

# PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE DE SORGO X SUDÁN DE NERVADURA CAFÉ EN LA REGION NORTE DE MÉXICO<sup>a</sup>

Gregorio Núñez Hernández<sup>b</sup>  
Jesús Enrique Cantú Brito<sup>c</sup>

## RESUMEN

Núñez HG, Cantú BJE. *Téc Pecu Méx* 2000;38(3)177-187. El objetivo fue evaluar el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de variedades de sorgo x sudán de nervadura café y normal (*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*) y su relación con factores climáticos en la región norte de México. Dos experimentos se iniciaron en el Campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coah., Mex., el 19 y 23 de abril de 1995 y 1996, respectivamente. Se emplearon una variedad experimental de nervadura café (Compañía Genex) y una variedad testigo (SX-16). La cosecha se efectuó cuatro veces por año cuando las plantas alcanzaron el estado de embuche a inicio de espigamiento. En la mayoría de los cortes, el sorgo x sudán de nervadura café tuvo menor ( $P < 0.05$ ) altura y rendimiento de materia seca por hectárea que la variedad testigo. Se observaron interacciones ( $P < 0.05$ ) entre genotipo x corte x año para contenido de proteína cruda. No se detectó interacción entre genotipo con año y/o corte ( $P > 0.05$ ). El sorgo x sudán de nervadura café tuvo mayor ( $P < 0.05$ ) digestibilidad *in vitro* que el sorgo testigo. Sin embargo, esta variedad tuvo mayor rendimiento de materia seca digestible por hectárea que la variedad experimental ( $P < 0.05$ ). El rendimiento de materia seca y la digestibilidad *in vitro* de las dos variedades fueron afectados por la temperatura máxima, horas luz y radiación solar. Los efectos climáticos afectaron las relaciones entre fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (LDA) con la digestibilidad *in vitro* de año a año ( $P < 0.05$ ). Por lo anterior, las determinaciones de FDN, FDA y LDA no permiten buenas predicciones de la digestibilidad *in vitro* a través de años en la región.

**PALABRAS CLAVE:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*, Forraje, Calidad nutritiva.

## INTRODUCCIÓN

El sorgo x sudán [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*] es una especie de clima cálido con alta productividad de materia seca (MS), buena capacidad de rebrote y alta eficiencia en

el uso del agua<sup>(1)</sup>. En la región árida de México, la producción de sorgo x sudán puede superar 20 t ha<sup>-1</sup> durante su ciclo de producción, que comprende de cuatro a cinco cortes durante la primavera y el verano<sup>(2)</sup>. En esta región, las mejores producciones se obtienen cuando las siembras se realizan en la última semana de marzo y las primeras dos semanas de abril.

Algunos autores<sup>(2)</sup> señalaron que el rendimiento de MS del sorgo x sudán aumenta cuando los cortes se efectúan en

<sup>a</sup> Recibido el 22 de agosto de 2000 y aceptado para su publicación el 4 de enero de 2001.

<sup>b</sup> Campo Experimental La Laguna. INIFAP. Apdo Postal 247. Torreón, Coahuila. CP 27000. forraje@halcon.laguna.ual.mx Correspondencia y solicitud de separatas.

<sup>c</sup> Facultad de Agronomía y Zootecnia. División de Estudios de Posgrado. UJED.

un estado avanzado de madurez; sin embargo, el contenido de proteína cruda y la digestibilidad disminuyen de 18.0 a 4.4 %, y de 75.6 a 63.7 %, respectivamente, al cambiar de estado vegetativo a grano lechoso-masoso. Por otro lado, algunos autores<sup>(3)</sup> remarcan que la principal desventaja del sorgo x sudán es la reducción acelerada de su digestibilidad, con el desarrollo avanzado de las plantas.

El clima es otro factor que afecta la calidad nutritiva del sorgo x sudán. Un incremento en temperatura de 21 a 27°C durante el ciclo del cultivo disminuyó en siete unidades su digestibilidad<sup>(4)</sup>. En otro estudio<sup>(5)</sup>, el efecto negativo de la temperatura en la calidad nutritiva se ha asociado con aumentos en fibra, mayor lignificación, reducción en la digestibilidad de la fibra, y aumento de la fracción indigestible de la fibra. En el sorgo y sus cruza, periodos largos de luz pueden aumentar la relación tallo-hoja, lo cual también disminuye la digestibilidad de la mayoría de los forrajes<sup>(6)</sup>.

Estudios de plantas mutantes con la característica de nervadura café en especies como maíz (*Zea mays* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], sorgo x sudán [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*] y mijo (*Pennisetum glaucum* L.) han mostrado que la digestibilidad es mayor en comparación a las plantas normales de estas especies<sup>(7)</sup>. Estas plantas mutantes tienen menos y diferente tipo de lignina, así como menor concentración de paredes celulares<sup>(8,9)</sup>. En rumiantes alimentados con forrajes de plantas de nervadura café se ha observado mayor consumo de MS, digestibilidad *in vivo* y

mayor producción de carne y leche<sup>(10,11, 12)</sup>. Sin embargo, la producción de forraje de las plantas de nervadura café es menor que la de plantas normales<sup>(13)</sup>.

Un aspecto en el que no existe información científica suficiente, es como la relación entre la composición química y la digestibilidad es afectada cuando se consideran genotipos comunes y de nervadura café, así como su interacción con factores del clima. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Evaluar la producción, composición química y digestibilidad *in vitro* de una variedad de sorgo x sudán de nervadura café en comparación a una variedad testigo, y su interacción con los factores climáticos durante dos años en la región norte de México; 2) Evaluar las relaciones entre la composición química y la digestibilidad *in vitro* en sorgo x sudán y sus interacciones con variedades y condiciones climáticas de cada año en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo incluyó dos experimentos iniciados el 19 de abril de 1995 y el 23 de abril de 1996, respectivamente, en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP en Matamoros, Coah.; la temperatura media anual es 20.6°C y la precipitación pluvial 242.8 mm al año. En cada experimento se evaluó una variedad testigo de sorgo x sudán (SX-16) y una variedad experimental de nervadura café de la compañía Genex. En ambos experimentos, la densidad de siembra fue de 14 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y una fertilización en la siembra de 80-60-00 de N-P-K; lo anterior con base en el paquete tecnológico

recomendado por el INIFAP para la región Lagunera. Se suministró el riego de siembra más tres riegos de auxilio, a intervalos de 17 a 22 días hasta el primer corte. Después de cada corte se aplicó una fertilización de 50-00-00 de N-P-K, y dos riegos de auxilio. El primer corte se hizo a los 55 y 60 días después de la siembra y los cortes posteriores cuando las plantas llegaron al estado de embuche a inicio de espigamiento. En cada corte se estimó la producción de forraje verde y la altura de la planta. En cada parcela se obtuvo una muestra representativa de 1000 g de forraje verde que se secó a una temperatura de 60°C hasta tener peso constante de la materia seca.

Las variables de clima, provenientes de una estación automatizada fueron: temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), temperatura mínima (T<sub>mín</sub>), temperatura media (T<sub>prom</sub>), radiación solar (RS) y horas de luz solar (HS). El contenido de proteína cruda (PC) y MS se evaluaron según la AOAC<sup>(14)</sup>; la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de acuerdo con Goering y Van Soest<sup>(15)</sup>. La lignina (LDA) se determinó mediante el procedimiento con ácido sulfúrico descrito por los mismos autores. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIV) se hizo de acuerdo con el procedimiento de Tilley y Terry<sup>(16)</sup> modificado por Goring y Van Soest<sup>(15)</sup>.

En cada año, los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de 5 x 3 m<sup>2</sup> y la parcela útil de 4 x 2 m<sup>2</sup>. El modelo estadístico sugerido<sup>(17)</sup> fue modificado e incluyó los efectos de años y cortes; el

efecto de los factores en el modelo se evaluó con los errores correspondientes según los cuadrados medios esperados.

$$Y = m + A + A*R \text{ (error a)} + G + G*A + G*A*R \text{ (error b)} + C + C*G + C*A*G + e \text{ (error residual)}$$

Donde:

Y = Variable dependiente

m = Efecto medio

A = Efecto debido al año i

C = Efecto debido al corte j

G = Efecto debido al genotipo k

R = Efecto debido a la repetición l

C\*A = Efecto debido al corte j en el año i

R\*A = Efecto debido a la repetición l en el año i

R\*C = Efecto debido a la repetición l en el corte j

C\*A\*R = Efecto debido al corte en la repetición l en el año i

G\*R = Efecto debido al genotipo k en la repetición l

G\*A = Efecto debido al genotipo k en el año i

G\*C = Efecto debido al genotipo k en el corte j

G\*A\*C = Efecto debido al genotipo k en el año i en el corte j

G\*C\*R = Efecto debido al genotipo k en el corte j en la repetición l

G\*A\*R = Efecto debido al genotipo k en el año i en la repetición l

e = Error residual.

Las comparaciones de los tratamientos se hicieron con la prueba de la diferencia mínima significativa. La relación entre la composición química y la digestibilidad *in vitro* se analizó mediante correlación, regresión simple y covarianza<sup>(18)</sup>. El efecto de los factores del clima en el rendimiento de materia seca y la digestibilidad *in vitro* se efectuaron mediante análisis de regresión múltiple empleando "Proc stepwise" para la selección de variables estadísticamente significativas en el modelo, con el paquete estadístico SAS<sup>(19)</sup>.

## RESULTADOS

Entre variedad x corte x año hubo ( $P < 0.05$ ) interacciones en rendimiento de materia seca por hectárea (RMS) y altura de planta (Cuadros 1 y 2). En el primer año (1995), con excepción del último corte, el sorgo x sudán de nervadura café tuvo menor RMS ( $P < 0.05$ ) que la variedad testigo. En general, la variedad de nervadura café tuvo menos altura que el testigo ( $P < 0.05$ ), como se muestra en el Cuadro 1.

En el segundo año (1996), el RMS fue menor para la variedad de nervadura café sólo en el segundo corte ( $P < 0.05$ ). Con excepción del último corte, la altura de la variedad de nervadura café fue menor en comparación con la variedad testigo, al igual que en el primer año (Cuadro 2).

Se observaron interacciones ( $P < 0.05$ ) entre variedad x corte x año para contenido de PC (Cuadros 1 y 2). El primer año la variedad de nervadura café tuvo más PC que el sorgo x sudán testigo sólo en el tercer corte, mientras que en el segundo año el contenido de PC fue mayor en la variedad de nervadura café sólo en el primer corte ( $P < 0.05$ ). Las interacciones entre variedades con años o cortes no fueron significativas para DIV y MSD, por lo cual sólo se presenta el efecto promedio de estas variables (Figura 1). La variedad de nervadura café tuvo mayor DIV que la variedad testigo ( $P < 0.05$ ), pero esta variedad tuvo mayor MSD ( $P < 0.05$ ) que la variedad de nervadura café. En relación con el contenido de FDN sólo se observó interacción entre genotipo x corte ( $P < 0.05$ ). En los dos años la variedad

**Cuadro 1. Producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de variedades de sorgo x sudán en la región norte de México. 1995**

	Cortes							
	1 (junio 24)		2 (julio 20)		3 (agosto 5)		4 (octubre 2)	
	Testigo	NC	Testigo	NC	Testigo	NC	Testigo	NC
MS, t ha <sup>-1</sup>	5.4 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.9 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>
Altura, m	1.6 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>
PC, %	12.8 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	13.9 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	12.2 <sup>a</sup>

NC = genotipo de nervadura café.

<sup>a</sup> <sup>b</sup> Literales distintas entre hileras dentro de cortes son diferentes ( $P < 0.05$ ).

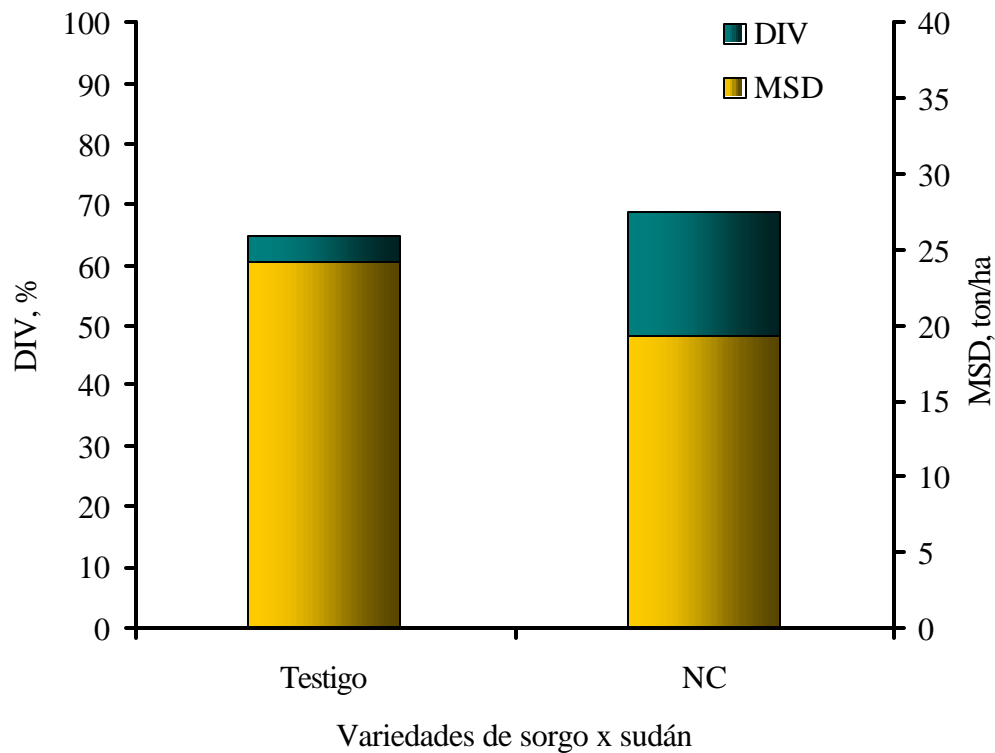
**Cuadro 2. Producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de variedades de sorgo x sudán en la región norte de México. 1996**

	Cortes							
	1 (junio 19)		2 (julio 23)		3 (agosto 27)		4 (octubre 9)	
	Testigo	NC	Testigo	NC	Normal	NC	Normal	NC
MS t ha <sup>-1</sup>	4.5 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	3.1 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>
Altura, m	1.4 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.7 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>
PC, %	13.3 <sup>b</sup>	14.1 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	12.8 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	9.7 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>

NC = genotipo de nervadura café.

<sup>a b</sup> Literales distintas entre hileras dentro de cortes son diferentes ( $P > 0.05$ ).

**Figura 1. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIV) y rendimiento de materia seca digestible (MSD) de variedades de sorgo x sudán**



testigo tuvo más FDN ( $P < 0.05$ ) que la variedad de nervadura café (67.49 vs 59.18%) en el corte 2 (julio 20 y julio 23), pero los resultados en los otros cortes fueron similares. No hubo interacciones entre variedad x año x corte para lignina y FDA ( $P > 0.05$ ). La variedad de sorgo x sudán de nervadura café tuvo menor concentración de FDA (41.0 vs 43.8%) y LDA (5.0 vs 5.8%) que la variedad testigo ( $P < 0.05$ ).

Los análisis de correlación indican que la DIV estuvo asociada negativamente

( $P < 0.05$ ) con las concentraciones de FDA y LDA (Cuadro 3). Los análisis de covarianza indicaron que la regresión de FAD o LDA con la DIV fue similar ( $P > 0.05$ ) para las dos variedades (Figuras 2 y 3). En contraste, a través de los análisis de varianza se detectó diferencia entre años ( $P < 0.05$ ) en las ecuaciones de regresión entre FDA y LDA con la DIV.

En el Cuadro 4 se observan las condiciones ambientales durante los dos años de estudio.

**Cuadro 3. Correlaciones entre la digestibilidad *in vitro* y la composición química de una variedad de sorgo x sudán de nervadura café y otro testigo**

	PC	FDN	FDA	LDA	DIV
PC	-	-0.82**	-0.74**	-0.59*	0.62*
FDN		-	0.59*	0.40	-0.40
FDA			-	0.62*	-0.71**
LIG				-	-0.57*
DIV					-

PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido, LDA= lignina y DIV= digestibilidad *in vitro*.

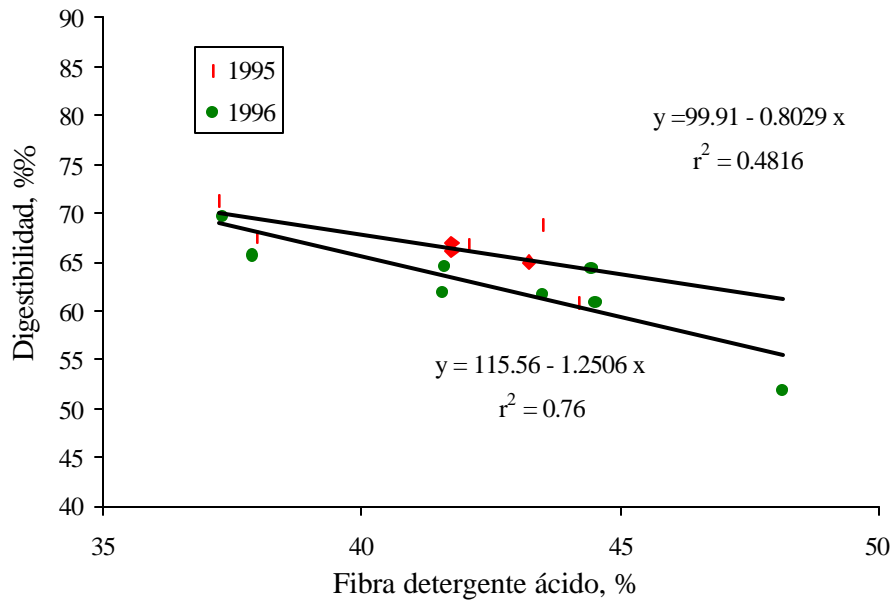
\* ( $P < 0.05$ )

\*\* ( $P < 0.01$ )

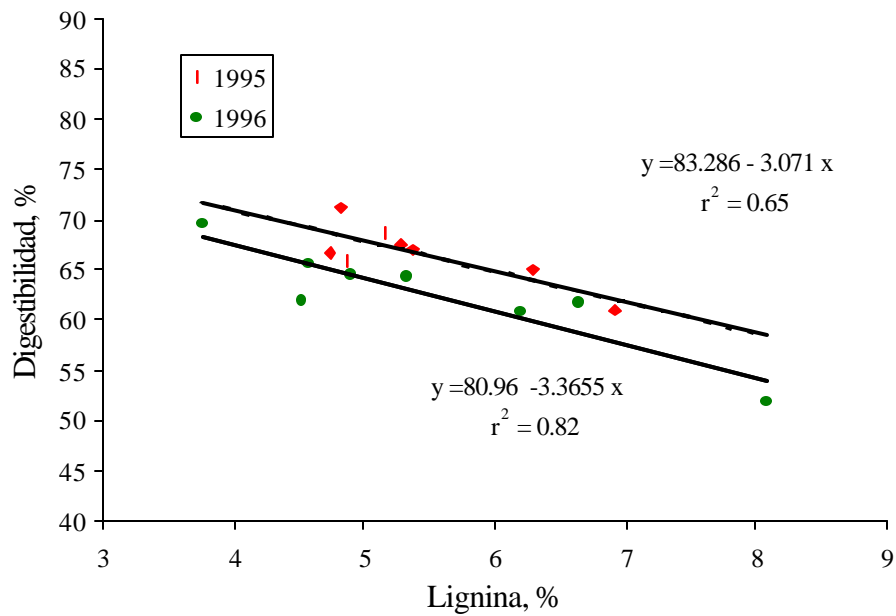
**Cuadro 4. Promedio y variación de las condiciones climáticas en los dos años de estudio (Media  $\pm$  desviación estándar)**

Variable	1995	1996
Temperatura máxima, °C	33.0 $\pm$ 1.53	32.8 $\pm$ 2.41
Temperatura mínima, °C	18.8 $\pm$ 1.76	18.9 $\pm$ 1.31
Temperatura media, °C	25.9 $\pm$ 0.93	25.8 $\pm$ 1.88
Radiación, cal/cm <sup>2</sup> /día	659.1 $\pm$ 57.5	647.0 $\pm$ 78.6
Horas de luz, h/día	9.6 $\pm$ 0.58	10.4 $\pm$ 0.83

**Figura 2. Relación entre la concentración de fibra detergente ácido con la digestibilidad *in vitro* de variedades de sorgo x sudán**



**Figura 3. Relación entre la concentración de lignina con la digestibilidad *in vitro* de variedades de sorgo x sudán**



Los análisis de regresión múltiple indicaron que el RMS de las dos variedades estuvo relacionada con variaciones en HS y RS, mientras que en el caso de la digestibilidad *in vitro*, se asoció con las HS y con el efecto cuadrático de T<sub>máx</sub> (Cuadro 5).

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que el RMS total de la variedad testigo fue superior en 12.5 y 13.6%, en los dos años de estudio respectivamente, a la variedad de nervadura café. Aunque en el presente estudio las variedades evaluadas no fueron isogénicas, Hoon y Brewaker<sup>(20)</sup> también mencionaron para híbridos de maíz de nervadura café menor producción de MS y altura que híbridos normales. Por otra parte, Gerhardt *et al.*<sup>(21)</sup> observaron también menos rendimiento de MS en plantas de sorgo forrajero con nervadura café que con plantas normales. Otros investigadores<sup>(20)</sup> relacionaron estas observaciones a una posible asociación entre la síntesis de lignina y una reducción en la producción de asimilados en la fotosíntesis de estos tipos de plantas.

Estudios realizados por Henderson y Robinson<sup>(22)</sup> señalan que las tasas de crecimiento de las gramíneas de climas cálidos aumentan hasta los 30 a 35°C. El presente trabajo muestra que la producción de MS se relacionó con la RS y la interacción de T<sub>máx</sub> y HS. Estos resultados se atribuyen a que la RS (543 a 697 cal/cm<sup>2</sup>/día) y la temperatura máxima (29.7 a 34.9°C) fueron los factores climáticos más variables entre cortes y años en el presente estudio.

Respecto a la relación entre la DIV con la temperatura y la radiación solar, algunos autores han establecido que la luz solar promueve la síntesis de carbohidratos solubles y aumenta la digestibilidad, mientras que la temperatura es el factor ambiental que más afecta negativamente la calidad nutritiva de los forrajes<sup>(5)</sup>. Las altas temperaturas disminuyen la digestibilidad debido al aumento en la concentración de la fibra y acumulación de lignina; además, también se ha mencionado que promueve físicamente un aumento del grosor de las paredes celulares<sup>(23)</sup>. En otras gramíneas de climas cálidos se han encontrado<sup>(24)</sup>

**Cuadro 5. Modelos de regresión múltiple para rendimiento de materia seca (MS) y digestibilidad *in vitro* (DIV) en dos variedades de sorgo x sudán**

Variedad	Modelo de regresión múltiple	R <sup>2</sup>
Testigo	RMS = -4.07 - 0.03 T <sub>máx</sub> HS + 0.03 RS	0.63*
	DIV = 71.82 - 0.22 T <sub>máx</sub> HS + 0.06 T <sub>máx</sub>	0.54*
Nervadura café	RMS = 0.62 - 0.02 T <sub>máx</sub> HS + 0.02 RS	0.65*
	DIV = 61.83 - 0.20 T <sub>máx</sub> HS + 0.07 T <sub>máx</sub>	0.66*

T<sub>máx</sub> = temperatura máxima.

HS = horas de luz solar.

RS = radiación solar.

\* P<0.05



correlaciones negativas entre la temperatura y la duración de horas de luz solar con la digestibilidad *in vitro*. En otro estudio<sup>(25)</sup> se observó que la longitud del período de horas luz en algunas especies del género *Pennisetum* se relacionó con una mayor proporción tallo-hoja; lo cual disminuye la digestibilidad en la mayoría de las especies forrajeras. Los resultados del presente estudio indican que la digestibilidad de las dos variedades de sorgo x sudán también estuvo asociada con las variaciones en temperatura máxima y su interacción con las horas de luz solar.

Respecto a las relaciones entre los componentes de las paredes celulares y la digestibilidad *in vitro* que se mencionan en este trabajo, muchos investigadores consideran que el contenido de FDN se relaciona más con el consumo de los rumiantes que con la digestibilidad de los forrajes, sobre todo cuando se consideran diferentes especies de forrajes<sup>(26,27)</sup>. La concentración de FDA se relaciona más con la digestibilidad de los forrajes e incluso se emplea con propósitos de predicción del valor energético de los forrajes<sup>(28)</sup>. Sin embargo, Van Soest<sup>(27)</sup> señala que esta relación puede tener serias limitaciones debido a efectos ambientales, lo cual concuerda con los resultados del presente estudio.

La lignificación de las paredes celulares de las plantas ha sido considerado como el principal factor que limita la digestibilidad de los forrajes, mencionándose correlaciones negativas entre la digestibilidad *in vitro* de forrajes y la concentración de lignina; sin embargo, estas relaciones fueron diferentes para gramíneas y leguminosas<sup>(29)</sup>. En otro estudio<sup>(27)</sup> se

indican relaciones diferentes entre diversos componentes de las paredes celulares y la digestibilidad a través del ciclo de producción de alfalfa; dichas observaciones se atribuyeron a interacciones con los factores climáticos a través del ciclo. Por otra parte, la utilidad del contenido de lignina para estimar el valor energético está limitado debido a lo laborioso de las técnicas actuales de laboratorio para su determinación. Este estudio muestra claramente la influencia que tienen los factores climáticos como la T<sub>máx</sub>, HS y RS en la digestibilidad del sorgo x sudán. Las variaciones climáticas que se presentan a través de los cortes y año con año, limitan la utilización de la FDN, FDA y LDA para la predicción de la DIV del sorgo x sudán en la región norte de México.

La importancia que tiene tanto el rendimiento de materia seca por hectárea como la calidad nutritiva, en particular el contenido de fibra y la digestibilidad de los forrajes es aceptada<sup>(28)</sup>. La producción de MSD indica que la mayor digestibilidad de la variedad de NC no compensó su menor rendimiento de MS; sin embargo, esta ventaja aún puede ser importante en situaciones cuando se requieren altos consumos de materia seca digestible por animal (vacas lecheras altas productoras, vaquillas lecheras de reemplazo, etc.).

De los resultados anteriores se puede concluir que la variedad de sorgo x sudán de nervadura café tuvo menos rendimiento de materia seca por hectárea en comparación a la variedad testigo. Los rendimientos de materia seca por hectárea de ambas variedades estuvieron asociadas a las variaciones de RS y la interacción de

Tmáx y HS a través de cortes y años. La producción de materia seca digestible indica que la mayor digestibilidad de la variedad de NC no compensó su menor rendimiento de MS.

La mayor digestibilidad *in vitro* de la variedad de sorgo x sudán de nervadura café se asoció con menos concentraciones de FDA y LDA que la variedad testigo. La digestibilidad *in vitro* de las dos variedades fue afectada por variaciones en temperatura máxima, horas luz y radiación solar a través de los cortes y años. La inclusión de la variedad de nervadura café no afectó la relación entre la composición química y la digestibilidad del forraje de sorgo x sudán. Las variaciones climáticas que se presentan a través de los cortes y año con año, limitan la utilización de la FDN, FDA y LDA para la predicción de la DIV del sorgo x sudán en la región norte de México.

## FORAGE YIELD, CHEMICAL COMPOSITION AND DIGESTIBILITY OF BROWN MIDRIB SORGHUM X SUDAN FORAGE IN NORTHERN MEXICO

### ABSTRACT

Núñez HG, Cantú BJE. *Téc Pecu Méx.* 2000; 38(3):177-187. The objective was to evaluate forage yield, chemical composition and *in vitro* digestibility of a brown midrib and a normal sorghum x sudán varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*) and their relationships to climatic factors in northern Mexico. Two experiments were initiated on April 19 and 23 of 1995 and 1996, respectively, at La Laguna Experimental Station located at Matamoros, Coah., Mex. The varieties

were Genex (brown midrib) and SX-16 (control variety). Both materials were harvested four times each year when plants were at the boot stage or beginning of heading. The brown midrib sorghum x sudán had less height and dry matter yield than the control variety in most harvests ( $P < 0.05$ ). There was an interaction genotype x harvest x year ( $P < 0.05$ ) for crude protein. No interaction between genotype with year and/or harvests was found for *in vitro* digestibility. The brown midrib sorghum x sudán variety had greater *in vitro* digestibility than the control variety ( $P < 0.05$ ). However, the control variety had greater digestible dry matter per hectare than the brown midrib variety ( $P < 0.05$ ). Temperature, light and solar radiation affected yield and *in vitro* digestibility of both varieties ( $P < 0.05$ ). Climatic factors affected the relationships between neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin (ADL) with *in vitro* digestibility year to year ( $P < 0.05$ ). NDF, ADF or ADL are not adequate predictors of *in vitro* digestibility through years.

**KEY WORDS:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense*, Forage, Quality.

### LITERATURA CITADA

1. Wheeler JL. Increasing animal production from sorghum forage. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World Anim Rev* 1980;(35):13-22.
2. Farias JM, Winch JE. Effect of planting date and harvest stage upon yield, yield distribution and quality of sorghum sudangrass in northern Mexico. *Trop Agric* 1987;(64):87-90.
3. Hedges DA, Wheeler JL, Muldoon DK. Effect of age millet and sorghum hays on their composition, digestibility and intake by sheep. *Tropical Grassland* 1989;(23):203-210.
4. Downes RW, Christian KR, Freer M. Nutritive value of oats and sudán grass grown at controlled temperatures. *Aust J Agric Res* 1974;(25):89-97.
5. Buxton DR, Fales SL. Plant environment and quality. In: Fahey Jr. GC editor. Forage quality evaluation and utilization. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 1994;155-197.
6. Fales SL. Effects of temperature on fiber concentration, composition, and *in vitro* digestion kinetics of tall fescue. *Agron J* 1986;(78):963-966.

CALIDAD NUTRITIVA DEL SORGO X SUDÁN DE NERVADURA CAFÉ

7. Cherney JH, Johnson KD, Volenec JJ, Greene DK. Biomass potential of selected grass and legume crops. *Energy Sources*. 1991;(13):283-292.
8. Porter KS, Axtell JD, Lechtenberg VL, Colenbrander VF. Phenotype, fiber composition, and *in vitro* dry matter disappearance of chemically induced brown midrib (brm) mutants of sorghum. *Crop Sci* 1978;(18):205-208.
9. Akin DE, Hanna WW, Rigsby LL. Normal-12 and brown midrib-12 sorghum. I. Variations in tissue digestibility. *Agron J* 1986;(78):827-832.
10. Muller LD, Lechtenberg VL, Bauman LF, Barnes RF, Rhykerd CL. *In vivo* evaluation of a brown midrib mutants of *Zea mays* L. *J Anim Sci* 1972;(35):883-889.
11. Rook JA, Muller LD, Shank DB. Intake and digestibility of brown midrib corn silage by lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1977;(60):1894-1904.
12. Wedig CL, Jaster EH, Moore KJ, Merchen NR. Rumen turnover and digestion of normal and brown midrib sorghum x sudangrass hybrids silages in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1987;(70):1220-1227.
13. Cherney JH, Cherney DJR, Akin DE, Axtell JD. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Advances in Agronomy*. 1991;(46):159-164.
14. AOAC. Official methods of analysis. 14th ed. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1984.
15. Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handbook No. 379. Washington, DC. USDA-ARS Agriculture; 1970.
16. Tilley JM, Terry RA. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Brit Grassland Soc* 1963;(18):104-111.
17. Federer WT. Experimental Design. 1st ed. New York, USA: The MacMillan Company; 1955.
18. Neter J, Wassermann W, Kutner MH. Applied linear regression models. Second edition. Boston, MA. USA: Irwin, Homewood, IL; 1989.
19. SAS. SAS/STAT ® User's Guide (Release 6.0). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1990.
20. Hoon ML, Brewaker JL. Effects of brown midrib-3 on yield and yield components of maize. *Crop Sci* 1984;(24):105-108.
21. Gerhardt RL, Fritz JO, Moore KL, Jaster EH. Digestion kinetics and composition of normal and brown midrib sorghum morphological components. *Crop Sci* 1994;(34):1353-1361.
22. Henderson MS, Robinson DL. Environmental influences on fiber component concentrations of warm-season perennial grasses. *Agron J* 1982;(74):573-579.
23. Wilson JR, Deinum B, Engels FM. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Neth J Agric Sci* 1991;(39):31-48.
24. Pitman WD, Holt EC. Environmental relationships with forage quality of warm-season perennial grasses. *Crop Sci* 1982;(22):1012-1016.
25. Da Silva JH, Johnson WL, Burns JC, Anderson CE. Growth and environment effects on anatomy and quality of temperate and subtropical forage grasses. *Crop Sci* 1987;(27):1266-1273.
26. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Comstock Publishing Associates. Ithaca and London. Cornell University Press; 1987.
27. Van Soest PJ. Environmental and forage quality. Proceedings. Cornell Nutrition Conferences for Feed Manufacturers. 58Th Meeting. Rochester, NY. Ithaca, NY. Cornell University; 1996:1-6.
28. Undersander DJ, Howard WT, Shaver RD. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *J Prod Agric* 1993;(6):231-235.
29. Jung HG, Mertens DR, Pay AJ. Correlation of acid detergent lignin and klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. *J Dairy Sci* 1997;(80):1622-1628.

Gregorio Núñez Hernández, Jesús Enrique Cantú Brito