

## **Valor nutritivo y contenido de ácido cianhídrico del sorgo Yucatán (*Sorghum bicolor* L. Moench) a diferentes semanas de edad.<sup>1</sup>**

Nutritive value and cyanhidric acid content of Yucatán sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) at different weeks of age.

Darío Osechas<sup>2</sup>  
Max Ventura<sup>3</sup>  
Alonso Del Villar<sup>4</sup>

### **Resumen**

El sorgo forrajero Yucatán (*S. bicolor*) es utilizado por algunos ganaderos de los Estados Zulia y Falcón como recurso nutricional para ganado bovino. El presente ensayo se realizó con el propósito de obtener información acerca del valor nutritivo (VN) y contenido de ácido cianhídrico (HCN) de este sorgo. Las muestras fueron tomadas de una plantación en una finca cercana a San José de Perijá, Estado Zulia, considerada como zona agroecológica de bosque seco tropical. Para el análisis de valor nutritivo, las muestras se tomaron a partir de la tercera semana, post-siembra hasta la octava, con ocho repeticiones por semana. Para el HCN, a partir de la primera, hasta la octava semana, con cuatro repeticiones para hoja y tallo, analizados por separado. La metodología estadística consistió en un diseño Completamente Aleatorizado. Los resultados de VN indican que la Materia Orgánica (MO), la Digestibilidad de la MO (DIVMO) y la Proteína Cruda (PC) tienden a disminuir con la edad; pero, la Fibra (FAD) y el Contenido de Paredes Celulares (CPC) aumentan al madurar la planta. Los siguientes porcentajes corresponden a valores de la tercera y octava semana de edad, respectivamente: MO: 92.4 y 90.4; DIVMO: 77.0 y 54.2; PC: 12.9 y 7.4; FAD: 36.8 y 42.1; CPC: 65.7 y 74.6. Los valores de HCN en hojas mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) a los de tallos; para la primera semana, en hojas y tallos, respectivamente, los valores fueron: 3222.53 y 3083.23 ppm; mientras que para la octava, los valores fueron 313.23 y 165.83 ppm. Se recomienda suministrar el sorgo

Recibido: 05-11-94 . Aceptado: 21-06-95

1. Proyecto Nro. IIA - 274 Subvencionado por CONDES-LUZ.

2. Departamento de Ciencias Agrarias ULA-NURR. Apartado Postal 132. Trujillo.

3. Departamento de Zootecnia Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo, Venezuela.

4. Departamento de Estadística Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo, Venezuela.

Yucatán después de la octava semana de edad de la planta para prevenir intoxicaciones en los animales.

**Palabras claves:** Sorghum bicolor, valor nutritivo, contenido de HCN.

## Abstract

The forage sorghum "Yucatán" (*S. bicolor*) is used by many farmers of some regions of the states Zulia and Falcon, as a nutritional resource for beef cattle. This experiment was conducted to investigate the Nutritional Value (NV) and the Cianhidric Acid (HCN) content of this sorghum. The samples were obtained from a plantation in a farm near San José de Perijá, Zulia State; the Agroecological zone is considered to be Tropical Dry Forest. For Nutritional Value (NV) analysis, the samples were taken from the third until the eighth week after sowing, with eight repetitions per week. For HCN analysis, they were taken from the first until the eighth week, with four repetitions for leaves and four for stems analysis. The statistical methodology consisted of a Complete Randomized Design. The results of NV show that the Organic Matter (OM), the Digestibility of OM (DOM) and the Crude Protein (CP) have the tendency to decrease with the age of the plants, while the Fiber (ADF) and the Cell Walls Content (CWC) increase with age. The following values (%) belong to the third and eighth week, respectively: OM: 92.4 and 90.4; DOM: 77.0 and 54.2; CP: 12.9 and 7.4; ADF: 36.8 and 42.1; CWC: 65.7 and 74.6. With reference to HCN, the values from leaves were higher than stems, and showed statistical differences ( $P < 0.01$ ); for the first week, the content (ppm) in leaves and stems, respectively, was 3222.53 and 3083.49; for the eighth week, the values were 313.23 and 165.83 ppm. It is recommended that the "Yucatán" sorghum be offered after the eighth week to prevent the poisoning of animals.

**Key Words:** Sorghum bicolor, Nutritive Value. HCN Content.

## Introducción

La problemática de la producción agropecuaria en Venezuela presenta en la actualidad características muy particulares que guardan relación con la situación económica difícil que atraviesa el país. Dean et al. (5) afirman que Venezuela ha disminuido sustancialmente el uso de los alimentos concentrados en los últimos años, debido al incremento sostenido en el costo de los mismos, lo cual constituye un factor limitante

en el desarrollo de su ganadería. Tal situación exige brindarle mayor atención a los recursos forrajeros, dada la importancia que tienen en los sistemas de producción animal. Ventura (18) señala que la importancia de los recursos forrajeros en la alimentación de los rumiantes va a estar en función de su participación como componente en sus raciones alimenticias. Esto a su vez va a depender de los requerimientos nutri-

cionales del animal (potencial genético) y del potencial o capacidad del recurso forrajero de llenar esos requerimientos.

De hecho, el aprovechamiento eficiente de los recursos forrajeros disponibles, junto a las estrategias trazadas para su manejo, conforman la base de una explotación ganadera rentable, en la cual los forrajes representan, no el único, pero sí el más importante de los ingredientes de la dieta que reciben los animales. En Venezuela, muchos de los trabajos de investigación en el campo de la forrajicultura han puesto en evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento de las especies forrajeras que se utilizan en el país; esto induce a la búsqueda de información más detallada sobre el valor nutritivo, rendimiento y limitaciones de uso, con el fin de establecer los criterios a seguir en su manejo y utilización para lograr mejores resultados en la producción animal.

El sorgo forrajero Yucatán, objeto de esta investigación, es una variedad criolla del *Sorghum bicolor* utilizado por productores agropecuarios en algunas regiones de los Estados Zulia y Falcón, que conocen las bondades forrajeras de la planta; pero es muy poca la información existente, sobre bases científicas, acerca del uso del sorgo Yucatán como recurso forrajero.

Las especies del género *Sorghum* contienen, en mayor o menor grado, un glucósido cianogénico denominado "Durrina" que se acumula principalmente en los tejidos jóvenes de las plantas en período de crecimiento y tiende a disminuir notablemente a medida que la planta madura, este glucósido es convertido en ácido cianhídrico (HCN) después de ser ingerido por el animal (9,13).

El glucósido intacto no es tóxico, pero se vuelve tal después que el compuesto se ha hidrolizado y libera el HCN; en consecuencia, pueden presentarse intoxicaciones si la concentración en la planta es elevada (1,12). Según Church (3), la susceptibilidad de los ruminantes se explica pues los microorganismos del rumen hidrolizan rápidamente este glucósido; por su parte Kingsbury (1958) aclara que, en el animal el HCN actúa inhibiendo la acción de la enzima citocromo oxidasa, por lo tanto, el envenenamiento por HCN constituye una asfixia a nivel celular.

Tomando en cuenta la necesidad de obtener información acerca de las potencialidades y las limitaciones de uso del sorgo Yucatán, los objetivos trazados para esta investigación consistieron en determinar el contenido de ácido cianhídrico (HCN) en hojas y tallos, y evaluar el valor nutritivo de ésta planta forrajera a diferentes semanas de edad.

## Materiales y métodos

Las muestras de sorgo Yucatán para realizar los ensayos provenían de una plantación de aproximadamente 5 ha. establecida en la finca "Agropecuaria Nuevo San José", ubicada en las cercanías de la población de San José de Perijá, Municipio San José del Estado Zulia. De acuerdo a las características edafo-climáticas y la vegetación del área circundante, según la clasificación de Holdridge, se puede considerar como zona de vida de Bosque Seco Tropical (7).

Las determinaciones de HCN se realizaron en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Se usó el método denominado "Determinación de cianuro en plantas", recomendado por Harris (8). Se analizaron muestras de hojas y tallos por separado.

Los análisis relacionados con el valor nutritivo se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la misma Facultad y consistieron en: Proteína Cruda (PC), Materia Orgánica (MO), Digestibilidad In Vitro de la Materia Orgánica (DIVMO), Contenido de Fibra (FAD) y Contenido de Paredes Celulares (CPC).

La toma de muestras para el HCN se inició la primera semana después de la siembra; se tomaron cuatro muestras semanalmente, durante ocho semanas. Cada muestra consistía de varias plantas ubicadas en 25 cm. a lo largo de la hilera de siembra; el muestreo se iniciaba a las 7 a.m. y el análisis de laboratorio a las 11 a.m. Las muestras se transportaban bajo refrigeración; en el laboratorio se clasificaban en hojas y tallos para análisis separado y se mantenían bajo refrigeración mientras se realizaban los análisis a lo largo del día.

Para los análisis de valor nutritivo, la toma de muestras se inició a partir de la tercera semana después de la siembra, hasta la octava semana; se tomaban ocho muestras semanalmente, durante seis semanas.

La metodología estadística para el HCN consistió en un diseño Completamente Aleatorizado (17), con cuatro repeticiones por semana de edad, durante ocho semanas, independientemente para hojas y para tallos. Para el valor nutritivo también se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado, con ocho repeticiones durante seis semanas. Para cada ensayo se estableció un Modelo Aditivo Lineal.

## Resultados y discusión

### Valor nutritivo del sorgo Yucatán

En el Cuadro 1 se muestran los valores promedios semanales corres-

pondientes a PC, MO, DIVMO, FAD y CPC, expresados en porcentaje. Los valores de PC disminuyeron al aumentar la edad y madurez de las plantas, encontrándose diferencias

**Cuadro 1. Valor nutritivo del sorgo Yucatán a diferentes semanas de edad.**

Edad (semanas)	Variables				
	PC2	MO1	DIVMO2 (%)	FAD2	CPC2
3	12.90 <sup>a</sup>	92.37 <sup>a</sup>	77.04 <sup>a</sup>	36.82 <sup>a</sup>	65.68 <sup>a</sup>
	*0.65	0.22	4.39	0.86	1.04
4	11.66 <sup>b</sup>	91.45 <sup>b</sup>	71.93 <sup>b</sup>	37.47 <sup>b</sup>	69.01 <sup>b</sup>
	0.51	0.90	4.85	3.05	1.78
5	10.20 <sup>a</sup>	90.86 <sup>c</sup>	66.91 <sup>c</sup>	37.21 <sup>b</sup>	70.95 <sup>b</sup>
	0.57	1.29	5.71	1.54	0.82
6	8.75 <sup>b</sup>	90.97 <sup>c</sup>	62.20 <sup>c</sup>	43.69 <sup>c</sup>	75.34 <sup>c</sup>
	1.07	0.98	4.60	1.86	1.56
7	7.45 <sup>b</sup>	90.43 <sup>c</sup>	58.13 <sup>d</sup>	39.35 <sup>b</sup>	73.64 <sup>c</sup>
	0.85	0.32	5.16	1.08	1.26
8	7.40 <sup>b</sup>	90.35 <sup>c</sup>	54.26 <sup>d</sup>	42.16 <sup>c</sup>	74.03 <sup>c</sup>
	0.70	0.47	4.56	0.93	0.80

1. Valores con letras diferentes en la misma columna presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

significativas ( $P < 0.01$ ) entre ellos; tal comportamiento era de esperarse y concuerda con lo señalado por Danley y Vetter (4) en el sentido de que, la disminución del contenido de PC tiene su causa en el aumento de la edad y madurez de la planta. Las cifras correspondientes a la séptima y octava semana (7.45 y 6.40%) resultan un tanto superiores a las reportadas por Rodríguez (15) para variedades de sorgo a la misma edad con 7.23 y 6.08% respectivamente, mientras que a la semana sexta, resultan inferiores (10.75 versus 8.75%).

En referencia a materia orgánica(MO), los resultados acusan una

disminución con la edad, con diferencias estadísticamente significativas (0.01). Las variaciones en el contenido de MO a medida que la planta madura deben ser consideradas bajo el enfoque de la calidad antes que de la cantidad; a medida que la planta madura aumenta su contenido en celulosa (6); y con la edad aumenta la deposición de lignina, lo cual protege la celulosa y hemicelulosa contra los ataques bacterianos, reduciéndose la disponibilidad de energía y la actividad microbiana en el rumen(14); por lo tanto, se desmejora el valor nutritivo del forraje.

Los valores de DIVMO también mostraron la tendencia a disminuir

a medida que las plantas maduran; obviamente, tal disminución contribuye a desmejorar el valor nutritivo del sorgo forrajero. Este comportamiento es común en las gramíneas forrajeras y a medida que la planta madura, su digestibilidad decrece como consecuencia de la deposición de lignina (14). El aumento de la proporción de tallos, junto al de contenido de celulosa determinan una influencia marcada en la disminución de la digestibilidad y el valor nutritivo (6).

El comportamiento de los valores de FAD y CPC se muestra similar, pues en ambos casos se aprecia un aumento de los mismos, al aumentar la edad de la planta; también se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los valores semanales. Sin embargo, al comparar los valores correspondientes a la sexta y octava semana (Cuadro 1) se aprecia una incongruencia, ya que los de la sexta semana (43.69% para FAD y 75.34% para CPC) resultan superiores a los de la octava (42.16% y 74.03%).

A primera vista, tal comportamiento anormal podría atribuirse a error en los análisis de laboratorio; sin embargo, llama la atención que Danley y Vetter (4) reportan un comportamiento o incongruencia similar en los resultados correspondientes al análisis de CPC en dos variedades (A y B) de sorgo forrajero, pues para la variedad A, el valor de CPC a los 100 días fue de 68.40%, mientras que a los 130 fue de 57.7%. Para la variedad B, a los 70 días el valor fue de 44.60%; pero a los 100 días, fue de

41.10%. La causa de esta incongruencia podría asociarse con los factores mencionados por Danley y Vetter (4) como influyentes sobre el efecto de la madurez de la planta sobre la composición del forraje; siendo los más importantes el estrés de la sequía y la interacción de factores ambientales con la fertilidad del suelo.

En concordancia con la cita anterior, es importante señalar que durante la fase de toma de muestras de sorgo para este ensayo, se presentó un período de sequía durante la quinta, sexta y séptima semana. Tal situación pudo haber causado estrés de sequía en las plantas.

### Contenido de ácido cianhídrico

Los valores promedio de contenido de HCN en hojas y tallos correspondientes a las ocho semanas de análisis, expresados en ppm en base a materia seca, se muestran en el Cuadro 2. Al comparar estos valores se puede apreciar que, a lo largo del ensayo, el contenido de HCN en las hojas fue mayor que en los tallos, con diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ); esto coincide con lo reportado en (1, 19). También se puede apreciar que el HCN disminuye al aumentar la edad de las plantas, (1, 2, 12).

En referencia a la primera semana de edad, el valor promedio de HCN para hojas fue de 3222.53 ppm, mientras que para tallos fue de 3083.49 ppm; estos valores resultan inferiores a los reportados por Loyd y Gray (12) en hojas de *S. bicolor* variedad Suhi-1 con 3800.00 ppm, pero superiores a los de la variedad Piper con 2500 ppm reportados por

**Cuadro 2. Valores de HCN en hojas y tallos de sorgo Yucatán a diferentes semanas de edad.**

Edad (Semanas)	Fracciones			
	Hojas <sup>1</sup>	DE	Tallos <sup>1</sup>	DE
	ppm			
1	3222.53 <sup>a</sup>	86.94	3083.49	73.06
2	2561.11 <sup>a</sup>	74.41	2260.61 <sup>a</sup>	44.51
3	2013.80 <sup>b</sup>	121.54	1830.0 <sup>b</sup>	86.33
4	1640.46 <sup>b</sup>	70.73	1254.00	62.05
5	1103.98 <sup>c</sup>	19.26	897.54 <sup>c</sup>	16.52
6	830.88 <sup>c</sup>	96.24	639.33	62.70
7	532.68 <sup>d</sup>	19.86	325.93 <sup>d</sup>	71.61
8	313.23 <sup>d</sup>	44.30	165.83 <sup>d</sup>	47.50

1. Valores con letras diferentes en la misma columna presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

DE. Desviación Estándar.

los mismos autores, en plantas de una semana de edad.

El contenido de HCN en las variedades estudiadas por Loyd y Gray (1970) mencionado en párrafos anteriores, mantuvo un comportamiento descendente en una proporción similar al del sorgo Yucatán hasta la edad de 45 días; a partir de allí, el Yucatán mostró, relativamente, mayor contenido de HCN que esas variedades.

Resulta oportuno señalar que la plantación de sorgo de este ensayo estuvo sometida a un régimen de sequía durante las semanas 5, 6 y 7 de edad. Mela (13) señala que, entre los factores contribuyentes a elevar el HCN en sorgo, la sequía juega papel importante el estrés de la sequía tiende a aumentar el HCN en *S. bicolor* (16).

Por lo tanto, podría señalarse que los valores de HCN obtenidos en las semanas 7 y 8, reflejan la influencia de la falta de agua sobre el contenido de HCN en el Yucatán. Probablemente, esta circunstancia sea causa de la diferencia, después de los 45 días, con las variedades estudiadas por Loyd y Gray (12); aunque Benson et al. (2) destacan que la variedad es uno de los factores influyentes en el contenido de HCN en el sorgo.

En vista de la necesidad de establecer los patrones a seguir en el suministro del sorgo fresco a los animales, es preciso considerar la opinión de algunos investigadores acerca de los niveles críticos y el riesgo de intoxicación con el HCN.

Inuyama y Kaji (10) señalan que una vaca de 500 kg puede morir al consumir 2 kg de Materia Seca de sorgo que contenga 500 ppm de HCN; mientras que se encontraron que 1630 mg de HCN/kg MS (1630 ppm) fue letal para vacas en lactación, pero niveles cercanos a 700 no lo fueron (9).

De acuerdo a la opinión de Aii (1), una vaca de 500 kg de peso vivo podría morir al consumir sorgo que contenga 500 ppm de HCN; pero, esta vaca no podría consumir, en un tiempo corto y de una sola vez, la cantidad de sorgo para alcanzar una dosis letal, sino que lo insume lentamente; esto implica que el HCN no

sólo será absorbido, sino que podría ser detoxificado al mismo tiempo.

Si se toma en cuenta lo señalado (9, 10) el sorgo Yucatán presentaría niveles críticos hasta la séptima semana de edad (532.68 ppm de HCN). Pero, si se considera la opinión de Aii (1), el criterio a seguir para disminuir el riesgo de intoxicación debería ser prestar atención a la edad de la planta y suministrar el sorgo fresco después de la séptima semana, estableciendo un suministro regulado para evitar un consumo elevado, en un tiempo corto, de sorgo fresco que contenga HCN en concentraciones potencialmente tóxicas.

### Literatura citada

1. Aii, T. 1973. The use of sorghum forage IV. HCN content in the sorghum forage. J. Jap. Soc. Grsld. Sci. 19 (4):333-340.
2. Benson, J., E. Gray and A. Fribourg. 1969. Relation of hidrocyanic acid potential of leaf samples to that of whole plants. Agr. J. 61 (2): 223-239.
3. Church, D. 1982. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Vol II Edit. ACRIBIA. España. 470 pp.
4. Danley, M. and R. Vetter. 1973. Changes carbohydrates, nitrogen fractions and digestibility of forage maturity and ensiling. J. Anim. Sci. 37 (4): 374-378.
5. Dean, D., T. Clavero y M. Ventura. 1992. Evaluación cualitativa de cuatro henos de pasto Elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Rev. Fac. Agr. LUZ. 9. (2 y 3) 115-126.
6. Duthil, J. Producción de Forrajes. 1980. 3a. Edic. Edit. Mundi-Prensa. España. 413 pp.
7. Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. Edit. Sucre. Venezuela. 265 pp.
8. Harris, L. E. 1970. Métodos para el Análisis Químico y la Evaluación Biológica de Alimentos para Animales. Univ. of Florida. USA. 72 pp.
9. Hunt, B. and A. Taylor. 1976. Hydrogen cyanide production by field grown sorghums. N. Zel. J. of Exp. Agr. 4 (1) 191-194. Herbage Abst. 1977. 49 (4).
10. Inuyama, S. and M. Kaji. 1969. Transition of the hidrocyanic acid content in the different parts of forage sorghum. J. Jap. Soc. Grsld. Sci. Herbage Abst. 1971 43 (2).
11. Kingsbury, J. 1958. Plant poisons to livestock. A review. Agron. J. 41: 875-907.
12. Loyd, R. and E. Gray. 1970. Amount and distribution of hidrocyanic potencial during the life cycle of plants of three sorghum cultivars. Agron. J. 62 (3): 394-395.
13. Mela, P. 1973. El Sorgo. Edit. Agrociencia. España. 64 pp.
14. Quintero, F. 1969. Observaciones preliminares de las variaciones en áreas foliar, altura de planta, número de hojas, días para florecer y rendimiento de un grupo de variedades e híbridos de sorgo en dos épocas de siembra en el Estado Zulia.

- Trabajo de Ascenso. Fac. de Agron. LUZ. Mimeografiado.
15. Rodríguez, S. 1983. Revista FONAIAP Divulga. Vol. 1 Año 2. (12): 6-10.
  16. Shukla, N., A. Singhs, and S. Hukeri. 1973. Note on the soil moisture stress at different stage of growth on HCN content of M.P. Chari sorghum (*S. bicolor*). India J. of Agric. Sci. 43 (10): 977-979. Herbage Abst. 1977. 47 (2).
  17. Steel, R. and J. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd. Ed, McGraw-Hill. USA. 349 pp.
  18. Ventura, M. 1991. Importancia de los forrajes en la nutrición de los rumiantes. En: Curso Sobre Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Fac. de Agron. L.U.Z.: 49-62.
  19. Vijay, S., S. Dwarida and D. Shinde. 1982. HCN content of varieties of fodder sorghum in relation to yield and nutritional value. Indian J. of Agric. Sci. Herbage Abst. 1973. 51 (6).