

Dinámica de proteína cruda y componentes minerales de las pasturas de sabanas hiperestacionales en bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure, Venezuela

René Torres^{1*}, Rafael Aparicio (†)¹, Susmira Godoy², Luis Astudillo¹ y José Carrasquel¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental Apure, San Fernando, Apure, Venezuela.

*Correo electrónico: grtorres@inia.gob.ve

²Centro de Investigaciones Agropecuarias. INIA - CENIAP. Producción Animal, Maracay, Aragua, Venezuela.

RESUMEN

Con el propósito contribuir con el conocimiento de las zonas de sabana de Venezuela en referencia a su composición proteica y mineral, por fisiografía y épocas climáticas se realizaron durante el período marzo de 2005 a abril de 2007 evaluaciones de las pasturas de sabanas de bancos, bajíos y esteros con una frecuencia de cada 50 días, en Mantecal, estado Apure. El estudio reveló valores dentro de lo esperado para Proteína Cruda (PC) en las pasturas de bajíos y esteros, mientras que en bancos solo se cubren las necesidades durante la transición sequía–lluvia. PC se correlacionó positivamente con P, K, Mg, S y Cu; y negativamente con Ca, Mn y Zn. Además se encontraron amplias deficiencias en P, Ca y Na. No se observaron deficiencias en K, S, Cu y en Mg, sólo se evidenció deficiencias en transición lluvia–sequía. Para Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos. En varias fisiografías y épocas existió antagonismo de Mn, Zn y Fe ante P, K y S. A su vez Fe y Zn presentaron sinergismo con Cu y Na, así mismo, entre Fe y Zn y entre Fe y Mn. Se observó una excesiva disponibilidad de Fe que a su vez presentó sinergismo con S y Cu en los períodos de sequía y transición sequía–lluvia, y en lluvias con Cu y Na.

Palabras clave: pasturas, sabanas, proteína cruda, minerales.

Dynamics of crude protein and mineral components of hyperstational savannah grasslands in banks, shoals and estuaries in Mantecal, Apure state, Venezuela

ABSTRACT

With the purpose of contributing to existing knowledge of savannah zones of Venezuela minerals and protein tests were carried out from March 2005 to April 2007 period. Tests were performed in physiographic areas of banks, shoals and estuaries in hiperstational savannas from Mantecal, Apure State, with a 50 days frequency. Protein values found were as expected in pastures from bajíos-shallaws and esteros-estuary, but not in the banks, which were covered just in dry–rainy period. The crude protein values have been positively correlated with P, K, Mg, S and Cu; and negative with Ca, Mn and Zn. Severe deficiency in P, Ca and Na were established, but there were no deficiencies found for K, S, Cu and Mg (just deficiency during rain–dry transition). In relation with Fe, Zn and Mn excessive levels were found. There was antagonism in Mn, Zn and Fe in presence of P, K and S, meanwhile Fe and Zn presence in synergism with Cu and Na, and in the same way, between Fe and Zn, and Fe and Mn.

Key words: savannas, pastures, protein, mineral.

INTRODUCCIÓN

Los desbalances (deficiencias o excesos) de minerales en los suelos y pasturas han sido considerados como una de las principales causas en la baja producción y reproducción de los rebaños a pastoreo en los trópicos, así como predisponentes de enfermedades carenciales (Chicco y Linares, 1992; McDowell *et al.*, 1997), y en general, la baja productividad pecuaria actual en sabanas venezolanas es atribuida a las fluctuaciones climáticas, baja fertilidad natural de los suelos y bajo potencial de los recursos forrajeros nativos, siendo señalado una mayor riqueza en nutrientes de las gramíneas de las sabanas hiperestacionales en relación a las de sabanas estacionales (Chacón *et al.*, 2007; Comerma y Chacón, 2002).

Así, González *et al.* (2009), consideran que las sabanas inundables de banco, bajío y estero, desde el punto de vista de su producción de biomasa, composición química, parámetros de degradación y tasa fraccional de fermentación, son de un valor nutricional de regular a bajo, afectadas por fisiografía y época climática, presentado el período transicional sequía–lluvia su menor oferta, pero su mayor valor nutritivo.

El objetivo del presente trabajo es contribuir con la generación de información acerca de las zonas de sabana de Venezuela en referencia a su composición proteica y mineral, por fisiografía y épocas climáticas.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue desarrollado en el Campo Experimental Mantecal, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Mantecal, estado Apure, Venezuela; durante el período marzo 2005 a abril 2007, con una frecuencia de muestreo de 50 días. Las características del área experimental y su manejo han sido descritas por Torres *et al.* (2003 a, b); sus suelos han sido clasificados como Aquic Haplustepts, francosa fina, mixta e isohipertérmica, para la fisiografía de banco; Aeríc Epiaquepts, arcillosa fina, mixta e isohipertérmica, en el bajío; y en el estero se establece como Vertic Epiaquepts, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica (Torres, 2003) y caracterizados físicamente por Torres *et al.*, 2011.

En la fisiografía de banco predominan las especies *Panicum laxum*, *Paspalum chaffanjonii*, *Leersia hexandra* y *Axonopus compressus*, en bajíos las especies dominantes son las tres primeras antes señaladas más *Hymenachne amplexicaulis*; y en los esteros la inundación condiciona la dominancia a *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*. Observándose cuando estas pasturas han sido manejadas tradicionalmente con carga animal de 0,5 UA/ha y método de pastoreo diferido por época climática.

Las muestras de pasturas fueron tomadas apareadas a muestras de suelo estudiadas por Torres *et al.*, 2011; en cada fisiografía siempre con la misma dirección y sentido, tres en cada fisiografía resultante de cinco submuestras cada una, luego secadas a 65°C por 72 horas y remitidas al laboratorio para la determinación de proteína cruda (AOAC, 1995), fósforo (Fiske y Subarrow, 1925), y calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, azufre, cobre, manganeso, boro y zinc por espectrofotometría de absorción atómica.

Los resultados fueron procesados con apoyo del paquete estadístico InfoStat (2007), como un diseño completamente aleatorizado para varianza y coeficientes de Pearson entre épocas y fisiografías contrastantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los elementos químicos y de proteína cruda (PC) estudiados en las pasturas de las diferentes fisiografías y épocas climáticas son mostrados en el Cuadro 1; mientras en el Cuadro 2 se establecen los coeficientes de Pearson por fisiografía y en el Cuadro 3 por épocas climáticas. En el banco los niveles de PC resultaron deficitarios excepto en la transición sequía–lluvia, período en el cual se obtienen los máximos valores, superiores al 60% de los requerimientos, coincidiendo con González *et al.* (2009), mientras que en las fisiografías de bajío y estero no se reportan deficiencias. En el P se presentaron amplias deficiencias en todas las fisiografías, especialmente en el banco, y solo se cubren las necesidades en el estero durante la transición sequía–lluvia. Similar comportamiento se obtuvo en Ca. Con el K no se obtuvieron deficiencias, especialmente durante el período de entradas de lluvias cuando alcanza un nivel promedio superior al 2%. Del Mg sólo se obtuvo deficiencias en la

Cuadro 1. Dinámica de elementos minerales y proteína cruda de los pastos de sabanas de banco, bajío y estero durante diferentes épocas climáticas.

| Variable | Épocas | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Sequía | TSLL | Lluvia | TLLS |
| PC (NC: 7%) | | | | |
| Banco | 5,33 Aa | 9,89 Ab | 6,91 a | 6,73 a |
| Bajío | 7,70 Ba | 11,04 ABb | 8,08 a | 7,09 a |
| Esteros | 8,18 Ba | 12,81 Bb | 7,66 a | 6,89 a |
| P (NC: 0,25%) | | | | |
| Banco | 0,10 Aa | 0,14 Ab | 0,14 Ab | 0,14 Ab |
| Bajío | 0,21 B | 0,16 A | 0,19 B | 0,18 B |
| Esteros | 0,23 B | 0,34 B | 0,21 B | 0,20 B |
| Ca (NC: 0,30%) | | | | |
| Banco | 0,23 Aa | 0,16 Ab | 0,15 b | 0,17 b |
| Bajío | 0,16 B | 0,18 A | 0,11 | 0,18 |
| Esteros | 0,16 B | 0,31 B | 0,12 | 0,17 |
| K (NC: 0,70%) | | | | |
| Banco | 0,89 Aa | 1,74 Ab | 1,15 Aa | 1,01 Aa |
| Bajío | 1,32 B | 2,00 AB | 1,67 AB | 1,30 B |
| Esteros | 1,49 Ba | 2,79 Bb | 2,11 Bb | 1,60 Ba |
| Mg (NC: 0,20%) | | | | |
| Banco | 0,24 ab | 0,32 b | 0,28 b | 0,17 a |
| Bajío | 0,22 a | 0,34 b | 0,22 a | 0,18 a |
| Esteros | 0,22 a | 0,30 c | 0,23 a | 0,17 b |
| Na (NC: 0,06%) | | | | |
| Banco | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| Bajío | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| Esteros | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,06 |
| S (NC: 0,1-0,3%) | | | | |
| Banco | 0,11 a | 0,16 b | 0,12 a | 0,09 a |
| Bajío | 0,13 a | 0,21 b | 0,15 ab | 0,10 a |
| Esteros | 0,15 a | 0,22 b | 0,14 a | 0,10 a |
| Cu (NC: 10 ppm) | | | | |
| Banco | 9,86 | 9,84 | 10,18 | TLLS |
| Bajío | 13,80 | 10,19 | 10,09 | |
| Esteros | 13,07 | 11,30 | 9,71 | |
| Fe (NC: 30 ppm) | | | | |
| Banco | 749,97 | 367,90 | 352,16 | 321,12 |
| Bajío | 1094,55 | 351,94 | 555,70 | 477,95 |
| Esteros | 1661,02 a | 542,27 b | 365,74 b | 429,45 b |
| Zn (NC: 30 ppm) | | | | |
| Banco | 52,55 | 71,47 A | 88,48 A | 71,65 A |
| Bajío | 80,58 | 74,03 A | 57,39 AB | 56,50 AB |
| Esteros | 62,59 a | 46,59 Bb | 40,78 Bb | 49,41 Bb |
| Mn (NC: 40 ppm) | | | | |
| Banco | 629,30 Aa | 362,57 b | 294,99 Ab | 368,34 Ab |
| Bajío | 335,09 B | 367,25 | 218,06 A | 164,13 B |
| Esteros | 289,60 Ba | 274,01 a | 119,16 Bb | 109,52 Bb |
| B (ppm) | | | | |
| Banco | 7,23 | 18,48 | 7,91 | |
| Bajío | 11,81 | 15,58 | 6,61 | |
| Esteros | 14,39 | 23,94 | 5,83 | |

Notas: TSLL = Transición sequía-lluvia. TLLS = Transición lluvia-sequía. NC = nivel crítico en base a McDowell *et al.* (1997). Letras: mayúsculas difieren en columnas y minúsculas en filas.

Cuadro 2. Correlaciones de Pearson ($P \leq 0,05^*$ y $P \leq 0,01^{**}$) entre proteína cruda y componentes minerales de pasturas de fisiografías de bancos, bajíos y esterros de sabanas hiperestacionales de Mantecal, estado Apure, Venezuela.

| Banco | P | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---|----|----|----|----|--------|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | | |
| K | 0,56** | 1 | | | | | | | | | | |
| Ca | -0,57** | -0,39** | 1 | | | | | | | | | |
| Mg | 0,42* | 0,42* | 1 | | | | | | | | | |
| S | 0,39* | 0,56** | 0,42* | 1 | | | | | | | | |
| Cu | | -0,48* | -0,77** | 0,57** | 1 | | | | | | | |
| Na | | -0,77** | -0,59** | 0,57** | 1 | | | | | | | |
| Fe | | | | 0,40* | 1 | | | | | | | |
| Zn | | | | | | 1 | | | | | | |
| Mn | -0,39* | -0,47** | 0,55** | | | | | | | | 1 | |
| PC | 0,46** | 0,94** | -0,34* | 0,46** | -0,45** | | | | | | -0,33* | 1 |

| Bajío | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|-------|---|--------|-------|---------|--------|----|----|--------|-------|----|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | | | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | | | 1 | | | | | | | |
| S | | | | 0,78** | 1 | | | | | | |
| Cu | | | | | | 1 | | | | | |
| Na | | | | -0,77** | | | 1 | | | | |
| Fe | | | | | | | | 1 | | | |
| Zn | | -0,41* | 0,47* | | | | | 0,51** | 1 | | |
| Mn | | -0,47* | | | | | | | 0,47* | 1 | |
| PC | | 0,62** | | 0,54** | 0,55** | | | | | | 1 |

| Esterro | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|---------|---|---------|----|---------|---------|-------|--------|--------|----|----|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | | | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | | | 1 | | | | | | | |
| S | | | | 0,51** | 1 | | | | | | |
| Cu | | | | | | 1 | | | | | |
| Na | | | | -0,71** | -0,59** | | 1 | | | | |
| Fe | | -0,37** | | | | 0,34* | 0,37* | 1 | | | |
| Zn | | -0,38** | | | | 0,38* | 0,32* | 0,76** | 1 | | |
| Mn | | -0,33* | | | | | 0,68** | 0,59** | 1 | | |
| PC | | 0,57** | | 0,44** | | 0,32* | -0,29* | | | 1 | |

Cuadro 3. Correlaciones de Pearson ($P \leq 0,05^*$ y $P \leq 0,01^{**}$) entre proteína cruda y componentes minerales de pasturas de sabanas hiperestacionales durante las épocas de lluvias, transición lluvia-sequía, sequía y transición sequía-lluvia en Mantecal, estado Apure, Venezuela.

| Lluvia | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|--------|--------|---|---------|---------|---------|--------|--------|----|-------|----|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | 0,71** | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | -0,45* | | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | | | 1 | | | | | | | |
| S | | | -0,56** | 0,45* | 1 | | | | | | |
| Cu | | | 0,41* | -0,78** | -0,42* | 1 | | | | | |
| Na | | | 0,41* | -0,86** | -0,49** | 0,91** | 1 | | | | |
| Fe | | | | -0,54** | | 0,45* | 0,59** | 1 | | | |
| Zn | | | | | | | | | 1 | | |
| Mn | | | | | | | | | 0,49* | 1 | |
| PC | | | | | | | | | | | 1 |

| TLLS | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|------|--------|---|--------|--------|--------|-------|----|----|--------|----|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | 0,98** | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | | | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | | 0,92** | 1 | | | | | | | |
| S | | | | | 1 | | | | | | |
| Cu | | | 1,00** | 1,00** | 1,00** | 1 | | | | | |
| Na | | | | | | | 1 | | | | |
| Fe | | | | | | | | 1 | | | |
| Zn | | | | | | | | | 1 | | |
| Mn | | | | | | | | | 0,90** | 1 | |
| PC | | | | | 0,74* | 0,74* | | | | | 1 |

.../... Continua

.../... Continuación Cuadro 3

| Sequía | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|----|----|--------|----|----|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | 0,44** | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | -0,43** | -0,56** | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | 0,32* | | 1 | | | | | | | |
| S | | | | | 1 | | | | | | |
| Cu | | | | | 0,54** | 1 | | | | | |
| Na | | | | -0,58** | | -0,66** | 1 | | | | |
| Fe | | | | | | 0,51** | | 1 | | | |
| Zn | | | | | | | | | 0,62** | 1 | |
| Mn | -0,36** | -0,69** | 0,32* | | | | | | | 1 | |
| PC | 0,86** | -0,40** | -0,40** | 0,47** | 0,46** | | | | | | 1 |

| TSLL | P | K | Ca | Mg | S | Cu | Na | Fe | Zn | Mn | PC |
|------|---|---------|----|---------|---------|--------|--------|----|----|--------|--------|
| P | 1 | | | | | | | | | | |
| K | | 1 | | | | | | | | | |
| Ca | | | 1 | | | | | | | | |
| Mg | | | | 1 | | | | | | | |
| S | | 0,61** | | 0,51* | 1 | | | | | | |
| Cu | | | | -0,61** | -0,60** | 1 | | | | | |
| Na | | | | -0,70** | -0,64** | 0,80** | 1 | | | | |
| Fe | | | | | | 0,47** | 0,50** | 1 | | | |
| Zn | | | | | -0,48* | | | | 1 | | |
| Mn | | -0,77** | | | -0,62** | | | | | 0,71** | 1 |
| PC | | 0,48* | | | | 0,49* | 0,45* | | | | -0,43* |
| | | | | | | | | | | | 1 |

transición lluvia–sequía en todas las fisiografías; contrariamente al Na que solo obtuvo cobertura de sus necesidades durante esta última época señalada.

Así mismo, en S y Cu no se reportaron deficiencias, siendo mayor sus niveles en la época de transición sequía–lluvias en el caso de S; y en Cu durante la sequía. Para los casos de Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos, especialmente durante la sequía, siendo en Fe mayor hacia las fisiografías de bajíos y esteros; mientras que en Zn y Mn hacia los bancos y bajíos. Con B no se pudo ser concluyente sobre su estatus por déficit de observaciones de laboratorio, especialmente en la transición lluvia–sequía, semejantemente para Cu.

Información similar ha sido documentada por varios autores para sabanas venezolanas (Faria, 1983; Rojas *et al.*, 1993; Morillo *et al.*, 1989; Tejos, 1998; Torres *et al.*, 1990; 2003); y en su conjunto refieren una mayor problemática de nutrición mineral para sabanas hiperestacionales por similares tenores bajos de elementos esenciales como PC, P, Ca y Na; ante sabanas estacionales, y a su vez, por mayores niveles de Fe, Mn, Zn y S, los cuales son de reconocida acción antagónica en el metabolismo y utilización animal de importantes elementos minerales para la producción y reproducción (Chicco y Godoy, 1993). Ello como consecuencia de altas disponibilidades de elementos como S, Cu, Fe, Mn y Zn existentes en los suelos (Torres *et al.*, 2011). No obstante, en sabanas hiperestacionales existiría una mayor producción y diversidad en la biomasa aérea.

Así en el Cuadro 2, en el banco PC mostró altos coeficientes de correlación con P (0,46**); K (0,94**) y Mg (0,46**) y negativas correlaciones con Ca (-0,34*) y Mn (-0,33*); en el bajío con K (0,62**), Mg (0,54**) y S (0,55**) y en el estero con K (0,57**), Mg (0,44**) y Cu (0,32*), aun cuando negativa con Na (- 0,29*). Mientras que en el período de lluvias (Cuadro 3), presentó correlaciones positivas con P (0,42*); K (0,59*) y Cu (0,42*); en transición lluvia–sequía con S (0,74*) y Cu (0,74*); en sequía con K (0,86**); Mg (0,47**) y S (0,46**) y negativas con Ca (-0,40**) y Mn (- 0,48**), resaltando que en este período Mn presenta los más altos valores (Cuadro 1). En transición sequía–lluvia se obtuvo correlación positiva con K (0,48*) y negativa con Zn (- 0,43*).

Otros antagonismos importantes fueron detectados en el banco (Cuadro 2) de Mn ante P

(-0,39*); K (- 0,47**) y S (- 0,45**). En el bajío similar comportamiento se presentó con el K ante Zn (- 0,41*) y Mn (- 0,47*); y en el estero ante Fe (- 0,38*) y Zn (-0,33*); cuando estos dos últimos minerales (Fe y Zn) presentaron sinergismo con Cu (0,34*) y (0,38*); e igualmente con Na (0,37*) y (0,32*), respectivamente. Así mismo, entre Fe y Zn (0,78**); y entre Fe y Mn (0,68**). Estas relaciones fueron consistentes durante las épocas estudiadas, con excepción en P para la transición sequía–lluvia. El Fe elemento señalado como problema dado su alta disponibilidad, durante la sequía presentó sinergia (Cuadro 3), con S (0,45*) y Cu (0,40*); en lluvia con Cu (0,45*) y Na (0,59**); y durante la transición sequía – lluvia con Cu (0,47**) y Na (0,50**).

El hecho de que los altos niveles de Fe estén asociados a incrementos de S y Cu en la oferta forrajera, puede no ser favorable, ya que el S² puede unirse con el Cu liberado durante la digestión en el rumen y formar sulfito de cobre, el cual es un compuesto inabsorbible. (Suttle, 1991). Del mismo modo, se ha demostrado que el Fe es un elemento antagónico al Cu, (Bremner *et al.*, 1987). Bremner y Young (1981) demostraron que el Fe se une al sulfito ruminal bloqueando la absorción de Cu. A tal efecto, Chicco y Godoy (2002) al estudiar el contenido mineral en hígado de vacas mestizas Brahman, detectaron una correlación negativa ($r = - 0,61$), entre el nivel de Fe y de Cu, estableciendo una deficiencia condicionada del Cu por la acumulación de Fe.

CONCLUSIONES

Los valores de PC de las pasturas en los bajíos y esteros no reportan deficiencias y en el banco sólo se cubren las necesidades durante la transición sequía–lluvia.

Fueron establecidas amplias deficiencias en P, Ca y Na; mientras que en K, S, Cu y Mg (sólo deficiente en transición lluvia–sequía) no se reportaron deficiencias. Para Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos.

En diferentes fisiografías PC se correlacionó positivamente con P, K, Mg, S y Cu; y negativamente con Ca, Mn y Zn.

También, en diferentes fisiografías y épocas existió antagonismo de Mn, Zn y Fe ante P, K y S. Mientras

que Fe y Zn presentaron sinergismo con Cu y Na, y así mismo, entre Fe y Zn; y entre Fe y Mn.

Fe elemento de excesiva disponibilidad presentó sinergismo con S y Cu en sequía y en transición sequía-lluvia, y en lluvias con Cu y Na.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, VA.
- Bremner, I., W. Humphries, M. Phillippo, M. Walker and P. Morrice. 1987. Iron induced copper deficiency in calves: dose-response relationships and interactions with molybdenum and sulfur. *Anim. Prod.* 45: 403 – 414.
- Bremner, I. and B. Young. 1981. Effect of variation in the dietary iron concentration on copper metabolism in rats. *Proceedings of Nutrition Society.* 48: 69^a (Abstr.)
- Chacón, E., R. Torres y A. Baldizán. 2007. Los recursos agroalimentarios para la producción de carne y leche en los llanos venezolanos. **En:** Simposio Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. Eds. Espinoza y Domínguez. Valle de la Pascua. Guárico. Venezuela. INIA. pp 7 – 45.
- Chicco, C. y S. Godoy. 2002. Nutrición mineral de los bovinos de carne en Venezuela. **En:** XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Eds: Romero, Arango y Salomón. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 135 – 155.
- Chicco, F. y S. Godoy. 1993. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo en los llanos de Venezuela. **En:** Aspectos de Sanidad Animal en Áreas afectadas por Síndrome Parapléjico del Bovino. Boletín N° 2. Programa SPB: MIG, Convenio MAC / PDVSA.
- Chicco, F. y T. Linares. 1992. Avances en el estudio de la caracterización del Síndrome Parapléjico Bovino. **En:** programa de Cooperación Agrícola MAC / PDVSA. Boletín N° 3. FONAIAP. Maracay. Venezuela. (Serie C. N° 31). 92 p.
- Comerma, J. y E. Chacón. 2002. Aptitud de los llanos para los principales usos ganaderos. **En:** XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Eds: Romero, Arango y Salomón. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 193 – 215.
- Faria, J. 1983. Concentración de minerales en el suelo y los pastos nativos del Guárico Oriental. *Zoot. Tropical.* 1(1 y 2): 111 – 128.
- Fiske, C. and Y. Subarrow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66: 375 – 400.
- González, M., R. Aparicio (†), R. Torres e I. Domínguez. 2009. Producción de biomasa, composición química y producción de gas *in vitro* de la vegetación de una sabana estacional modulada. *Zoot. Tropical* 27(4): 407 – 417.
- InfoSTAT. 2007. InfoStat Ver. 2007. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- McDowell, L., J. Velásquez y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Boletín 3^o Edición. Departamento de Zootecnia, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida, Gainesville, USA. 84 p.
- Morillo, D., L. McDowell, F. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad and F. Martín. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. *Nutrit. Repor. International.* 39(6): 1247 – 1262.
- Rojas, L., L. McDowell, F. Martín y N. Wilkinson. 1993. Estado mineral de suelo, pasto y ganado de carne en el sureste de Venezuela. Síndrome parapléjico: Una revisión. *Zoot. Tropical* XI(1): 27 – 47.
- Suttle, N. 1991. Interactions between copper, molybdenum and sulphur in ruminant nutrition. *Annu. Rev. Nutrition.* 11: 121 – 140.
- Tejos, R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. **En:** XIV Cursillo sobre bovinos de carne. Eds.: Plasse, Peña y Romero. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. pp. 143 – 165.
- Torres, R., R. Aparicio (†), M. Pérez, J. Carrasquel, L. Astudillo y C. Marín. 2011. Dinámica de componentes físico químicos en suelos de sabana hiperestacionales de bancos, bajíos y

- esteros de Mantecal, estado Apure, Venezuela.
En: XIX Congreso Venezolano de Ciencias del Suelo. Calabozo, Guárico, Venezuela. (Resumen en extenso) 7 p.
- Torres, R. 2003. Estudio de factores interactuantes sobre la producción primaria y secundaria de sabanas moduladas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. 196 p.
- Torres, R., E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003a. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zoot. Tropical*. 21(4): 425 – 448.
- Torres, R., E. Chacón, W. Machado, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003b Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II. Composición proteica y de minerales en planta y suelo. *Zoot. Tropical*. 21(4): 449 – 466.
- Torres, R., E. Chacón, E. Capo, E. García, N. Pérez y M. Terán. 1990. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. III. Valor nutritivo del recurso pastura. *Zoot. Tropical*. VIII(1y2): 3 – 16.