

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO Y SU ASOCIACIÓN CON MACROELEMENTOS EN ÁREAS DESTINADAS A PASTOREO EN EL ESTADO YARACUY

Jorge A. Borges<sup>1</sup>, Mariana Barrios<sup>1</sup>, Espartaco Sandoval<sup>1</sup>, Yanireth Bastardo<sup>1</sup> y Oswaldo Márquez<sup>1</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la asociación entre los niveles de fósforo, calcio y potasio, y características físico-químicas como textura, relieve, materia orgánica (MO), pH y conductividad eléctrica (CE) en suelos de potreros en unidades de producción doble propósito del estado Yaracuy. Para esto, se tomaron muestras a profundidades de 0-20 cm en los municipios Manuel Monge, Veroes, Bolívar y Nirgua, durante el periodo seco (diciembre 2009-febrero 2010), las cuales fueron analizadas mediante los métodos rutinarios con fines de fertilidad. Los resultados fueron ordenados según los distintos relieves y texturas, y se compararon mediante análisis de varianza y prueba de medias de Tukey para las variables MO, pH y CE, así como mediante análisis de regresión y correlación de los macroelementos (P, K y Ca) en función de las características físico-químicas. Se encontró que los elementos insuficientes fueron el fósforo ( $<10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y calcio ( $<500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), principalmente en el municipio Bolívar (83,3 %), así como en suelos de textura arenosa (31,0 %) y relieve plano. Las concentraciones promedio de potasio ( $\pm 125 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) estuvieron en todos los casos por encima del valor crítico. Los contenidos de materia orgánica fueron significativamente diferentes para las texturas y relieves, siendo mayores en suelos medios-finos y en zonas montañosas (4,82 y 5,36 % MO, respectivamente). El pH mostró estar fuertemente asociado a la disponibilidad de los nutrientes, especialmente el calcio ( $R^2=0,79$ ) en el que las deficiencias se ubicaron en suelos ácidos y correspondieron al 58,6 % de los potreros ( $\pm 288 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Se concluye que las características de relieve y pH actúan como factores predisponentes en la disponibilidad de algunos minerales y materia orgánica, y que el fósforo fue el elemento mayormente carente en estos suelos dedicados al pastoreo de rebaños bovinos.

**Palabras clave adicionales:** Análisis de suelo, nutrientes minerales, materia orgánica, rebaños bovinos

### ABSTRACT

#### Physical and chemical characteristics of soil and their association with nutrients in areas for grazing in Yaracuy State

The objective of this work was to study the association between phosphorus, calcium and potassium, and physicochemical parameters such as texture, relief, organic matter (OM), pH, and electrical conductivity in soils with pastures in dual purpose production units in Yaracuy State. Soil samples were taken in production units of the municipalities Manuel Monge, Veroes, Bolivar and Nirgua, during the dry period (December 2009-February 2010), at depths of 0-20 cm, which were processed by routine methods of soil fertility analysis. The data were sorted by texture and relief and compared by analysis of variance (Anova) and mean separation by Tukey for chemical variables (OM, pH and EC), as well as regression and correlation analysis of the elements (P, K and Ca) as a function of physical and chemical variables. It was found that soils were lacking phosphorus ( $<10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and calcium ( $<500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) mainly in Bolivar municipality (83.3 %) and in soils sandy texture (31.0 %) and flat relief. Average concentrations of potassium ( $\pm 125 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) were in all cases above the critical value. The contents of organic matter were significantly different among soil textures and relief, being higher in middle-fine soils and in mountainous areas (4.82 and 5.36 % OM, respectively). The pH was shown to be strongly associated with the nutrient availability, particularly calcium ( $R^2=0.79$ ), in which the deficiencies were found in acid soils and corresponded to 58.6 % of the soils studied ( $\pm 288 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). We conclude that the characteristics of relief and pH act as predisposing factors in the availability of some minerals and organic matter, and phosphorus proved to be the main deficient element in these soils devoted to herding cattle.

**Additional key words:** Soil analysis, mineral nutrients, organic matter, cattle herds

### INTRODUCCIÓN

Para garantizar la productividad de los pastos y

los rebaños, se debe tener en cuenta una visión completa de los factores de los cuales depende; entre estos se encuentran las condiciones

edafológicas predominantes en las áreas de la unidad de producción que han sido establecidas como potreros. La fertilidad de los suelos representa uno de los factores más importantes en la producción de buenos forrajes, de allí la necesidad constante de manejar los suelos con criterios de racionalidad y conservación (Guzmán, 1996). La suplencia de nutrimentos por parte del suelo a la planta va a estar limitada por factores como baja disponibilidad o carencia de algunos de ellos, baja solubilidad, antagonismo iónico, bajo contenido de humedad, entre otros (Rodríguez y Navarro, 2000).

En Venezuela, la mayoría de los suelos dedicados a la ganadería se consideran de mediana a baja fertilidad natural, sumado a los años de explotación bajo pastoreo lo cual los ha empobrecido y hasta degradado (Borges et al., 2011). Autores como Depablos et al. (2009) y López et al. (2008) han señalado las deficiencias nutricionales de los suelos en los llanos centrales y orientales del país, respectivamente. En un estudio preliminar, realizado entre los principales municipios ganaderos del estado Yaracuy, se encontró que el 35 % de las fincas evaluadas presentaban baja fertilidad en sus suelos, siendo el fósforo el elemento más frecuentemente deficiente (66 % de los casos), seguido por el calcio y potasio (datos no publicados del autor principal).

Varios nutrientes se encuentran en forma soluble en los suelos y muchos de ellos se pierden por el lavado ocasionado por las lluvias y el riego. El fósforo, calcio y magnesio poseen baja movilidad y resultan poco afectados por lixiviación; caso contrario se presenta con el nitrógeno y el potasio que tienden a perderse con mayor facilidad (Guzmán, 1996).

El objetivo del presente estudio fue evaluar características químicas de los suelos en función de su textura y relieve, así como la asociación con elementos minerales, en potreros de unidades de producción doble propósito en los principales municipios ganaderos del estado Yaracuy.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en 29 unidades de producción bovina de doble propósito (UP), atendidas por un proyecto de mejoramiento en el estado, ubicadas en zonas del Valle de Aroa (10-300 msnm) y zonas montañosas del Macizo de

Nirgua y Sierra de Aroa (850-1100 msnm) y distribuidas entre los municipios Manuel Monge (17), Veroes (4), Bolívar (6) y Nirgua (2). Los muestreos se realizaron entre los meses de diciembre y febrero del año 2010 (periodo seco), tomando como referencia en cada UP los potreros destinados al pastoreo de las vacas en producción. Las muestras fueron tomadas de forma aleatoria, en transectas o zig-zag de acuerdo a las características topográficas del terreno, para lo cual se empleó un barreno, colectando aproximadamente 10 submuestras por hectárea hasta 20 cm de profundidad, que posteriormente fueron mezcladas y transformadas en una muestra compuesta por cada UP. En el laboratorio, las muestras fueron secadas al aire y tamizadas; para la determinación textural se empleó la técnica de Bouyoucos; contenidos de fósforo y potasio por el método de Olsen, calcio por método de Morgan, la materia orgánica (MO) por combustión húmeda (Walkley-Black), pH y conductividad eléctrica (CE) en suspensión por métodos potenciométricos (relación 1:2,5) y conductimétricos (relación 1:5), respectivamente (Gilabert de Brito et al., 1990).

Los resultados obtenidos fueron tabulados y ordenados según el relieve y la clase textural resultantes a fines de interpretar las disponibilidades cuantificadas, según las escalas propuestas por López de R. et al. (2008). Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey para las variables de MO, pH y CE, así como análisis de regresión y correlación de los elementos (P, K y Ca) en función de las características físico-químicas del suelo, usando el programa InfoStat v.1.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Características químicas de los suelos según el municipio:** Se encontraron bajas concentraciones de fósforo edáfico ( $<10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en las UP de los municipios Bolívar (83,3 %), Manuel Monge (58,8 %), Nirgua (50,0 %) y Veroes (25,0 %); sin embargo, en el municipio Manuel Monge se encontraron los mayores contenidos promedios de este elemento (Cuadro 1). En un estudio preliminar, Barrios et al. (2010) encontraron deficiencias de fósforo en un 83 % de las UP estudiadas dentro del municipio Manuel Monge, establecidas en un intervalo oscilante de 1 a 7  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Los valores máximos y mínimos

estimados en estos suelos indican una amplia heterogeneidad en los contenidos de fósforo, lo cual permite inferir que su disponibilidad no puede ser asociada a regiones, sino a áreas más específicas como unidades de producción e inclusive los potreros. Para el caso del potasio, todos los municipios presentaron concentraciones promedio por encima de los valores críticos referenciales, exceptuando sólo un 5,9 % de las UP del municipio Manuel Monge que presentó deficiencias de este mineral ( $\approx 30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Chirinos et al. (1971) señalaron bajas concentraciones de fósforo y potasio en el municipio Nirgua conjuntamente con problemas de moderada acidez. Se encontraron bajas concentraciones de calcio edáfico, con mayor frecuencia en el municipio Bolívar (83,3 %), y las menores concentraciones en el municipio Manuel Monge. Faría (1983) reportó altas

deficiencias de K y Ca en suelos ganaderos del estado Guárico durante la época lluviosa, siendo más estables en el periodo seco, y Lozano et al. (2010) encontraron variaciones en estos elementos en función del tipo de pasto existente. La MO presentó mediana a alta disponibilidad en la mayoría de los municipios, excepto en el Manuel Monge donde 29,4 % de las UP presentó unos valores bajos ( $\approx 1,59 \%$ ) respecto al límite crítico de 2,0 % establecido por Morillo et al. (1989). Los bajos contenidos de materia orgánica en los potreros pudieran reflejar procesos de degradación atribuidos a un manejo inadecuado con pérdida de su capacidad productiva (Pla Sentis, 1995); lo anterior pudiese estar asociado a la poca cultura de manejo del suelo que generalmente existe en las explotaciones ganaderas del país, donde los constantes periodos de pastoreo contribuyen a la degradación de los mismos.

**Cuadro 1.** Contenidos de minerales y materia orgánica en suelos sometidos al pastoreo bovino en el estado Yaracuy. Media $\pm$ SD (valores mínimos y máximos en el paréntesis)

Municipio	n	Fósforo	Potasio	Calcio	Materia Orgánica
		$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$			(%)
Manuel Monge	17	15 $\pm$ 13 (4-39)	116 $\pm$ 96 (30-342)	974 $\pm$ 870 (79-2000)	3,5 $\pm$ 1,9 (1,4-7,3)
Veroes	4	13 $\pm$ 4 (7-16)	99 $\pm$ 47 (56-163)	819 $\pm$ 796 (276-2000)	4,0 $\pm$ 0,9 (2,8-4,8)
Bolívar	6	9 $\pm$ 8 (4-27)	131 $\pm$ 72 (37-228)	504 $\pm$ 272 (306-1038)	4,4 $\pm$ 1,9 (2,2-6,8)
Nirgua	2	8 $\pm$ 5 (4-11)	155 $\pm$ 4 (152-158)	456 $\pm$ 288 (252-660)	4,8 $\pm$ 0,4 (4,5-5)
Niveles críticos (Morillo et al., 1989)		10	37	500	2

**Características químicas de los suelos según su textura y relieve:** Se encontró que un 48,3 % de los potreros estudiados se encuentran establecidos sobre suelos de textura arenosa, de los cuales se destaca un 31,0 % con concentraciones de fósforo menores a  $9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , valor considerado como muy bajo en suelos con estas características texturales (Cuadro 2). El restante corresponde a suelos de texturas medias y finas, donde las concentraciones de P bajas a muy bajas ocupan el 24,1 % de estos suelos. Los contenidos de potasio quedaron ubicados entre los intervalos medio y alto, sin diferencia entre las texturas; el calcio sólo fue bajo en un 10,3 % de los potreros, los cuales correspondieron a suelos arenosos. Los contenidos promedios de materia orgánica (Cuadro 2) fueron mayores ( $P\leq 0,001$ ) en los suelos de texturas

medias y finas con respecto a los suelos arenosos. La MO proporciona al suelo, además de cierta cantidad de nutrientes, una serie de características físicas entre las que destaca la capacidad de retención de agua, permitiendo que en zonas donde las lluvias son muy espaciadas se puedan mantener los cultivos adecuadamente (Hernando, 1988), lo cual favorecería a su vez la producción y mantenimiento de los pastizales durante el periodo seco.

No se encontraron diferencias entre los valores de pH; sin embargo se observó un alto porcentaje de suelos con tendencia de ligera a moderada acidez (pH  $\pm 5,8$ ) en el 85,7 % de las UP con suelos arenosos y 53,3 % en los suelos de textura media a fina. Para la CE, según esta clasificación textural, no se presentaron diferencias ni

tendencias de importancia, ya que los valores en el suelo fueron inferiores al límite de  $0,75 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (Casanova, 2005).

**Cuadro 2.** Promedios de materia orgánica, pH y conductividad eléctrica en suelos sometidos al pastoreo bovino en el estado Yaracuy, agrupados de acuerdo a la textura y el relieve

Clasificación	Materia orgánica (%)	pH	CE ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )
<b>Textura</b>			
Gruesas	2,79 b	$6,09\pm 0,7$	$0,18\pm 0,2$
Medias-Finas	4,82 a	$6,66\pm 1,1$	$0,13\pm 0,2$
<b>Relieve</b>			
Plano	2,91 b	$6,32\pm 0,9$	$0,18\pm 0,2$
Montañoso	5,36 a	$6,50\pm 1,1$	$0,11\pm 0,1$

Medias con distinta letra son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey ( $P\leq 0,001$ ) Texturas: gruesas (a); medias-finas (F, FA, FA-a, A)

De acuerdo a su relieve las UP fueron divididas en dos grupos: las de relieve plano que representan un 62,1 % del total y las de relieve montañoso las restantes. De acuerdo a esto se encontró que las más frecuentes deficiencias de P (37,9 %), K (6,9 %) y Ca (10,3 %) se manifestaron en suelos de relieve plano, mientras que en UP con relieves montañosos sólo se encontraron deficiencias de P en un 27,6 % de los potreros estudiados. En cuanto a la MO, se detectaron diferencias ( $P\leq 0,001$ ) según el relieve (Cuadro 2), ya que los porcentajes fueron altos en las UP con relieve montañoso y medios en las planicies, con intervalos que oscilaron en 7,25-3,27 y 1,43-5,46 %, respectivamente. Según Espinoza (2010), las altas temperaturas y climas húmedos pueden ocasionar una disminución de la MO en el suelo debido al incremento de la actividad microbiana, lo que sugiere que los resultados están asociados a las condiciones de clima fresco de las UP ubicadas en zonas altas con respecto a las ubicadas en pleno valle.

El relieve de los suelos también mostró asociación con los niveles edáficos de potasio (Cuadro 3), presentando un moderado coeficiente de correlación entre ambos factores ( $r = 0,58$ ;  $P\leq 0,001$ ).

Los valores de pH ubicaron a estos suelos como ligeramente ácidos, para ambos relieves, y sin diferencias entre ellos. La CE tampoco fue diferente para los relieves, y se presentaron bajos

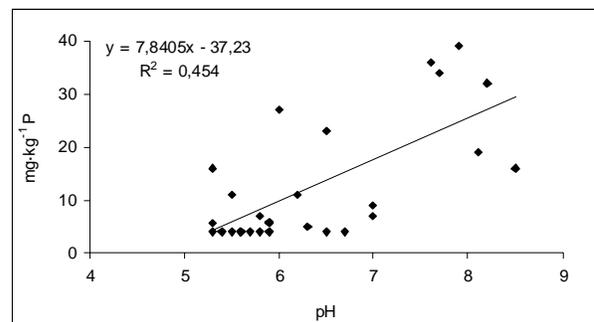
niveles de sales en la mayoría de las UP (89,7 %). Ruíz et al. (2007) señalaron que las especies forrajeras de amplia cobertura contribuyen a la reducción de las sales presentes en el suelo y mencionan a los pastizales como una alternativa para aprovechar y recuperar los suelos con alta CE. Asimismo, se observó una tendencia a un ligero incremento en la CE ( $0,56 \pm 0,06 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) en aquellas fincas con problemas de inundación por estar colindante con ríos, por lo que los bajos niveles de sales en la mayoría de las UP podrían atribuirse a la ausencia de riego como práctica común dentro del manejo de estos potreros.

**Cuadro 3.** Correlaciones entre las variables físico-químicas estudiadas en suelos sometidos al pastoreo bovino en el estado Yaracuy

Correlación detectada	Coefficiente r	Valor de p
Relieve	Potasio	0,58
	Materia Orgánica	0,70
	Fósforo	0,68
Fósforo	Calcio	0,68
		<0,001

**Disponibilidad de nutrientes en función al pH del suelo:**

Las mayores deficiencias de fósforo se encontraron en aquellos potreros bajo condiciones de ligera a moderada acidez (pH 5,0-6,5), aumentando los contenidos a medida que el suelo se torna más alcalino, observándose una ligera tendencia ( $R^2 = 0,454$ ) de asociación entre los pH bajos y las deficiencias de fósforo edáfico (Figura 1). Depablos et al. (2009) reportan concentraciones de P cercanas o inferiores al valor crítico en suelos con pH entre 5,49 y 6,24, con una relación existente entre pH y P de  $R^2=0,37$ , valores que son similares a los encontrados en este trabajo.

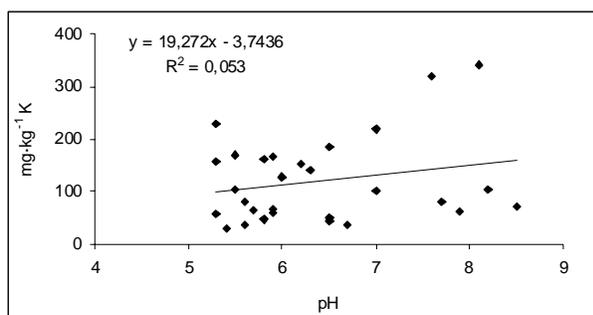


**Figura 1.** Disponibilidad del fósforo edáfico en función a los valores de pH del suelo

Los contenidos de potasio (Figura 2) mantuvieron una tendencia de alta dispersión

dentro del pH de los suelos bajo estudio ( $R^2=0,05$ ), donde sólo un 10,3 % de éstos contenían en promedio  $34,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , valor inferior al valor crítico de  $37 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  considerado adecuado para el desarrollo de las pasturas (Morillo et al., 1989). Depablos et al. (2009), encontraron que un 19,0 % de las muestras de suelo estudiadas en sabanas bien drenadas presentaron contenidos bajos de este mineral. Underwood (1981) señala que, aun en suelos deficientes, los forrajes presentan concentraciones de potasio suficientes para cubrir las necesidades de los bovinos.

En contraposición a los elementos anteriormente mencionados, el calcio (Figura 3) demostró estar relacionado con los suelos neutros y alcalinos ( $R^2=0,79$ ), ubicándose los mayores contenidos ( $>1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) dentro del intervalo de pH 7,0-8,5, mientras que los contenidos por debajo del nivel crítico de  $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Morillo et al., 1989) se ubicaron en suelos ligeramente ácidos, equivalentes al 58,6 % de los suelos estudiados y con niveles de Ca de  $288 \pm 153 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Al respecto, Rodríguez et al. (2004) y López et al. (2008) encontraron notables deficiencias de este elemento en los suelos ácidos de las sabanas centrales y orientales del país, donde se encuentran vastas áreas dedicadas a la ganadería. Depablos et al. (2009) encontraron que en sabanas del estado Cojedes el 40 % de las UP estudiadas resultaron ser deficientes en Ca edáfico, aunque el resto presentó valores superiores al valor crítico.

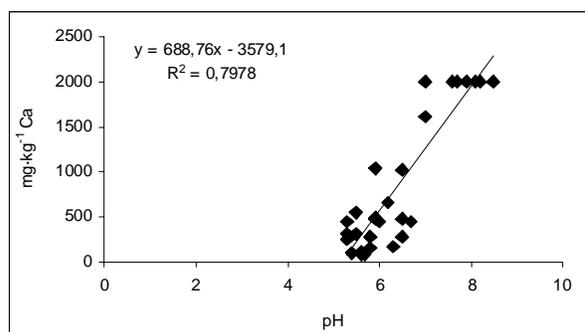


**Figura 2.** Disponibilidad del potasio edáfico en función a los valores de pH del suelo

Sainz-Rosas et al. (2007) destaca que la acidez afecta la disponibilidad de nutrientes en los suelos agrícolas, lo cual fue corroborado en este trabajo al encontrarse el efecto causado por el pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes como el fósforo y calcio.

**Correlaciones entre las variables físico-químicas de los suelos:** Existieron correlaciones positivas altamente significativas entre el relieve de los suelos y los contenidos de potasio y MO (Cuadro 3). Minerales como el fósforo y calcio también estuvieron altamente asociados a las condiciones de pH en los suelos, siendo éste un factor determinante en la disponibilidad de estos elementos para la nutrición de los pastizales establecidos. Así mismo, estos minerales se encuentran asociados entre sí, determinando estados carenciales de ambos en el mismo suelo.

Considerando la alta significancia de las asociaciones encontradas, se pudiesen tomar las características como el relieve y el pH como factores predisponentes en la disponibilidad de algunos minerales y de la materia orgánica en estos suelos dedicados al pastoreo de rebaños bovinos.



**Figura 3.** Disponibilidad de calcio edáfico en función a los valores de pH del suelo

## CONCLUSIONES

Existe una gran heterogeneidad predominante en los suelos donde se encuentran establecidos potreros para pastoreo de bovinos en los principales municipios ganaderos del estado Yaracuy, tanto en la disponibilidad de minerales como del fósforo, que resultó ser el elemento más deficiente, como en las condiciones de pH y contenido de materia orgánica (esta última afectada por la textura y el relieve del suelo). Todos, en su conjunto, estuvieron asociados a la disponibilidad de los nutrientes esenciales en el funcionamiento del sistema suelo-planta-animal.

## LITERATURA CITADA

1. Barrios, M., E. Sandoval, O. Camacaro y J.

- Borges. 2010. Importancia del fósforo en el complejo suelo-animal. *Mundo Pecuario* 6 (2): 151-156.
2. Borges, J., M. Barrios, E. Sandoval y Y. Bastardo. 2011. Fertilización en pasturas: ¿Inversión o costo? *Venezuela Bovina* 90: 12-21.
  3. Casanova, E. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV). Caracas. 393 p.
  4. Chirinos, A., J. C. de Brito e I. de Rojas. 1971. Características de fertilidad de algunos suelos venezolanos vistos a través de los resúmenes de análisis rutinarios. *Agron. Trop.* 21(5): 397-410.
  5. Depablos, L., S. Godoy, C. Chicco y J. Ordoñez. 2009. Nutrición mineral en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de Venezuela. *Zoot. Trop.* 27(1): 27-35.
  6. Espinoza, Y. 2010. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro* 22(3): 177-184.
  7. Fariá-Mármol, J. 1983. Concentraciones de nutrientes minerales en el suelo y en los pastos nativos del Guárico oriental. *Zoot. Trop.* 1(1-2): 111-128.
  8. Gilabert de Brito, J., I. López de Rojas y R. Pérez de Roberti. 1990. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Manual de métodos y procedimientos de referencia. FONAIAP. Serie A. Nº 26. 164 p.
  9. Guzmán, J. 1996. Pastos y Forrajes: producción y aprovechamiento. Edit. Espasande. Caracas.
  10. Hernando, V. 1988. La materia orgánica en la producción vegetal del secano. *Revista del Instituto Pirenaico de Ecología (Galicia)* 4: 949-954.
  11. López de R., I., N. Alfonso, N. Gómez, M. Navas y P. Yañez. 2008. Manual de alternativas de recomendaciones de fertilizantes para cultivos prioritarios en Venezuela. INIA. Maracay, Venezuela. 400 p.
  12. Lozano, Z., A. Mogollón, R.M. Hernández, C. Bravo, A. Ojeda, A. Torres, C. Rivero y M. Toro. 2010. Cambios en las propiedades químicas de un suelo de sabana luego de la introducción de pasturas mejoradas. *Bioagro* 22(2): 135-144.
  13. López, M., S. Godoy, C. Alfaro y C. Chicco. 2008. Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas., Venezuela. *Rev. Científica FCV-LUZ*, 18(2): 197-206.
  14. Morillo D., L. McDowell, C. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad y F. Martin. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. I. Macrominerals and forage organic constituents. *Nutritional Report Int.* 39: 1247-1262.
  15. Pla Sentis, I. 1995. Labranza y propiedades físicas de los suelos. Efecto de los sistemas de labranza en la degradación y productividad de los suelos. Reunión Bienal de la red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. FONAIAP-FAO-UNELLEZ. Acarigua, estado Portuguesa, Venezuela. Memorias pp. 26-41.
  16. Rodríguez, M., J. Fariñas y G. Matos. 2004. Recuperación de pasturas en sabanas bien drenadas del estado Monagas. INIA Divulga 1. Número enero-abril.
  17. Rodríguez, T. y L. Navarro. 2000. Aspectos nutricionales a considerar en el manejo de algunas gramíneas forrajeras en los Llanos Orientales de Venezuela. FONAIAP-CIAE Anzoátegui, Barcelona. Publicación especial Nº 38. 188 p.
  18. Ruíz, E., R. Aldaco, J. Montemayor, M. Fortis, J. Olague y J. Villagómez. 2007. Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros. *Téc. Pec. Méx.* 45(1): 19-24.
  19. Sainz-Rosas, H., H. Echeverría y H. Angelini. 2007. Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. *International Plant Nutrition Institute (IPNI). Informaciones Agronómicas* 2: 6-12.
  20. Underwood, J. 1981. Microminerales. Los minerales en la nutrición del ganado. 2da Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 209 p.