Agronomía Costarricense 12(2): 191-197.

EFECTO DE LA EPOCA DE COSECHA SOBRE EL CONTENIDO MINERAL DEL PASTO RAIGRAS INGLES *(Lolium perenne)* var. 'Tetraploide'[1/*]

José David Rodríguez **
Juan Coward-Lord ***

ABSTRACT

Effect of harvesting season on the mineral content of ryegrass *(Lolium perenne)* var. 'Tetraploide'. The effect of harvesting season on the ryegrass *(Lolium perenne)* was studied on samples collected in Oreamuno, Cartago, Costa Rica. Harvest frequencies were 14, 21, 28 and 35 days. Results show a highly significant increase ($P<0.01$) in the content of Ca, K, Fe, Cu and the Ca:P ratio as dry season progressed. At the same time, a highly significant ($P<0.01$) reduction was observed in the content of P and Mg, especially from November to April (the beginning of the dry season). The regression analysis indicated that Ca, P, Cu and Mg fitted a gamma model (r^2 = 41.3; 33.2; 44.3; 40.7 and 30.3%, respectively); Fe fitted a linear model (r^2= 61%) and the Ca:P ratio fitted a quadratic model (r^2 = 53.5%).

INTRODUCCION

Son muchas las investigaciones a nivel mundial que muestran la importancia que cada día adquieren los minerales en la nutrición de los animales domésticos. Estos trabajos dan una información muy completa sobre la situación mineral en las zonas desarrolladas, no ocurriendo así con países tropicales, en los cuales la investigación apenas se inicia en este campo.

En gran parte de los trópicos hay dos estaciones claramente definidas y las lluvias juegan un papel muy importante en la producción y cantidad de nutrimentos presentes en los pastos; así, el agua tiene efectos directos e indirectos sobre la actividad metabólica de los pastos, ya que es una de las materias primas necesarias para la producción de carbohidratos, aminoácidos y otros (Tergas *et al.*, 1974).

La composición química varía grandemente dependiendo de los factores del clima; incrementos en la luz ejercen aumentos de carbohidratos solubles, reducción de proteína, nitratos y algún efecto sobre la fibra y los minerales (Jones, 1963).

El efecto que los factores climáticos causan sobre el valor nutritivo de los pastos ha sido muy investigado en otras condiciones, y se han encontrado correlaciones altamente significativas entre el clima y algunos elementos minerales en los pastos, situación que los hace muy poco aprovechables por el animal durante una importante época del año.

Así, en los primeros ciclos vegetativos los pastos constituyen buenas fuentes de fósforo, que descienden en ciertas épocas del año, llegando a

1/ Recibido para publicación el 7 de setiembre de 1987.
* Parte de la tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Grecia. Apartado 68, San Ramón, Costa Rica.
*** Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

niveles deficitarios en etapas claves de la vida del animal (McDowell, 1976). Esto no ocurre con el calcio en condiciones normales de las ganaderías latinoamericanas (McDowell *et al.*, 1984).

Por otra parte, se ha encontrado valores de potasio inferiores a los requerimientos del animal en tiempo seco, contrariamente a lo que se observa al inicio de la temporada lluviosa (Blue *et al.*, 1969). También, en zonas de producción de carne en Panamá se encontró una reducción importante del tenor de magnesio al comparar los valores en época seca con los mismos al mes de haberse iniciado la época lluviosa (Andrade *et al.*, 1964).

El cobre también se reduce conforme el pasto se madura y a la prefloración o floración completa llega a niveles de franca deficiencia. Sobre el hierro se ha encontrado que cuando el pasto envejece pueden presentarse verdaderas deficiencias para el animal (Fune *et al.*, 1979).

Lo anterior motivó la realización del presente trabajo cuyos objetivos fueron:

a) establecer los cambios que ocurren en el contenido mineral del pasto raigrás inglés (*Lolium perenne*, var. 'Tetraploide'), durante la temporada transitiva lluviosa-seca, según varíe la época de cosecha del pasto;
b) determinar correlaciones de los contenidos minerales respecto a la variable anotada, y de los elementos entre sí, y
c) obtener ecuaciones de regresión para poder realizar predicciones del contenido mineral en una situación determinada de la variable incluida en el diseño.

MATERIALES Y METODOS

El pasto utilizado fue *Lolium perenne* (raigrás inglés) variedad 'Tetraploide'. Las muestras fueron cosechadas en San Juan de Chicuá, distrito Potrero Cerrado de Oreamuno de Cartago, localizado en longitud 85º57' y latitud 9º57'. Es una zona de vida de bosque muy húmedo, montano bajo, con 3318 mm de precipitación anual (Figura 1). El experimento de campo se realizó a finales de la época lluviosa y principios del período seco, con humedad relativa de 80% y temperatura promedio de 6,7ºC.

Como las parcelas se distribuyeron al azar, y se realizaron cortes cada 14, 21, 28, y 35 días en forma sucesiva durante el período experimental (Cuadro 1), fue posible analizar la variable "semana en que se realizó el corte", en forma independiente.

La digestión de las muestras para el análisis de laboratorio se hizo por medio del método del ácido perclórico (Jackson, 1958). La lectura de calcio, potasio, magnesio, hierro, cobre y manganeso se realizó en el aparato de absorción atómica. El fósforo se determinó por colorimetría, según una modificación del método de Murphy y Riley (Matt, 1970).

El análisis estadístico de los resultados constó de dos etapas; en primer lugar, un análisis por coeficientes de correlación de las concentraciones de los elementos minerales respecto a la variable anotada, en cuenta la relación Ca:P, y de estos entre sí mismos. Posteriormente, se trabajó solamente con los casos en que los coeficientes de correlación fueron significativos o altamente significativos, y para éstos se obtuvo las ecuaciones de regresión lineal, logarítmica, cuadrática, raíz cuadrada y gamma, tomando en cuenta solamente las que obtuvieron un valor de confiabilidad (r^2) de más de un 30%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Epoca de cosecha

La evaluación del efecto que produce el transcurso de las semanas sobre el contenido mineral de la planta (15 semanas en total), se logró eliminando los efectos individuales de otras variables involucradas y analizando únicamente el efecto de dicha variable sobre el pasto. El posible efecto de madurez del pasto se eliminaría al mantener durante todo el período, simultáneamente, cortes de 14, 21, 35 y 42 días.

Fósforo

En el análisis por coeficientes de correlación se encontró que el fósforo se redujo conforme transcurrieron las 15 semanas que duró el experimento (r^2 = -0,39; $P<0,01$), lo cual coincide con Laredo y Gómez (1980) quienes encontraron en pastoreo continuo, cantidades subnormales aunque

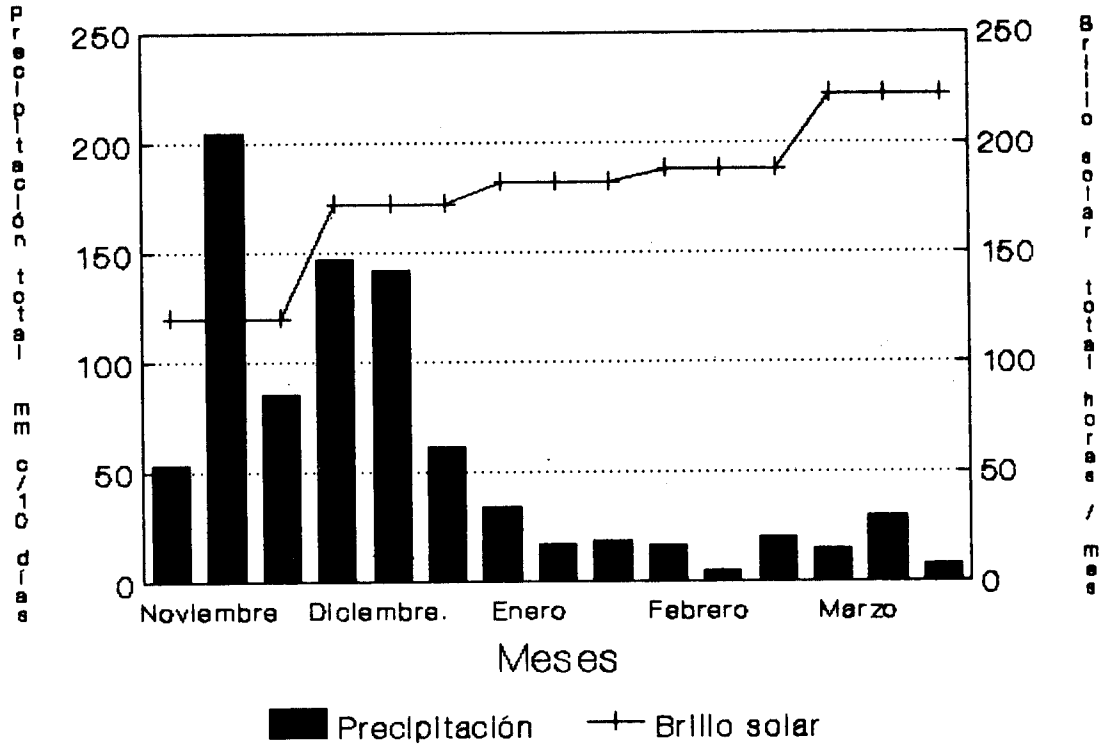

Fig. 1. Precipitación y brillo solar durante el período experimental.

Cuadro 1. Distribución de los cortes en sus diferentes intervalos durante las 15 semanas del período experimental.

Intervalo (días)	Semana en que se hizo el corte														
	0	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a
14	*		*		*		*		*		*		*		*	
21	*			*			*			*			*			*
28	*				*				*				*			
35	*					*					*					*

uniformes de fósforo al avanzar la estación. Jones (1963) observó también que este elemento se reduce en el pasto conforme transcurre el tiempo si se le permite crecimiento ininterrumpido, y baja aún más durante la estación seca. Iguales resultados obtuvieron Andrade (1964) en el Pacífico Seco de Costa Rica, y McCormick (1966) en la sabana de Bogotá. Sin embargo, estos autores evaluaron el efecto tanto del clima como de la madurez o edad del pasto. En este caso, en el análisis de regresión que posteriormente se realizó, se encontró que el comportamiento del fósforo no es lineal, sino que sigue una curva tipo gamma (Figura 2), con un r^2 de 33,2% con valores deficitarios al inicio del período (durante las primeras cuatro semanas) para el ganado de carne, cuyos requisitos de P son de 0,18 a 0,70%. En ganado lechero el período deficitario incluiría las primeras cinco semanas (requisitos de P = 0,31 a 0,40%) y las últimas cuatro semanas (McDowell *et al.*, 1984).

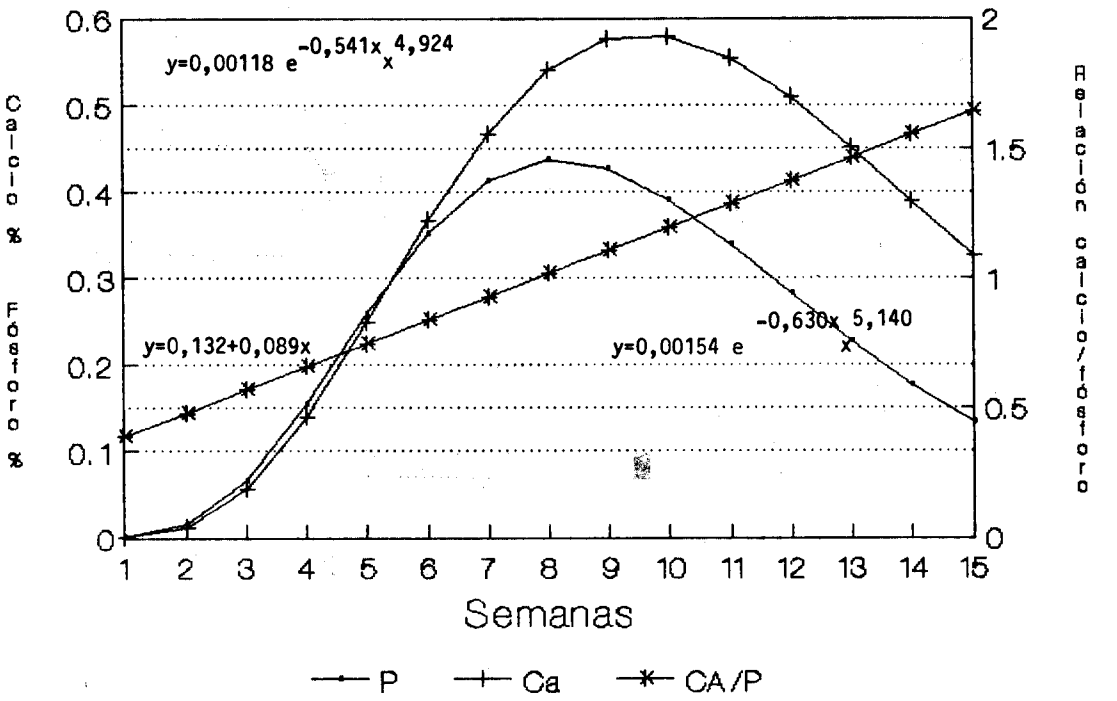

Fig. 2. Curva de regresión del calcio, fósforo y relación calcio/fósforo como función del transcurso de las semanas.

Calcio

En el análisis por coeficientes de correlación el calcio obtuvo, en general, un aumento altamente significativo conforme transcurrió el período experimental ($P<0,01$), con un valor de 0,24, aumento que corresponde con lo encontrado por Tergas *et al.* (1974) en Costa Rica, y por Jones (1963) en Rodhesia del Norte, principalmente durante los meses secos con crecimiento ininterrumpido. También Bleu *et al.* (1969), encontraron que el calcio se mantuvo alto durante la estación seca, aunque en este caso como en los anteriores, se evaluó tanto el efecto del clima como de la madurez del pasto. El análisis de regresión fue claro en que no se trata de un aumento lineal (r^2 = 5,7%), sino que la curva gamma fue la que presentó un r^2 de 41,3% (Figura 2), que muestra el comportamiento real del calcio a través de las semanas en que se condujo la investigación. Esta curva indicó que es probable que se presenten valores deficitarios en ganado de carne muy al inicio del período, durante las primeras cuatro semanas, pues los requisitos fluctúan entre 0,18 y 1,04% de Ca. En ganado lechero el período deficitario es mayor, abarca las primeras siete semanas (requisitos de Ca = 0,43 a 0,60%) y las últimas cuatro semanas (McDowell *et al.*, 1984).

Relación calcio:fósforo

Con el transcurso de las semanas, la relación calcio:fósforo aumentó en forma altamente significativa ($P<0,01$), variación que corresponde a un coeficiente de correlación de 0,78. Este aumento está ampliamente confirmado por autores como Villalobos (1975) quien indica que la relación sube conforme transcurre el verano en Costa Rica, aunque este autor evaluó tanto el efecto del transcurso del verano como la madurez del pasto. En este caso, el análisis de regresión confirma totalmente lo anterior, ya que la ecuación de regresión que mejor describe la tendencia de los datos es la de una curva lineal (r^2 = 61%) a través de la siguiente ecuación:

$$Y = 0,301494 + 0,089367\ X$$

donde "Y" es la relación Ca:P y "X" es la semana en que se hizo el corte (Figura 2). En bovinos, esos valores pueden considerarse buenos para el crecimiento y la formación ósea sólo a partir de la octava semana en adelante (requisitos de la relación Ca:P = 1:1 a 7:1). Antes de dicha semana, el crecimiento y la eficacia del alimento podría verse afectado significativamente (McDowell *et al.*, 1984).

Potasio

El potasio aumentó, con el transcurso de las semanas ($P<0,01$) con un coeficiente de correlación de 0,26, lo cual difiere de los trabajos realizados en Panamá por Blue *et al.* (1969) quienes informan gran reducción de este elemento durante todo su ciclo, principalmente durante el verano. Lo mismo se ha encontrado en Costa Rica en la zona del Pacífico Seco (Andrade *et al.*, 1964). Del análisis de regresión se obtuvo que la curva que mejor describe el comportamiento del potasio, en este caso, es una curva tipo gamma, con una confiabilidad de 40,7% (Figura 3), que presenta valores considerados deficitarios únicamente durante las primeras cuatro semanas (requisitos de K = 0,5 a 0,8%) (McDowell *et al.*, 1984).

Magnesio

El magnesio se redujo con el transcurso de las semanas en forma altamente significativa ($P<0,01$; $r^2 = -0,33$), lo cual no corresponde con Jones (1963) quien encontró poca variación del magnesio respecto a la estación del año, en casos en que se cortó el pasto cada dos semanas. Por su parte, Laredo y Gómez (1980) encontraron valores subnormales pero constantes al avanzar la estación, en pastoreo contínuo. La ecuación de regresión que mejor describe la tendencia de los datos es de tipo gamma con un r^2 de 30,3% (Figura 4), valores considerados deficitarios para ganado vacuno muy al inicio del período, durante las primeras cuatro semanas (mínimo requisito de Mg en pastos = 0,1%). En vacas lactantes los valores son deficitarios durante las primeras cinco semanas así como durante las últimas cuatro del período analizado (requisitos de Mg = 0,18 a 0,20%) (McDowell *et al.*, 1984).

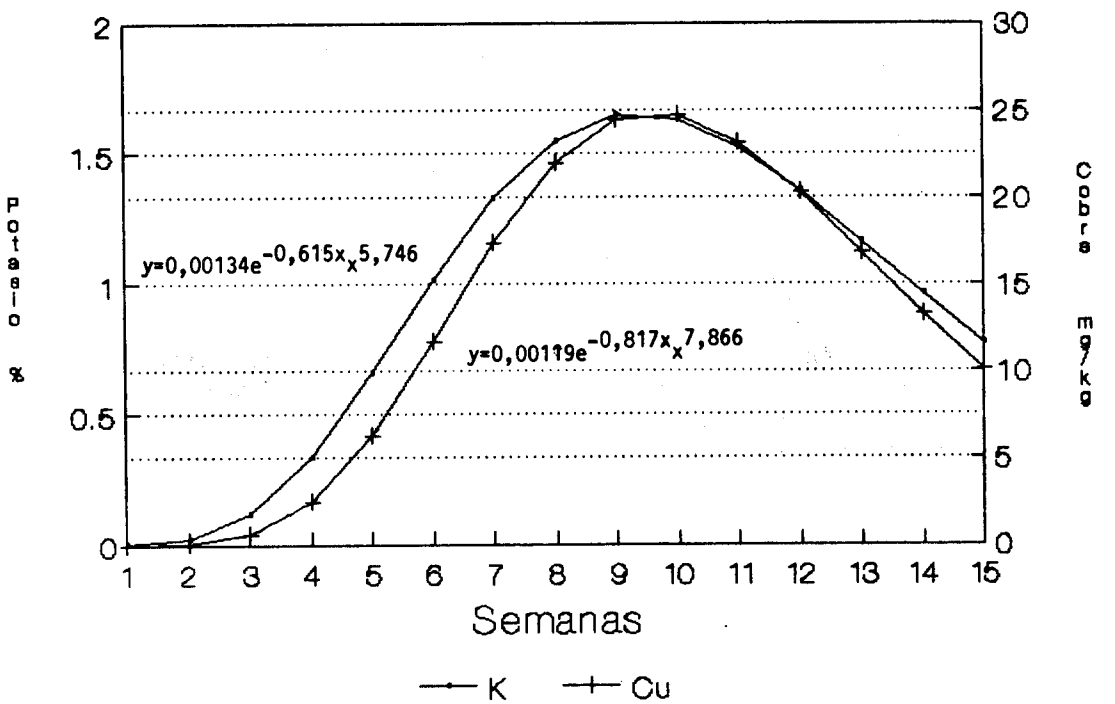

Fig. 3. Curva de regresión del potasio y del cobre en función del transcurso de las semanas.

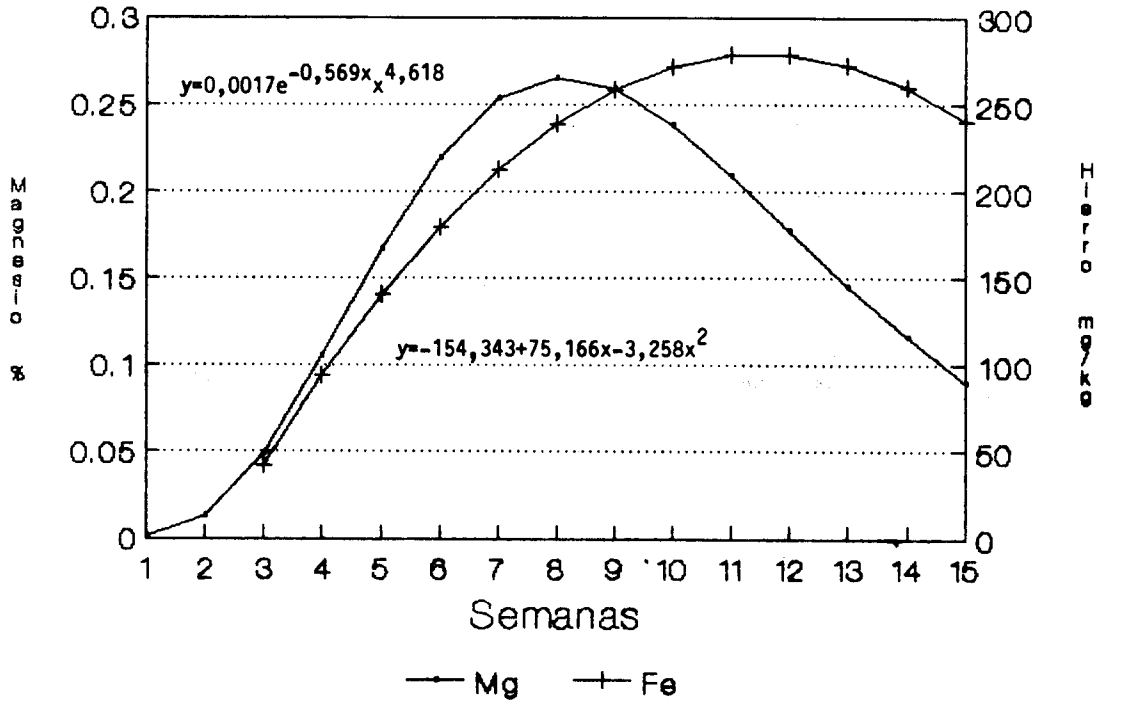

Fig. 4. Curva de regresión del magnesio y del hierro en función del transcurso de las semanas.

Hierro

Respecto al hierro se encontró un aumento altamente significativo con el transcurso de las 15 semanas ($P<0,01$), lo cual corresponde con trabajos realizados en pastos tropicales, en los cuales se obtuvo valores muy altos en pastoreo continuo (Laredo y Gómez, 1980), los cuales fueron más altos en el verano. En el análisis de regresión se encontró que el hierro manifiesta un comportamiento a través de las semanas que se aproxima a una curva cuadrática (Figura 4); aunque los requerimientos de hierro no están aún bien establecidos, se estima que estos serán deficitarios en rumiantes adultos durante las primeras tres semanas (requisitos de Fe = 20 a 50 mg/kg). Para rumiantes jóvenes el período deficitario será de cuatro semanas (requisitos de Fe = 100 mg/kg) (McDowell *et al.*, 1984).

Cobre

El cobre aumentó conforme transcurrió el tiempo experimental con un coeficiente de correlación de 0,26 ($P<0,01$); la curva que mejor reflejó el comportamiento del cobre a través de las semanas, fue de tipo gamma, con una confiabilidad de 44,3% (Figura 3). Estos resultados no concuerdan con los trabajos realizados por Laredo y Gómez (1980) quienes obtuvieron valores subnormales en pastoreo continuo. En este elemento, los requerimientos son altamente influenciados por interacciones con otros elementos; así, se considera que las deficiencias de cobre ocurren normalmente cuando el molibdeno del forraje excede los 3 mg/kg y el cobre es inferior a 5 mg/kg. Las primeras cuatro semanas mantuvieron valores de cobre bajo los 5 mg/kg (McDowell *et al.*, 1984).

Manganeso

El Mn no mostró correlación significativa con la época de cosecha. Este elemento es raramente informado en regiones tropicales (McDowell *et al.*, 1984). Signos de deficiencia han sido observados por Méndes (1977) en Mato Grosso, Brasil, sin embargo, en Costa Rica, en suelos volcánicos se señalan altas concentraciones de manganeso en forrajes (Lang, 1971).

RESUMEN

Se estudió el efecto de la época de cosecha sobre el contenido mineral del pasto raigrás inglés (*Lolium perenne*) var. 'Tetraploide' en muestras cosechadas en Oreamuno de Cartago, Costa Rica. Se realizaron cortes cada 14, 21, 28, y 35 días, sucesivamente, durante todo el período experimental. Se encontró aumentos altamente significativos ($P<0,01$) en los valores de concentración de Ca, K, Fe, Cu, y de la relación Ca:P, al mismo tiempo que hubo una reducción altamente significativa ($P<0,01$) del P y Mg, con el transcurso de las semanas (de noviembre a abril, inicio de la época seca). En el análisis de regresión se encontró que las curvas que mejor describieron los valores tanto de Ca como P, Cu, K, y Mg en la planta, al paso de las semanas durante el período analizado, fueron las de tipo gamma (r^2 = 41,3; 33,2; 44,3; 40,7; y 30,3%, respectivamente); mientras que el comportamiento para la relación Ca:P (r^2= 53,5%) fue lineal y para el Fe fue cuadrático (r^2 = 53,5%).

LITERATURA CITADA

ANDRADE, J.L.; REY, G.E.; RAMIREZ, M.T.; CARRILLO, C.A.; BLUE, W.G. 1964. Fertilizer response and dry season changes in forage grasses in the Pacific Region of Costa Rica. Trop. Agric. 41:31-39.

BLUE, W.G.; AMMERMAN, C.B.; LOAIZA, J.M.; GAMBLE, J.F. 1969. Compositional analyses of soils, forages and cattle tissues from beef-producing areas of eastern of Panamá. Bio-science 19(7):616-618.

FUNE, F.; AJA, A.; RAMOS, N. 1979. Pastoreo rotacional simulado para la elaboración del pasto. I. Comparación de ocho gramíneas con tres sistemas de aplicación de nitrógeno bajo pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 13(2):197-206.

JACKSON, M.L. 1958. Soil chemical analysis. New York, Prentice-Hall, p. 134-182.

JONES, H.D.I. 1963. The mineral content of six grasses from a Hyparrhenia; dominant grassland in Northern Rodhesia. Rhod. J. Agric Ros. 1:35-38.

LANG, C.E. 1971. Contenido de Mn en los forrajes del Valle de Orosi y su efecto en su concentración en el pelo y en la reproducción de vacas lecheras. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.

LAREDO, M.A.; GOMEZ, J. 1980. Fluctuaciones minerales en los pastos tropicales. I. *Brachiaria* en los Llanos Orientales. Revista ICA 15(2):71-78.

MATT, J. 1970. Colorimetric determination of phosphorus in soil and plant material with ascorbic acid. Soil Science 109(4):214.

McCORMICK, A. 1966. Estudio analítico sobre el contenido de minerales en los pastos de la Sabana de Bogotá y en el Valle de Uboté. Rev Tecnología 8(43):7-14.

McDOWELL, L. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. *In* Proceeding of beef cattle production in developing countries. Ed. by A.J. Smith Scotland, University of Edinburg. p. 216.

McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L.; LOOSLY, J.K. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Gainesville, Florida, Departamento de Ciencia Animal, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida. 92 p.

MENDES, M.O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season and sampling technique. Ph. D. Dissertation, Gainesville, University of Florida. (Ob. cit. por McDowell et al., 1984).

TERGAS, L.E.; BLUE, W.G.; MOORE; J.E. 1974. Nutritive value of fertilized Jaragua grass *(Hyparrhenia rufa)* in the Pacific Region of Costa Rica. Trop. Agric. (Trinidad) 48(1):1-8.

VILLALOBOS, J.L. 1975. Contenido mineral de cinco forrajes tropicales y su relación con la edad y el valor nutritivo. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 90 p.