

## ADAPTACIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO (*Sorghum bicolor* (L.) Moensch) 'BROWN MIDRIB' CON DIFERENTE SENSIBILIDAD AL FOTOPERIODO, EN EL NORDESTE DE CATALUÑA.

J. SERRA GIRONELLA<sup>1</sup>, G. CAPELLADES PERICAS<sup>1</sup>, J. SALVIA FUENTES<sup>1</sup> Y M. ARAGAY BENERIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Àrea de Conreus Extensius. IRTA- Mas Badia. Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà. Girona (España). <sup>2</sup> DAR. Laboratori Agroalimentari de Cabriels. Carretera de Vilassar de Mar a Cabriels, s/n. 08348 Cabriels. Barcelona (España)

### RESUMEN

En las campañas 2007 y 2008 se han realizado dos ensayos comparativos de variedades de sorgo forrajero convencionales y 'brown midrib', con distinta sensibilidad al fotoperiodo. Se han evaluado variedades de sorgo forrajero no híbrido ('Néctar'), de híbridos de sorgo por pasto del Sudán convencionales ('Hay-day', 'PR855F', 'PR877F-Nicol' y 'Supergrazer') y 'brown midrib' ('Digestivo') y de híbridos de sorgo 'brown midrib' sensibles al fotoperiodo ('Teide'). La fecha de siembra ha sido la primera mitad de mayo y se han efectuado uno o dos cortes, dependiendo de la variedad y la estrategia de aprovechamiento. Se ha determinado la producción de materia seca y el valor nutritivo de todos los genotipos. El aprovechamiento forrajero se ha realizado mayoritariamente en el estadio de emisión de la panícula, que ha permitido la realización de dos cortes en todas las variedades; excepto en 'Teide', en la que hubo un solo. No se han observado diferencias significativas en producción de materia seca; sin embargo, los resultados han sugerido un rendimiento inferior de 'Digestivo'. Las variedades 'brown midrib' 'Digestivo' y 'Teide' han presentado un menor contenido en lignina y una mayor digestibilidad.

**Palabras clave:** Híbrido de sorgo por Pasto del Sudán, composición química, digestibilidad, lignina, fibra.

### INTRODUCCIÓN

El sorgo forrajero ocupa una superficie de 1.986 ha en Cataluña (DAR, 2007), siendo el segundo forraje anual de verano en importancia, por detrás del maíz. Su cultivo se concentra en las provincias de Barcelona y Girona, mayoritariamente en secano. Se

cultivan principalmente variedades de sorgo (híbridas o no) e híbridos de sorgo por pasto del Sudán. Normalmente este cultivo presenta un forraje con una menor digestibilidad que el maíz (Owens *et al.*, 1957; Lance *et al.*, 1964).

Los mutantes '*brown midrib*' (bmr) de sorgo presentan una pigmentación marrón del nervio central de la hoja y un contenido entre el 25 y el 50 % inferior en lignina, que repercute en una mayor digestibilidad del forraje, similar al maíz (Porter *et al.*, 1978; Hanna *et al.*, 1981; Cherney *et al.*, 1986; Serra *et al.*, 2005; Bean y McCollum, 2006). En los últimos años ha empezado la introducción comercial de variedades de sorgo bmr; si bien, en la actualidad aún representan un porcentaje bajo del total cultivado. Normalmente presentan unas producciones similares o inferiores a las variedades convencionales (Serra *et al.*, 2005).

La mejora genética del sorgo ha tenido como objetivo la selección de genotipos con adaptación a amplias zonas de cultivo, siendo la baja sensibilidad al fotoperiodo una de las características que más inciden en este aspecto. Sin embargo, recientemente se ha comprobado el interés de las variedades sensibles al fotoperiodo (SF) para forraje, que no inician la emisión de panícula hasta que la duración del día es inferior a 12 horas y 20 minutos. Esta característica permite una mayor duración del periodo vegetativo, resultando un incremento de la producción de forraje, principalmente en siembras precoces. El retraso de la fecha de aparición de la panícula permite ampliar el periodo de aprovechamiento y realizarlo en un único corte; sin embargo, presentan una menor digestibilidad y un mayor contenido en lignina. El desarrollo de variedades de sorgo que incorporan simultáneamente las características bmr y SF permite mejorar la productividad de los bmr y la calidad de los SF (Hale, 2004; Bean y McCollum, 2006).

El objetivo de estos ensayos es determinar el interés de variedades de sorgo bmr, sensibles y no sensibles al fotoperiodo, en las condiciones de cultivo del nordeste de Cataluña, tanto desde el punto de vista productivo como por su valor nutritivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En los años 2007 y 2008 se han realizado dos ensayos de sorgos forrajeros en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia, situada en la Tallada d'Empordà (Girona), en una parcela de regadío, con un suelo de origen aluvial y una textura superficial franca. Se han evaluado variedades de sorgo forrajero no híbrido ('Néctar'); híbridos de sorgo por pasto del Sudán (SxP) convencionales ('Hay-day', 'PR855F', 'PR877F-Nicol' y 'Supergrazer'); SxP bmr ('Digestivo') y híbridos de sorgo (SxS) bmr SF ('Teide'). El diseño de los ensayos ha sido en bloques al azar con tres y cuatro repeticiones el primer y el segundo año, respectivamente. El tamaño de la parcela elemental ha sido de seis metros cuadrados, cinco metros de largo por 1,2 m de ancho.

Los ensayos se han sembrado a una densidad de 35 kg ha<sup>-1</sup> de semilla, los días 11 y siete de Mayo de las campañas 2007 y 2008, respectivamente. El abonado de fondo ha consistido en la aportación de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O; mientras que en cobertera se aplicaron 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en forma de nitrato amónico cálcico 27 %, después del primer corte. El ensayo del año 2007 recibió seis riegos por aspersión; mientras que el del 2008, ha recibido dos riegos por inundación.

El aprovechamiento forrajero se ha efectuado mayoritariamente en el estadio de emergencia de la panícula, que ha permitido la realización de dos cortes en muchas variedades. En el ensayo del año 2007, se han realizado dos aprovechamientos distintos en 'Supergrazer' y 'Teide', con uno y dos cortes. En la estrategia de dos cortes, en 'Supergrazer', éstos se han realizado coincidiendo con la aparición de la panícula; mientras que en la de únicamente un corte, éste se ha efectuado en el estadio de grano pastoso. Por otro lado, también en la estrategia de dos cortes, en la variedad SF 'Teide', éstos se han realizado en fechas un poco más tardías que el resto de variedades, cuando aún estaba en periodo vegetativo; y en la estrategia de un corte, éste se ha efectuado en el momento que ha aparecido la panícula.

En todas las parcelas se ha determinado la producción de forraje verde, el porcentaje de materia seca (mediante el secado en una estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante) y la producción de materia seca. Las determinaciones de calidad se han realizado únicamente en el ensayo de la campaña 2007, en cada variedad y corte, a partir de una muestra compuesta, obtenida a partir de submuestras de cada bloque. En cada una de ellas se ha determinado el contenido en cenizas, en extracto etéreo y en proteína bruta (MARM, 1994); el contenido en fibra ácido detergente, en fibra neutro detergente y en lignina (Van Soest *et al.*, 1991); y la digestibilidad enzimática por el método FND-celulasa (DCEL) (Riveros y Argamentoría, 1987). Estas determinaciones se han realizado en el Laboratori Agroalimentari de Cabrils (Barcelona) del Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR) de la Generalitat de Catalunya.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer corte de 'Digestivo', 'Hay-day', 'Supergrazer', 'Néctar', 'PR877F-Nicol' y 'PR855F', correspondiente al momento de emergencia de la panícula, se ha realizado a finales del mes de Julio, en 2007, o inicios de Agosto, en 2008 (Tablas 1 y 4). Su ciclo no ha estado influido por el fotoperiodo y la emisión de la panícula se ha iniciado aproximadamente entre 70 y 90 días después de la siembra. La fecha precoz de este primer aprovechamiento ha permitido realizar un segundo corte en Septiembre u Octubre. La variedad SF 'Teide' no ha iniciado la emisión de la panícula hasta que el día ha tenido una duración inferior a 12 horas y 20 minutos, que en la zona de ensayo

corresponde a mediados de Septiembre. Así, en esta variedad, las fechas del primer corte han sido el 17 y 13 de Septiembre, los años 2007 y 2008, respectivamente; retrasándose más de un mes en comparación con el resto, permitiendo así concentrar la producción en un único corte. El aprovechamiento de 'Supergrazer' en el estadio de grano pastoso, la campaña 2007, ha representado un retraso de 24 días respecto al de aparición de la panícula en la misma variedad; si bien, aún ha sido más precoz que 'Teide', en el caso de un único corte. La realización de dos cortes en 'Teide' ha implicado que el primero se realizara en estadios vegetativos, previos a la emisión de la panícula.

TABLA 1

**Fecha de corte y contenido en materia seca de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en 2007.**

*Cutting date and dry matter content of the sorghum varieties tested in 2007.*

Variedad	Primer corte		Segundo corte	
	Fecha	Materia seca (%)	Fecha	Materia seca (%)
Digestivo	30 de Julio	18,6 cd	11 de Octubre	24,4 a
Hay-day	20 de Julio	22,1 bc	17 de Septiembre	23,3 a
Supergrazer (2 cortes)	19 de Julio	18,7 cd	17 de Septiembre	22,7 ab
Supergrazer (1 corte)	12 de Agosto	28,5 a		
Teide (2 cortes)	31 de Julio	15,9 d	25 de Octubre	19,6 b
Teide (1 corte)	17 de Septiembre	26,2 ab		
Significación estadística		$p=0,0001$		$p=0,0126$

*Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ ).*

En el año 2007, el contenido en materia seca ha variado de forma significativa dependiendo de la variedad y del momento de aprovechamiento (Tabla 1). Los valores más bajos se han obtenido en 'Teide' cuando se han realizado dos cortes, que han correspondido con estadios vegetativos anteriores a la salida de la panícula. Por el contrario, el valor más alto se ha observado en 'Supergrazer', cuando se ha aprovechado en el estadio de grano pastoso.

TABLA 2  
**Producción de forraje de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en 2007.**  
*Forage yield of the sorghum varieties tested in 2007.*

Variedad	Primer corte		Segundo corte		Total	
	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )
Digestivo	40,0 c	7,3 c	20,1 b	4,9 b	60,0 b	12,2
Hay-day	50,7 bc	11,1 bc	39,0 a	9,0 a	89,7 ab	20,2
Supergrazer (2 cortes)	55,3 bc	10,3 bc	36,8 a	8,4 a	92,1 ab	18,6
Supergrazer (1 corte)	63,3 abc	17,9 ab			63,3 b	17,9
Teide (2 cortes)	71,3 ab	11,3 bc	43,7 a	8,6 a	114,9 a	19,9
Teide (1 corte)	85,0 a	22,6 a			85,0 ab	22,6
Significación estadística	<i>p</i> =0,0047	<i>p</i> =0,0044	<i>p</i> =0,0075	<i>p</i> =0,0105	<i>p</i> =0,0018	<i>p</i> =0,0853

*Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ ).*

TABLA 3  
**Composición química y digestibilidad de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en 2007.**

*Chemical composition and digestibility of the forage sorghum varieties tested in 2007.*

Variedad	Cenizas (% s.m.s.)	Extracto etereo (% s.m.s.)	Proteína bruta (% s.m.s.)	Fibra ácido detergente (% s.m.s.)	Fibra neutro detergente (% s.m.s.)	Lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad enzimática FND-celulasa (% s.m.o)
<b>PRIMER CORTE</b>							
Digestivo	6,7	1,5	5,0	33,1	59,1	2,85	62,1
Hay-day	6,5	1,5	5,7	38,9	65,4	4,58	47,8
Supergrazer (2 cortes)	6,3	1,2	5,3	39,8	63,8	4,27	48,2
Supergrazer (1 corte)	8,1	1,6	6,6	38,5	64,6	4,09	50,4
Teide (2 cortes)	7,7	1,7	5,8	35,1	62,4	2,66	58,3
Teide (1 corte)	5,8	1,7	4,0	37,1	64,9	2,86	53,8
<b>SEGUNDO CORTE</b>							
Digestivo	7,8	1,7	6,2	37,5	63,9	3,18	53,5
Hay-day	6,6	1,5	4,1	37,4	62,3	4,18	52,5
Supergrazer (2 cortes)	7,6	1,6	7,0	40,1	65,5	4,55	46,3
Supergrazer (1 corte)							
Teide (2 cortes)	8,7	1,8	6,0	37,6	64,1	2,82	54,4
Teide (1 corte)							

En las Tablas 2 y 5 se muestra la producción de forraje de los dos ensayos realizados. No se han observado diferencias significativas en la producción total de materia seca, entre las distintas variedades. Aún así, los valores más bajos han correspondido al SxP bmr ‘Digestivo’, principalmente en el segundo corte. Los resultados sugieren una menor productividad de éste en comparación con los SxP convencionales, resultado en parte de una menor capacidad de rebrote (Serra *et al.*, 2005; Bean y McCollum, 2006). También sugieren un menor rebrote de la variedad de sorgo forrajero ‘Néctar’, en comparación con los SxP convencionales. La variedad de SxS bmr SF ‘Teide’ ha mostrado rendimientos que no difieren significativamente de los SxP convencionales, incluso cuando se han obtenido en un solo corte. Una de las principales aportaciones de los SxS SF es la posibilidad de obtener en un solo aprovechamiento rendimientos similares o superiores a los SxP convencionales en dos cortes (Hale, 2004).

TABLA 4  
Fecha de corte y contenido en materia seca de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en 2008.

*Cutting date and dry matter content of the sorghum varieties tested in 2008.*

Variedad	Primer corte		Segundo corte	
	Fecha	Materia seca (%)	Fecha	Materia seca (%)
Digestivo	4 de Agosto	27,4	21 de Octubre	23,3
Hay-day	1 de Agosto	28,9	11 de Octubre	24,8
Néctar	8 de Agosto	22,6	29 de Octubre	23,2
PR877F-Nicol	4 de Agosto	26,9	14 de Octubre	25,9
PR855F	4 de Agosto	26,9	14 de Octubre	24,7
Teide	13 de Septiembre	26,1		
Significación estadística		$p=0,5885$		$p=0,4381$

*Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ ).*

En el ensayo realizado el año 2007, las variedades de SxP bmr ‘Digestivo’ y SxS bmr SF ‘Teide’, esta última en las dos estrategias de aprovechamiento, han mostrado un contenido en lignina inferior a los SxP convencionales, en los dos momentos de corte (Tabla 3). Las variedades bmr se caracterizan normalmente por su bajo contenido en lignina en comparación con la convencionales (Porter *et al.*, 1978; Hanna *et al.*, 1981; Cherney *et al.*, 1986; Serra *et al.*, 2005; Bean y McCollum, 2006). Como consecuencia de ello también han presentado una mayor DCEL.

TABLA 5  
**Producción de forraje de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en 2008.**  
*Forage yield of the sorghum varieties tested in 2008.*

Variedad	Primer corte		Segundo corte		Total	
	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de forraje verde (Mg ha <sup>-1</sup> )	Producción de materia seca (Mg ha <sup>-1</sup> )
Digestivo	46,9	12,2	18,1 a	3,9 a	65,0	16,1
Hay-day	55,6	16,0	54,3 a	13,2 a	109,9	29,3
Néctar	66,9	14,9	24,7 a	5,6 a	91,6	20,5
PR877F-Nicol	57,0	14,9	50,5 a	12,9 a	107,5	27,8
PR855F	66,7	17,8	51,3 a	12,6 a	118,1	30,4
Teide	85,0	21,5			85,0	21,5
Significación estadística	<i>p</i> =0,4283	<i>p</i> =0,3530	<i>p</i> =0,0367	<i>p</i> =0,0057	<i>p</i> =0,3550	<i>p</i> =0,0737

*Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ ).*

## CONCLUSIONES

Las variedades de sorgo forrajero ('Nectar') y de SxP convencionales ('Hay-day', 'PR855F', 'PR877F-Nicol' y 'Supergrazer') y bmr ('Digestivo') no muestran sensibilidad al fotoperiodo permitiendo, en siembras de primeros de Mayo y cuando los cortes se realizan en el estadio de emergencia de la panícula, la realización de dos aprovechamientos forrajeros: el primero a finales de Julio o inicios de Agosto y el segundo a partir de mediados de Septiembre hasta finales de Octubre. La variedad de SxS bmr SF 'Teide' no ha iniciado la emisión de panícula hasta mediados de Septiembre, permitiendo la concentración de la producción en un único corte.

La producción de materia seca de la variedad de SxS bmr SF 'Teide' no difiere significativamente de los SxP convencionales. Los datos sugieren una menor producción de forraje del SxP bmr 'Digestivo' respecto los SxP convencionales (principalmente en el segundo corte) y el SxS bmr SF 'Teide'.

Las variedades de SxP ('Digestivo') y de SxS SF ('Teide'), ambas bmr, presentan un menor contenido en lignina respecto los SxP convencionales en todos los cortes. Esta característica repercute en una mayor digestibilidad de estas variedades.

El híbrido de sorgo 'Teide', que incorpora simultáneamente las características bmr y SF, presenta en un único aprovechamiento rendimientos similares a los SxP convencionales y proporciona un forraje más digestible.

## AGRADECIMIENTOS

Los ensayos de variedades han sido financiados, el año 2007 por SEMILLAS FITÓ, S.A. y el 2008 por la Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAN, B.W.; MCCOLLUM, F.T., 2006. Forage Sorghum silage vs corn silage. *Proceedings of the 28<sup>th</sup> Southern Conservation Systems Conference*. USDA-ARS Conservation and Production Research Laboratory. Bushland (EEUU)
- CHERNEY, K.J.; MOORE, K.J.; VOLENEC, J.J.; AXTELL, J.D., 1986. Rate and extent of digestión of cell wall components of brown-midrib sorghum species. *Crop Sci.*, **26**, 1055-1059.
- DAR, 2007. <http://www20.gencat.cat/docs/DAR>. 6 de marzo de 2009.
- HALE, R., 2004. Researchers develop new traits in annual forages. En: *Beef Tips*. Ed. Kansas State University.
- HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; GAINES, T.P., 1981. IVDMD, total sugars and lignin measurements on normal and brown midrib (bmr) sorghums at various stages of development. *Agron. J.*, **73**, 1050-1052.
- LANCE, R.D.; FOSS, D.C.; KRUEGER, C.R.; BAUMGARDT, B.R.; NIEDERMIER, R.P., 1964. Evaluation of corn and sorghum silages on the basis of milk production and digestibility. *J. Dairy Sci.*, **47**, 254.
- MARM, 1994. *Métodos oficiales de análisis de piensos y materias primas*. Edición MARM, 782 pp. Madrid (España)
- OWENS, J.R.; MILES, J.T.; COWSERT, W.C.; LUSK, J.W.; CUSTER, E.W.; CARDWELL, J.T., 1957. Feeding value of corn and sorghum silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, **40**, 1554.
- PORTER, K.S.; AXTELL, J.D.; LECHTENBERG, V.L.; COLENBRANDER, V.F., 1978. Phenotype, fibre composition and in vitro dry matter disappearance of chemically induced brown midrib mutants of sorghum. *Crop Sci.*, **18**, 205.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49.
- SERRA, J.; SALVIA, J.; SOLSONA, M., 2005. Producción y valor nutritivo de variedades comerciales de sorgo forrajero y de híbridos de sorgo x pasto del Sudán normales y 'brown midrib', en el nordeste de Cataluña. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 505-512. Ed. Serida. Gijón (España).
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

**YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF BROWN MIDRIB  
VARIETIES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)  
WITH DIFFERENT PHOTOPERIOD SENSITIVITY, IN THE  
NORTHEAST OF CATALONIA.**

**SUMMARY**

During 2007 and 2008 two comparative trials were carried out with forage sorghum varieties (conventional and 'brown midrib'), which had different sensitivity to photoperiod. The following types of varieties were evaluated: non hybrid forage sorghum ('Néctar'), conventional sorghum x Sudan grass ('Hay-day', 'PR855F', 'PR877F-Nicol' and 'Supergrazer'), brown midrib sorghum x Sudan grass ('Digestivo') and brown midrib sorghum hybrids with sensitivity to photoperiod ('Teide'). They were sown on the first half of May and one or two cuts were carried out, depending on the variety and the cutting strategy. Dry matter yield and the nutritive value of all the genotypes were determined. In most of the cases, the cuts took place at the beginning of heading, which allowed two cuts in all varieties; except in the case of 'Teide', which was cut only once. No differences were observed on dry matter yields; nevertheless, the results show a lower yield for 'Digestivo'. Brown midrib varieties ('Digestivo' and 'Teide') have shown lower lignin content and higher digestibility, comparing to the rest of the varieties evaluated.

**Key words:** Sorghum x Sudan grass, chemical composition, digestibility, lignin, fibre