

## HÍBRIDOS DE SORGO AZUCARADO SELECCIONADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DE 1ª GENERACIÓN EN EL NOROESTE ARGENTINO.

Casen, S.; Medina, M.; Fernández Gonzalez, P.; Sanchez Ducca, A.; De Boeck, G y Romero, E.  
Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes Av. W. Cross 3150. Las Talitas, Tucumán - Argentina.  
E-mail: agronomia@eeaoc.org.ar

### ABSTRACT

Sweet sorghum is a crop characterized by his high biomass volume, as a potential raw material for bioethanol and suitable for its implantation in areas of low rainfall. This crop can be used as a complementary for bioethanol production in the sugar and alcohol industry. Currently, there are three sweet sorghum hybrids selected by their good agronomic and industrial characteristics with a stable behavior during the evaluated campaigns (2009/2010 and 2010/2011). The results demonstrate a soluble solids level between 15 and 19 (° Brix) in a period of 15 to 25 days, besides presenting juice extraction of about 70% in all cases and the fiber content were between 12 and 13 (%).

**Palabras Claves:** Sorgo azucarado, potencial energético, sólidos solubles

**Keys words:** Sweet sorghum, energy potential, soluble solids

### INTRODUCCIÓN

El bioetanol a partir de sorgo azucarado, producido con eficiencia y sostenibilidad, es capaz de satisfacer las demandas urgentes de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire y competir en precio con las energías convencionales (Cárdenas, *et al.*, 2007).

El cultivo de sorgo azucarado se caracteriza por tratarse de un cultivo adecuado para ser implantado en áreas de baja precipitación (Mazziotto, *et al.*, 2005) y además por su un gran potencial energético, puede ser utilizado como una alternativa complementaria en la producción de bioetanol en la industria sucro-alcoholera de la caña de azúcar, permitiendo ampliar así el abastecimiento de materia prima en los meses previos a la zafra (Romero, *et al.*, 2010). En este contexto, resulta de gran importancia la búsqueda continua de nuevos materiales de sorgo azucarado que aseguren la disponibilidad de materia prima con aptitudes alcoholígenas para el sector industrial.

El objetivo de este trabajo es presentar los materiales comerciales de sorgo azucarado preseleccionados por la EEAOC por sus características agronómicas y de calidad potencialmente útiles para la producción de alcohol de 1ª generación en Tucumán.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en Tucumán y Salta durante las campañas 2009/2010 y 2010/2011. En Tucumán, se trabajó en la localidad de Los Gómez (Leales) ubicado en la región agroecológica de la Llanura Deprimida-Salina. La precipitación promedio en las dos campañas fue de 625,4 mm. En Salta, los ensayos se establecieron en el Departamento Orán, ubicado en la región fitogeográfica de la Selva Tucumano Oranense y con una precipitación promedio de 478,2 mm.

Durante la campaña 2009-2010 se evaluaron 27 materiales pertenecientes a las empresas semilleras Argenetics, Advanta y SWS. Mientras que en la campaña 2010-2011 se trabajó con 34 híbridos provistos por cinco semilleros Argenetics, Advanta, SWS, Satus Ager y Tobin. En ambas campañas se empleó como testigo a la variedad Theis con características agronómicas y de calidad conocidas.

La selección de los materiales se llevó a cabo en dos etapas: en la primera se trabajó en microparcels, con el objetivo de evaluar la aptitud potencial para la producción de bioetanol de primera generación. La segunda etapa, se realizó al siguiente año y se trabajó en macroparcels con los híbridos preseleccionados en la etapa anterior, con la finalidad de verificar el comportamiento de los criterios agronómicos y de calidad industrial. A su vez, se evaluó adaptación al manejo agronómico y fitosanitario (densidades de siembra, control de malezas, fertilización y cosecha integral, etc.). Los criterios agronómicos determinados entre los Técnicos de la EEAOC y de los Semilleros participantes fueron: Peso de tallo individual por híbridos (g); Rendimiento cultural: toneladas de tallos molibles por hectárea (t/ha); Determinación de vuelco: tolerante (más 90 % del cultivo en pie), resistente (70 % del cultivo en pie) y susceptible (menos

del 50% del cultivo en pie); Comportamiento sanitario: 0: Excelente; 1: Muy bueno; 2: Bueno; 3: Regular; 4: Malo y 5: Muy malo.

Previo a la siembra se realizó un análisis de poder germinativo con resultados superior al 85%. Las microparcels fueron sembradas con una sembradora manual de precisión a una distancia de 0,5 m entre líneas y estuvieron constituidas por 4 líneas de 10 m de largo, con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones.

Las macroparcels se sembraron con una sembradora mecánica en parcelas de 10 líneas de 50 m de largo y con un diseño experimental de parcelas pareadas. Las siembras en Leales se realizaron en la segunda quincena de Diciembre, y en Orán en la primera quincena de Enero.

El manejo agronómico tanto en las microparcels, como en las macroparcels fue similar. Tanto en las microparcels como en las macroparcels, se realizó el seguimiento fenológico y fitosanitario y las correspondientes evaluaciones de altura, diámetro y número de hojas, a los 30, 60 y 90 días a partir de la siembra.

Las lecturas de Brix a campo se efectuaron a partir de los 90 días desde la siembra y hasta la madurez fisiológica del grano, con una frecuencia de 10 días entre lecturas. Asimismo se estudió para cada híbrido el mantenimiento del máximo contenido de sólidos solubles durante los días de cosecha (Período de cosecha).

En laboratorio, solo se procesaron los materiales con Brix superior a 15. Las muestras estuvieron constituidas por 10 tallos pelados manualmente y despanojados, los mismos fueron desfibrados y prensados para su posterior análisis de caracterización:

En jugo:

Brix: cantidad de sólidos solubles totales contenido en el jugo de extracción (%); ART: cantidad de azúcares fermentescibles (fructosa, glucosa y sacarosa) y no fermentescibles contenido en el jugo (%).

En bagazo:

Fibra: cantidad de fibra (kg) por kg de sorgo (%); Extracción de jugo: cantidad de jugo extraído (kg) por kg de material procesado (%).

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las características generales de los materiales ensayados en ambas provincias.

**Tabla 1. Características generales de los materiales ensayados en Tucumán y Salta durante las campañas 2009-2010 y 2010-2011.**

Híbridos	Tipo de material	Ciclo (días)	Vuelco	Brix máx a mad. fisiológica (%)	Período de cosecha (días)
<b>Argensil 165 Bio (Argenetics)</b>	<b>Silero Azucarado</b>	<b>90</b>	<b>tolerante</b>	<b>17-19</b>	<b>20-25</b>
<b>AMF 543 (SWS)</b>	<b>Silero</b>	<b>110</b>	<b>resistente</b>	<b>16-18</b>	<b>20-25</b>
<b>Sugar Grazer (Advanta)</b>	<b>Silero</b>	<b>110</b>	<b>resistente</b>	<b>15-18</b>	<b>15-20</b>
<b>Theis (variedad)</b>	<b>Silero</b>	<b>120</b>	<b>tolerante</b>	<b>16-19</b>	<b>15-20</b>

Del total de los híbridos evaluados, se preseleccionaron tres materiales azucarados, los cuales difieren entre sí por sus características genotípicas, ciclo del cultivo y Brix alcanzados durante la etapa de maduración.

Para determinar la composición vegetativa de los híbridos preseleccionados, se tomó una muestra de 10 tallos corridos por parcela, separando y pesando los tallos molibles, las hojas y las panojas.

En la Tabla 2 se presentan los valores promedios obtenidos de tallos, hojas y panojas en los dos Dptos evaluados.

**Tabla 2. Composición vegetativa de los híbridos evaluados.**

Híbridos	% Tallos	% Hojas	% Panoja
<b>Argensil 165 Bio</b>	<b>65</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>AMF 543</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>Sugar grazer</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

Se observó que Argensil 165 Bio presentó entre 10% y 13% menos de tallos molibles que AMF 543 y Sugar Grazer. Se observa que los tres híbridos evaluados presentaron similar porcentajes de hojas.

En las Tablas 3 y 4 se muestran los rangos de los componentes de producción obtenidos en las microparcelas, durante las dos últimas campañas en Leales y Orán respectivamente.

**Tabla 3. Rangos de los componentes de producción de los híbridos preseleccionados en microparcelas. Campañas 2009-2010 y 2010-2011. Leales (Tucumán).**

Híbridos	Peso Tallo molible (kg)	Prod. de Tallos molibles (t/ha)	Brix máx a mad. fisiológica (%)	ART(%) lab. a cosecha
<b>Argensil 165 Bio</b>	<b>0,35-0,44</b>	<b>47-50</b>	<b>17-19</b>	<b>15-17</b>
<b>AMF 543</b>	<b>0,45-0,50</b>	<b>61-69</b>	<b>16-18</b>	<b>14-16</b>
<b>Sugar Grazer</b>	<b>0,40-0,50</b>	<b>54-57</b>	<b>15-17</b>	<b>13-17</b>

**Tabla 4. Rangos de los componentes de producción de los híbridos pre-seleccionados en microparcelas. Campañas 2009-2010 y 2010-2011. Orán (Salta).**

Híbridos	Peso Tallo molible (kg)	Prod. de Tallos molibles (t/ha)	Brix máx a mad. fisiológica (%)	ART(%) lab. a cosecha
<b>Argensil 165 Bio</b>	<b>0,40-0,44</b>	<b>45-52</b>	<b>17-19</b>	<b>15-17</b>
<b>AMF 543</b>	<b>0,45-0,50</b>	<b>60-68</b>	<b>17-18</b>	<b>15-16</b>
<b>Sugar Grazer</b>	<b>0,4-0,45</b>	<b>55-62</b>	<b>15-17</b>	<b>13-15</b>

Ambas tablas muestran el comportamiento estable de los tres híbridos en los componentes evaluados.

En las microparcelas implantadas en Leales, los valores promedios de ART estuvieron entre 13% y 17%, los cuales se mantuvieron por un período mayor a 20 días y con rendimiento de tallos limpios (molibles) entre 47 y 69 t/ha. En Orán, los valores promedio de ART estuvieron entre los 13% y 17% y el rendimiento de tallos molibles entre 45 y 68 t/ha. Los valores de ART se mantuvieron en jugo el mismo tiempo que en Leales.

En la Tabla 5 se observan los resultados en macroparcelas de los híbridos preseleccionados durante la campaña 2010-2011 en el Dpto Leales.

**Tabla 5. Producción en macroparcelas de los híbridos seleccionados. Campaña 2010 - 2011. Leales (Tucumán).**

Híbridos	Peso Tallo molible (kg)	Prod. de Tallos molibles (t/ha)	Brix máx a mad. fisiológica (%)	ART(% lab. a cosecha)
<b>Argensil 165 Bio</b>	<b>0,40</b>	<b>50</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
<b>AMF 543</b>	<b>0,50</b>	<b>59</b>	<b>18</b>	<b>16</b>
<b>Sugar Grazer</b>	<b>0,40</b>	<b>55</b>	<b>15</b>	<b>13</b>

En Leales los materiales evaluados en macroparcelas presentaron un comportamiento similar con respecto a los resultados agronómicos y de calidad obtenidos en las microparcelas de Tucumán y Salta. En Orán, debido a problemas de anegamiento en el lote no se pudo realizar la evaluación final en macroparcelas.

En la Figura 1 se presenta el mantenimiento de Brix de laboratorio durante el período de cosecha comprendido entre el 5 de abril y el 10 de mayo de 2011, de los tres híbridos preseleccionados y la variedad utilizada como testigo. Se observa que Argensil 165 Bio mantiene los valores de Brix% máximos hasta Mayo, mientras que Sugar Grazer y Theis hasta fines de Abril. En el caso del híbrido AMF 543 la maduración tuvo una tendencia a seguir incrementando los valores %Brix, alcanzando el Brix máximo el 10 de Mayo.

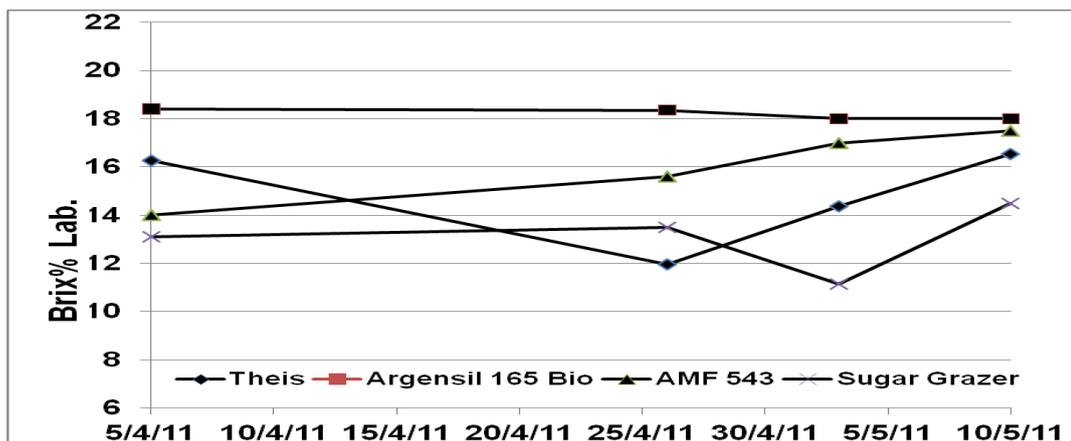


Figura 1: Mantenimiento de Brix de laboratorio en macroparcelas de los materiales evaluados. Leales. Campaña 2010-2011.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de laboratorio de los parámetros de calidad de los híbridos seleccionados.

Tabla 6. Resultados de laboratorio, parámetros de calidad en los híbridos seleccionados. Campaña 2010-2011. Leales (Tucumán).

Híbridos	Brix (%)	ART (g/100ml)	Fibra (% tallo)	Extracción (Kg jugo/kg tallo)	Cenizas en jugo (ppm)
Argensil 165 Bio	18	17	13	70	1,4
AMF 543	18	16	12	67	1,5
Sugar Grazer	16	14	13	69	1,4

Los resultados demostraron que los materiales evaluados tuvieron un comportamiento similar en los parámetros de calidad evaluados. Desde el punto de vista industrial para una eficiente producción de alcohol de primera generación, es importante obtener una extracción de jugo superior a 60%, ART % superior a 13 y un contenido de fibra superior a 10%

### CONCLUSIONES

De un total de 27 materiales evaluados en la campaña 2009-2010 y de 34 durante la campaña 2010-2011, la EEAOC preseleccionó tres híbridos de sorgo azucarado con potencial agronómico y alcoholígeno para ser utilizados en las destilerías para la producción de bioetanol a partir de jugo directo.

En los tres híbridos azucarados, se observó un comportamiento estable en los ensayos de microparcelas y macroparcelas durante las campañas mencionadas.

Los resultados de laboratorio mostraron que los híbridos preseleccionados mantuvieron un porcentaje de sólidos solubles en jugos (° Brix) superior a 15 durante un período de 15 a 25 días.

### Bibliografía citada

- Romero, E. R.; G. Cárdenas; J. Scandaliaris y S. Casen. 2010a. Aprovechamiento bioenergético integral de la caña de azúcar y sorgo azucarado en el NOA. Importancia y perspectivas. Avance Agroind. 31 (3): 19-25.
- Cárdenas, G. J.; O. Diez y E. Quaia. 2007. Bioetanol: un combustible con posibilidades productivas en Tucumán. Avance Agroind. 28 (1): 9-11.
- Mazziotto, J. 2005. Agroecología y biocombustibles, herramientas para el desarrollo. Editorial Hemisferio Sur. Cap. V: 185 - 236. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo-Uruguay
- Romero, E. R.; Cárdenas, G.; Ruiz, M.; Casen, S.; Fernández González, P.; Sánchez Ducca, A; Silvia Zossi, S; De Boeck, G.; Gusils, C; Tonatto, J.; Medina, M; Caro, R., y Scandaliaris, J.; 2012. Integración del sorgo azucarado a la cadena de aprovechamiento bioenergético de la caña de azúcar en Tucumán, R. Argentina . Avance Agroindustrial. En Prensa