

**Evaluación comparativa de sorgo nervadura
café (Pampa Centurión) y sorgo nervadura
blanca (Sureño) para la producción de
ensilaje, Zamorano, Honduras**

Luis Alexander Diaz Diaz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación comparativa de sorgo nervadura
café (Pampa Centurión) y sorgo nervadura
blanca (Sureño) para la producción de
ensilaje, Zamorano, Honduras**

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

Presentado por

Luis Alexander Diaz Diaz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Evaluación comparativa de sorgo nervadura café (Pampa Centurión) y sorgo nervadura blanca (Sureño) para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras

Presentado por:

Luis Alexander Diaz Diaz

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D .
Director
Carrera de Ingeniería Agronómica

Celia Odila Trejo, Ph.D.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Diaz Diaz, L.A. 2011. Evaluación comparativa de sorgo nervadura café (Pampa Centurión) y sorgo nervadura blanca (Sureño) para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola panamericana, Zamorano. Honduras. 16 p.

Para la producción de ensilaje de sorgo en Zamorano la variedad comúnmente usada es Sureño. El sorgo Pampa Centurión es de los sorgos de nervadura café que fueron desarrollados para tener menor cantidad de lignina y mejores rendimientos proteicos. El objetivo del estudio fue evaluar comparativamente las características morfológicas, y nutricionales del sorgo Pampa Centurión y Sureño, bajo condiciones de Zamorano. El ensayo se realizó entre los meses de julio y octubre de 2010. Se sembraron 4 parcelas, 2 de cada variedad con 5 repeticiones usando un análisis estadístico mixto en SAS. Se sembró a densidades recomendadas, obteniendo datos similares en producción de materia fresca en kilogramos por hectárea para los dos sorgos. El sorgo Sureño obtuvo mayor contenido de materia seca, por tanto, la producción de materia seca por hectárea de este ensilaje fue superior a los 2000 kilogramos que el Pampa Centurión. El sorgo Sureño es una variedad que posee un porcentaje mayor que la variedad Pampa en hojas con respecto al tallo en un 5.7%. El análisis bromatológico de los dos ensilajes mostró diferencias en el contenido de fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, lignina, hemicelulosa y proteína, siendo el ensilaje de sorgo variedad Sureño el de los mejores resultados. El sorgo Sureño se mostró superior en todas las variables analizadas obteniendo resultados nutricionales que lo posicionan como un sorgo más digestible para alimentación animal que el sorgo Pampa Centurión.

Palabras clave: Análisis bromatológico, digestible, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, hemicelulosa, lignina, morfología, proteína.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
4. CONCLUSIONES	8
5. RECOMENDACIONES	9
6. LITERATURA CITADA	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Valores de altura de planta, peso del tallo, peso de la hoja, altura de panoja, peso de panoja, relación hoja/tallo, porcentajes de hoja y tallo para las variedades de sorgo Pampa Centurión y Sureño	5
2. Rendimientos de materia seca antes y después de ensilar para las variedades Sureño y Pampa Centurión	5
3. Rendimientos de peso total de plantas del área muestreada, sumatoria de las unidades experimentales, peso promedio por planta, densidad de plantas, peso de materia seca en kilogramos por hectárea, relación hoja/tallo y porcentaje de hoja para las 4 unidades experimentales.....	6
4. Extrapolaciones de los rendimientos de sorgo Sureño y Pampa Centurión en kilogramos por hectárea, antes y después de ensilar.....	6
5. Análisis bromatológico de las variedades de sorgo Sureño y Pampa-centurion realizado por: Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA).	7

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos más utilizados por los ganaderos para la conservación de alimento es el ensilaje. Este método se basa en la preservación de forraje mediante un proceso de fermentación anaeróbica el cual conserva su valor nutritivo y lo hace agradable al gusto de los bovinos (Morrison 1980). Existen varios tipos de cultivos de los cuales se puede elaborar un ensilaje; Uno de los más utilizados es el sorgo.

El sorgo es una planta de días cortos, este cereal es capaz de adaptarse a climas secos, calientes, húmedos e incluso en condiciones de salinidad y en suelos de baja fertilidad (Doggett 1988). Como forraje su valor energético es alto. El ensilaje de sorgo es utilizado para alimentar el ganado en las épocas de baja producción de las pasturas (Owen y Moline 1975).

La digestibilidad de la materia seca, el contenido energético y el valor de NDT de los sorgos son siempre inferiores a los del maíz (Browning y Lusk 1966). Por esta razón a través de los años los genetistas han tratado de cambiar o igualar estas diferencias. Uno de estos casos es el sorgo Pampa Centurión, el cual es uno de los intentos por la obtención de mejores resultados para la alimentación animal.

El sorgo Pampa Centurión posee nervadura café, característica que fue descubierta primero en maíz y luego en 1978 descubierta en sorgo. Las investigaciones indican que esta característica reduce el contenido de lignina y aumenta la digestibilidad. Además, los rendimientos de materia seca, han sido comparables con los sorgos forrajeros convencionales y competitivos con los ensilajes de maíz (Burmoood 2003)

Este híbrido es un sorgo forrajero que cuenta con todas las cualidades deseadas con el único objetivo de remplazar al silo de maíz. En primer lugar es un sorgo forrajero anual, lo que significa que puede ser sembrado anualmente única y exclusivamente para producir ensilaje. Además por ser un sorgo forrajero el tamaño de su panoja supera la de otros sorgos y puede ser incorporada al ensilaje (Anzubrothers INC. 2010).

El propósito del estudio es evaluar las características de este sorgo (Pampa Centurión) bajo condiciones climáticas de Zamorano. Para esto se realizó una comparación entre este nuevo híbrido y el sorgo Sureño, el cual, es un sorgo popular y comúnmente usado en este país. Se evaluó sus rendimientos en materia fresca y materia seca y posterior a la elaboración del ensilaje se realizó un análisis bromatológico. El estudio comparativo de estos sorgos será utilizado para la obtención del registro de Pampa Centurion ante el comité de DICTA Honduras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre julio y octubre del 2010 en uno de los lotes de producción de zona 1 dentro de la Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano. Ubicado en el km 30 carretera a Danlí, departamento de Francisco Morazán, Honduras. El Zamorano se encuentra a 800 msnm y con una temperatura promedio de 24°C y una precipitación promedio anual de 1100 mm/año.

El estudio se comenzó con la mecanización la cual consistió en dos pases de rastra pesada y una de rastra liviana, como última parte de la mecanización, se utilizó la sembradora de siembra directa. Dentro del área a sembrar, ésta se dividió en cuatro partes, el orden de las variedades se hizo al azar y estuvo distribuido en dos parcelas de sorgo Sureño y dos de Pampa Centurión en un área de 2,400 m² cada una. La densidad de siembra fueron las recomendadas para cada semilla: Pampa Centurión a 180,000 plantas por hectárea y Sureño a 220,000.

La fertilización fue igual para los dos sorgos, 100 unidades de Nitrógeno y 60 de Fósforo. Esta se hizo en dos partes, una al momento de la siembra y la segunda a los 35 días de nacido. El muestreo consistió en 5 repeticiones por unidad experimental, tomando 1.6 m² en cada repetición. Las plantas que se muestrearon se utilizaron para obtener pesajes y alturas, además se tomó los días a floración.

Las plantas fueron deshojadas, la panoja fue cortada. Se midió, altura de planta, largo de panoja, peso de tallo, peso de hoja, y peso de panoja. Al momento del corte se tomaron muestras de los dos sorgos para enviarlos al laboratorio y obtener el porcentaje de materia seca antes de ensilar. En la parte final de la investigación se esperó 28 días para abrir el silo; se tomaron muestras de los dos y se enviaron al laboratorio de Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA), para el análisis de materia seca y bromatología de los dos ensilajes de sorgo.

Las variables analizadas en base a rendimientos fueron:

- Peso total de plantas por unidad observacional.
- Peso total de plantas muestreadas por parcela de sorgo.
- Peso promedio de materia fresca por planta.
- Densidad de plantas por hectárea.
- Peso de materia seca en kilogramos por hectárea.
- Porcentaje de hoja en materia fresca por planta.
- Relación en porcentaje hoja tallo.

Las variables analizadas de los dos sorgos con base al análisis bromatológico fueron:

- Contenido de proteína bruta.
- Contenido de fibra neutro detergente.
- Contenido de fibra ácido detergente.
- Contenido de hemicelulosa.
- Contenido de lignina.
- Contenido de cenizas.
- Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con 2 tratamientos y 4 unidades experimentales con 5 repeticiones por unidad experimental. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimientos MIXED y separación de medias LSMEANS, el nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de las variedades. El Pampa Centurión es un sorgo más precoz que el sorgo Sureño. La floración comenzó a partir del día 54 después de sembrado y Sureño 12 días después. Esto influyó en la fecha de corte. El sorgo Pampa Centurión fue cortado y ensilado en el día 89 después de sembrado y el Sureño en el día 96, con una diferencia de 7 días. Estos resultados fueron similares a los de Mesa (2004) quien obtuvo floración en Sureño a los 70 días y listo para corte a los 95 días.

Todas las variables morfológicas fueron diferentes ($P \leq 0.05$) entre Pampa Centurión y Sureño (Cuadro 1). La altura del sorgo Pampa Centurión fue mayor que la del Sureño teniendo una diferencia de 11 centímetros, alcanzando los 2.52 metros. Estos datos fueron diferentes a los obtenidos por Mesa (2004) quien obtuvo una altura de 1.7 m. El peso del tallo y el peso de la hoja fueron diferentes, siendo superado el Sureño por 60 gramos en el peso del tallo y en 5.8 gramos en el peso de la hoja con respecto al Pampa Centurión.

En cuanto a los resultados del peso de la panoja y la altura o largo de panoja la diferencia entre los dos sorgos es muy amplia. El sorgo Pampa Centurión supera al sorgo Sureño. La altura o largo de la panoja del Pampa Centurión es casi 8 centímetros mayor que la del Sureño y el peso de la misma en Pampa Centurión es 41 gramos más pesada que la del Sureño.

La relación hoja:tallo fue un dato fundamental para la diferenciación de los rendimientos de los dos sorgos. El Sureño es superior al Pampa Centurión, la relación entre hoja y tallo del sureño es de 27.5% contra un 21.8% del Pampa; lo que significa que el sorgo Sureño en su porcentaje en hoja representa más del 27% con respecto al porcentaje de tallo. Este dato es diferente al porcentaje en hoja con respecto a toda la planta, el cual es aun superior 2.9% en Sureño que en Pampa Centurión. Como respuesta a estos resultados el porcentaje de tallo con respecto a la planta entera en Pampa Centurión es mayor que en Sureño en un 2.9%.

Cuadro 1. Valores de altura de planta, peso del tallo, peso de la hoja, altura de panoja, peso de panoja, relación hoja/tallo, porcentajes de hoja y tallo para las variedades de sorgo Pampa Centurión y Sureño.

Variable	Pampa	Sureño	Valor P	Desviación estándar (\pm)
Altura, cm	2.5 ^a	2.4 ^b	<0.0004	0.03
Peso del tallo, g	304.7 ^a	244.7 ^b	<0.0001	12.06
Peso de la hoja, g	61.5 ^a	55.7 ^b	<0.0163	2.39
Altura de panoja, cm	25.7 ^a	17.8 ^b	<0.0001	0.45
Peso de panoja, cm	100.9 ^a	59.4 ^b	<0.0001	5.35
Relación hoja/tallo, %	21.8 ^a	27.5 ^b	<0.0001	0.01
Hoja, %	17.3 ^a	20.2 ^b	<0.0001	0.51
Tallo, %	82.7 ^a	79.8 ^b	<0.0005	0.006

^{a-b} Medias en filas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$)

Rendimientos. El sorgo Sureño supera al sorgo Pampa Centurión por un porcentaje superior a 3% antes de ensilar y un porcentaje mayor a 3.5% después de ensilado. Esta diferencia en la producción de materia seca de los dos sorgos repercute directamente en los rendimientos que se puedan obtener al evaluarlos en dietas en las que pueda ser utilizado este tipo de ensilajes como alimentación animal en algún sistema de producción.

Cuadro 2. Rendimientos de materia seca antes y después de ensilar para las variedades Sureño y Pampa Centurión.

Estado del Sorgo	% Materia Seca	
	Pampa Centurión	Sureño
Sin ensilar	22.1	25.8
Ensilado	23.08	26.57

Los rendimientos de las unidades experimentales después de haber tomado las diferencias morfológicas arrojaron datos que muestran claramente las diferencias entre variedades.

Cuadro 3. Rendimientos de peso total de plantas del área muestreada, sumatoria de las unidades experimentales, peso promedio por planta, densidad de plantas, peso de materia seca en kilogramos por hectárea, relación hoja/tallo y porcentaje de hoja para las 4 unidades experimentales.

Parámetro	Rendimientos	
	Pampa Centurión	Sureño
Peso total de plantas 16m ² , g	46,303	46,826
Peso promedio por UO (8 m ² /UO), g	9,260	9,365
Peso promedio/planta MF, g	465	348
Densidad, plantas/ha	124,375	171,250
Peso MS, kg/ha	12,791	15,101
Hoja en base a peso MF, %	17.6	20.2
Relación h/t, %	21.9	27.5

UO= Unidades Observacionales

h/t= Relación hoja/tallo

MS= Materia seca

MF= Materia fresca

Los rendimientos de materia fresca que se produjo de la dos variedades en kilogramos por hectárea presentaron una diferencia de 654 kg/ha. La diferencia se hace notoria entre ambos cuando se convierte en materia seca. El sorgo Sureño por su porcentaje de materia seca supera al Pampa Centurión por 2,310 kilogramos por hectárea. Estos resultados de materia seca en Sureño fueron distintos a los obtenidos por Ponce (2006), de 17,000 kg/MS/ha con una densidad de 150,000 plantas por hectárea a 15,100 kg/MS/ha con densidad final de 171,550 plantas por hectárea.

Cuadro 4. Extrapolaciones de los rendimientos de sorgo Sureño y Pampa Centurión en kilogramos por hectárea, antes y después de ensilar.

Sorgos	Rendimientos kg/ha	
	Materia Fresca	Materia Seca
Pampa Centurión	57,879.37	12,791.34
Sureño	58,533.12	15,101.55

Calidad de ensilaje. El sorgo sureño posee un porcentaje menor en cantidad de fibra neutro detergente, fibra ácido detergente pero un contenido mayor de materia seca, menor hemicelulosa y menor porcentaje de lignina lo que hace a este sorgo ser más digestible que la variedad PampaCenturión.

Cuadro 5. Análisis bromatológico de las variedades de sorgo Sureño y Pampa-centurion realizado por: Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA).

Sorgos	Análisis Bromatológico (%)						
	PB	FND	FAD	HEM	LIG	CZ	DIVMO
Sureño	6.96	59.99	32.81	27.18	3.76	8.78	63.34
Centurión	9.14	64.66	41.71	22.95	7.71	12.63	56.41

PB= Proteína Bruta; FND= Fibra Neutro Detergente; FAD= Fibra Acido Detergente; HEM= Hemicelulosa; LIG= Lignina
=CZ Cenizas; DIVMO= Digestibilidad *In vitro* de la materia orgánica.

4. CONCLUSIONES

- El sorgo Sureño y el sorgo Pampa Centurión sembrados a densidades recomendadas tuvieron resultados similares en producción de materia fresca para ensilaje. Sin embargo, el sorgo Sureño por su mayor contenido de materia seca obtuvo un mayor rendimiento en producción de materia seca en kilogramos por hectárea en comparación al sorgo Pampa Centurión.
- El sorgo Sureño tiene 5.7% mayor porcentaje de hoja en relación al tallo que el sorgo Pampa Centurión.
- El sorgo Sureño supera el sorgo Pampa Centurión en sus contenidos de lignina y hemicelulosa, sin embargo, el Pampa Centurión presentó mejores niveles de contenido proteico.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar la producción de ensilaje de sorgo Pampa Centurión en distintas densidades para determinar sus rendimientos y bromatología.
- Evaluar la producción de ensilaje de sorgo Pampa Centurión en distintas condiciones climáticas para observar su adaptabilidad y calidad de silo.
- Comparar los rendimientos y calidad de los ensilajes de sorgo Pampa Centurión con otras variedades de sorgos o con otro tipo de forrajes como algunos pastos.

6. LITERATURA CITADA

Anzubrothers INC. 2010. Las bondades de Pampa Centurión TM B6 (en línea). Consultado 16 de enero de 2011. Disponible en: (http://www.pampaverde.com/panfleto_centurion.html)

Browning, C; Lusk J. 1966. Comparison of feeding value of corn and grain sorghum silages on the basis of milk production and digestibility. Dairy Science Department, Mississippi State University, State College. Journal of Dairy Science, 49(12) : 1511-1514.

Burmood, T. 2003. Brown Midrib Sorghum Forage (en línea). Forage research and Extension. Department of Agronomy. University of Wisconsin. Consultado el 18 de octubre de 2011. Disponible en: (<http://www.uwex.edu/ces/forage/wfc/proceedings2003/bmr.htm>)

Doggett, H. 1988. Sorghum. 2 ed. Tropical Agriculture Series: Longman. 512 p.

Mesa, J. 2004. Comparación de la morfología y la producción del sorgo negro forrajero (*Sorghum almun*) con dos cultivares de sorgo blanco en El Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.. 14 p.

Morrison, F. 1980. Ensilado y cosechas para ensilar En: Alimentos y Alimentación del ganado. Tomo 1. 21° edición. México: UTEHA, 1980. pp. 336-363

Owen, F; Moline, W. 1975. El sorgo para forraje. Trad. AO Bottaro. Buenos Aires, AR, Hemisferio Sur. pp. 217-232.

Ponce, J. 2006. Producción y calidad de Sorgo Sureño con cinco densidades de siembra en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 22 p.

.