

EFECTO DE UN MANEJO ROTACIONAL FLEXIBLE EN LA FERTILIDAD DEL SUELO

Marta Hernández y Milagros Milera

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba

En un pastoreo dividido en 98 cuartones de 900 m² cada uno, se estudió el reciclaje de nutrientes vía excreta durante 3 años. Los pastos estudiados fueron *Andropogon gayanus* CIAT-621 (A), *Panicum maximum* cv. Likoni (B) y *Cenchrus ciliaris* cv. Formidable (C), los cuales fueron sometidos a un manejo rotacional flexible (175-240 UGM/ha) sin riego ni fertilización. La fertilidad del suelo no se afectó por el sistema de pastoreo empleado y los valores de los principales indicadores se mantuvieron en rangos aceptables. El número de bostas fue mayor en el segundo año con respecto al primero (24 655 vs 11 258,5; 20 860,7 vs 19 998,6; 23 408,6 vs 16 803,9 para A, B y C respectivamente), debido a que los pastos se rotaron un mayor número de veces. Las cantidades recicladas de N, P y K (total de los 3 años) fueron: 216, 49 y 115 kg/ha para A; 240, 47 y 138 kg/ha para B y 174, 34 y 90 kg/ha para C, respectivamente. Se concluye que el manejo del pasto no produjo disminución en la fertilidad del suelo y las cantidades de nutrientes reciclados estuvieron en correspondencia con las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Palabras claves: Pastoreo, fertilidad, suelo

Nutrient recycling was studied in grazed pastures divided in 98 paddocks of 900 m² each one during three years. The grasses studied were: *Andropogon gayanus* CIAT-621 (A), *Panicum maximum* cv. Likoni (B) and *Cenchrus ciliaris* cv. Formidable (C) which were submitted to a flexible rotational management (175-240 UA/ha) without irrigation nor fertilization. The soil fertility was not affected by grazing system used and the main indicator values were maintained in acceptable levels. The dung number was major in the second year with relation to first one (24 655 vs 11 258,5; 20 860 vs 19 998,6; 23 408,6 vs 16 803,9 for A, B and C respectively) due to that the grasses were rotated more times. The recycling quantities of N, P and K (total of the three years) were: 216, 49 and 115 kg/ha for A; 240,47 and 138 kg/ha for B and 174, 34 and 90 kg/ha for C respectively. It is concluded that the grass management did not produce decrease in the soil fertility and the recycling quantities of nutrients were in agreement with experimental conditions.

Additional index words: Grazing, fertility, soil

Como se conoce los suelos destinados a la ganadería son, en su mayoría, aquellos que no pueden ser usados para otros cultivos por diversas razones, entre las que se encuentra la baja fertilidad de los mismos. En este sentido Crespo, Arteaga, Hernández y Rodríguez (1995) señalaron que solo el 9 % de las áreas ganaderas no presentan limitaciones.

Ello puede solucionarse mediante el empleo de los fertilizantes minerales; sin embargo, debido a las condiciones económicas del país esto no es posible, por lo que se hace necesario manejar los pastos en sistemas sostenibles con bajos insumos o sin su uso.

En la literatura se concede importancia al reciclaje de nutrientes que hacen los animales a través de las heces y la orina; según Sánchez (1994), un principio básico de la sostenibilidad es el retorno de los nutrientes extraídos al sistema, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el reciclaje de NPK bajo un sistema de manejo intensivo y sin la aplicación de fertilizantes.

MATERIALES Y METODOS

Suelo y pastos. El experimento se desarrolló sobre un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) y los pastos evaluados fueron: *Andropogon gayanus* cv. CIAT-621, *Panicum maximum* cv. Likoni y *Cenchrus ciliaris* cv. Formidable, los cuales ocuparon el 77,27; 8,51 y 12,76 % del área respectivamente.

Procedimiento. Se emplearon 98 cuartones de 900 m² (30 m x 30 m), distribuidos en bloques de 12 cuartones con acceso a las mangas. Las unidades de ganado mayor (UGM), la carga instantánea, el reposo y las rotaciones promedio en cada especie se muestran en la tabla 1. No se emplearon fertilizantes ni riego.

Para el análisis de suelo se tomaron 10 cuartones de andropogon, 3 de likoni y 1 de buffel, lo que representó el 10,5; 12,5 y 8,3 % de las áreas ocupadas por estos pastos respectivamente.

En cada uno de estos cuartones se tomaron cinco muestras al azar en forma de sobre, a una profundidad de 20 cm, y se mezclaron homogéneamente para conformar una muestra compuesta; los muestreos se realizaron al inicio del experimento (período lluvioso de 1991), en el período lluvioso de 1992 y en el poco lluvioso de 1993.

Para el cálculo de las bostas se muestreó el 23,2; 33,0 y 16,7 % de los cuartones de andropogon, likoni y buffel respectivamente. El conteo se realizó en una franja de 30 m de largo x 2 de ancho (Martínez, J. inédito), en la cual se contaban todas las excretas inmediatamente después que los animales salían del pastoreo y en todas las rotaciones que se le dieron al cuartón.

El análisis químico de las bostas se determinó en cada época, tomando diez muestras al azar por cuartón.

Tabla 1. Indicadores del manejo en las especies estudiadas.

| Indicadores | Años | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | 1ro. | 2do. | 3ro. |
| <i>Andropogon gayanus</i> | | | |
| UGM | 21,62 | 15,82 | 19,51 |
| Carga instantánea | 240,25 | 175,78 | 216,77 |
| Reposo (días) | 53,77 | 50,25 | 69,62 |
| Rotaciones | 3,20 | 4,38 | 1,75 |
| <i>Panicum maximum</i> | | | |
| UGM | 21,08 | 15,91 | 19,46 |
| Carga instantánea | 232,49 | 174,79 | 216,28 |
| Reposo (días) | 41,88 | 44,41 | 53,42 |
| Rotaciones | 3,87 | 4,25 | 1,67 |
| <i>Cenchrus ciliaris</i> | | | |
| UGM | 19,12 | 15,84 | 19,46 |
| Carga instantánea | 233,61 | 176,01 | 216,28 |
| Reposo (días) | 36,87 | 49,23 | 51,50 |
| Rotaciones | 3,49 | 4,44 | 1,21 |

RESULTADOS Y DISCUSION

El suelo en que se desarrolló el estudio está catalogado como de fertilidad media (Paretas, 1971); ello fue confirmado por los contenidos de los principales nutrientes hallados en el primer muestreo (1) antes que los animales comenzaran el pastoreo (tabla 2).

Como se puede apreciar en la tabla 2, los indicadores del suelo reflejaron que su fertilidad no se vio afectada negativamente por el sistema de pastoreo empleado ni por la ausencia de fertilizantes minerales; aunque no se encontraron diferencias significativas, al finalizar el período experimental se notó una tendencia al incremento de los contenidos de fósforo y potasio en las áreas ocupadas por el cv. Likoni y de este último en las de *Andropogon*. Los valores de los cationes cambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y Na^+) se hallaron en los rangos informados por Mesa, Colom, Trémols, Pena y Suárez (1992) para este tipo de suelo y dentro de estos predominó el calcio, lo cual había sido señalado anteriormente por Hernández (1986).

En el caso del buffel se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$) en todos los indicadores evaluados y también los contenidos de fósforo y potasio se incrementaron en el último muestreo realizado, al compararlo con el primero.

El incremento de los contenidos de fósforo en los cuarterones ocupados por la likoni y el buffel pudo estar relacionado con la presencia de una mayor población de microorganismos solubilizadores de P, lo cual fue informado por Milera, Martínez, Machado, Hernández, Alonso, Blanco, Tang y Corbea (1995).

Además, la fauna presente en la hojarasca tuvo un marcado aumento, así como los individuos hallados en el suelo, destacándose las poblaciones de coleópteros y oliquetos (Sánchez, Milera, Alonso y Suárez, 1996) y como se conoce, estos desempeñan un importante papel en el reciclado de los nutrientes en el ecosistema.

Los resultados hallados en el país con relación a los sistemas de manejo animal sin el empleo de ningún tipo de fertilización son diversos y contradictorios. Así, Crespo y Cuesta (1993) informaron que al emplear una carga instantánea alta (260-280 UGM/ha) se produjo una disminución del pH, el nivel de materia orgánica y el fósforo asimilable, por lo que recomendaron la aplicación de nutrientes para lograr un saldo favorable en el balance de los mismos.

Guevara, Ruíz, Curbelo, Boudet y Guevara (1995) evaluaron el pastoreo racional en una vaquería comercial y no detectaron variaciones significativas en el pH ni en los contenidos de K. El P presentó un decrecimiento en los cuarterones de pasto estrella y un incremento en los de guinea; mientras que la materia orgánica aumentó.

Arteaga (1995) planteó que si el pastoreo es bien conducido, es posible mantener la fertilidad del suelo y ahorrar la fertilización fosfórica y potásica mediante la incorporación de estos nutrientes a través de las deyecciones.

En el presente experimento, si se analiza el comportamiento general de los nutrientes en el área (tabla 2) se puede observar una estabilidad de la fertilidad en el sistema; ello resulta de suma importancia si se tiene en cuenta la escasez y los altos costos de los fertilizantes minerales, así como las consecuencias negativas que el empleo de estos últimos puede ocasionar al entorno ecológico.

En cuanto a la deposición de excretas por los animales, en el andropogon fue mayor durante el segundo año (tabla 3), lo cual se explica por el incremento en el número de rotaciones que recibió este pasto en ese período (tabla 1). En el tercer año las roturas y la falta de fluido eléctrico motivaron una caída drástica de las rotaciones, lo que influyó negativamente en la cantidad de excretas depositadas; lo mismo ocurrió con la guinea. En los cuarterones ocupados por el buffel el conteo de las heces no se pudo efectuar en el tercer año, ya que el pasto manifestó síntomas visibles de deterioro y solo pudo ser rotado 1,0 y 1,42 veces en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente.

Tabla 2. Análisis químico del suelo (0-20 cm).

| Pasto | Muestreo | pH | P ₂ O ₅ mg/100 g | K ₂ O mg/100 g | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ meq/100 g | K ⁺ | Na ⁺ |
|-------------------|----------|-------------------|---|------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Andropogon | 1 | 5,6 ^a | 2,75 | 3,72 | 11,07 | 2,35 | 0,11 | 0,14 |
| | 2 | 5,4 ^b | 1,87 | 4,62 | 10,93 | 2,57 | 0,10 | 0,11 |
| | 3 | 5,5 ^{ab} | 2,62 | 4,65 | 11,79 | 2,53 | 0,10 | 0,18 |
| | ES ± | 0,04* | 0,03 | 0,40 | 0,27 | 0,37 | 0,01 | 0,03 |
| Likoni | 1 | 6,0 | 2,50 | 4,00 | 12,59 | 2,14 | 0,09 | 0,15 |
| | 2 | 5,9 | 3,33 | 4,25 | 15,63 | 2,45 | 0,09 | 0,12 |
| | 3 | 6,2 | 3,80 | 4,58 | 17,30 | 1,45 | 0,12 | 0,13 |
| | ES ± | 0,06 | 1,26 | 1,00 | 1,06 | 0,47 | 0,02 | 0,05 |
| Buffel | 1 | 5,7 ^a | 1,25 ^b | 5,35 ^c | 14,15 ^a | 0,75 ^c | 0,10 ^a | 0,10 ^b |
| | 2 | 5,5 ^b | 2,50 ^a | 6,50 ^a | 12,64 ^c | 2,25 ^a | 0,07 ^b | 0,10 ^b |
| | 3 | 5,4 ^c | 2,50 ^a | 6,00 ^b | 13,57 ^b | 1,63 ^b | 0,06 ^c | 0,25 ^a |
| | ES ± | 1,3*** | 1,3*** | 1,3*** | 1,3*** | 1,3*** | 1,3*** | 1,3*** |
| x | Inicial | 5,7 | 2,16 | 4,35 | 12,60 | 1,74 | 0,10 | 0,13 |
| | Final | 5,7 | 2,97 | 5,07 | 14,22 | 1,87 | 0,09 | 0,18 |

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

*** P<0,001

El retorno de los elementos minerales a través de los animales es de vital importancia en los sistemas sostenibles y se estima que en animales en crecimiento más del 90 % de los nutrientes consumidos son devueltos vía excreta; mientras que para vacas lecheras los valores son del orden del 75 %. Los retornos típicos de NPK vía excreta son de 100-250, 10-20 y 75-125 kg/ha/año respectivamente (Pezo, Romero y Mohammad, 1992).

En la tabla 4 se muestra el retorno de NPK en el sistema estudiado; como se observa, los valores de N y K estuvieron generalmente por debajo de los mencionados anteriormente, aunque pueden considerarse aceptables, ya que se debe tener en cuenta que los animales no permanecían todo el tiempo en el área por no disponer de sombra yagua. Además, las cantidades de N y K deben ser mayores si se toma en consideración lo depositado mediante la orina, lo cual no fue determinado en el presente experimento, pero ha sido demostrado en otros trabajos (Mott, 1974; Crespo, 1993; Milera, Martínez, Hernández y Reyes, 1993).

De acuerdo con los resultados, se concluye que el manejo empleado en estos pastos no afectó la fertilidad del suelo; además, las cantidades recicladas de nutrientes estuvieron en correspondencia con las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Tabla 3. Cantidad y peso de las excretas.

| Indicador | Años | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| | 1ro. | 2do. | 3ro. |
| Andropogon | | | |
| Excretas/ha/rotación | 1 756,4 | 2 814,5 | 2 057,8 |
| Excretas/año | 11 258,5 | 24 655,0 | 7 202,3 |
| Peso de las excretas (t/ha) | 21,6 | 47,3 | 13,8 |
| Guinea | | | |
| Excretas/ha/rotación | 2 583,8 | 2 454,2 | 3 027,6 |
| Excretas/año | 19 998,6 | 20 860,7 | 10 142,5 |
| Peso de las excretas (t/ha) | 35,4 | 36,9 | 17,9 |
| Buffel | | | |
| Excretas/ha/rotación | 2 404,0 | 2 636,1 | - |
| Excretas/año | 16 803,9 | 23 408,6 | - |
| Peso de las excretas (t/ha) | 33,4 | 46,6 | - |

Tabla 4. Composición química de las excretas y reciclaje de NPK (kg/ha).

| Indicador | Contenido (%) | Años | | |
|------------|---------------|-------|-------|------|
| | | 1ro. | 2do. | 3ro. |
| Andropogon | | | | |
| N | 1,32 | 56,6 | 123,9 | 36,1 |
| P | 0,30 | 12,8 | 28,1 | 8,2 |
| K | 0,70 | 29,9 | 65,7 | 19,2 |
| Guinea | | | | |
| N | 1,39 | 102,8 | 85,6 | 51,9 |
| P | 0,27 | 19,9 | 16,6 | 10,1 |
| K | 0,80 | 59,2 | 49,3 | 29,9 |
| Buffel | | | | |
| N | 1,29 | 72,7 | 101,4 | - |
| P | 0,25 | 14,1 | 19,6 | - |
| K | 0,67 | 37,7 | 52,7 | - |

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Técnico Modesto Cárdenas su colaboración en las observaciones y la toma de muestras y al Laboratorio de Análisis Químico por las determinaciones de los elementos en las bostas.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- ARTEAGA, O. 1995. Manejo y evaluación de pastos con bajos insumos. Resúmenes. Evento Homenaje André Voisin. La Habana, Cuba. p. 10
- CRESPO, G. 1993. Papel de las bostas y la orina en el reciclaje de nutrientes en un Pastoreo Racional Voisin. Programa y Resúmenes. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. ISCAH. La Habana, Cuba. p. 46
- CRESPO, G.; ARTEAGA, O.; HERNANDEZ, YOLANDA & RODRIGUEZ, IDALMIS. 1995. Mantenimiento de la fertilidad de los suelos ganaderos sin la participación de los fertilizantes químicos. Resúmenes Seminario Científico Internacional XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 50
- CRESPO, G. & CUESTA, A. 1993. Efecto de sistemas de pastoreo rotacional en algunos indicadores de suelo Ferralítico Rojo. Programa y Resúmenes. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. ISCAH. La Habana, Cuba. p. 49
- GUEVARA, R.; RUIZ, R.; CURBELO, L.; BOUDET, J. & GUEVARA, G. 1995. Contribución al estudio del pastoreo racional en vaquerías comerciales. Resúmenes. Evento Homenaje André Voisin. La Habana, Cuba. p. 4
- HERNANDEZ, MARTA. 1986. Estudio de la fertilización fosfórica en pasto guinea en suelo Ferralítico Rojo. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana, Cuba. 129 p.
- MESA, A.; COLOM, C.; TREMOLS, A.J.; PENA, J. & SUAREZ, O. 1992. Características edafoclimáticas de Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 189 p.
- MILERA, MILAGROS; MARTINEZ, J.; HERNANDEZ, MARTA & REYES, J. 1993. Efecto del sistema de Pastoreo Racional Voisin en el complejo suelo-planta-animal. Resúmenes Taller Internacional "Papel de los pastos y forrajes en la ganadería de bajos insumos". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 58
- MILERA, MILAGROS; MARTINEZ, J.; MACHADO, R.; HERNANDEZ, MARTA; ALONSO, O; BLANCO, F.; TANG, M. & CORBEA, L.A. 1995. Características del sistema suelo-planta-animal en el sistema PRV en rebaños lecheros. Informe final. Etapa 02. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 47 p. (Mimeo)
- MOTT, G.O. 1974. Nutrient recycling in pastures. In: Forage fertilization. (Ed. D. Mays). American Society of Agronomy, Madison. p. 323
- PARETAS, J.J. 1971. Propiedades de clima y suelo que prevalecen en la Estación Experimental "Indio Hatuey". Memoria. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 141
- PEZO, D.; ROMERO, F. & MOHAMMAD, I. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. (Ed. S. Fernández-Baca). FAO, Santiago de Chile. p. 47
- SANCHEZ, P.A. 1994. Tropical soil fertility research: towards the second paradigm. 15th World Congress of Soil Science. Vol. 1. Inaugural and State of the Art Conferences. Transactions. Acapulco, México. p. 65
- SANCHEZ, SARAY; MILERA, MILAGROS; ALONSO, O. & SUAREZ, J. 1996. Evolución de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional racional intensivo. Resúmenes X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 18

Recibido el 12 de diciembre de 1995