

# CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL HÍBRIDO DE SORGO AZUCARADO ARGENSIL 165 BIO DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE 1ª GENERACIÓN

Sánchez Ducca, A.; Romero, E. R.; Casen, S. D.; Fernández González, P. E. y Medina, María M.

Sección Caña de Azúcar – Subprograma Cultivos Energéticos. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres Av. W. Cross 3150, Las Talitas, Tucumán – Argentina. asanchezducca@eeaoc.org.ar.

## Abstract

The study of growth and development, associated with the phenological events for sweet sorghum, are an important tool to adjust their management in the field and provide the necessary information to determine the optimum period for harvest and processing. In this work was characterized the growth and development of Bio 165 Argensil, a sweet sorghum hybrid for the production of first generation bioethanol. Growth and development parameters were measured (height, leaf number, tillering, brix in juice stem). Growth and sugar accumulation rates were identified throughout its cycle, noticing that the highest growth and sugar accumulation rates occur at 8-10 leaves and flowering stages, respectively. Its maximum height was 2,30 m and yield 50.4 t / ha. Minimum Brix levels required for harvest were reached from the hard dough stage, and the harvest period remained at least for 30 days.

Palabras Claves: sweet sorghum, growth, development, °Brix, harvest.

## Introducción

El desarrollo de un país esta estrechamente ligado a la energía con la que pueda contar para desarrollar sus actividades productivas, de transporte y de construcción de infraestructura, entre otras necesidades de la vida moderna (Cárdenas, 2011). Por esta razón, la investigación y desarrollo de fuentes renovables de energía resulta sumamente importante.

En este marco, el Proyecto Cultivos Energéticos de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) en interacción con empresas, criaderos y semilleros de sorgo vienen trabajando desde el año 2006 en la selección de híbridos de sorgos azucarados aptos para la producción de bioetanol.

El estudio del crecimiento y desarrollo asociado a los eventos fenológicos, constituyen una herramienta importante para ajustar su manejo a campo y aportar información necesaria para determinar el periodo óptimo de cosecha.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el crecimiento y desarrollo del Argensil 165 Bio. El mismo fue seleccionado por sus características alcoholigenas en las campañas 2009-2010 y 2010-2011.

## Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el campo experimental de la EEAOC, ubicado en la localidad de Las Talitas, Departamento Tafí Viejo, 26° 48' S y 65° 12' O, altitud 481 msnm. Las Talitas pertenece a la región agroecológica de la Llanura Chaco Pampeana Subhúmeda-húmeda, los suelos son Argiudoles típicos y con una precipitación media anual de 1.073 mm. Las condiciones ambientales que reinaron durante el desarrollo del ensayo, se muestran en la Figura 1. La precipitación acumulada desde la siembra hasta los 90 días después de siembra fue de 285 mm, a los que se adicionaron 72 mm hasta la cosecha.

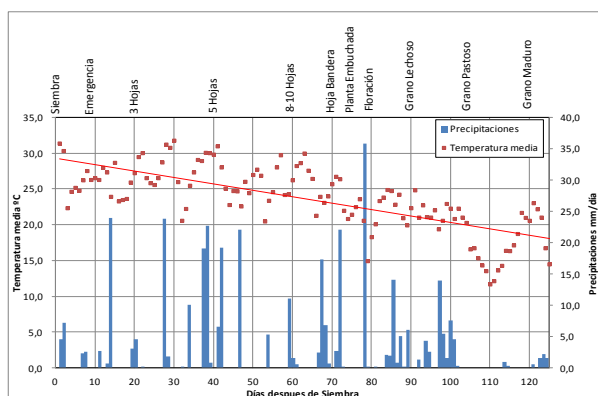


Figura 1. Condiciones ambientales durante el ensayo, temperatura media, precipitaciones.

La siembra se realizó el 9 de enero de 2012, con una sembradora manual, 12 semillas/metro, logrando un población final de 140000 plantas/ha. El ensayo se estableció en un lote de 20 líneas de 20 m de largo, distanciadas cada 50 cm. El diseño utilizado fue totalmente aleatorizado con 3 réplicas, de 3 surcos de 3 metros de largo cada uno. En el surco central se individualizaron 10 plantas sucesivas, las cuales fueron evaluadas individualmente para variables no destructivas y el resto del material sembrado se utilizó para medir variables destructivas.

Las variables evaluadas se clasifican en:

De Crecimiento (Variables no destructivas): se midió la altura del tallo desde el suelo hasta la hoja +1, se determinó el número de hojas verdes expandidas/tallo y el de macollos/planta.

De Calidad (Variables destructivas): se determinó la dinámica de la maduración mediante la evolución del contenido de sólidos solubles totales ( $^{\circ}$ Brix), tomando 10 tallos por muestreo. Esta variable fue medida con un refractómetro digital a partir del jugo obtenido del entrenudo central de los tallos. Esta es una metodología rápida y precisa para conocer el nivel promedio de sólidos solubles del jugo de una planta (Tsuchihashi, 2004; Romero *et al.*, 2010).

Las evaluaciones se realizaron cada 7-10 días y fueron complementadas con observaciones fenológicas.

La metodología empleada para el procesamiento de la información fue la de ajustes a funciones de crecimiento propuestas por Gan *et al.* (1992) y por Romero (2002). Se trabajó con el programa Jandel Scientific TblCurve 3.1 (1992) AINS Software. Para el ajuste de crecimiento en altura, evolución de los sólidos solubles totales y la aparición de hojas se utilizó un modelo llamado exponencial simple que es una función sigmoidea simétrica, cuya expresión matemática es la siguiente:  $Y: A / [1 + \text{EXP} (B - C * X)]$ , donde A corresponde a la asíntota (valor máximo), B al coeficiente y C a la tasa media.

Para el macollaje se usó la siguiente ecuación:  $y = a + b / \ln x$

## Resultados

En la Figura 2 se puede observar que el crecimiento en altura tiene un diseño sigmoide típico, con una tasa de crecimiento lenta hasta la fenofase de 5 hojas, donde se inicia el periodo de gran crecimiento. La máxima tasa de crecimiento se registra en la fase de 8-10 hojas, lo cual coincide con estudios previos realizados con la variedad Topper 76-6 (Sanchez Ducca *et al.*, 2010), en ese punto este híbrido tuvo un ritmo máximo de crecimiento de 8,4 cm/día. Luego, se produce una disminución progresiva de la tasa de crecimiento, asociada a la ocurrencia del periodo reproductivo. El cultivo alcanzó una altura final de 2,30 m, con un rendimiento cultural de tallos molibles de 50,4 t/ha.

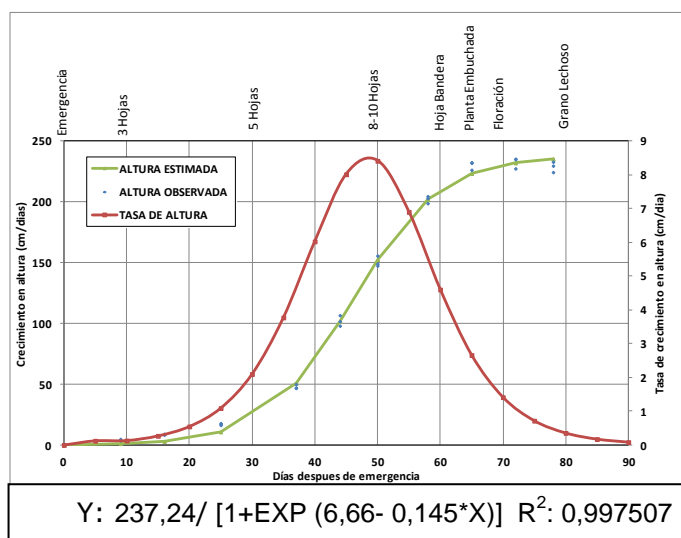
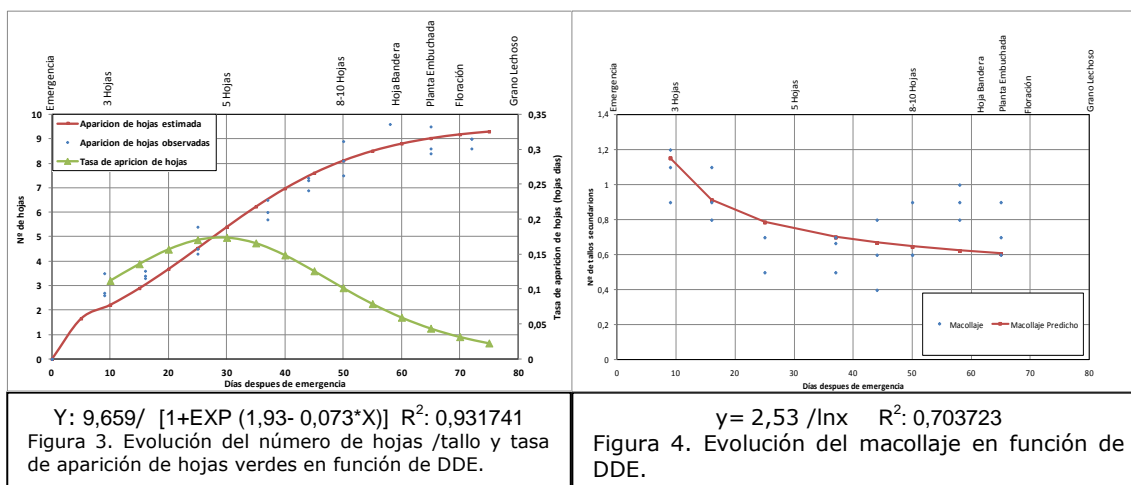


Figura 2. Evolución del crecimiento en altura y su tasa de crecimiento del Híbrido Argensil 165 Bio, en función de los días después de emergencia (DDE).

En la Figura 3 se presenta la evolución del número de hojas verdes/tallo y la tasa de aparición de hojas, se observan las mayores tasas en la fenofase de 5 hojas. A partir de la inducción floral se detiene la aparición de hojas pero se mantiene un número de hojas verdes que permite que se efectúe el llenado de los tallos.

La dinámica de macollaje, se presenta en la Figura 4. Puede observarse que el nivel fue bajo, presentando 1,1 macollos por planta en la fase 3 hojas y disminuyendo hasta estabilizarse al final del ciclo, en 0,6 macollos por planta.



El estudio del comportamiento de Brix involucra la curva de maduración de los tallos, lo cual es fundamental conocer para determinar el momento de la cosecha.

En la figura 5 se presenta la curva de acumulación de °Brix en jugo, la que también tiene un diseño sigmoide: muestra un inicio retrasado respecto del crecimiento en altura y luego se mantiene elevado hasta el final del ciclo. La tasa máxima de acumulación de °Brix se registra entre las fenofases de hoja bandera y grano lechoso. Los niveles mínimos de °Brix necesarios para su industrialización son alcanzados a partir de la fase grano pastoso, permitiendo un periodo de cosecha de al menos 30 días. Tanto la máxima tasa de deposición de azúcares como el inicio del periodo de cosecha, coinciden con los descriptos para la variedad Topper 76-6 (Sanchez Ducca *et al*, 2010).

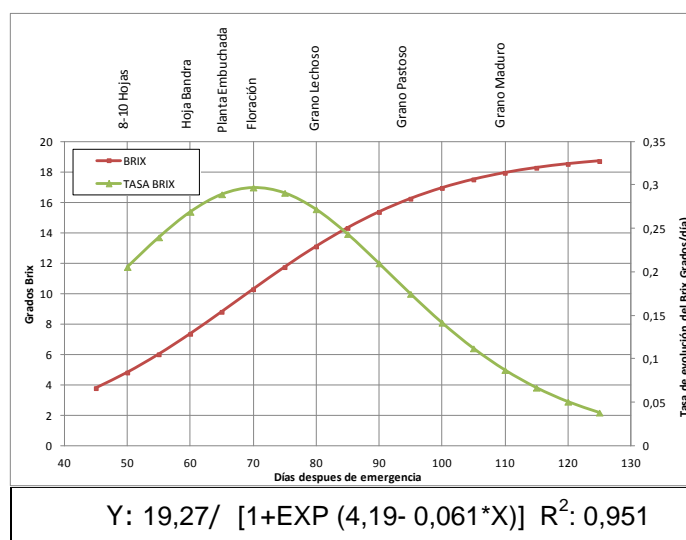


Figura 5. Evolución y tasa de los sólidos solubles totales (°Brix) en tallo en función de los días después de emergencia, del híbrido de sorgo Argensil 165 Bio.

En la Figura 6 se comparan las tasas de crecimiento en altura y maduración de los tallos. Se destaca que el inicio del incremento de Brix ocurre simultáneamente con la disminución de crecimiento en altura y el inicio del periodo reproductivo, en coincidencia a lo determinado por Dolciotti *et al.*, 1996. Las máximas tasas de Brix se registran asociadas con la reducción y detención del crecimiento en altura. Además, la acumulación de azúcares se mantiene, aunque en forma decreciente, hasta la cosecha, lo cual permite explicar el amplio periodo de cosecha característico de este material.

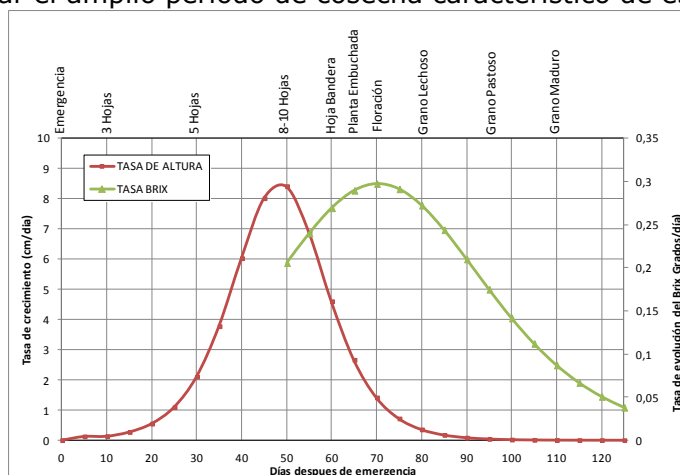


Figura 6. Tasas de crecimiento y acumulación de azúcares solubles en tallo del híbrido Argensil 165 Bio, en función de los días después de emergencia.

### Conclusiones

El híbrido Argensil 165 Bio registró la máxima tasa de crecimiento en altura en el periodo vegetativo, entre las fenofases 5 Hojas y Hoja bandera. Su altura final alcanzada fue de 2,30 m en la fase de Planta embuchada, con un rendimiento estimado de 50,4 t/ha (a los 125 DDE).

La acumulación de °Brix se inicia cuando comienza a disminuir la tasa de crecimiento y alcanza su máxima tasa en coincidencia con la detención del crecimiento. Mantiene entre 8 y 10 hojas verdes desde la fase Hoja bandera hasta el final del ciclo, logrando niveles de °Brix superiores a 18.

Argensil 165 Bio es un híbrido precoz, que alcanzó los 16°Brix en tallos a los 95 DDE (fenofase grano pastoso) y lo mantuvo por encima de ese valor hasta el final de su ciclo, lo que permitiría un periodo de cosecha de al menos 30 días.

### Bibliografía:

- Gan, Y.; Stobbe, E.H. and Moes, J.** 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Sci* N° 32: 1275-1281.
- Cardenas, Geronimo.** 2011. Matriz energética argentina . Situación actual y posibilidades de diversificación. *Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario*. Edición N 1514, pp 32-36.
- Dolciotti, Ivano;** Mambelli, Stefania; Grandi, Silvia; Venturi, Gianpietro. 1998. Comparison of two Sorghum genotypes for sugar and fiber Production. *Industrial Crops and Products* 7 265-272.
- Romero, E.** 2002. Dinámica de la brotación, emergencia y crecimiento inicial de la caña de azúcar. Efecto del genotipo, factores ambientales y manejo. Tesis para optar al grado de Doctor en Agronomía. FAZ. UNT. pp. 203.
- Romero E. R.;** De Boeck G.; Casen S.; Ruiz R. M.; Sanchez Ducca A.; Fernandez Gonzalez P.; Zossi S.; Cárdenas G. 2010. Correlación entre brix de campo y azúcares fermentescibles para sorgo azucarado. IX Congreso Nacional de Maíz y Simposio de Sorgo. Libro de resúmenes pp 439-441.
- Sánchez Ducca, A.;** Casen, S. D.; Fernández González, P. E.; Tonatto, J.; Romero, E. 2010. Caracterización fenológica del sorgo azucarado destinado a la producción de bioetanol de 1ª generación. IX Congreso Nacional de Maíz y Simposio de Sorgo. Libro de resúmenes pp 439-441.
- TSUCHIHASHI, Naoyuki.** 2004. Cultivation of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and Determination of its Harvest Time to Make Use as the Raw Material for Fermentation, Practiced during Rainy Season in Dry Land of Indonesia. *Plant Prod Sci*. VOL.7; NO.4; pp 442-448.
- Vanderlip, R.L. and H.E. Reeves.** 1972. Growth Stages of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) *Agron. J.* 64:13-16.