

EVALUACIÓN DE CINCO ACCESIONES DE *Centrosema pubescens* PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL

Evaluation of Five Accessions of *Centrosema pubescens* in Cattle Feeding Programs in wet Tropical Forests

Manuel F. Pirela-León¹, David E. Morillo¹ y Jesús Faria-Mármol²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Zulia. Telefax (0261) 7376219 Apto 1316. E-mail: Pirelamf@cantv.net Maracaibo, Venezuela.

²Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela.

RESUMEN

En la zona de El Guayabo, al Sur del Lago de Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. Se realizó un experimento con el fin de comparar la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y los contenidos de proteína cruda (PC) y minerales (macro y microelementos) de cinco accesiones de *Centrosema pubescens* (N° CIAT 5167, 5169, 15150, 15154 y 15160). Las accesiones fueron sembradas por surcos en parcelas de 7,5/m² con 10 plantas por accesión y 2m entre surcos en un suelo franco limoso con pH 6,6 y 1,6 % de MO, bajo condiciones de Bosque Húmedo Tropical. La altura de corte fue a 10 cm sobre el suelo y el área de muestreo de 0,5/m². Se utilizó el forraje proveniente de dos cortes, uno durante el período de máxima precipitación (1150mm) y otro en el de mínima precipitación (673mm). La edad del material era de nueve semanas en cada período. El diseño experimental fue de parcelas divididas en el tiempo en bloques al azar con 2 repeticiones, considerando las accesiones como parcelas principales y los períodos como subparcelas. No se detectó efecto ($P>0,05$) de las accesiones, ni del los períodos ni de su interacción sobre ninguna de las variables estudiadas. Los valores medios obtenidos fueron: DIVMO, 53,6 %; PC, 24,1 %; macroelementos: 1,11 % Ca; 0,34 % P; 0,27 % Mg; 1,50 % K y 0,018 % Na; microelementos: 238 ppm Fe; 57,9 ppm Mn; 35,0 ppm Zn; 17,9 ppm Cu; 0,09 ppm Co, 0,71 ppm Mo y 1,02 ppm Se. Desde el punto de vista de la nutrición animal, el Na resultó deficiente en todas las muestras, mientras que la mayoría de las accesiones presentaron niveles adecuados de microelementos, excepto la N° 15150 para Mn, y las N° 15150, 15154 y 15160

para Co. No se detectaron niveles tóxicos para ninguno de los elementos estudiados. Las accesiones evaluadas mostraron valores similares en términos de digestibilidad *in vitro*, proteína cruda, macro y microelementos.

Palabras clave: *Centrosema pubescens*, digestibilidad, proteína cruda, minerales.

ABSTRACT

A study was conducted in the El Guayabo region in the southern lake region of Zulia State in order to determine the *in vitro* digestibility of organic matter (IVOMD), the crude protein (CP) content, and the content of major trace elements in five promising accessions of *Centrosema pubescens* (No. 5167, 5169, 15150, 15154, and 15160). The accessions were planted in rows in 7.5 m² plots with 10m plants per accession and a sampling area of 0.5 m². The area is classified as tropical wet forest: a 2000 mm average yearly rainfall and an average maximum and minimum temperature of 32°C and 21°C respectively; and the soils are classified as silty-loam with a 6.6 ph and 1.6% organic matter. Forage from two cuttings, one during maximum rainfall (1150 mm) and the other during minimum rainfall (637mm) was used for the analysis. The experimental design was split-plot over time with accessions in the main plots and period in the sub-plots. Plots were laid out as completely randomized blocks with two repetitions. Accessions, periods and their interaction did not influence ($P>0.05$) any of the variables. The average results were IVOMD, 53%; CP 24.1%; macro-elements (%), Ca 1.11, P, 0.34, Mg 0.27, K 1.50 and Na 0.018; micro-elements (ppm), Fe 238, Mn 57.9, Zn 35, Cu 17.9, Co 0.09 and Mo 0.71. These contents were not statistically analyzed due to the low number

of samples (two per accession) , but the mean concentration was 1.02 ppm. From the point of view of animal nutrition, the average values and all individual macro-element concentrations were higher than recommended levels for most classes of ruminants, with the exception of Na. Most accessions had adequate micro-element contents with the exception s of Mn in No.15150 Co in No. 15150, 15154, and 15160. No toxic levels of any elements were detected.

Keys words: *Centrosema pubescens*, digestibility, crude protein, minerals.

INTRODUCCIÓN

Centrosema es un género de leguminosas nativas de Centro y Sur América que incluye especies con potencial de adaptación a diversos hábitat tales como trópicos secos, zonas tropicales altas, subtropicos, áreas con mal drenaje o sujetas a inundaciones estacionales, y suelos ácidos de baja fertilidad [22]. La mayoría de los estudios con este género han estado dirigidos hacia las sabanas isohipertérmicas bien drenadas (llanos) y ecosistemas de bosques tropicales en Colombia y Venezuela, donde *C. pubescens*, entre otras especies, ha mostrado un considerable potencial forrajero [9].

Centrosema pubescens es la única y mejor conocida especie de su género la cual ha sido evaluada ampliamente, está disponible en forma comercial y posee el mayor número de accesiones de germoplasma recolectadas. Algunos estudios regionales [3] han demostrado que muchas accesiones tienen, en grado variable, potencial para zonas con suelos ácidos en ambientes húmedos tropicales, pero no para ecosistemas de sabanas. En Venezuela se han conducido investigaciones en diferentes áreas ecológicas para evaluar la producción de forraje de *C. pubescens* [6, 9, 20]. En uno de ellas, realizada bajo condiciones de altas precipitaciones al sur del Lago de Maracaibo [20], se detectaron varias accesiones con alto potencial de producción forrajera, por lo cual se justifica determinar la calidad del material producido por dichas accesiones. El valor nutritivo o calidad de los pastos es determinado por su capacidad para proveer cantidades balanceadas de los nutrientes requeridos por los animales para una función específica, p. ej., mantenimiento, producción de leche, crecimiento o reproducción [19].

El presente estudio tuvo como objetivo comparar el valor nutritivo de cinco accesiones promisorias de *Centrosema pubescens* en términos de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, contenidos de proteína cruda y minerales en las condiciones de bosque húmedo tropical, al sur del Lago de Maracaibo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental El Guayabo, al sur del Lago de Maracaibo, municipio Catatumbo, estado Zulia, Venezuela. La zona de vida corresponde a la de bos-

que húmedo tropical [5] y se caracteriza por tener un promedio de precipitación anual de 2000 mm, temperaturas medias mínima y máxima de 21 y 32°C, respectivamente, y suelo franco limoso con pH 6,6 y 1,6% de MO. Veintiocho accesiones del género *Centrosema* fueron sembradas en surcos separados por una distancia de 2m, con 10 plantas por accesión; la disposición de las parcelas de 7,5m² se hizo según el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Después de un corte de uniformidad, se efectuaron seis cortes a intervalos de nueve semanas; los tres primeros durante el período de máxima precipitación (1150mm) y los tres últimos durante el de mínima precipitación (673mm). Los cortes se hicieron a una altura de 10 cm sobre el suelo y el área de muestreo fue de 0,5m².

La producción de materia seca (MS) de las accesiones se determinó en todos los cortes y repeticiones, y fue reportada previamente [20]. Las accesiones de *Centrosema pubescens* N° CIAT 5167, 5169, 15150, 15154 y 15160, sobresalientes por su comportamiento productivo, fueron seleccionadas para evaluar la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y los contenidos de proteína cruda (PC) y minerales (macro y microelementos) para lo cual se utilizó el forraje proveniente del primer corte en cada período, de dos repeticiones seleccionadas al azar. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas en el tiempo, considerando las accesiones como parcelas principales y los períodos como subparcelas [24].

Las muestras de forrajes fueron secadas a 60°C durante 48h en una estufa de aire forzado, molidas y tamizadas a un 1 mm. La preparación de las muestras para los análisis de minerales se efectuó según los procedimientos descritos por [7]. Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) por el método de Tilley y Terry modificado [2]; contenido de proteína cruda (PC) a partir del contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl [11] multiplicado por el factor 6,25; concentración porcentual base seca de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre y manganeso por espectrofotometría de absorción atómica (EAA) con llama; sodio mediante espectrofotometría de emisión atómica de llama [1]; fósforo por el método colorimétrico descrito por Harris y Popat [10] y cobalto y molibdeno por EAA acoplada a un horno de grafito [1]. El selenio fue determinado mediante un procedimiento fluorométrico desarrollado por Whetter y Ulrey [25] en dos muestras por accesión proveniente de una sola repetición para cada período, debido a la baja cantidad de material disponible y al alto costo de dicho análisis. Los datos obtenidos excepto los de selenio, fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el procedimiento Modelo Lineal General del Sistema de Análisis Estadístico [23], con un modelo matemático apropiado para el diseño experimental mencionado. En cuanto al selenio, a causa de la carencia de repeticiones para los periodos, se obtuvo el promedio de dos valores para cada accesión y los resultados se presentan como información complementaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DIVMO y las concentraciones de PC y macroelementos de las cinco accesiones de *C. pubescens*, así como los requerimientos de cada elemento mineral (REM) para diferentes clases de rumiantes [12, 17] se presentan en la TABLA I. En general, los valores de digestibilidad para todas las accesiones pueden considerarse bajos, lo cual puede ser atribuible al alto número de estolones y al mayor crecimiento lateral de sus ramificaciones ya que estas fracciones contienen un porcentaje de fibra más elevado que las hojas. Los contenidos de PC, como es característico en las leguminosas, promediaron el 24,1%, muy por encima del valor de 7%, señalado como mínimo para evitar una depresión del consumo voluntario de forraje [14]. En cuanto a los elementos Ca, P, Mg y K, sus concentraciones medias y todos los valores individuales estuvieron por encima del REM. En contraste y al igual que ocurre en la mayoría de las leguminosas y algunas gramíneas, todas las concentraciones individuales de Na en todas las accesiones resultaron inferiores a los valores recomendados para rumiantes. La relación Ca:P media (3.3:1) se encuentra dentro de los límites sugeridos como aceptables en la alimentación de rumiantes [26].

En la TABLA II se muestran las concentraciones de microelementos en las cinco accesiones evaluadas, junto con el REM para distintas clases de bovinos [12, 17, 18]. El promedio y todos los valores individuales de las concentraciones de Fe y Cu fueron superiores al REM. El contenido medio de Zn también resultó adecuado, aunque se encontraron dos muestras con valores que pueden ser considerados como deficientes, sin embargo no afectaron el valor promedio. En cuanto a Mn, la accesión N° 15154 presentó el promedio y dos valores individuales inferiores al REM, mientras que el resto de las accesiones tuvo concentraciones dentro del rango normal para el elemento. En el caso de Co, solamente dos accesiones presentaron concentraciones medias de este nutriente igual o ligeramente supe-

rior al REM; los otros tres promedios resultaron inferiores a dicho valor, destacándose la accesión N° 15150, con 0,05 ppm y 75% de las muestras con niveles por debajo de los requerimientos de los rumiantes. Las concentraciones medias de Mo en relación con el Cu no resultaron muy elevadas, por lo tanto, sería poco probable una deficiencia "condicionada" del último elemento en rumiantes alimentados con este forraje. Los niveles medios de Se y todos sus valores individuales estuvieron por encima del REM sugerido para rumiantes.

Para ninguno de los elementos minerales incluidos en el presente estudio se detectaron concentraciones que pudieran considerarse tóxicas para bovinos [16].

Los resultados de Ca y P en la presente investigación son muy similares a los encontrados en reportes anteriores por [8] para la parte aérea de esta leguminosa cortada a mayor altura y a menor edad, pero ligeramente inferiores en comparación con los obtenidos en las condiciones de Bosque Seco Tropical en Maracay, Venezuela [13]. Por el contrario, son muy superiores a los encontrados en un suelo ácido de baja fertilidad en Brasil [4].

Los valores de Co en el forraje resultaron bajos, a pesar de que las leguminosas generalmente superan a las gramíneas en contenido de Co y que éste tiende a ser mayor en condiciones de alta humedad o mal drenaje del suelo, siempre y cuando el suelo tenga altos niveles del elemento [15]. Entre varias condiciones, el tipo de suelo, el pH y su contenido de Co tienen el mayor efecto sobre la absorción de Co por las plantas [15, 21] pero estos factores no fueron incluidos en la presente investigación.

CONCLUSIONES

El valor nutritivo de las cinco accesiones de *Centrosema pubescens* bajo estudio en condiciones de Bosque Húmedo Tropical para la alimentación de bovinos resultaron similares en

TABLA I
DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA ORGÁNICA (DIVMO) Y CONCENTRACIONES DE PROTEÍNA CRUDA (PC) Y MACROELEMENTOS DE CINCO ACCESIONES DE *CENTROSEMA PUBESCENS* EN EL GUAYABO, ESTADO ZULIA

Accesión (N° CIAT)	DIVMO	PC	Ca	P %	Mg	K	Na
5167	51,0 ^{1,2}	23,3	1,01	0,35	0,27	1,72	0,023
5169	55,9	24,2	1,12	0,34	0,29	1,44	0,020
15150	53,7	25,2	1,21	0,35	0,27	1,61	0,020
15154	53,4	23,7	1,05	0,30	0,23	1,37	0,010
15160	54,1	24,2	1,17	0,34	0,28	1,39	0,015
Promedio	53,6±2,0	24,1±0,9	1,11±0,13	0,34±0,02	0,27±0,01	1,50±0,10	0,018±0,003
REM ³	—	—	0,30	0,25	0,18	0,60	0,080

¹ Promedios ajustados por cuadrados mínimos, de cuatro observaciones por accesión.

² Los promedios en la misma columna no difieren entre sí (P>0,05).

³ Requerimiento del elemento mineral para diferentes clases de bovinos [12, 17, 18].

TABLA II
CONCENTRACIONES DE MICROELEMENTOS DE CINCO ACCESIONES DE *CENTROSEMA PUBESCENS* EN EL GUAYABO, ESTADO ZULIA

Accesión (Nº CIAT)	DIVMO	PC	Ca	P	Mg	K	Na
ppm							
5167	234	65,6	36,8	17,8	0,10	0,92	0,71
5169	275	65,8	34,0	18,3	0,11	0,88	1,19
15150	162	64,1	37,7	17,0	0,05	0,70	0,62
15154	215	38,2	32,1	17,5	0,08	0,55	1,40
15160	306	55,8	34,5	18,9	0,09	0,47	0,92
Promedio	238±47	57,9±9,4	35,0±1,3	17,9±0,8	0,09±0,03	0,71±0,17	1,02±0,12
REM ³	50	40	30	8	0,10	-	0,20

¹ Promedios ajustados por cuadrados mínimos, de cuatro observaciones por accesión.

² Los promedios en la misma columna no difieren entre sí (P>0,05).

³ Requerimiento del elemento mineral para diferentes clases de bovinos [12, 17, 18].

cuanto todas las variables evaluadas, las cuales tampoco fueron afectadas por el período del año (nivel de precipitación).

La digestibilidad *in vitro* y el contenido e proteína cruda se ubicaron dentro del rango típico de valores para esta especie. Desde el punto de vista de la nutrición de bovinos las concentraciones medias de los macroelementos (Ca, P Mg K) y microelementos (Fe, Se, Z, Cu, Mn, Mo) resultaron adecuadas de acuerdo a los requerimientos de los bovinos.

La importancia de las deficiencias minerales encontradas (Na y Co) dependerá de la composición y niveles de otros ingredientes de la dieta de los animales alimentados con el forraje de esta leguminosa, mientras que no se esperan problemas debido a concentraciones tóxicas de los elementos estudiados dependiendo del nivel de consumo de materia seca de esta leguminosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (AOAC) **Official Methods of Analysis** (15th Ed.) Washinton D.C.: 1018. 1994
- [2] ALEXANDER, R.H. Establecimiento de un sistema de digestibilidad *in vitro* en el laboratorio. **Memorias del Simposium Métodos *in vitro* para Determinar el Valor Nutritivo de los Forrajes**. La Estanzuela, Uruguay. 101-114. 1966.
- [3] CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). **Centrosema: Biology, Agronomy, and Utilization**. Schultze-Kraft, R. and R. Clemens (tech. eds.) CIAT, Cali. Colombia. 1245 pp. 1990.
- [4] COSTA, N.; PAULINO, L. Efeito da adubacao fosfatada sobre o crescimento, nodulacao e composicao química de Centrosema. **Pasturas Tropicales** 12:16-21. 1990.
- [5] EWEL, J.J.; MADRIZ, A.; TOSI, J. Zonas de Vida de Venezuela (Segunda Edición). **Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias**. Editorial Sucre. Caracas. 845 pp. 1976.
- [6] FARIA-MARMOL, J. Producción de Materia Seca y Valor Nutritivo de Centrosema pubescens Venezolanas. **Rev. Arg. Prod Anim.** 15: 210-211. 1995.
- [7] FICK, K.R.; MCDOWELL, L.R.; MILES, P.; WILKINSON, N.; FUNK, J.D.; CONRAD, J.H. **Methods of Mineral Analysis of Plant and Animal Tissues**. (Second ed.). Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, FL. 763 pp. 1979.
- [8] GÖHL, B. Piensos Tropicales. Resúmenes Informativos sobre Piensos y Valores Nutritivos. **Colección FAO** (Food Agricultural Organization). Producción y Sanidad Animal. No. 12. Roma. 87 pp. 1982.
- [9] GROF, B.; FLORES, A.; MENDOZA, P.; PIZARRO, A. Experiencia regional con Centrosema: norte de América del Sur. In R. Shultze-Kraft, R. Clements, y G. Keller-Grein (eds.), **Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización**. CIAT, Cali, Colombia. 455-488. 1997.
- [10] HARRIS, W.D.; POPAT, P. Determination of the phosphorus content of lipids. **Am. Oil Chem. Soc.** 31: 124-127. 1954.
- [11] HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis**. 12th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washinton, DC. 1982
- [12] MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. Academic Press, Inc. San Diego, CA. 1992.
- [13] MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). Una Contribución al Conocimiento de las Plantas Forrajeras de Venezuela. MAC. Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. 1957.
- [14] MILFORD, R.; MINSON, D.J. **Intake of tropical pasture species**. Proceedings of the 9th International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil. pp. 815-822. 1965.
- [15] MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition**. Academic Press, Inc. San Diego, California. 483 p. 1990.

- [16] NRC (National Research Council). **Mineral Tolerance of Domestic Animals**. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC. 1980.
- [17] NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Sixth Revised Ed. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC. 1989.
- [18] NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Ed. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC. 1996.
- [19] PRESTON, T.R.; LENG R.A. Ajustando los sistemas de producción a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. Círculos impresores Ltd. Cali, Colombia, 225 pp. 1990.
- [20] PIRELA-LEÓN, M.F.; FARÍA-MÁRMOL, J.; RODRÍGUEZ, H. Evaluación del rendimiento de materia seca de accesiones de *Centrosema* spp en una zona de bosque húmedo tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal** 5(Suplemento 1): 45-47. 1997.
- [21] REID, R.L.; HORVATH, J. Soil chemistry and minerals problems in farm animals. A review. **Animal Feed Sci. Technol.** 5: 95-167. 1980.
- [22] SCHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G.; BELALCAZAR, J.; BENAVIDES, G. *Centrosema macrocarpum* Benth, a promising tropical forage legume for acid soils. **Proceedings of the XV International Grassland Congress**, Kyoto. Science Council of Japan and Japanese Society of Grassland Science, Japan. 152- 154. 1985.
- [23] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). Introductory Guide for Personal Computers. Basics. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC. 584 pp. 1992.
- [24] STEEL, R.; TORRIE, J.H. **Bioestadística: Principios y Procedimientos**. (Segunda Edición). McGraw-Hill Int. Mexico. 1831 pp. 1989.
- [25] WHETTER, P.A.; ULREY, D.E. Improved fluorometric method for determining selenium. **Assoc. Off. Anal. Chem.** 61: 927-930. 1978.
- [26] WISE, M.B.; ORDOVEZA, A.L.; BARICK, E.R. Influence of variations in dietary calcium: phosphorus ratios on performance and blood constituents of calves. **J. Nutr.** 79: 79-84. 1963.