

Nota técnica:

RESPUESTA DEL KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) A DOSIS CRECIENTES DE FOSFORO, EN UN TYPIC DYSTRANDEPT, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. 1*

Carlos A. López *
Luis González**

ABSTRACT

Response of kikuyograss (*Pennisetum clandestinum*) to increasing phosphorus levels in a Typic Dystrandep soil in greenhouse conditions. A volcanic ash derived soil from Costa Rica was used to study the effect of increasing levels of phosphorus fertilizer and two nitrogen sources, on forage yield and foliar contents of N, P, K, Ca and Mg of kikuyograss (*Pennisetum clandestinum* Hochst).

Phosphorus was applied as superphosphate at rates of 0, 65, 130, 195, 260, 325, 390 and 455 kg/ha. 200 kg/ha of nitrogen were applied as urea or ammonium sulfate. Phosphorus correlated positively to dry matter yield and foliar K content, and negatively to foliar Mg content.

Three 30 day interval harvests showed that (at the higher P levels) dry matter yield and foliar N and K contents decreased with successive collection of material whereas P, Ca and Mg contents were increased.

INTRODUCCION

Estudios preliminares llevados a cabo en pasturas de fincas lecheras situadas en el área de San Isidro de Coronado, indican la existencia de niveles anormales de fósforo y calcio en el forraje, con valores de deficiencia de calcio, magnesio y fósforo en el suelo, lo que indica la necesidad de llevar a cabo estudios de fertilización en dicha zona.

El presente estudio persigue los siguientes objetivos:

1. Evaluar el aprovechamiento del superfosfato simple por plantas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst), sembrados en un suelo proveniente del área de San Isidro de Coronado.
2. Determinar la reserva de calcio y fósforo disponible, en el suelo mencionado.

3. Estudiar la acumulación de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en tejidos foliares al incrementarse la dosis de fósforo aplicada al suelo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Invernadero del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. Se uso un suelo (Typic Dystrandep) proveniente de una finca lechera de San Isidro de Coronado, cuyas características se muestran en el Cuadro 1.

El ensayo se realizó en macetas plásticas de 5 litros de capacidad, con el fondo agujereado y con un plato para recoger el lixiviado de la solución. Se identificaron las macetas y se llenaron con 5 kilogramos de suelo aplicándose todos los fertilizantes menos el fósforo, y se sembró el pasto kikuyo. A los 45 días, se hizo un corte de nivelación y se aplicó el fósforo a cada tratamiento, según se indica en el Cuadro 2.

1/ Recibido para su publicación el 9 de julio de 1984.
* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.
** Ing. Agr. fallecido.

CUADRO 1. Caracterización físico-química del suelo experimental 1

| | |
|------------------------|--------|
| Profundidad, cm | 0,15 |
| Arena, % | 73,60 |
| Limo, % | 18,60 |
| Arcilla, % | 7,80 |
| pH en agua* | 5,70 |
| P µg/ml suelo** | 25,00 |
| K meq/100 ml suelo** | 0,44 |
| Ca meq/100 ml suelo*** | 3,50 |
| Mg meq/100 ml suelo*** | 1,40 |
| Al meq/100 ml suelo*** | 0,15 |
| Fe µg/ml suelo*** | 220,00 |
| Cu µg/ml suelo*** | 14,00 |
| Zn µg/ml suelo*** | 7,00 |
| Mn µg/ml suelo*** | 7,00 |

1 Métodos de análisis según Jackson (4).

* H₂O 1:2,5.

** Olsen modificado.

*** KCL 1N.

Se hicieron 3 cortes (cosechas) a intervalos de treinta días, a los que se les estimó el peso seco y contenidos foliares de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 8 niveles de fósforo, 2 fuentes de nitrógeno, 4 repeticiones y 3 cortes. Se hizo análisis de varianza a los parámetros estudiados y cuando la fuente de variación resultó significativa ($P \leq 0,05$), se procedió a aplicar la prueba de Duncan para la comparación de medias. Se efectuó un análisis de regresión al rendimiento de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de materia seca

La producción de materia seca varió significativamente ($P \leq 0,05$), en respuesta a la fertilización fosfórica (Cuadro 3).

Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos, altamente significativa ($P \leq 0,01$) entre cortes y significativa ($P \leq 0,05$), para las interacciones de cortes por tratamientos. Al aplicar la prueba de Duncan a los tratamientos se halló que el que mejores rendimientos produjo

fue aquel donde se aplicaron 325 kg/ha de P₂O₅, en combinación de 200 kg/ha de nitrógeno en forma de sulfato de amonio, en el primer corte. En la Figura 1 se puede observar el efecto cuadrático del fósforo sobre la producción de forraje seco en el primer corte. Nuevamente el sulfato de amonio resultó ser mejor en especial en el primer y segundo corte, Fig. 1 y Fig. 2, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa ($P \geq 0,05$) con respecto a la urea.

Estos resultados discrepan de los obtenidos por Ureña (8) quien encontró una respuesta lineal significativa, al efecto del fósforo sobre la producción de forraje verde y sugiere la posibilidad de que se incremente la producción con aumentos superiores a los 200 kg/ha de P₂O₅.

Nitrógeno foliar

De acuerdo al Cuadro 3, las aplicaciones de fósforo no afectan el contenido de nitrógeno foliar en el pasto, cuyo contenido expresado como proteína cruda (% PC = Nx6,25) fue siempre mayor al 8%, nivel considerado como adecuado (6).

Fósforo foliar.

El fósforo foliar no aumentó al agregar fósforo al suelo y su concentración se mantuvo en el ámbito previamente encontrado por Herrera (3), considerado como adecuado (6).

Potasio foliar

El contenido de potasio foliar (Cuadro 3) aumentó significativamente, con los incrementos de fósforo aplicado. Se encontró que no hubo diferencias en cuanto al contenido de potasio foliar en los tratamientos 6,7,9,10,11,13,14, y 15. La aplicación de 65 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha de nitrógeno en forma de urea, resultó ser el mejor tratamiento. Estos resultados difieren de los reportados por Cervantes (2) y Vicente-Chandler *et al.* (9), quienes no lograron incrementar el potasio foliar al aumentar el fósforo en el suelo.

Calcio foliar

Las aplicaciones crecientes de fósforo no tuvieron efecto significativo sobre el contenido de calcio foliar (Cuadro 3). Los contenidos de calcio en el forraje oscilaron entre 0,06 y 0,14 % con una

CUADRO 2. Tratamientos de fertilización empleada en el estudio.

| | | | |
|-----|---|----------|---------------------|
| 1. | Testigo sin fertilización | | |
| 2. | Testigo + base + N(CO(NH ₂) ₂) | + | elementos menores* |
| 3. | Testigo + base + N(NH ₄) ₂ SO ₄ | + | elementos menores* |
| 4. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 65 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 5. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 130 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 6. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 195 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 7. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 260 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 8. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 325 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 9. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 390 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 10. | (NH ₄) ₂ SO ₄ + 455 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 11. | CO(NH ₂) ₂ + 65 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 12. | CO(NH ₂) ₂ + 130 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 13. | CO(NH ₂) ₂ + 195 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 14. | CO(NH ₂) ₂ + 260 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 15. | CO(NH ₂) ₂ + 325 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 16. | CO(NH ₂) ₂ + 390 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |
| 17. | CO(NH ₂) ₂ + 455 kg/ha P ₂ O ₅ | + base + | elementos menores** |

* Elementos menores

** Base general

| | | | |
|----------------------|----------|--------------------------|--------------------------------------|
| Acido bórico | 14 kg/ha | Urea o Sulfato de amonio | 200 kg/ha(N) |
| Sulfato de manganeso | 12 kg/ha | Sulfato de potasio | = 250 kg/ha (K ₂ O) |
| Sulfato de zinc | 8 kg/ha | Sulfato de magnesio | = 100 kg/ha (MgO) |
| Sulfato de cobre | 8 kg/ha | Sulfato de calcio | = 600 kg/ha (CaO) |
| Molibdato de amonio | 2 kg/ha | Cloruro de sodio | = 50 kg/ha (Na ₂ O) |
| Nitrato de cobalto | 2 kg/ha | Superfosfato sencillo | = 20 % P ₂ O ₅ |

CUADRO 3. Coeficiente de correlación para el contenido de los elementos en el suelo y la planta y la de estos con respecto al tiempo.(cortes).

| Variable | Sulfato amónico | Urea | M. S. | N (f) | P (f) | K. (f) | Ca (f) | Mg (f) |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Corte | | | -0,63** | -0,45** | +0,92** | -0,71** | +0,68** | +0,38** |
| P ₂ O ₅ | +0,08 ^{ns} | +0,08 ^{ns} | +0,16* | -0,009 ^{ns} | -0,01 ^{ns} | +0,16* | -0,03 ^{ns} | -0,18** |
| Sulfato amónico | | | +0,04 ^{ns} | +0,04 ^{ns} | +0,007 ^{ns} | -0,01 ^{ns} | -0,05 ^{ns} | +0,04 ^{ns} |
| Urea | | | +0,04 ^{ns} | -0,03 ^{ns} | -0,03 ^{ns} | +0,06 ^{ns} | +0,006 ^{ns} | -0,11 ^{ns} |
| M. S. | | | | +0,19** | -0,72** | +0,36** | -0,75** | -0,15* |
| N. (f) | | | | | -0,35* | +0,63** | -0,22** | -0,11 ^{ns} |
| P. (f) | | | | | | -0,61** | +0,69** | +0,40** |
| K. (f) | | | | | | | -0,32** | -0,32** |
| Ca. (f) | | | | | | | | +0,05 ^{ns} |

* Significativo al 5 %

** Altamente significativo al 1 %

ns No significativo

M. S. = Materia seca
 N (f) = Nitrógeno foliar
 P (f) = Fósforo foliar
 Ca (f) = Calcio foliar
 Mg (f) = Magnesio foliar

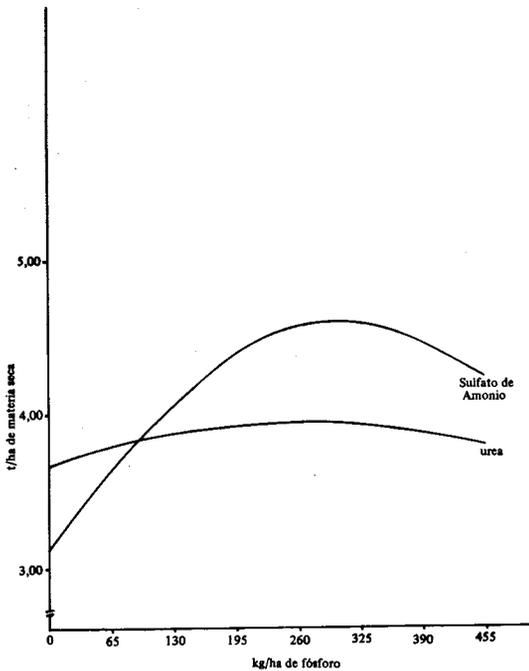


Fig. 1. Efecto del fósforo y dos fuentes de nitrógeno sobre la producción de materia seca en el primer corte.

media de 0,12% en los tres cortes, valor inferior al señalado por otros autores en pasto kikuyo (5,7) y que no satisfacen los requerimientos mínimos en la alimentación del ganado lechero (6). Los valores de calcio determinado en el suelo de cada tratamiento están por debajo de los niveles críticos y son inferiores a los encontrados por Alvarado (1), en andepts de Costa Rica.

Magnesio foliar.

El contenido de magnesio en el forraje disminuyó en forma altamente significativa, conforme se incrementaron las dosis de fósforo aplicadas al suelo (Cuadro 3). Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El testigo absoluto (sin fertilización), fue el que estadísticamente resultó superior. Por otra parte, los valores promedio de magnesio encontrados en el forraje, están por encima de los señalados como adecuados en la alimentación de ganado (6).

RESUMEN

En un suelo derivado de cenizas volcánicas provenientes del área de San Isidro de Coronado (Costa Rica), se estudió el efecto de la aplicación

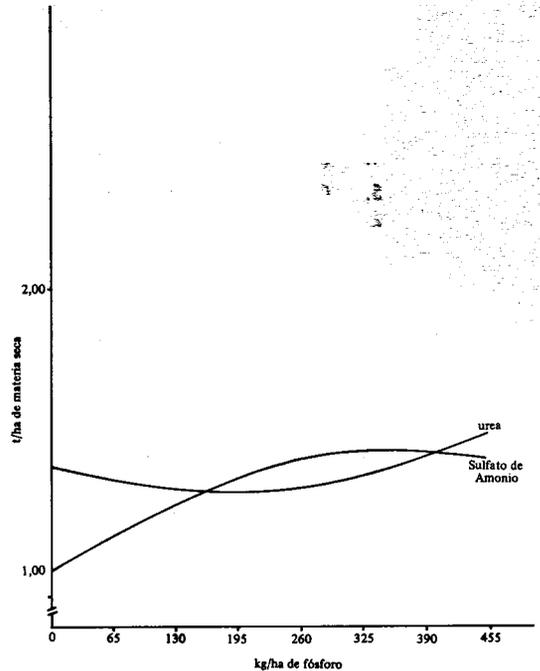


Fig. 2. Efecto del fósforo y dos fuentes de nitrógeno sobre la producción de materia seca en el segundo corte.

de dosis crecientes e igualmente espaciadas de fósforo en combinación con dos fuentes de nitrógeno, sobre el rendimiento del forraje y la concentración foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cultivado en condiciones de invernadero.

La dosis de fósforo usadas fueron 0, 65, 130, 195, 260, 325, 390 y 445 kg/ha de P_2O_5 en forma de superfosfato (20% de P_2O_5), mientras que de nitrógeno se aplicaron 200 kg/ha, en forma de urea (46 % N) o de sulfato de amonio (21 %). El fósforo correlacionó en forma positiva con los rendimientos de materia seca y con el contenido de potasio foliar, y negativa con el contenido de magnesio foliar. Las concentraciones de nitrógeno, fósforo y calcio en el pasto no fueron afectadas por las dosis de fósforo. El sulfato de amonio como fuente de nitrógeno resultó superior a la urea aunque estadísticamente no hubo diferencias.

Se realizaron tres cortes a intervalos de 30 días entre ellos. La producción de materia verde, materia seca y los contenidos de nitrógeno y potasio en las hojas disminuyeron con los cortes y se detectaron aumentos en el fósforo, calcio y magnesio foliar. Se resaltan las bajas concentraciones de calcio encontradas en el suelo y en el pasto.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO, A. Fertilidad de algunos andepts dedicados a potreros en Costa Rica. Turrialba, 25: 265-270. 1975.
2. CERVANTES, J.F. Efecto del N-P-Mg, sobre la producción y composición química del pasto estrella africana. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1976. 71 p.
3. HERRERA, R. Determinación de la concentración de magnesio y otros minerales en el suelo, forrajes y suero del ganado lechero, en el Cantón de Coronado. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1977. 130 p.
4. JACKSON, J. L. Análisis químico de suelos. Trad. 2 ed inglesa por José Beltrán Martínez. Barcelona, Omega, 1964. 622 p.
5. MEARS, P.T. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) as a pasture grass; a review. Tropical Grassland 4:139-152. 1970.
6. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Necesidades nutritivas del ganado lechero. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976. 75 p.
7. RUIZ, S. Cambios en el rendimiento y valor nutritivo de los pastos kikuyo y estrella africana, fertilizados durante la época seca. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1978. 95 p.
8. UREÑA, H. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento del kikuyo y actividad de los microorganismos del suelo. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1972. 52 p.
9. VICENTE-CHANDLER, J. *et al.* El manejo intensivo de forrajeras tropicales en Puerto Rico. Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Río Piedras. Boletín 202, 1967. 169 p.