

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE MATERIALES DE SORGO AZUCARADO
BAJO DISTINTAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SUELOS
EN UN ARGISOL DEL ESTE**

José A. Terra¹

Ricardo Macedo²

José M. Correa³

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se están realizando importantes inversiones científicas y tecnológicas a nivel mundial para sustituir los combustibles fósiles, cada vez más escasos y costosos, por fuentes alternativas de energía, preferentemente renovables. La producción de energía a través de la biomasa, consiste en aprovechar la capacidad de los vegetales de transformar la energía solar en biomasa mediante la fotosíntesis. Esta última puede ser utilizada directamente en la generación de energía por combustión o puede ser industrializada para la generación de biocombustibles. Existen dos grandes grupos de biocombustibles considerados como sustitutos o complementos de los combustibles derivados del petróleo: el biodiesel y el bioetanol. El biodiesel es producido a partir de cultivos de plantas oleaginosas como la soja, el girasol etc., tanto en forma de aceites crudos o aceites modificados químicamente. El bioetanol es obtenido a partir de cultivos energéticos con alta proporción de hidratos de carbono fermentables ya sean azúcares o almidones producidos por cultivos como la caña de azúcar, el sorgo azucarado, la remolacha azucarera y el maíz entre otros.

^{1/} Ing. Agr. Ph.D, INIA Treinta y Tres

^{2/} Ing. Agr., Intendencia Municipal Treinta y Tres hasta mayo de 2006

^{3/} Téc. Agr. , INIA Treinta y Tres

Existe interés a nivel nacional y regional en la búsqueda y desarrollo de fuentes alternativas de energía incluyendo la producción de biocombustibles derivados de cultivos agrícolas y forestales para atender la creciente demanda de energía y reducir la dependencia a la importación de petróleo del país. Entre los cultivos que se manejan para la producción de biocombustibles, el sorgo azucarado (*Sorghum bicolor* L. Moench) debido a su rusticidad aparece como el más promisorio para adaptarse a las condiciones ambientales, edáficas y socio-económicas de la región este. La preferencia del sorgo respecto a otros cultivos energéticos esta basada en sus menores requerimientos de agua y N para producir biomasa, en su tolerancia a condiciones de stress hídrico y en su uso potencial alternativo como forraje en sistemas de producción animal (Geng et al., 1989; Mastrorilli, 1999). Por ejemplo, comparado con la caña de azúcar, el sorgo azucarado requiere 1/3 menos agua por kg de biomasa aérea producida. El sorgo es reconocido además como uno de los cultivos de mayor eficiencia de uso de la radiación interceptada (3.6 g de MS/MJ de la radiación fotosintética activa absorbida) (Woods, 2001). De acuerdo con este autor y a otros trabajos locales (Fariello, 1980; Siri com.pers.) el cultivo de sorgo azucarado en condiciones de secano tiene un potencial productivo, dependiendo de los materiales genéticos y las condiciones ambientales, de unos 35-70 Mg/ha de tallo en 100-120 días de crecimiento. Los jugos extraídos de los tallos de sorgo azucarado representan aproximadamente el 50% de su peso y son ricos en monosacáridos y disacáridos (glucosa, fructuosa y sacarosa) fácilmente fermentables para la obtención de alcohol etílico. La calidad del jugo extraído de los tallos se mide por el total de sólidos disueltos en el jugo (BRIX) y por la composición de esos sólidos, particularmente el contenido de sacarosa (POL) y de otros sólidos fermentables (Woods, 2001). Según este autor el potencial de producción de etanol del cultivo de sorgo azucarado sin irrigar ronda los 2000-3000 l/ha. Similares resultados son reportados por Fariello (1980) en ensayos en el sur del país y por Siri (com.pers.) en ensayos localizados en el litoral norte en 2005-2006.

A los efectos de estudiar la adaptación y comportamiento agronómico de algunos materiales de sorgo azucarado disponibles en el país a las condiciones agroclimáticas de la región este, en Diciembre de 2005 se instalaron algunas parcelas de observación y se realizaron 2 ensayos en la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres. El objetivo general fue cuantificar el efecto de prácticas de manejo de suelos como la

intensidad de uso, intensidad de laboreo y fertilización N sobre el comportamiento agronómico y productivo de algunos materiales de sorgo azucarado en Argisoles del Este.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante la zafra 2005-06 y se instalaron en la Unidad Experimental Palo a Pique, dentro del experimento de rotaciones de larga duración instalado en 1995. Tanto las fajas de observación como los 2 ensayos tuvieron un manejo pre y postsiembra común. El control de malezas empezó temprano en la primavera con una mezcla de tanque de 4.5 l/ha de glifosato (Rango[®]) + 0.2 l/ha de Hyspray + 0.3 l/ha de Dicamba 48% (Dombel[®]) el día 28/9/05 para desecar el raigrás y las malezas invernales. Para el control de malezas presiembra se aplicaron 3 l/ha de glifosato (Rango[®]) + 0.15 l/ha de Hyspray el 22/11/05 en combinación con 1 l/ha de Metolaclor (Dual Gold[®]) para el control de gramíneas en las primeras etapas del cultivo (*Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa sp.*). Posteriormente se aplicó 1.5 l/ha de Atrazina 90% (Gesaprim[®]) postemergente para el control de malezas de hoja ancha el 27/12/05. Todos los ensayos se sembraron el 12/12/05 con una sembradora de siembra directa a una distancia entre hileras de 40 cm y a una profundidad de 3 cm. La semilla para los trabajos fue donada por la empresa CALPROSE (cultivar Portela) y por los empresarios Alfonso Marques y Mazziotto (cultivar Topper y M81). Toda la semilla fue tratada con Imidacloprid 60% (Gavilan[®]) para protegerla de insectos del suelo a una dosis de 250 cc/100 kg semilla. La fertilización basal fue de 160 kg/ha de 15-30-15 (NPK), 45% al surco y 55 % al voleo en superficie. Se utilizó una sembradora de siembra directa (Semeato, Personale Drill) de cultivos de verano de 13 líneas de doble disco equipada con surcador guillotina.

ENSAYO 1:

El ensayo fue realizado sobre un experimento de intensidad de laboreo con agricultura continua de cultivos anuales (2/año) desde 1995.

El diseño estadístico correspondió a Bloques Completamente al Azar – Parcelas Divididas con 4 repeticiones.

Tratamientos:

1) Intensidad de Laboreo: a. Siembra Directa desde 1995 (SD); b. Laboreo Reducido desde 1995 (LR); c. Laboreo Convencional desde 1995 (LC); d. Siembra Directa desde 1999 sobre laboreo convencional desde 1995 (SDLC). Parcela Grande (10 x 40m).

2) Fertilización Nitrogenada: 0-50-100-150 kg de N/ha (16/1/06). Sub-parcela (10 x 10m).

El laboreo convencional consistió en 2 pasadas de excéntrica pesada y 2 pasadas de vibrocultivador. El laboreo reducido consistió en 2 pasadas de vibrocultivador superficial.

Variedad: "Portella" de CALPROSE a una densidad de siembra de 375.000 semillas/ha.

Historia de Chacra: Agricultura continua de cultivos anuales (2/año) desde 1995.

Cultivos antecesores: soja y raigrás en el verano e invierno previo respectivamente.

Determinaciones: número de plantas a la emergencia, N-NO₃ en el suelo a V10 (previo aplicación de N), altura del cultivo a la cosecha, número de tallos, peso de tallos limpios, número de panojas, peso de panojas, peso de hojas, materia seca total y por componentes, rendimiento de grano, producción de jugo estimado. La cosecha y evaluación de componentes de rendimiento se realizó cuando el cultivo se encontraba entre grano lechoso y pastoso a los 105 días postsiembra.

ENSAYO 2:

Diseño Estadístico: Bloques al Azar-Parcelas Divididas. 4 repeticiones.

Tratamientos:

- 1) 3 Variedades (M81, Topper, cedidas por A. Marques) y Portella (cedida por Calprose),
- 2) Fertilización Nitrogenada: 0-50-100-150 kg de N a V10 (19/1/06).

Densidad Siembra: 375.000 semillas/ha

Siembra directa sobre rastrojo de soja (04-05) y raigrás (05) en el verano e invierno previo respectivamente.

Historia de Chacra: Rotación, 2 años cultivos anuales y 2 años pradera en siembra directa desde 1995.

Análisis suelo: C orgánico: 19 g/kg; P: 9.2 µg/g (Bray I); K 21 meq/100g. pH: 5.5.

Determinaciones: número de plantas a la emergencia, N-NO₃ en el suelo a V12 (previo aplicación de N), altura del cultivo a la cosecha, número de tallos, peso de tallos limpios,

número de espigas, peso de espigas, peso de hojas, materia seca total y por componentes, rendimiento de grano, producción de jugo y calidad de jugo (BRIX – POL). La cosecha y evaluación de componentes de rendimiento se realizó cuando el cultivo se encontraba entre grano lechoso a pastoso, esto es a los 109 días postsiembra en el cultivar “Portella” y a los 120 días postsiembra en el Cultivar M81.

Las respuestas agronómicas y productivas en ambos ensayos fueron analizados mediante modelos mixtos (PROC MIXED en SAS) conteniendo efectos fijos y aleatorios (Littell et al., 1996). Los efectos de los tratamientos fueron considerados efectos fijos y los bloques y sus interacciones con los tratamientos como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1

No se encontraron diferencias en la implantación del cultivo entre los tratamientos de intensidades de laboreo, obteniéndose un promedio de 24.9 plantas/m² lo cual se considera un buen stand para el cultivo. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de materia seca de los distintos componentes del rendimiento, siendo en promedio 221 g/kg para los tallos, 152 g/kg para las hojas y 450 g/kg para las panojas. Debido a esto y a que la materia prima fundamental para la producción de alcohol a partir del sorgo azucarado son los tallos limpios y despanojados, la comparación de la producción de biomasa de los componentes de rendimiento (tallo, hoja y panoja) será presentado en base fresca.

Se encontraron efectos significativos de la intensidad de laboreo sobre la producción de biomasa de tallos, pero, contrariamente a lo esperado, no se detectaron efectos de la fertilización nitrogenada ni de su interacción con la intensidad de laboreo sobre esta variable (Cuadro 1). La biomasa de tallos en el tratamiento de siembra directa con uso previo en laboreo convencional (SDLC, 26.05 Mg/ha) fue 10 % inferior al promedio de los otros tres tratamientos. Adicionalmente se observó una tendencia a mayores rendimientos de tallos (6%) en las parcelas con siembra directa continua desde 1995 (SD, 29.78 Mg/ha) comparado con las parcelas en laboreo reducido ($P=0.11$).

Cuadro 1. Efecto de la Intensidad de laboreo durante 11 años y la Fertilización N sobre la producción de biomasa fresca de tallos de sorgo azucarado (limpios y despanojados) en la zafra 2005-2006 en un Argisol sometido a 11 años de agricultura forrajera continua.

	INTENSIDAD DE LABOREO			
	Laboreo Convencional	Laboreo Reducido	Siembra Directa	S. Dir.- Lab. Conv.
	Mg ha ⁻¹			
	28.74 a	28.02 a	29.78 a	26.05 b
Test de Efectos Fijos	<i>P</i> > <i>F</i>			
Intensidad Laboreo	<0.01			
Nitrógeno	0.33			
Intensidad Laboreo x Nitrógeno	0.40			

Valores seguidos por una misma letra dentro de la fila no difieren significativamente con un $P=0.05$. La Materia Seca de los tallos fue de 221 g/kg, sin diferencias entre tratamientos.

Estas diferencias en producción de biomasa de tallo entre tratamientos estuvieron explicadas en gran parte por las variaciones en el número de tallos por unidad de superficie (Fig. 1) ya que no se encontraron diferencias en el largo de los tallos entre tratamientos (1.8 m de promedio). El cultivo en siembra directa sobre 4 años de laboreo convencional tuvo un 11 % menos de tallos por unidad de superficie comparado con los otras intensidades de laboreo (22.8 tallos/m²).

La misma tendencia fue observada para la producción de biomasa foliar del cultivo, esto es, el tratamiento de siembra directa sobre laboreo convencional produjo un 9 % menos de biomasa foliar comparado con los otros tres tratamientos (11.38 Mg/ha). Tampoco se encontraron respuestas a la fertilización N y sus interacciones con la intensidad de laboreo sobre la biomasa foliar.

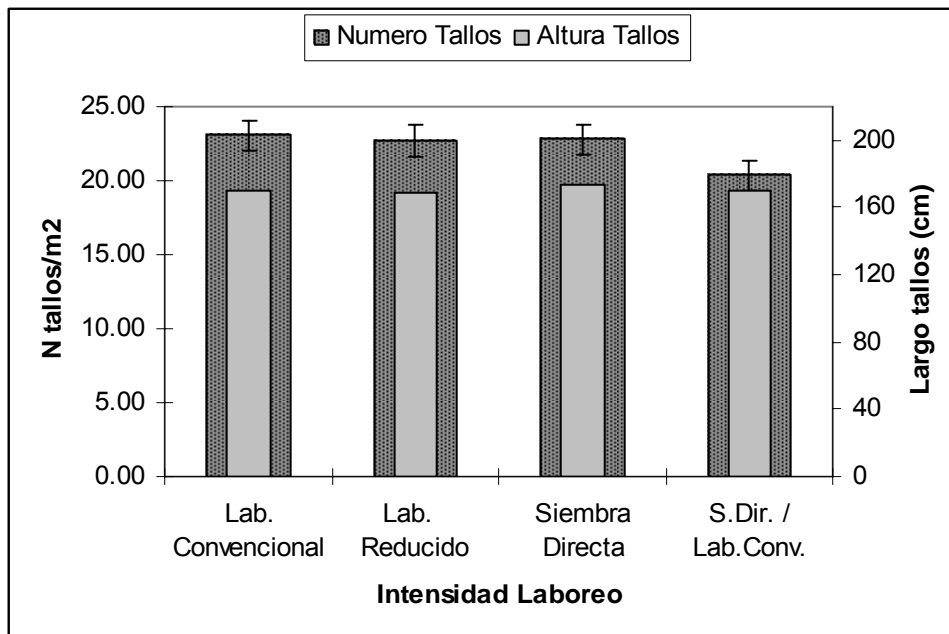


Fig. 1. Efecto de la Intensidad de laboreo (agricultura forrajera continua durante 11 años) sobre el número y el largo de tallos de sorgo azucarado (limpios y despanojados) en la zafra 2005-2006 en un Argisol. Las barras verticales indican la mínima diferencia significativa para la variable numero de tallos $P=0.05$.

La ausencia de respuesta de la producción de biomasa foliar y de tallos a la fertilización nitrogenada posiblemente esté asociada al contenido de $N-NO_3$ al momento de la siembra que superaba las 20 ppm en todos los tratamientos y en lo relativamente tarde que se aplicaron los tratamientos de nitrógeno en el ciclo de cultivo (V8-V10). La investigación nacional muestra que las probabilidades de respuesta a la fertilización nitrogenada en cultivos de verano son reducidas cuando los niveles de $N-NO_3$ en el suelo son superiores a 20 ppm. Por otro lado, la menor producción de biomasa en el tratamiento de siembra directa instalado sobre 4 años de laboreo convencional posiblemente esté asociado a la degradación de las propiedades físicas observadas en ese suelo durante la etapa de laboreo (Terra y García-Prechac, 2001) que no pudieron ser recuperadas a pesar de los 6 años posteriores en siembra directa. La menor producción de biomasa de tallo en el tratamiento de laboreo reducido comparado con el de siembra directa continua sugiere también mayores restricciones físicas asociadas posiblemente con la pérdida del

25% del C orgánico (0-5-cm) ocurrida en 10 años y a la compactación creada por el laboreo superficial (Terra y García-Prechac, 2001).

La biomasa acumulada en las panojas al estado de grano lechoso del cultivo fue afectada tanto por la intensidad de laboreo como por la fertilización nitrogenada (Fig. 2). Nuevamente el tratamiento de siembra directa sobre laboreo convencional tuvo 14% menos biomasa acumulada en las panojas comparado con las otras 3 intensidades de laboreo (11.65 Mg/ha). A diferencia de lo observado anteriormente con los otros componentes de rendimiento, en este caso si hubo respuesta al agregado de nitrógeno sobre la biomasa de panojas; sin embargo no hubo respuesta a la dosis. En este sentido, los tratamientos con agregado de nitrógeno a V8-V10 acumularon un 11% más de biomasa en las panojas comparados con el tratamiento sin nitrógeno (9.42Mg/ha). El número de panojas por unidad de superficie no fue afectado ni por la intensidad de laboreo ni por la fertilización nitrogenada, lo que sugiere que las diferencias de biomasa acumulada en las panojas entre los tratamientos se debe principalmente a efectos en el tamaño de estas últimas.

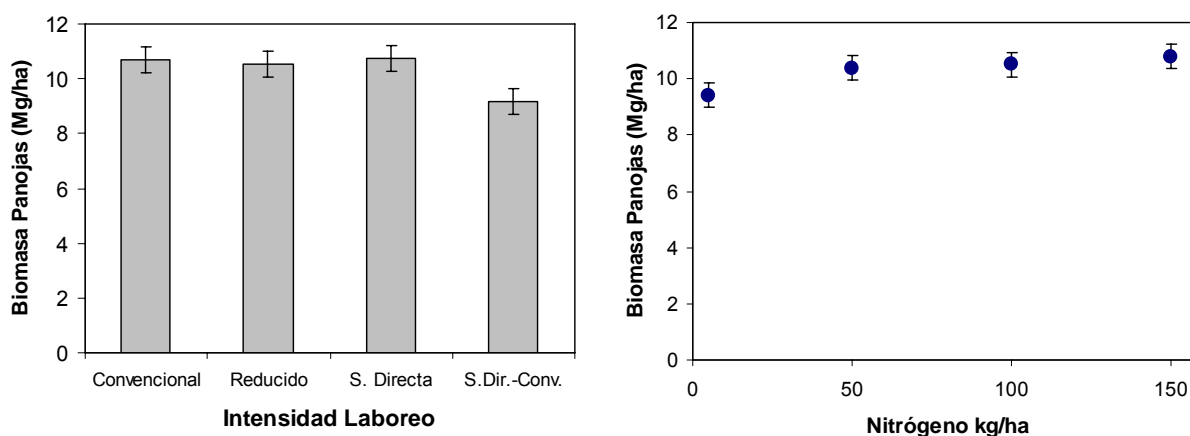


Fig. 2. Efecto de la Intensidad de laboreo (agricultura forrajera continua durante 11 años) y la Fertilización N sobre la producción de biomasa fresca de panojas de sorgo azucarado (450g/kg de MS) en la zafra 2005-2006 en un Argisol. Las barras verticales indican la mínima diferencia significativa para la variable numero de tallos P=0.05.

En promedio, la producción de materia seca total de la parte aérea del cultivo (Fig.3) fue afectada por la intensidad de laboreo ($P=0.003$) y en menor medida por el agregado de nitrógeno a V8-V10 ($P=0.09$). El cultivo sembrado en las parcelas de siembra directa con historia de laboreo convencional previo (SDLC) tuvieron una producción total de MS 11% inferior al promedio de los otros tratamientos (12.84 Mg/ha de MS).

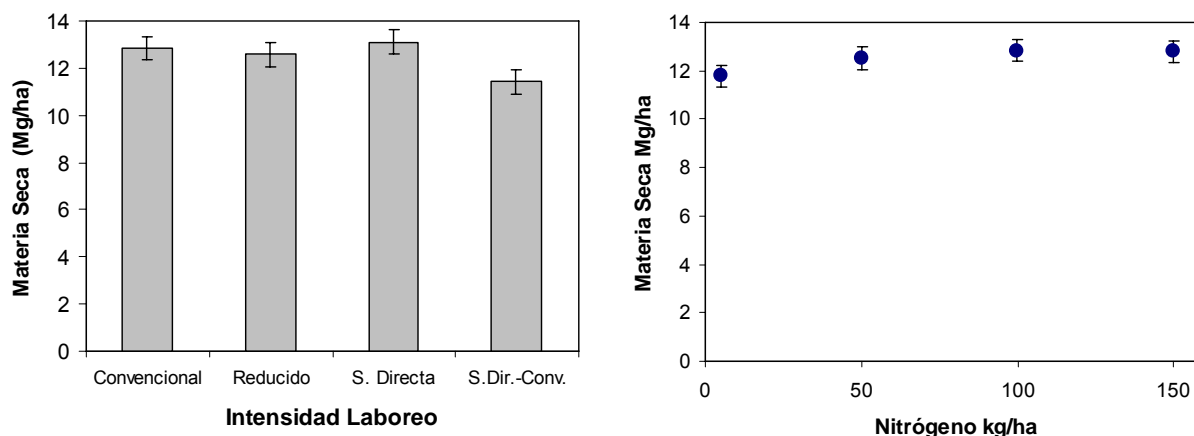


Fig. 3. Efecto de la Intensidad de laboreo (agricultura forrajera continua durante 11 años) y la Fertilización N sobre la producción de Materia Seca Total (tallos+hoja+panoja) de sorgo azucarado en la zafra 2005-2006 en un Argisol. Las barras verticales indican la mínima diferencia significativa para la variable número de tallos $P=0.05$.

A pesar de que el régimen hídrico y térmico durante la etapa vegetativa del cultivo cuando este es más susceptible (Mastrorilli, 1999) no fue limitante en nuestro ensayo, los niveles de producción de tallo observados en el mismo se encuentran en el límite inferior de lo usualmente reportado en la bibliografía para sorgos sacarígenos (Woods, 2001; Barbanti et al., 2006). Si bien lo anterior plantea dudas respecto al real potencial alcoholígeno del cultivar evaluado, el análisis de la partición de la materia seca entre los distintos componentes de rendimiento muestra que este cultivar puede ser considerado más bien como un material doble propósito, capaz de producir al mismo tiempo un rendimiento importante de grano. Trabajos conducidos por Barbanti et al. (2006) durante 3 años para un rango de fertilización nitrogenada similar a la utilizada en nuestro ensayo mostraron que los sorgos azucarados acumularon aproximadamente el 20% de la MS aérea en las hojas, el 75% en los tallos y menos del 5% en las panojas. Sin embargo el material evaluado en este ensayo acumuló el 14% de la MS en las hojas, solo el 50% en los tallos

y casi el 36% en las panojas lo que indica claramente que no se trata de un sorgo azucarado típico, sino claramente de un material doble propósito. De todas maneras, si consideramos un rendimiento promedio de jugo de 44% tal como el obtenido en el ensayo 2 para este mismo material estaríamos obteniendo un potencial de rendimiento de unos 12500 l/ha de jugo. Además, la cosecha de algunas panojas cuando éstas se encontraban con 20% de humedad, luego de terminado el ensayo, permitió estimar el potencial de rendimiento de grano obtenible con el material sembrado en el entorno de 10 Mg/ha (corregido al 14% de humedad), sin demasiadas diferencias entre tratamientos, lo que reafirma su potencial doble propósito. Lo otro interesante de destacar y que surge del ensayo es la adaptabilidad y estabilidad del sorgo a las condiciones extremas de calidad de suelo impuestas, resultantes de 11 años ininterrumpidos de intensidades de laboreo contrastantes en una secuencia de cultivos anuales continuos.

Ensayo 2

Se encontraron diferencias en la implantación entre los cultivares sembrados a causa de problemas de germinación y vigor de la semilla de los materiales Topper y M81 que no pudieron ser corregidas con un aumento en su densidad de siembra. Este problema determinó la eliminación del cultivar Topper de la evaluación. El material Portela tuvo 19.8 plantas /m², mientras el material M81 presentó 11.6 plantas/m². De todas maneras, el stand de plantas obtenido no aparece como limitante para la expresión de los potenciales de rendimiento de ambos materiales ya que el cultivar M81 se trata de un material más alto que el Portela por lo que requiere una menor población. Como consecuencia de las diferencias observadas entre los cultivares a la implantación, el número de tallos a la cosecha fue mayor en el cultivar Portela (19.3 plantas/m²) comparado con el cultivar M81 (15.1 plantas/m²). Sin embargo, los datos del número de tallos a cosecha muestran que el cultivar M81 compensó en parte su menor población a través del aumento del macollaje (1.3 tallos/planta), mientras que el cultivar Portela básicamente obtuvo un tallo por cada planta instalada.

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de materia seca de los tallos (225 g/kg) y hojas (154g/kg) entre tratamientos, pero sí se encontraron diferencias entre cultivares en el porcentaje de materia seca de las panojas (Portela, 497g/kg; M81,

448g/ka). Debido a esto, la producción de biomasa de tallos y hojas se expresa en base fresca y la de panojas y biomasa total se expresa en base seca.

La producción de biomasa de tallos fue afectado tanto por el cultivar utilizado como por la fertilización nitrogenada a V10 (Fig.4). El cultivar M81 produjo 121% mas biomasa de tallos que el cultivar Portela, alcanzando un promedio de 55.21 Mg/ha en el ensayo lo que demuestra su alto potencial productivo de la materia prima utilizada para la producción de etanol. Estos datos de productividad de tallos del cultivar M81 se encuentran dentro del rango mencionado normalmente en la bibliografía para los sorgos azucarados en condiciones de secano en otras partes del mundo y en Uruguay (Fariello, 1980; Mastroilli et al., 1999; Woods, 2001). Por otro lado, el cultivar M81 tuvo respuesta al agregado de nitrógeno pero no a la dosis, mientras el cultivar Portela no tuvo respuesta al nitrógeno. La diferencia de productividad de tallos entre ambos cultivares estuvo explicada básicamente por el largo de tallos, mientras el cultivar Portela alcanzó una altura de planta a cosecha de 1.8-m el cultivar M81 alcanzó 2.7-m de altura promedio que mas que compensó el menor numero de tallos/ha. El mayor potencial de rendimiento del cultivar M81 y por tanto los mayores requerimientos de nitrógeno posiblemente fueron la explicación de su respuesta a la fertilización nitrogenada en la producción de tallos.

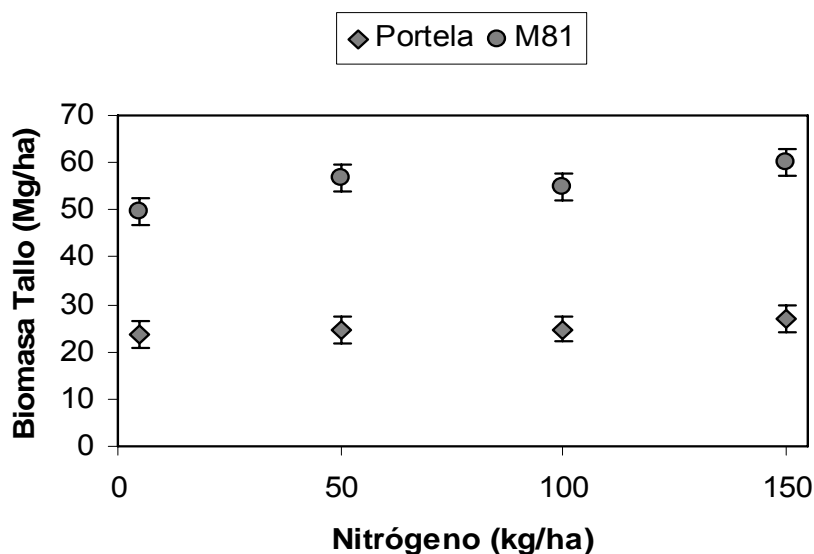


Fig. 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de tallos (limpios y despanojados) de 2 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2005-2006 en un Argisol sometido a 11 años de una rotación de cultivos forrajeros-pasturas. Las barras verticales indican la mínima diferencia significativa entre dosis de nitrógeno ($P=0.05$) en cada cultivar.

Al igual que lo observado para la producción de tallos, la biomasa foliar fue mayor en el cultivar M81 comparado con el cultivar Portela (Fig. 5). También en este caso la respuesta al agregado de nitrógeno en la producción de biomasa foliar fue observada solo en el cultivar M81.

Como era de esperar, la producción de materia seca en la panoja fue mayor en el cultivar Portela (5.24 Mg/ha) que en el cultivar M81 (3.60 Mg/ha), en parte debido al mayor número de panojas de Portela (17.8 panojas/m²) comparado con M81 (13.1 panojas/m²) como resultado del mayor stand de plantas obtenido, pero también debido a la diferente partición de la biomasa aérea entre ambos cultivares. Del total de biomasa producido por el cultivar Portela (12.30 Mg MS/ha) al estado de grano lechoso-pastoso, el 46% correspondió a la MS acumulada en los tallos, el 12% a la MS foliar y el 42% a MS acumulada en la panoja. Por el otro lado, la biomasa aérea total producida por el cultivar M81 (17.8 Mg MS/ha) al estado de grano lechoso-pastoso se acumuló un 70% en tallos, un 10% en hojas y un 20% en panojas.

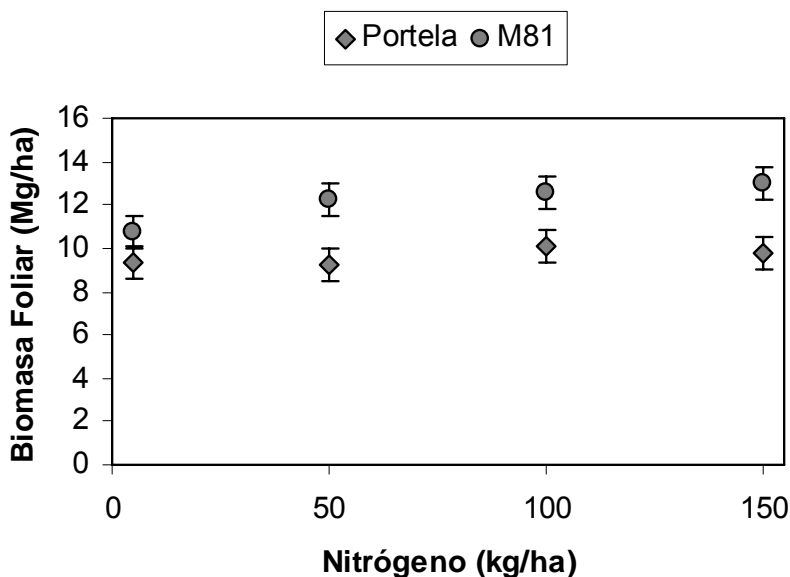


Fig. 5. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa foliar de 2 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2005-2006 en un Argisol sometido a 11 años de una rotación forrajera de cultivos anuales-pasturas. Las barras verticales indican la mínima diferencia significativa entre dosis de nitrógeno ($P=0.05$) en cada cultivar.

Finalmente, se encontraron importantes diferencias entre ambos cultivares en los parámetros de producción y calidad del jugo (Cuadro 2) pero no se constataron efectos de la aplicación de nitrógeno sobre los mismos parámetros. La información confirma las apreciaciones realizadas en el ensayo 1 respecto al limitado potencial productivo de tallos de Portela, sumado en este caso a un menor rendimiento de jugo (kg jugo/kg tallo) y a un menor porcentaje de sólidos disueltos en el jugo (BRIX), lo que lo ubica mas bien como un cultivar granífero o en todo caso doble propósito. Si bien M81 presentó mejores resultados productivos y cualitativos como material potencialmente utilizable en la producción de etanol comparado con Portela, la calidad del jugo extraída no alcanzó los estándares mínimos de calidad requeridos. A pesar de la buena productividad de jugo/ha del M81, la calidad del mismo, medida a través del BRIX y en el porcentaje de sacarosa (POL), esta por debajo de los estándares mínimos reportados por Woods (2001) (BRIX: 12% y POL: 9%). El contenido de sacarosa fue casi cero en el jugo extraído del cultivar Portela y menor al 3% en el cultivar M81. Posiblemente, el déficit hídrico asociado a las altas temperaturas ocurridas durante la segunda quincena de febrero y todo marzo, sean las

principales causas del bajo contenido de sólidos totales y sacarosa obtenidos en el ensayo. Es conocido que estos materiales ante situaciones de stress hídrico y térmico, movilizan reservas de los tallos para cubrir el déficit energético en otras partes de la planta.

Cuadro 2. Producción de biomasa total, biomasa de tallos, extracción de jugo y calidad del jugo (sólidos totales) de 2 cultivares de sorgo azucarado en la zafra 2005-2006 sembrados sobre un Argisol sometido a 11 años de una rotación forrajera cultivo-pastura.

	Cultivar	
	M81	Portela
Materia Seca Total (Mg/ha)	12.30 a	17.84 b
Biomasa Total (Mg/ha)	77.03 a	50.43 b
Biomasa Tallos (Mg/ha)	55.21 a	24.98 b
Jugo (%)	55.70 a	45.50 b
Extracción Jugo (Mg/ha)	30.75 a	11.37 b
Sólidos Disueltos "Brix" (%)	11.63 a	6.90 b

Valores seguidos por una misma letra dentro de la fila no difieren significativamente con un $P=0.05$.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos, principalmente en uno de los cultivares, indican que el sorgo azucarado aparece como una opción interesante a evaluar en los sistemas productivos de la zona. El cultivar Portela, a juzgar por su potencial de producción de biomasa, partición de la misma en la planta y cantidad y calidad de jugo obtenido no parece ser un sorgo azucarado típico; sin embargo su buena performance en suelos de diferente grado de degradación lo hacen un interesante material "doble propósito". De todas maneras, la información generada sugiere que sería necesario caracterizar mejor los materiales genéticos disponibles respecto a su potencial alcoholígeno. Los bajos índices de calidad del jugo obtenido en el M81 abre una interrogante sobre el impacto potencial de los déficit hídricos sobre los mismos considerando que estos son eventos comunes en estos suelos durante el verano en cultivos de alta productividad. No menos importante, tratándose de cultivos de alta extracción de biomasa y por tanto de nutrientes, es la necesidad de integrarlos a sistemas productivos con especial atención en la sostenibilidad del recurso suelo.

REFERENCIAS

- Barbanti, L., S. Grandi, A. Vecchi, and G. Venturi. 2006. Sweet and fibre sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), energy crops in the frame of environmental protection from excessive nitrogen loads. *European Journal of Agronomy*. 25:30-39.
- Fariello, R. 1980. Sorgo Azucarado como cultivo energético. In: *Agroenergía. Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. AIA. 10-12 Septiembre 1980.*
- Geng, S., F.J., Hill, S.S. Johnson, and R.N. Sah. 1989. Potential yields and on-farm ethanol production cost of corn, sweet sorghum, fodder beet and sugarbeet, *J. Agron. Crop. Sci.* 162:21-29.
- Mastrorilli, M., N. Katerji, and Gianfranco Rana. 1999. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. *European Journal of Agronomy*. 11:207-215.
- Terra, J., y F. García-Préchac. 2001. Siembra directa y rotaciones forrajeras en las lomadas del Este: Síntesis 1995-2000. INIA, Serie Técnica 125.
- Woods, J. 2001. The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa. *Energy for Sustainable Development*. Vol. V, N1.