

**Comparación de la morfología y la  
producción del sorgo negro forrajero  
(*Sorghum almum*) con dos cultivares de sorgo  
blanco en El Zamorano, Honduras**

**Juan Pablo Mesa Muñoz**

**ZAMORANO**  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria  
Diciembre, 2004

**ZAMORANO**  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Comparación de la morfología y la  
producción del sorgo negro forrajero  
(*Sorghum almum*) con dos cultivares de sorgo  
blanco en El Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Juan Pablo Mesa Muñoz**

**Honduras  
Diciembre, 2004**

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Juan Pablo Mesa Muñoz

**Honduras**  
**Diciembre, 2004**

**Comparación de la morfología y la producción del sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) con dos cultivares de sorgo blanco en El Zamorano, Honduras**

Presentado por

Juan Pablo Mesa Muñoz

Aprobada:

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Asesor principal

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Coordinador Área Temática  
Zootecnia

---

Juan Carlos Rosas, Ph.D.  
Asesor

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador Carrera de Ciencia  
y Producción Agropecuaria

---

Pablo Emilio Paz, Ph.D.  
Asesor

---

Aurelio Revilla, M.S.A.  
Decano Académico Interino

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios por concederme fortaleza para seguir adelante.

A mi mamá Yanina por creer en mí y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos Leo y Carlos, mis mejores amigos.

A tío Ricardo por su apoyo y su paciencia.

A mi abuelo Miguel ejemplo de esfuerzo

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por iluminar mi camino desde el principio hasta el final, pero sobretodo por su compañía.

A mi mamá Yanina y a tío Ricardo por su confianza y apoyo en todo momento.

A mis hermanos Leo y Carlos por su compañía incondicional, en las buenas y en las malas.

A mi abuelo Miguel por contribuir en muchos aspectos a mi formación como persona y como profesional.

Al Dr. Miguel Vélez por su paciencia y su dedicación.

Al Dr. Pablo Paz y al Dr. Juan Carlos Rosas por su tiempo y sus consejos.

Al Ing. José María Miselem por facilitar la semilla del sorgo negro.

A José Bustillo, Vicente Reyes, Osmín Nájera, Mario Ruiz y Marcela Pacheco por su apoyo durante el trabajo de campo.

A Félix Mateo y Fausto Plaza por su apoyo en la edición de este documento y por sus consejos.

A Jorge Iván Restrepo y Claudia Herrán por su guía, consejos y amistad.

## RESUMEN

Mesa, J. 2004. Comparación de la morfología y la producción del sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) con dos cultivares de sorgo blanco en El Zamorano, Honduras. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 14 p.

Para la producción de ensilaje en Zamorano se usan las variedades de sorgo blanco, Centa S-3 y Sureño. El sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) es una especie descubierta en Argentina en 1943, producto del cruce espontáneo entre *Sorghum bicolor* y *Sorghum halepense*. El objetivo del estudio fue comparar las características morfológicas y del rendimiento del sorgo negro forrajero con Centa S-3 y Sureño, bajo condiciones de Zamorano. El ensayo se realizó entre mayo y septiembre de 2004. Las semillas se sembraron y se ordenaron utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Se separaron las medias con la prueba SNK, se hizo un análisis de correlación de Pearson y un análisis de regresión múltiple. El sorgo negro tuvo el menor porcentaje de germinación (65%), las plantas más altas (3 m) y diámetro de tallo más grueso (1 cm); en estado lechoso fue resistente al ataque del insecto *Leptoglossus* sp. y al ataque de aves, pero fue el más susceptible a enfermedades (Roya y Tizón Norteño) y la variedad que tardó más en entrar a floración (86 días), estado lechoso (98 días) y a madurez fisiológica (114 días); no es jugoso y el contenido de Fibra Neutro Detergente (62%) y Fibra Ácido Detergente (38.4%) fue el mayor. Por lo anterior, no se recomienda utilizar sorgo negro para la producción de forraje en El Zamorano.

---

Abelino Pitty Ph.D.

**Palabras clave:** Fibra Ácido Detergente, Fibra Neutro Detergente, forraje, *Sorghum bicolor*, *Sorghum halepense*.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Tabla de contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
Comportamiento de las variedades.....	5
Correlaciones.....	6
Regresión múltiple.....	11
Calidad.....	11
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>15</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Altura de planta, cantidad de entrenudos, longitud de entrenudos, diámetro base, medio, apical y promedio de las tres variedades .....	6
2. Ancho de hoja, largo de hoja, cantidad de hojas enfermas por planta , área foliar, área foliar enferma, materia seca (kg/ha/día), cantidad de hijos y grados brix de las tres variedades.....	6
3. Correlaciones con coeficientes de correlación altos en las tres variedades.....	7
4. Correlación de Pearson entre variables de sorgo Sureño.....	8
5. Correlación de Pearson entre variables de sorgo Centa S-3.....	9
6. Correlación de Pearson entre variables de sorgo negro.....	10
7. Modelo de regresión múltiple para predecir la producción de materia seca (kg /ha/día) en sorgo negro cuando el 50% de la población ha alcanzado estado lechoso.....	11
8. Análisis bromatológico de las 3 variedades de sorgo.....	12

## INTRODUCCIÓN

El sorgo es uno de los cereales más importantes del mundo que se produce en zonas de baja precipitación (300 mm) y en terrenos salinos y de baja fertilidad, condiciones donde el maíz no puede ser cultivado. Como forraje tiene un alto valor energético y da buenos resultados como ensilaje, si se utiliza con un porcentaje de materia seca cercano al 30%, ya que con mayor humedad se favorece el desarrollo de clostridios, se estimula la producción de ácido butírico y se reduce la calidad del forraje (Ashbell y Weinberg 2001).

En Zamorano se utiliza las variedades de sorgo blanco Centa S-3 liberada por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de El Salvador y Sureño liberado por la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) y el Programa Internacional de Sorgo y Mijo (INTSORMIL) en 1985.

El sorgo negro (*Sorghum almum*) es una especie descubierta en Argentina en 1943, producto del cruce entre *Sorghum bicolor* y *Sorghum halepense* e introducida a Costa Rica en 1949 donde se empezó a investigar a partir del año 1985 (Amador y Boschini 2001). Es una planta rizomatosa, de 1.5 a 3 m de alto, las láminas de las hojas tienen 0.3 a 1 m de largo y 2.5 a 5 cm de ancho. Se desarrolla bien en suelos arenosos o franco-arenosos profundos y con bajas precipitaciones siempre y cuando sean mayores a los 350 mm anuales. Se ha obtenido rendimientos de materia seca entre 3000 y 6500 kg/ha, según las condiciones meteorológicas y la fertilidad del suelo (Cairnie 1989).

Tiene importancia en Argentina en la Región Pampeana Semiárida, donde a pesar de no ser tan productivo como los sorgos forrajeros anuales, tiene la ventaja de ser perenne, evitando los constantes laboreos (Cairnie 1989). Se ha probado con buenos resultados para ensilaje, henilaje y pastoreo, aunque en Argentina es utilizado casi exclusivamente para pastoreo. El INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) recomienda la utilización de material seleccionado, ya que de otra forma podría convertirse en una planta invasora tan agresiva como el pasto Johnson. Por esto debería ser utilizado únicamente zonas donde se desee que permanezca por varios años; tampoco debe pastorearse con alturas menores a 0.70 m debido a que los sorgos contienen un glucósido cianogénico (ácido prúsico) en su fase vegetativa que es tóxico para el ganado.

En Argentina se ensayó para el engorde de novillos Angus entre 1970 y 1975 y se obtuvo ganancias diarias de peso desde 0.50 hasta 0.75 kg (Cairnie 1989). En las zonas bajas y medias de Costa Rica se ha observado que los animales tienen alto consumo y que los niveles de producción de leche vacuna son similares a los obtenidos con otras especies forrajeras (Amador y Boschini 2001). En cabras se observó un consumo entre 2.43 y 3.19

kg/animal/día con un nivel de proteína adecuado utilizando rebrotes con edades entre los 56 y 70 días y un nivel de fibra neutro detergente superior al 66% (Elizondo 2004).

El objetivo general fue caracterizar el sorgo negro forrajero bajo condiciones de Zamorano y comparar con los cultivares Centa S-3 y Sureño su potencial como forraje para ensilar. Los objetivos específicos fueron comparar las características morfológicas, fenológicas y el rendimiento y la calidad del sorgo negro con los cultivares de sorgo blanco enunciados, además, determinar las variables que influyen en el rendimiento de cada uno de los materiales utilizados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se sembró entre mayo y septiembre de 2004 en El Zamorano en un suelo de 65 cm de profundidad efectiva, con textura franco arcillo limoso en los primeros 47 cm, seguido por un horizonte franco arenoso de 17 cm y uno arcilloso. El material utilizado fue sorgo negro forrajero, sorgo blanco variedad Centa S-3 con identificación M-62650 y genealogía [(SC-423 \* CS-3541)-E-35-1]-2 y sorgo blanco variedad Sureño con genealogía [(SC423\*CS3541)E35-1]-2-2. Se sembró a chorro corrido y se raleó a las tres semanas a una densidad de 250 000 plantas/ha. Se fertilizó con 180 kg/ha de N, 60 kg/ha de P, 75 kg/ha de K, 35 kg/ha de S y 28 kg/ha de Mg. La precipitación total durante los cuatro meses fue de 392 mm, la temperatura promedio fue de 24°C hasta 30.5°C.

Las variables analizadas fueron:

- Porcentaje de germinación
- Días a floración: Desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas descubrieron su panoja.
- Días a madurez: Desde siembra en el suelo húmedo hasta el momento en que el endospermo del 80% de los granos de la panícula perdió la coloración verdosa.

Una vez que el 50% de las plantas presentó granos en estado lechoso se midieron las siguientes características:

- Densidad de siembra
- Altura de planta: Desde la base de la planta hasta el ápice de la panoja.
- Cantidad de entrenudos: Desde el nudo base hasta la base de la panoja.
- Longitud de entrenudos: De cada uno de los entrenudos y se calculó el promedio.
- Diámetro de los entrenudos: Entrenudo basal, medio y apical (pedúnculo)
- Ancho de hoja: En la parte más ancha de la hoja
- Longitud de la hoja: Desde el punto de inserción de la vaina en la lígula hasta el ápice de la misma lámina, en las hojas que nacen en el quinto nudo, contados a partir de la hoja bandera.
- Área foliar: Se estimó utilizando la fórmula de Giraldo et al (1993):

$$\text{Área foliar} = (\text{Ancho de la hoja} * \text{largo de la hoja}) * 0.75 * \text{cantidad de hojas de la planta}$$

- Porcentaje de área foliar enferma: Se contó el número de hojas sanas y enfermas.

- Variables bromatológicas: Se tomó una muestra compuesta de cada material y se determinó el contenido de N mediante el método de Kjeldahl (AOAC 1997); el extracto etéreo, la materia orgánica y las cenizas por medio de análisis proximal y el contenido de Fibra Neutro Detergente (FND) y de Fibra Ácido Detergente (FAD) mediante el método de fraccionamiento de la pared celular (AOAC 1997). Se envió al laboratorio solo una muestra por variedad, compuesta por todas sus repeticiones, por esta razón no se analizó estadísticamente, ya que no hubo suficientes datos.
- Grados brix: Utilizando un refractómetro se midió el promedio de la base, medio y parte alta de la planta.
- Jugosidad: Se determinó como jugoso o no jugoso al momento de la extracción para medir grados brix.
- Rendimiento (tm/ha): Se tomó el peso fresco de dos hileras centrales de cada repetición y se secó a 150 ° C para determinar el contenido de materia seca (MS).
- Macollamiento: Una vez que el 50% de las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, la cual se determinó por la pérdida de coloración verdosa del grano, se arrancaron seis plantas al azar de cada repetición y se contaron los brotes.
- Incidencia y severidad de plagas: Ataques de insectos y enfermedades más importantes

Para hacer las mediciones de las variables se tomaron plantas al azar de dos hileras centrales sin tomar en cuenta el un metro al inicio y uno al final de cada línea.

El diseño estadístico fue bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estaba formada por cinco líneas de 10 m espaciada a 0.80 m. Se hizo un análisis de varianza con separación de medias según la prueba SNK, con un nivel de significancia de 0.05; un análisis de correlación con el coeficiente Pearson y un análisis de regresión múltiple con el método "stepwise". El paquete utilizado para el análisis estadístico fue el "Statistical Package for the Social Science" (SPSS ®).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES

El porcentaje de germinación fue de 65% en sorgo negro, 70% en Sureño y 100% en Centa S-3, lo cual explica las diferencias en las densidades medidas a estado lechoso: 229 690 plantas/ha en negro, 245 313 plantas/ha en Sureño y 253 125 plantas/ha en Centa S-3. La baja densidad en sorgo negro con respecto de las otras dos se debió a su bajo porcentaje de germinación.

En la mayoría de las variables morfológicas no hubo diferencias entre Centa S-3 y Sureño, excepto en el ancho de hoja que fue mayor en Centa S-3 ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadros 1 y 2). La producción de materia seca fue similar ( $p \leq 0.05$ ) con 7276, 6955 y 6550 kg /ha de MS en Centa S-3, Sureño y sorgo negro, respectivamente. Sorgo negro tuvo las plantas más altas ( $p \leq 0.05$ ) lo cual se debió a que tuvo aproximadamente 3 entrenudos más que las otras dos variedades y sus panojas fueron más largas; igualmente, el diámetro de la base y del medio fue mayor en sorgo negro (Cuadro 1) así como el ancho de hoja, que fue mayor que Sureño, pero similar a Centa S-3 ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 2).

Sorgo negro fue el más afectado por Tizón norteño causado por *Helminthosporium sp.* y Roya causada por *Puccinia sorghi*; las cuales se presentaron a los 63 días possiembra. La incidencia de estas enfermedades fue de 100% y la severidad del 45% de las hojas, en las cuales su área foliar fue atacada en un 90% (Cuadro 2).

Las variedades Centa S-3 y Sureño fueron más precoces que el sorgo negro ya que entraron a floración a los 75 días mientras que sorgo negro tardó 86 días; Centa S-3 y Sureño alcanzaron el estado lechoso a los 85 días mientras que sorgo negro lo hizo a los 98 días; Centa S-3 y Sureño alcanzaron madurez fisiológica a los 102 días mientras que sorgo negro lo hizo a los 114 días. El sorgo negro fue resistente al ataque de *Leptoglossus sp.* (chinche patón) mientras que en Sureño y Centa S-3 el ataque fue de 1.5 insectos por panoja, de la misma manera, las panojas de sorgo negro no fueron atacado por aves, lo cual si ocurrió en Sureño y Centa S-3.

La concentración de azúcares fue similar en los tres sorgos ( $p \leq 0.05$ ); la jugosidad del sorgo negro fue prácticamente nula, la determinación se hizo del poco líquido acumulado en los nudos. En Centa S-3 y Sureño la jugosidad fue muy alta.

Cuadro 1. Altura de planta, cantidad de entrenudos, longitud de entrenudos, diámetro base, medio, apical y promedio de las tres variedades.

Variedad	Altura planta (cm)	Entrenudos		Diámetro			
		Cantidad	Longitud (cm)	Base (cm)	Medio (cm)	Apical (cm)	Promedio (cm)
Negro	300a	11.8 a	22.6 a	1.24 a	1.08 a	0.73 a	1 a
Sureño	170b	7.8 b	20.6 a	0.89 b	0.77 b	0.63 a	0.8 b
Centa S-3	190b	8.1 b	21.1 a	0.88 b	0.76 b	0.58 a	0.8 b

Variabes en una columna con la misma letra no son diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Cuadro 2. Ancho de hoja, largo de hoja, cantidad de hojas enfermas por planta, área foliar, área foliar enferma, materia seca (kg/ha/día), cantidad de hijos y grados brix de las tres variedades.

Variedad	Hojas			Área foliar		Materia seca (kg/ha/día)	Hijos (n)	Grados Brix
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Enfermas/planta (n)	Total (m <sup>2</sup> )	Enferma (%)			
Negro	5.8 a	78.5 a	5.3 a	0.41 a	45.00 a	82 a	3.0 a	15.1 a
Sureño	5.4 b	73.2 a	1.5 c	0.24 b	19.25 c	136 a	2.3 a	13.7 a
Centa S-3	5.7 a	73.1 a	2.5 b	0.26 b	31.25 b	138 a	1.9 a	13.2 a

Variabes en una columna con la misma letra no son diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## CORRELACIONES

Las correlaciones entre los diámetros a diferentes alturas y entre la cantidad de entrenudos y el área foliar fueron altas ( $p \leq 0.01$ ) como era de esperarse (Cuadro 3). La correlación entre la altura de planta y la cantidad de entrenudos fue de 0.614 ( $p \leq 0.01$ ) en Centa S-3 (Cuadro 5) mientras que en Sureño y sorgo negro no hubo correlación (Cuadros 4 y 6). La longitud de los entrenudos y la cantidad de los entrenudos tuvieron una correlación de -0.916 ( $p \leq 0.01$ ) en el sorgo negro (Cuadro 6) mientras que en Sureño y Centa S-3 no hubo correlación (Cuadros 4 y 5).

CUADRO 3. Correlaciones con coeficientes de correlación altos en las tres variedades

Variable	Negro	Sureño	Centa S-3	Variable
Cantidad de entrenudos	0.722	0.762	0.813	Área foliar
Diámetro base	0.910	0.822	0.812	Diámetro medio
Diámetro base	0.803	0.722	0.682	Diámetro apical
Diámetro medio	0.803	0.900	0.762	Diámetro apical

$P \leq 0.01$



Cuadro 4. Correlaciones de Pearson entre variables del sorgo Sureño

	Entrenudos				Hoja				Materia seca				
	Altura	Cantidad	Longitud	Base	Diámetro		Ancho	Largo	Área Foliar	Hojas enfermas	Área enferma planta	Hijos	seca
					Medio	Apical							
1	0.004	0.273	-0.066	-0.113	0.098	-0.029	0.23	0.488*	0.306	-0.034	-0.033	-0.353	-0.18
Cantidad de entrenudos	0.004	1	-0.916**	0.337	.497*	.483*	.426*	0.312	.762**	0.094	-0.112	0.101	0.157
Longitud de entrenudos	0.273	-0.916**	1	-0.188	-.431*	-0.368	-0.219	-0.108	-.565**	-0.143	0.037	-0.178	-0.244
Diámetro base	-0.066	0.337	-0.188	1	.822**	.896**	.656**	0.316	.551**	-0.045	-0.12	0.212	0.363
Diámetro medio	-0.113	.497*	-.431*	.822**	1	.972**	.620**	0.389	.649**	-0.041	-0.128	0.231	0.171
Diámetro apical	0.098	.517**	-0.4	.722**	.900**	1	.595**	.476*	.683**	0	-0.083	0.067	0.296
Diámetro promedio	-0.029	.483*	-0.368	.896**	.972**	.939**	1	.661**	.671**	-0.034	-0.121	0.183	0.303
Ancho de hoja	0.23	.426*	-0.219	.656**	.620**	.661**	1	.526**	.841**	-0.319	-0.4	-0.218	0.16
Largo de hoja	.488*	0.312	-0.108	0.316	0.389	.426*	.526**	1	.727**	-0.213	-0.28	-0.1	.492*
Área foliar	0.306	.762**	-.565**	.551**	.649**	.671**	.841**	.727**	1	-0.197	-0.348	-0.101	0.375
Hojas enfermas	-0.034	0.094	-0.143	-0.045	-0.041	-0.034	-0.319	-0.21	-0.197	1	.975**	-0.186	0.051
Área enferma	-0.033	-0.112	0.037	-0.12	-0.128	-0.121	-0.4	-0.28	-0.348	.975**	1	-0.21	-0.027
Hijos/planta	-0.353	0.101	-0.178	0.212	0.231	0.183	-0.218	-0.1	-0.101	-0.186	-0.21	1	-0.295
Materia seca (kg/ha/día)	-0.18	0.157	-0.244	0.363	0.171	0.303	0.16	.492*	0.375	0.051	-0.027	-0.295	1

\* p≤0.05 \*\* p≤0.01

Cuadro 5. Correlaciones de Pearson entre variables del sorgo Centa S-3

	Entrenudos			Hoja			Materia							
	Altura	Cantidad	Longitud	Base	Medio	Apical	Promedio	Ancho	Largo	Área	Foliar	Hojas	Área	Hijos
Altura	1	.614**	.717**	.644**	.680**	0.363	.621**	.636**	-0.097	.559**	0.017	-0.208	-0.002	-0.18
Cantidad de entrenudos	.614**	1	-0.067	.521**	.549**	.463*	.561**	.562**	-0.114	.813**	0.079	-0.298	0.089	0.157
Longitud de entrenudos	.717**	-0.067	1	.435*	.446*	0.129	0.377	.416*	0.137	0.11	-0.064	-0.04	-0.172	-0.244
Diámetro base	.644**	.521**	.435*	1	.812**	.682**	.915**	.657**	0.277	.660**	0.073	-0.127	-0.061	0.363
Diámetro medio	.680**	.549**	.446*	.812**	1	.762**	.944**	.626**	0.335	.689**	-0.025	-0.227	-0.158	0.171
Diámetro apical	0.363	.463*	0.129	.682**	.762**	1	.881**	.449*	0.283	.556**	0.14	-0.037	-0.185	0.296
Diámetro promedio	.621**	.561**	0.377	.915**	.944**	.881**	1	.640**	0.337	.703**	0.073	-0.139	-0.145	0.303
Ancho de hoja	.636**	.562**	.416*	.657**	.626**	.449*	.640**	1	0.275	.817**	-0.016	-0.238	-0.147	0.16
Largo de hoja	-0.097	-0.114	0.137	0.277	0.335	0.283	0.337	0.275	1	.426*	0.156	0.162	-0.186	.492*
Área foliar	.559**	.813**	0.11	.660**	.689**	.556**	.703**	.817**	.426*	1	0.109	-0.216	-0.071	0.375
Hojas enfermas	0.017	0.079	-0.064	0.073	-0.025	0.14	0.073	-0.016	0.156	0.109	1	.923**	-0.17	0.051
Área enferma	-0.208	-0.298	-0.04	-0.127	-0.227	-0.037	-0.139	-0.238	0.162	-0.216	.923**	1	-0.038	-0.027
Hijos/planta	-0.002	0.089	-0.172	-0.061	-0.158	-0.185	-0.145	-0.147	-0.186	-0.071	-0.017	-0.038	1	-0.295
Materia seca (kg/ha/día)	-0.18	0.157	-0.244	0.363	0.171	0.296	0.303	0.16	.492*	0.375	0.051	-0.027	-0.295	1

\* p≤0.05 \*\* p≤0.01

Cuadro 6. Correlaciones de Pearson entre variables del sorgo negro

	Entrenudos				Hoja				Materia				
	Altura	Cantidad	Longitud	Base	Diámetro		Ancho	Largo	Área Foliar	Hojas enfermas	Área enferma planta	Hijos seca	Materia seca
					Medio	Apical							
1	0.396	.574**	0.141	0.091	-0.054	0.074	0.123	.523**	.524**	.578**	.428*	-0.04	.539**
Cantidad de entrenudos	0.396	1	0.167	0.131	-0.101	0.085	0.231	0.233	.722**	0.167	-0.22	0.155	.462*
Longitud de entrenudos	.574**	-0.401	1	0.066	0.072	0.112	-0.007	0.254	-0.081	0.347	.526**	-0.127	0.106
Diámetro base	0.141	0.167	0.066	1	.910**	.803**	.549**	0.289	.485*	0.277	0.179	0.063	-.418*
Diámetro medio	0.091	0.131	0.072	.910**	1	.832**	.571**	0.278	.462*	0.27	0.18	0.235	-.514*
Diámetro apical	-0.054	-0.101	0.112	.803**	.832**	1	.586**	0.365	0.391	0.058	0.061	0.063	-.549**
Diámetro promedio	0.074	0.085	0.087	.961**	.967**	.916**	1	.600**	.478*	0.221	0.15	0.126	-.513*
Ancho de hoja	0.123	0.231	-0.007	.549**	.571**	.600**	.600**	1	0.186	.670**	-0.077	-0.124	-0.365
Largo de hoja	.523**	0.233	0.254	0.289	0.278	0.365	0.186	1	.672**	0.198	0.104	0.165	.361
Área foliar	.524**	.722**	-0.081	.485*	.462*	.478*	.670**	.672**	1	0.198	-0.096	0.081	0.239
Hojas enfermas	.578**	0.167	0.347	0.277	0.27	0.058	0.034	0.198	0.198	1	.921**	0.049	0.129
Área enferma	.428*	-0.22	.526**	0.179	0.18	0.061	-0.077	0.104	-0.096	.921**	1	-0.02	-0.022
Hijos/planta	-0.04	0.155	-0.127	0.063	0.235	0.126	-0.124	0.165	0.081	0.049	-0.02	1	0.089
Materia seca (kg/ha/día)	.539**	.462*	0.106	-0.418*	-.514*	-.549**	-0.365	0.361	0.239	0.129	-0.022	0.089	1

\* p≤0.05 \*\* p≤0.01

## REGRESIÓN MÚLTIPLE

En sorgo negro hubo correlación entre las variables diámetro de planta, cantidad de entrenudos y largo de hoja y la variable materia seca (kg/ha/día) (Cuadro 6) lo cual permitió establecer una ecuación de regresión múltiple que predice el rendimiento en el 68.8% de los casos (Cuadro 7) a partir de dichas variables. En Centa S-3 y Sureño no hubo correlación entre la variable materia seca (kg/ha/día) y las demás variables, por lo tanto no se pudo establecer una regresión. Para el sorgo negro la ecuación obtenida fue :

$$\text{Rend} = -51.369 - 71.281 \text{ Dm} + 9.403 \text{ E} + 1.259 \text{ Lh}$$

Donde:

Rend = kg MS/ha/día

Dm = Diámetro medio

E = Cantidad de entrenudos

Lh = Largo de hoja

CUADRO 7. Modelo de regresión múltiple para predecir la producción de materia seca (kg /ha/día) en sorgo negro cuando el 50% de la población ha alcanzado estado lechoso.

Modelo	Coefficiente	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	p ≤ 0.01
Constante	-51.369				0.160
Diámetro medio	-71.281	0.854	0.729	0.688	0.000
Cantidad de entrenudos	9.403				0.001
Largo de hoja	1.259				0.002

## CALIDAD

El sorgo negro produce el mayor porcentaje de materia seca, con un contenido mayor de Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente, lo que supone una digestibilidad menor que Centa S-3 y Sureño (Cuadro 8).

CUADRO 8. Análisis bromatológico de las 3 variedades de sorgo.

Variedad	Materia seca	Cenizas	Materia orgánica.	Proteína cruda	Fibra Neutro Detergente	Fibra Ácido Detergente	Extracto etéreo
Negro	37.35	4.70	88.31	5.40	62.00	38.40	2.63
Sureño	27.26	4.87	88.87	6.19	54.91	32.26	2.33
Centa S-3	28.13	4.92	89.08	5.34	54.80	32.35	2.69

## **CONCLUSIONES**

- El sorgo negro tuvo plantas más altas, tallos con mayor diámetro y más entrenudos que Centa S-3 y Sureño, pero fue la variedad más susceptible a Tizón Norteño y Roya.
- Sorgo negro fue la única variedad en la que hubo correlaciones entre materia seca (kg/ha/día) y las demás variables.

## **RECOMENDACIONES**

- No se recomienda utilizar sorgo negro para la producción de forraje.
- Continuar utilizando las variedades Centa S-3 y Sureño.

## BIBLIOGRAFÍA

Amador, A.; Boschini, C. 2001. Calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*Sorghum Alnum*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 11(2):79-84.

AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists, US) 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International. Ed. P Cunniff. 16 ed. Maryland, US. AOAC Internacional. 2 v.

Ashbell,G.; Weinberg, Z. 2001. Estudio 7.0-Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico (en línea) Israel. FAO. Consultado 22 set. 2004. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s09.htm>

Cairnie, A.1989. Sorgo negro(*Sorghum alnum*): Un sorgo forrajero perenne apto para la Región Semiárida Pampeana. Buenos Aires, AR. Editorial Hemisferio Sur. 27 p.

Elizondo, J. 2004. Consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum Alnum*) en cabras. San José, CR. *Agronomía Mesoamericana*. 11 p.

Giraldo, G.; Muñoz, G.; Fernández, J. 1993.Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia. CIAT. 174 p.



