre estos sistemas produce el manejo de la fertilización se observó que en aquellos sistemas de producción donde sólo usan roca fosfórica para la fertilización de sus pastos, las vacas producían un promedio de 5 L.vaca⁻¹.día⁻¹, los que usaban la fertilización tradicional producían 5,3 L.vaca⁻¹.día⁻¹, pero aquellos que combinaban la fertilización con roca fosfórica y el reabono con fertilización tradicional (nitrógeno) llegaron a producir un promedio de 11,9 L.vaca⁻¹.día⁻¹. En el sistema de producción de ganado

de carne, los tres sistemas de manejo mencionados produjeron ganado con un peso promedio al momento de la venta de 400 , 350 y

466 kg / animal, respectivamente. En la ganadería de doble propósito solo se obtuvieron productores con el sis-

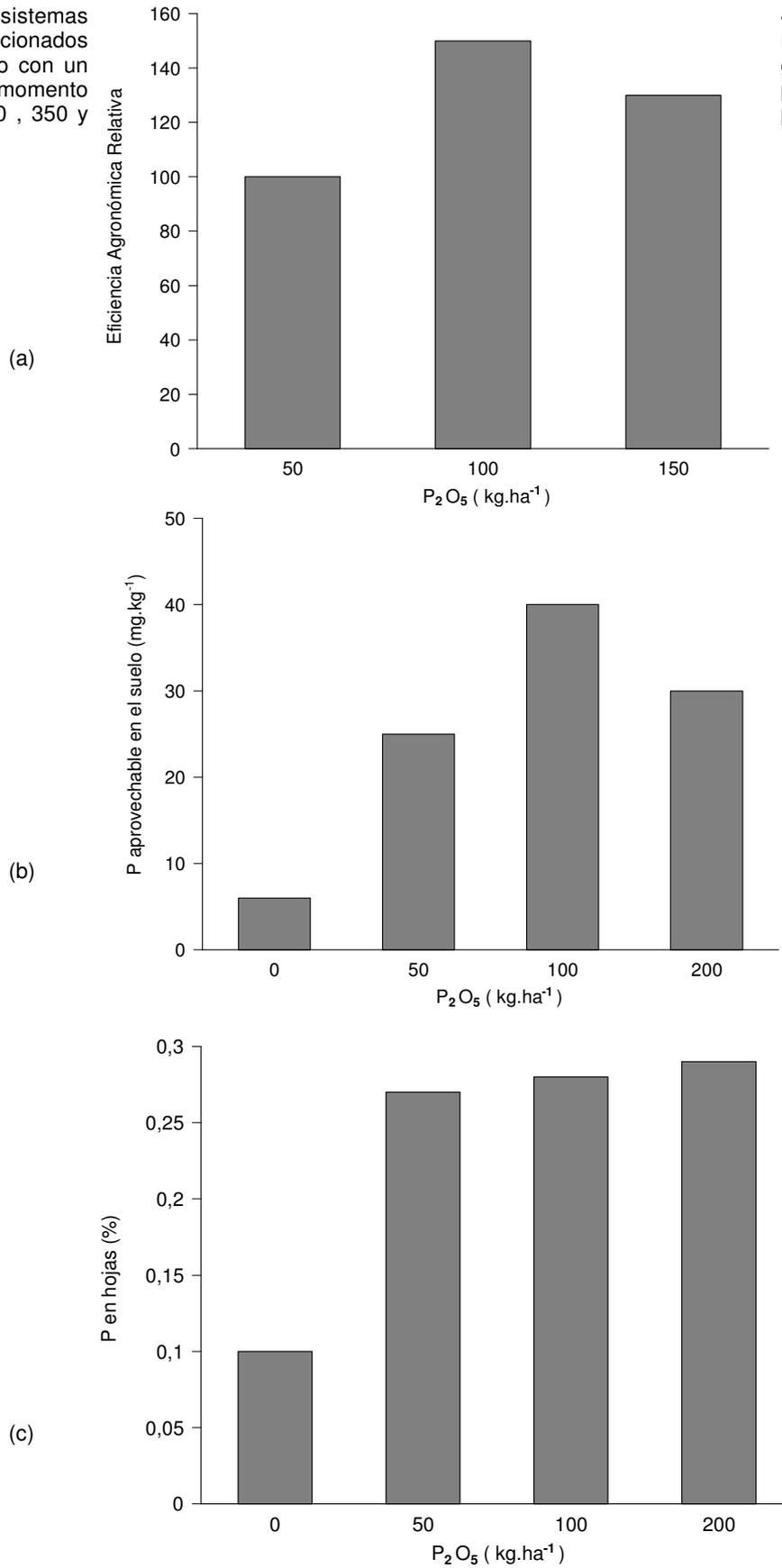


Figura 2. Eficiencia agronómica relativa (EAR) de la roca fosfórica de Riecito, Venezuela (a), efecto sobre el contenido de fósforo (P) aprovechable en el suelo (b) y sobre los niveles de P en *Brachiaria decumbens* © a los 31 meses después de aplicados los fertilizantes en Uputa, estado Bolívar, Venezuela (Fuente: Casanova, 1998).

tema de manejo de fertilización tradicional o con la combinación de tradicional con roca fosfórica encontrándose para el primer sistema de manejo un promedio de 3,9 L.vaca⁻¹.día⁻¹ y animales de más de 487 kg de peso a la venta y con la última, 6,9 L.vaca⁻¹.día⁻¹ y mas de 475 kg de carne/animal.

En un convenio de investigación entre el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y Palmaven como filial agrícola de Petróleos de Venezuela, dentro del Programa de Agricultura Sustentable, se decidió iniciar un programa de recuperación de pastos degradados en el Municipio Ezequiel Zamora del estado Monagas debido al manejo deficiente de las fincas evaluadas (insuficiente período de descanso de los potreros y prácticas de fertilización aplicadas inadecuadamente y no oportunas, donde el elemento fósforo es el

mas limitante). De esta manera el sistema de producción fue considerado no sostenible: potreros con baja producción de pastos en calidad y cantidad y alta presencia de malezas, baja productividad en carne y leche, baja conservación del recurso suelo por pérdida por erosión debido a la baja cobertura del pastizal y bajos ingresos económicos para el productor. Para revertir esta situación y hacer el sistema de producción sostenible se establecieron ensayos comerciales en un sistema de doble propósito vaca - maute con o sin ordeño estacional, con animales cebú o sus cruces, con un máximo de 50 % de herencia europea, en sabanas de regular calidad con suplementación para animales destetados, novillos y vacas de primer parto. El producto lo constituyen hembras con 60 % de pariciones, producción de 3 a 5 litros de leche.vaca⁻¹.día⁻¹ y con potencial de 450 kg de peso a los 3 años de edad.

Cuadro 2. Características físico-químicas de suelos en el área experimental, Municipio Ezequiel Zamora, estado Monagas, Venezuela.

| Arena | Arcilla | Limo | Textura | Materia Orgánica | pH | P | K | Ca | Mg |
|-------|---------|------|---------|------------------|----|--|-----|-----|----|
| | | | | | | Aprovechable (mg.kg ⁻¹) | | | |
| 65.6 | 19.6 | 148 | F.a. * | < 1 | 48 | 4 | 100 | 310 | 38 |

En base a las limitaciones antes señaladas se evaluaron métodos prácticos y económicos para la recuperación de los pastos degradados y la introducción de leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los mismos debido al alto costo de los suplementos alimenticios y de la fertilización nitrogenada. La precipitación de la zona es de 1100 mm de lluvias distribuidas de mayo a octubre y de noviembre a enero. El área experimental seleccionada está ubicada en sabanas bien drenadas con pasto degradado de *Brachiaria decumbens*, con 10 años de establecimiento, de 20 a 25 cm de altura, una cobertura de 30 a 40 %, con un rendimiento < de 0.3 Mg de materia seca por hectárea por corte realizado cuando el potrero tiene 6 semanas de descanso, luego de cada pastoreo. Los niveles de proteína cruda son de 2 a 3 % considerados muy bajos; y dentro de las características físico-químicas del suelo (Cuadro 2) destacan el bajo nivel de fósforo (4 mg.kg⁻¹), de calcio y mag-

nesio; niveles aceptables de potasio, suelo ácido (pH 4.8) y bajos niveles de materia orgánica (< 1 %). Se trata de suelos con alto contenido de arena (textura franco arenosa).

Se aplicó roca fosfórica (200 kg.ha⁻¹, 26 % P₂O₅) a comienzos de la época de lluvia con un pase de rastra profundo, sobre un potrero establecido con *Brachiaria decumbens* de 12 ha, con signos de alto nivel de degradación. Luego se sembró *Stylosanthes capitata* al voleo, a razón de 3 kg de semilla por hectárea. Para la medición de la productividad y capacidad nutritiva del pasto se realizaron muestreos periódicos luego de seis semanas de descanso del pasto. El potrero se sometió a pastoreo por los animales hasta que el pasto alcanzó entre 10 a 20 cm de altura.

Cuadro 3. Parámetros de productividad del pasto, nivel nutricional, productividad en leche y costo de recuperación de una pastura degradada bajo el tratamiento de roca fosfórica y leguminosas en comparación con el manejo tradicional del productor.

| Parámetros de productividad | Tratamiento | Testigo | Factor de aumento |
|---|-------------|---------|-------------------|
| Materia seca Mg.ha ⁻¹ .corte ⁻¹ | 1,8 | 0,3 | 6 |
| Proteína cruda (%) | 6,4 | 3 | 2,1 |
| P (%) | 0,15 | 0,08 | 1,9 |
| K (%) | 1,02 | - | |
| Ca (%) | 0,26 | 0,2 | 1,3 |
| Mg (%) | 0,46 | 0,25 | 1,8 |
| Fe (mg.kg ⁻¹) | 332 | 214 | 1,6 |
| Cu (mg.kg ⁻¹) | 5 | 1 | 5 |
| Zn (mg.kg ⁻¹) | 45 | 37 | 1,2 |
| Mn (mg.kg ⁻¹) | 154 | 83 | 1,9 |
| Nº de vacas en ordeño | 100 | 100 | |
| Litros de leche/vaca/día | 8 | 5 | 1,6 |
| Costo de recuperación (Bs.ha ⁻¹) | 62000 | 370000 | 6 |

Fuente: Rodríguez *et al*, 1998, con modificaciones del autor.

Los resultados presentados en el cuadro 3, muestran la comparación entre el manejo tradicional del productor bajo un pasto degradado no sostenible y el tratamiento de recuperación del mismo de una manera sostenible. Los valores más resaltantes del cuadro 3 indican un aumento en la productividad (número de veces de aumento del tratamiento con respecto al manejo tradicional) de 6 veces más materia seca.ha⁻¹ por corte, 2,1 más proteína cruda, 1,9 más P en el pasto como respuesta a la aplicación de roca fosfórica, los microelementos aumentaron como una respuesta en mayor crecimiento y mayor capacidad de exploración del sistema radical para absorber los elementos nutritivos en el suelo, y desde el punto de vista de productividad del rebaño se produjeron 1.6 veces más leche sobre un rebaño de 100 vacas lo cual significa 160 litros de leche más por día. El costo de recuperación de la pastura degradada por el método convencional, el cual incluye eliminación de la pastura, aplicación de herbicida, preparación del suelo para nueva siembra y fertilización, costo de semilla y siembra, es 6 veces más costosa que el tratamiento de recuperación sobre la pastura ya establecida aplicado en el área. De esta manera se produce más pasto (*Brachiaria decumbens*), se enriquece al suelo y la capacidad nutritiva del pasto con la presencia de la leguminosa (*Stylosanthes capitata*), se mantiene la cobertura del suelo evitando su pérdida por erosión, se aumenta la rentabilidad del proceso productivo al producir más leche y aumenta la pertinencia social al ser una práctica aceptada por el productor y buscada por los productores con sistemas de producción parecidos. Es decir, el sistema se hace más sostenible.

CONCLUSIONES

En base a la discusión realizada en el presente trabajo se establecen las siguientes conclusiones:

El sistema de producción ganadero en la mayoría de los países latinoamericanos se desarrolla en suelos definidos como marginales, altamente evolucionados, ácidos y con grandes limitaciones nutricionales, principalmente en los elementos nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y algunas veces cinc (Zn), bajos niveles de materia orgánica.

Uno de los grandes problemas del manejo de sabanas en la mayoría de los países latinoamericanos es el bajo uso de fertilizantes, lo cual asociado a las características de suelos de muy baja fertilidad natural hace que la producción de pastos sea muy baja tanto en calidad como en cantidad.

Los pastos naturales como el caso del *Axonopus* o el *Trachipogon* sin fertilización, tienen una concentración de 0,05 % de P y una producción de materia seca inferior a 1000 kg.ha⁻¹ lo cual impide cubrir los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. Sin embargo, al introducir un pasto del tipo *Brachiaria* y aplicar una fuente de fósforo al suelo, cuyo nivel inicial en este elemento es inferior a 5 mg.kg⁻¹, se observa que sin la aplicación de P, este pasto se comporta de manera similar al pasto natural pero con la aplicación de una fuente de P, como roca fosfórica natural o modificada se logran rendimientos de 4500 kg.ha⁻¹ de materia seca y concentraciones de P en el follaje superiores a 0,2 %, lo cual garantiza cantidad y calidad suficiente para el ganado en pastoreo.

A pesar de que la mayoría de los suelos donde se desarrolla el proceso de pastoreo tienen altas limitaciones nutricionales, los pocos productores que fertilizan sus potreros lo hacen en base a lo estrictamente necesario. Algunos de ellos recurren a análisis previo de suelo y vegetación y conocen los

requerimientos del rebaño para realizar un balance entre la cantidad de nutrimentos disponibles en el suelo y la cantidad extraída para un nivel de producción esperado.

Los criterios de sostenibilidad para cultivos anuales se han manejado durante varios años en Latinoamérica; sin embargo, son pocos los autores que han trabajado con ese criterio en ecosistemas de sabanas. La sostenibilidad de un sistema de pastoreo debe tomar en cuenta la carga animal, las estrategias de manejo para un método de producción rentable, así como el mantenimiento o aumento del potencial productivo a largo plazo de la localidad.

En Venezuela, de un sistema de producción no sostenible caracterizado por potreros con una baja producción de sus pastos en calidad y cantidad y alta presencia de malezas, baja productividad en carne y leche, baja conservación del recurso suelo por pérdida por erosión debido a la baja cobertura del pasto y bajos ingresos económicos para el productor; a través de métodos prácticos y económicos como la aplicación roca fosfórica (200 kg.ha⁻¹, 26 % P₂O₅) a comienzos de la época de lluvia con un pase de rastra profundo sobre un potrero establecido con *Brachiaria decumbens* de 12 has, con signos de alto nivel de degradación, al cual se le aplicó 3 kg.ha⁻¹ de semilla de *Stylosanthes capitata* al voleo, se pasó a producir más pasto, se enriqueció al suelo y la capacidad nutritiva del pasto con la presencia de la leguminosa, se mantuvo la cobertura del suelo evitando su pérdida por erosión, se aumentó la rentabilidad del proceso productivo al producir más leche y se aumentó la pertinencia social al ser una práctica aceptada por el productor y buscada por los productores con sistemas de producción parecidos. Es decir, el sistema se hizo más sostenible.

LITERATURA CITADA

- Barbaro, N.** 1998. Evaluación de la fertilidad de los suelos y la eficiencia de los fertilizantes fosfóricos mediante el uso de técnicas isotópicas. **In:** Manejo eficiente de los fertilizantes fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa (Casanova, E., Ed.). International Atomic Energy, Vienna, Austria, pp:12-23.
- Casanova, E.** 1998. Suelos y fertilización de forrajes en Venezuela. **In:** IV Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal (Tejos, R; Zambrano, C; Mancilla, L; García W; Camargo, M.; Eds.). pp:129-136.
- Casanova, E., A. M. Salas y M. Toro.** 1998. Manejo eficiente de los recursos fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa en Venezuela. **In:** Manejo eficiente de los fertilizantes fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa (Casanova, E., Ed.). International Atomic Energy, Vienna, Austria, pp:75-91.
- Escalante, E.** 1998. El rol de las leñosas perennes en los sistemas silvopastoriles venezolanos. **In:** IV Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal (Tejos, R. Zambrano, C; Mancilla, L; García W; Camargo, M.; Eds.). pp:31-39.
- Escobar, A.** 1998. Los árboles forrajeros en los sistemas silvopastoriles. **In:** IV Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal (Tejos, R; Zambrano, C; Mancilla, L; García W; Camargo, M.; Eds.). pp:1-14.

- Mancilla, L.** 1998. Manejo de forrajes con bovinos a pastoreo. **In:** IV Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal (Tejos, R; Zambrano, C; Mancilla, L; García W; Camargo, M.; Eds.). pp:41-53.
- Muraoka, T. y E. Tzi.** 1998. Fertilización fosfórica en Brasil. **In:** Manejo eficiente de los fertilizantes Fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa (Casanova, E., Ed.). International Atomic Energy, Vienna, Austria, pp:24-33.
- Peña-Cabriales, J. J. , R. Núñez - Escobar y J. D. Etchevers -Barra.** 1998. Manejo eficiente de los recursos fosfatados con énfasis en la aplicación de roca fosfórica en México. **In:** Manejo Eficiente de los fertilizantes fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa (Casanova, E., Ed.). International Atomic Energy, Vienna, Austria, pp:64-74.
- Pino, I.** 1998. Manejo eficiente de los recursos fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa en Chile. **In:** Manejo eficiente de los fertilizantes fosfatados con énfasis en rocas fosfóricas de aplicación directa (Casanova, E., Ed.). International Atomic Energy, Vienna, Austria, pp:34-50.
- Rodríguez, J.** 1998. Evaluación agronómica de plantaciones forestales maderables en combinación con especies forrajeras en zonas inundables de sabana. **In:** IV Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal (Tejos, R; Zambrano, C; Mancilla, L; García W; Camargo, M.; Eds.). pp:115-127.
- Rodríguez, M. y Fariñas, J.** 1998. Mejoramiento de la ganadería doble propósito en el oeste del estado Monagas: Recuperación de pasturas degradadas. Informe Final del Proyecto en el Convenio FONAIAP-PALMAVEN, Programa de Agricultura Sustentable, Monagas, Venezuela.
- Tejos, R. y D. Plase.** 1998. Alternativas de manejo desabanas con bovinos a pastoreo. **In:** IV Seminario Manejo de Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal (Tejos, R; Zambrano, C; Mancilla, L; Gracia W; Camargo, M.; Eds.). pp:15-30.
- West, N.E., K. Mc Daniel, E. L. Smith, P. T . Tueller, and S. Leonard.** 1994. Monitoring and interpreting ecological integrity of arid and semi-arid lands of the western United States. Range Improving Task Force. **In:** Grazing on public lands Council for Agricultural Science and Technology, Task Force Report, No. 129, Ames, Iowa, United States. pp.
-