

DINÁMICA DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CUATRO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* sp.): ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y AZUCAREROS

María A. Blanco[✉], Janetsy Borroto, J. L. Golles, Yanelys Capdesuñer, Arley Cervantes, S. Rodríguez, Maribel Rivas y H. Peralta

ABSTRACT. A field experiment was carried out at the areas of Ciego de Avila Sugarcane Research Station. A randomized block design was employed with four treatments (sugarcane varieties: C1051-73, CP52-43, C323-68 and My5514) and four repetitions. Biomass, leaf area, fresh weight, juice brix, juice pol and juice purity were evaluated. Results showed that tested varieties had very similar maturation. The two varieties with the best behavior were C1051-73 and C323-68 whereas the worst one was CP52-43. My5514 (a nonsugar variety caused by its high content of fiber and small amount of millable stalks) had an intermediate position. No significant differences were recorded among juice quality-characterizing variables. The most efficient variety was C1051-73 and the least efficient My5514, but without significant differences.

Key words: sugarcane, plant physiology, maturation, sugarcane juice, quality

RESUMEN. El trabajo se realizó mediante un experimento de campo en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Ciego de Avila. El diseño empleado fue un bloque al azar, el cual contó con cuatro tratamientos (las variedades de caña de azúcar C1051-73, CP52-43, C323-68 y My5514) y cuatro repeticiones. Se analizaron la biomasa, el área foliar, la masa fresca, el brix del jugo, pol y pureza. Los resultados indicaron que las variedades estudiadas fueron muy similares en la maduración, aunque las de mejor comportamiento azucarero fueron C1051-73 y C323-68 y la peor CP52-43. La My5514 (variedad no azucarera por su alto contenido en fibra y el menor número de tallos molibles) ocupó una posición intermedia. No se encontraron diferencias significativas de las variables que caracterizan la calidad del jugo. En el indicador de eficiencia, la variedad C1051-73 fue la más eficiente y My5514 la menos, aunque sin diferencias significativas.

Palabras clave: caña de azúcar, fisiología vegetal, maduración, jugo de caña de azúcar, calidad

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum*, sp.) es una gramínea C_4 que crece predominantemente en regiones tropicales y subtropicales para la producción de sacarosa (1). El 70 % de la caña de azúcar se cultiva en países en desarrollo, entre los cuales se encuentra Cuba. Alrededor de dos billones de toneladas de azúcar se producen anualmente, en un área de 18 millones de hectáreas de más de 80 países productores (2). Sin embargo, la producción azucarera de Cuba en 1998 llegó solamente a 3.2 millones de toneladas, como resultado de condiciones climatológicas, deficiencias en la organización, falta de materiales críticos y recursos financieros (3). La producción de azúcar alcanzó 3 530 millones de toneladas en la zafra 2000-2001, con una disminución de 530 millo-

nes de toneladas respecto a la zafra anterior (4). Es bien cierto que en los índices fundamentales se continuó avanzando, pero aún es un factor limitante la eficiencia, sobre todo en la producción fabril.

El comienzo temprano de la estación de cosecha de la caña de azúcar está determinado principalmente por el contenido de azúcar de la caña. La introducción a la práctica productiva de variedades con un contenido de sacarosa relativamente alto durante los meses de noviembre y diciembre, época en que se desarrolla la denominada "zafra chica", significa la posibilidad de garantizar un comienzo temprano y estable en este período tan problemático respecto al comportamiento azucarero.

Para el logro de estos avances e incrementar su desarrollo, la industria azucarera ha experimentado una serie de cambios y transformaciones, que están basados fundamentalmente en un amplio programa de recuperación cañera (5), el cual incluye un adecuado manejo varietal, es decir, el empleo de variedades más resistentes a diferentes condiciones adversas (suelos con mal drenaje y condiciones de alta salinidad) y a las plagas y enfermedades más predominantes en Cuba (la roya, el raquitismo de los retoños, la escaldadura foliar y el carbón) que provocan una disminución significativa en los rendimien-

Ms.C. María A. Blanco, Investigador Titular; Janetsy Borroto, Investigadora; J. L. Golles, Profesor; Yanelys Capdesuñer y A. Cervantes, Reserva Científica y Dr.C. H. Peralta, Profesor Titular del Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), carretera a Morón km 9½, Ciego de Ávila, CP 69 450; Ms.C. S. Rodríguez, Investigador y Maribel Rivas, Especialista de la Estación Provincial de la Caña de Azúcar, Ciego de Ávila, Cuba.

✉ mblancojerez@yahoo.es

tos azucareros. También existe la necesidad de disponer de variedades con más alto contenido de sacarosa para la industria azucarera y otras con más contenido de proteínas para la alimentación animal.

Debido a lo anteriormente planteado, se justifica el desarrollo de un programa de mejora genética de este cultivo. Sin embargo, los estudios fisiológicos del proceso de crecimiento y desarrollo son una etapa indispensable en dicho programa de mejora. En el análisis del crecimiento de una planta, se establecen valores primarios que nos permiten evaluarlo; estos valores incluyen: superficie foliar, diámetro, altura de la planta y biomasa. Se ha indicado que la caña de azúcar produce más biomasa por unidad de área que cualquier otra especie, con una actividad fotosintética de 1 hasta 3.3 % (6). El estudio de las dinámicas de crecimiento (cambios cuantitativos que experimentan los organismos vivos) constituye una vía en el conocimiento de la fisiología de este cultivo, que posibilita acercarnos a la comprensión entre el crecimiento y la productividad.

En el trabajo se evalúa la influencia de la edad del cultivo sobre los indicadores fisiológicos y azucareros, en las condiciones de Ciego de Ávila, asociados al proceso de crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar: C1051-73, CP52-43, C323-68 y My5514.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la dinámica del crecimiento, se desarrolló un experimento de campo en las áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Ciego de Avila, la cual se encuentra situada en los 21° 46' de latitud norte y 78° 47' de longitud oeste. El experimento se desarrolló sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado.

El diseño empleado fue un bloque al azar, el cual contó con cuatro tratamientos (las variedades de caña de azúcar: C1051-73, CP52-43, C323-68 y My5514) y cuatro repeticiones. Cada parcela contó con 11 surcos de 7.5 m de largo (área total por parcela: 123.75 m²), de los cuales se tomaron los nueve interiores para las evaluaciones.

La plantación se realizó en la última semana de marzo del 2000, con semilla básica de 11 meses de edad, procedente de la EPICA de Ciego de Avila. Se plantaron estacas de tres yemas, a razón de diez yemas por metro y a una distancia entre surcos de 1.5 m.

La agrotecnia utilizada para la conducción del cultivo a lo largo del ciclo contó con las siguientes labores:

- riego antes de la plantación con una norma de 330 m³.ha⁻¹
- limpia manual a los dos y ocho meses
- aplicación de herbicidas: Gesapax (3 kg.ha⁻¹) y Diurón (5 kg.ha⁻¹) a los seis meses
- limpia mecanizada con implemento de discos a los ocho meses.

El cultivo se desarrolló en forma de secano y en el período evaluado las variables meteorológicas se comportaron de forma similar al promedio histórico para la zona.

Las dinámicas de las variaciones de todas las variables estudiadas respecto a la edad de la plantación se ilustran mediante gráficas (xy dispersión). Se realizaron análisis de Varianza (ANOVA) y pruebas de Duncan y Tuckey, una vez comprobadas la distribución normal de cada muestra (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0.05$) y la homogeneidad de las varianzas (Bartlett, $p < 0.05$). En las variables de conteo se utilizó la transformación de los datos (\sqrt{x}) y para el procesamiento, el utilitario Statdgraphic Plus.

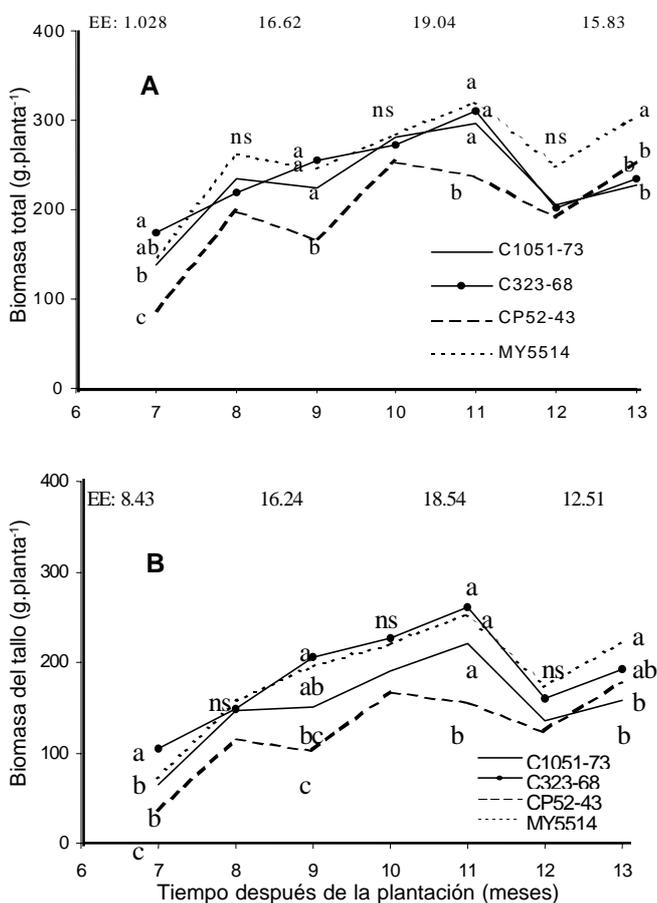
Mensualmente se hicieron evaluaciones fisiológicas del estado de desarrollo del cultivo y se tomaron muestras para los análisis bioquímicos. En ambos casos se tomaron cinco plantas al azar de cada parcela. Las evaluaciones realizadas aparecen a continuación:

- * Biomasa
 - a) total: se determinó la biomasa de hojas, vainas y tallos fraccionados, y para cada órgano se tomó una muestra representativa de 250-300 g, que se secaron en la estufa a 105° hasta masa constante. Se sumaron las biomásas (masas secas) de tallos, hojas y vainas para determinar la biomasa de la parte aérea expresada en g.planta⁻¹ y t.ha⁻¹.
 - b) del tallo: se determinó como se indica en el inciso a).
- * Área foliar: para esta determinación se tomaron cinco plantas de cada parcela y a cada una de las hojas se le calculó el área según la expresión largo x ancho x 0.7 (7). El área foliar se halló mediante la suma de las áreas de todas las hojas activas; con el promedio de las cinco plantas se logró el área foliar para una planta, expresada en cm².
- * Índice de área foliar: se determinó como la relación entre la suma del área foliar de todas las plantas de un área de terrero determinada sobre el área que estas plantas ocupan.
- * Masa fresca del tallo: a cinco plantas por parcela se les separaron las hojas y las vainas, y se calcularon la masa fresca promedio de un tallo expresada en g.planta⁻¹ y la masa fresca respecto al área que ocupan las plantas expresada en t.ha⁻¹.
- * Altura, diámetro y número de entrenudos del tallo: se midieron la altura, el diámetro y se contó el número de entrenudos en los tallos a un total de 20 plantas (cinco plantas por cada réplica).
- * Análisis de azucarería: se realizó de acuerdo con la metodología recomendada (8).
- * Brix total (porcentaje de sólidos solubles): se calculó con un refractómetro digital, en muestras de jugos de los tallos.
- * Pol en jugo (%): se determinó polarimétricamente en las muestras de jugos.
- * Pol en caña (%): se calculó mediante la relación del Pol en jugo x (100-% fibra)/100.
- * Pureza (%): se determinó mediante la relación: (Pol en jugo x 100)/Brix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa. Se conoce que el contenido de biomasa del tallo es una variable importante en relación con la productividad biológica y el rendimiento comercial en la producción de caña de azúcar (9, 10, 11).

Los resultados de la producción de biomasa total de una planta (expresada en gramos) para las cuatro variedades en estudio se muestran en la Figura 1 (A, B). Se observa en la biomasa total (Figura 1A) que hasta los 11 meses hay una tendencia al incremento con ligeros cambios durante el período de crecimiento. A partir de este momento (11 meses) todas las variedades disminuyeron, manifestándose diferencias significativas al final del ciclo, donde se apreció un ligero incremento que no superó el alcanzado a los 11 meses. La variedad My5514 se diferencia significativamente del resto a los 13 meses. La CP52-43 difirió del resto de las variedades y presentó los valores más bajos en los distintos momentos evaluados.



En cada momento de evaluación, medias con letras iguales no difieren (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en aquellos tiempos en los que no aparecen letras (ns).

Figura 1. Dinámica de la biomasa total (A) y del tallo (B), de las cuatro variedades estudiadas durante el ciclo de crecimiento y desarrollo

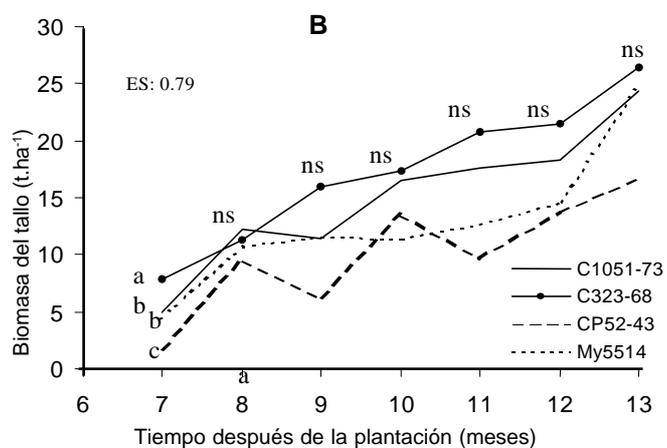
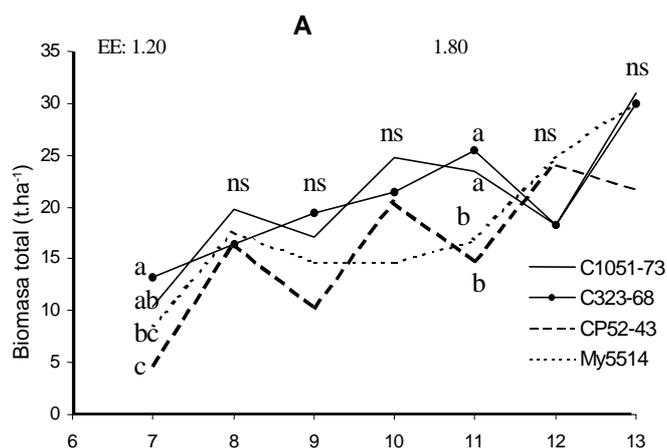
La dinámica de la biomasa del tallo de una planta (expresada en gramos) se muestra en la Figura 1B. Como se observa el comportamiento es similar al anterior pero con una pendiente positiva (como tendencia) más pronunciada a los 11 meses en cada una de las variedades (excepto la CP52-43), lo cual se debe a que le corresponde al tallo la mayor influencia en la biomasa total. Se encontraron diferencias significativas entre las variedades a los 7, 9, 11 y 13 meses de edad, la CP52-43 presentó los valores más bajos en cada una de las edades evaluadas (excepto a los 13 meses).

En ambas dinámicas se observa que a partir de los 11 meses hay un decrecimiento en todas las variedades, con una ligera recuperación en la producción de biomasa a partir de los 12 meses, con diferencias significativas entre algunas variedades. Este comportamiento final de la dinámica pudiera estar asociado al comienzo de un nuevo ciclo vegetativo demandante de la movilización de la sacarosa, con la liberación de azúcares reductores que son degradados posteriormente para la obtención de energía (ATP), a través de los procesos respiratorios requeridos.

El comportamiento de estas plantas en una población se muestra en las dinámicas de la biomasa total y del tallo expresadas en $t \cdot ha^{-1}$ (Figura 2A, B). En todas las variedades los incrementos en la biomasa total (Figura 2A) son discretos. A los siete meses de edad (190 días después de plantada la caña), existen diferencias significativas entre las variedades. Se destaca que no es hasta los 11 meses que se muestran nuevamente estas diferencias.

Las variedades C1051-73 y C323-68 tienen un comportamiento muy similar en la producción de biomasa, mientras que la My5514 se diferencia del resto por un incremento sostenido a partir de los 10 meses, hasta el final de la evaluación (13 meses). La variedad CP52-43 es la que más se aleja de este comportamiento.

Las variedades My55-14, C1051-73 y C323-68 tuvieron la mayor productividad de biomasa total al final del ciclo (6.52 a 30.10 $t \cdot ha^{-1}$ y de 10.46 a 30.95 $t \cdot ha^{-1}$ respectivamente). La CP52-43 a pesar de ser la más baja en producción de biomasa al comienzo del período (4.77 $t \cdot ha^{-1}$), alcanzó valores que no difirieron significativamente (21.82 $t \cdot ha^{-1}$) con las dos primeras variedades e incluso el incremento fue similar a la variedad C323-68 (13.28 a 30.01 $t \cdot ha^{-1}$). No obstante, se aleja del resto de las variedades en valores promedio de 8.66 $t \cdot ha^{-1}$. Resultados semejantes se encontraron para la biomasa de los tallos en toneladas por hectárea (Figura 2B). Este parámetro relativo, que está determinado por el número de tallos, en las condiciones experimentales presentó los siguientes valores promedio: 10.58 en la variedad C323-68, 12.35 en C1051-73, 8.50 en CP52-43 y 8.18 en My5514, lo cual está relacionado con que estas variedades se diferencian en el ahijamiento y el número final de tallos molibles, factores que han sido considerados (12).



En cada momento de evaluación, medias con letras iguales no difieren (ANOVA, Duncan $p < 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en aquellos tiempos en los que no aparecen letras (ns)

Figura 2. Dinámica de la biomasa total (A) y del tallo (B) expresada en $t.ha^{-1}$ de las cuatro variedades estudiadas

Índice de área foliar. El índice de área foliar de las cuatro variedades durante el ciclo del cultivo se muestra en la Figura 3. Las hojas comenzaron a evaluarse a partir de los cuatro meses de edad y se observa un incremento sostenido que muestra diferencias significativas entre las variedades a determinadas edades del cultivo (ocho y 10 meses). Las variedades C1051-73, C323-68 y CP52-43 alcanzaron el máximo valor a los ocho meses de plantadas, mientras que para la My5514 fue a los 10 meses; a partir de estos máximos comenzaron a disminuir en menor o mayor medida. Este proceso de envejecimiento y disminución del número de hojas activas, se reflejó en cada una de las variedades analizadas. En todos los casos el índice de área foliar aumentó con la edad desde alrededor de 0.2 (valor promedio) a los cuatro meses hasta 3.2 (valor promedio) a los ocho meses, excepto la My5514 que alcanzó su máximo a los 10 meses (2.65).

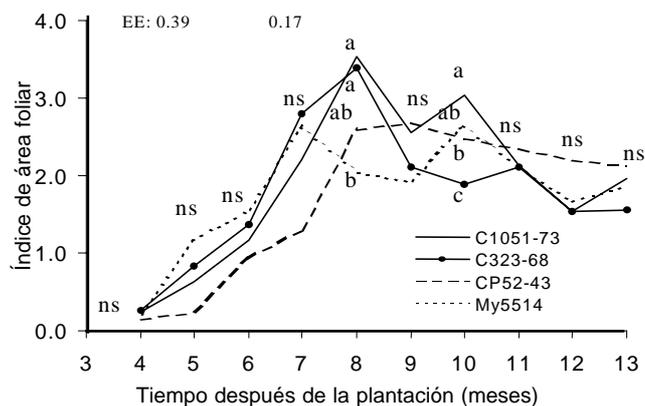
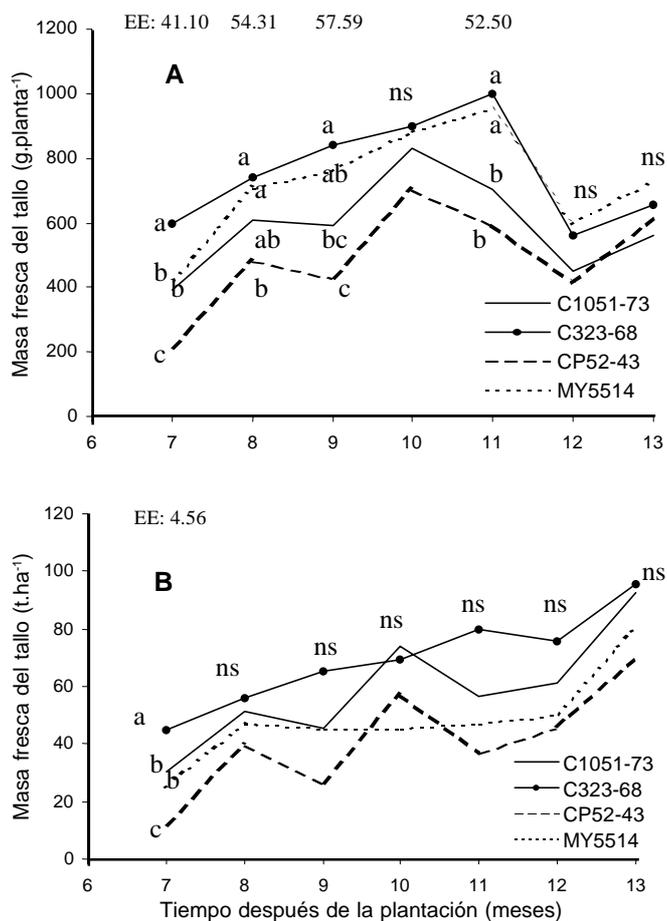


Figura 3. Variación del índice de área foliar durante el ciclo de crecimiento y desarrollo de las cuatro variedades de caña de azúcar en estudio

El comportamiento del índice de área foliar para las variedades estudiadas estuvo en correspondencia con su productividad. Nuevamente se pone de manifiesto en el caso de la My5514 su particularidad varietal de baja emisión de tallos, que determina la productividad de la plantación más que el índice de área foliar. Para las variedades C1051-73 y C323-68 los mayores índices de área foliar se corresponden con la mayor productividad, mientras que para la CP52-43, los menores valores de este indicador se asocian con los más bajos valores productivos.

En caña de azúcar (13) se encontró, para seis variedades, que el índice de área foliar aumentó desde alrededor de 2 a los 100 días hasta 4-6 en dependencia de la variedad, que logran una proporción de 100 g por unidad de índice de área foliar. Ninguna de las variedades de este estudio alcanzó los valores señalados por estos autores, ya que no sobrepasaron como promedio el valor de 3, lo que pudo haber ejercido influencia en los resultados no tan elevados en la producción de biomasa total comparadas con otras variedades. En este caso, la proporción estimada fue de 60-65 g por unidad de índice de área foliar.

Masa fresca. De importancia fundamental en el rendimiento agrícola es la masa fresca del tallo expresada en gramos y la masa fresca del tallo en toneladas por hectárea, las cuales se muestran en la Figura 4 (A, B). Como se observa en la Figura 4 (A), en el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta hay un incremento de la masa fresca del tallo, con diferencias significativas hasta los 11 meses entre las variedades en estudio (excepto para los 10 meses). En todas las variedades a partir de los 11 meses, se observa una disminución en la producción de masa fresca, que se restablece con ligeros incrementos después de los 13 meses de edad sin diferencias significativas. En este parámetro de crecimiento, la variedad C323-68 alcanzó los máximos valores y la CP52-43 los más bajos. Al expresar los resultados obtenidos por cada variedad en toneladas por hectárea, la pendiente positiva del crecimiento es menor y no se observaron diferencias significativas en función de la edad (excepto a los siete meses).



En cada momento de evaluación, medias con letras iguales no difieren (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en aquellos tiempos en los que no aparecen letras (ns)

Figura 4. Dinámica de la producción de masa fresca para una planta expresada en gramos (A) y en $t \cdot ha^{-1}$ (B), de cuatro variedades de caña durante el ciclo de crecimiento y desarrollo

Las tendencias en las variaciones de las variables evaluadas están relacionadas con las características de estas variedades.

Altura, diámetro y número de entrenudos del tallo. La evaluación de otros valores primarios del crecimiento y que determinan el rendimiento agrícola, tales como la altura, el diámetro y el número de entrenudos de los tallos se muestran en la Figura 5 (A, B, C). Se observan diferencias significativas entre las variedades en casi todo el período evaluado. La altura (Figura 5 A) y el número de entrenudos (Figura 5B) mostraron un incremento más pronunciado, mientras que en el diámetro estos incrementos son discretos a los 13 meses de plantadas (371 días). Al comparar la altura de los tallos con las potencialidades de este parámetro en las distintas variedades, los valores aún son inferiores, lo cual repercutió en la producción de biomasa en las condiciones experimentales. Sin embargo, los diámetros obtenidos fueron prácticamente los establecidos para estas variedades (12).

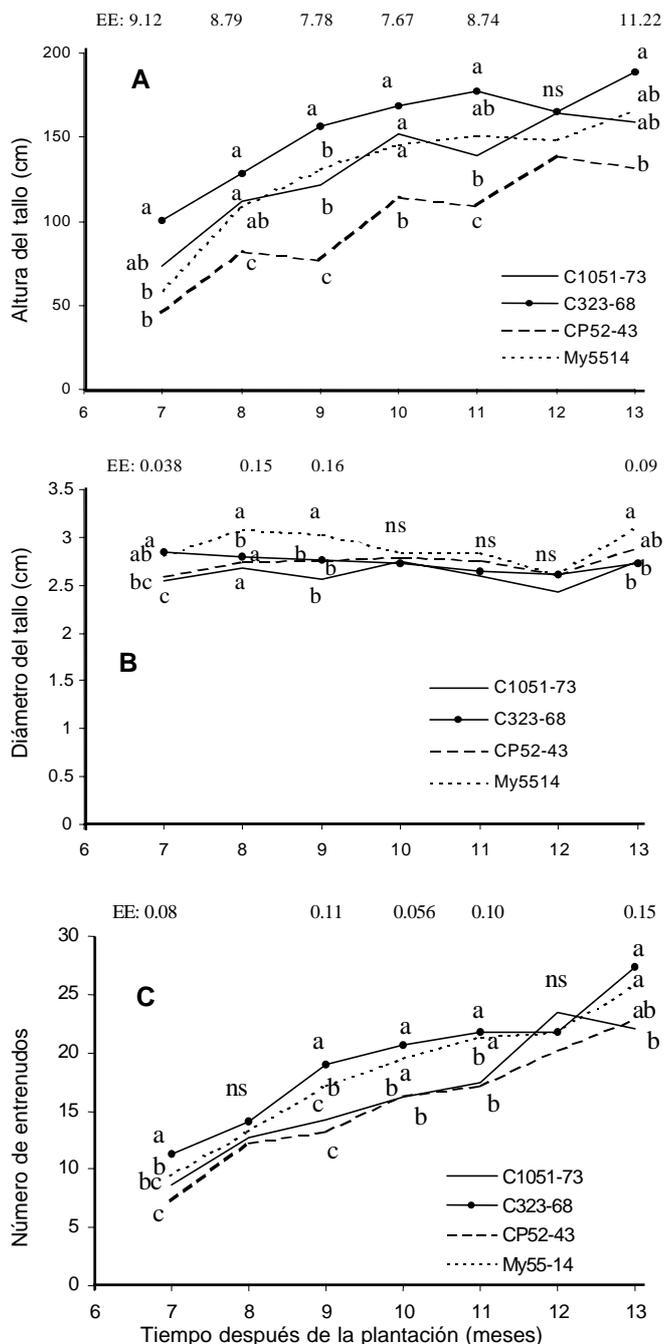


Figura 5. Variación de la altura (A), el diámetro (B) y número de entrenudos (C) de las cuatro variedades durante el ciclo de crecimiento y desarrollo

Del análisis de estos resultados, se puede inferir que el rendimiento agrícola de estas variedades, en las condiciones experimentales, no está a la altura de las potencialidades de las diferentes variedades, pero es necesario tener en cuenta que es una primavera del año.

Análisis de azucarería. El estudio integral del ciclo del cultivo se logra no solo con la cuantificación de los valores primarios del crecimiento sino también con la calidad de los jugos. En la Figura 6 (A, B, C, D) se mues-

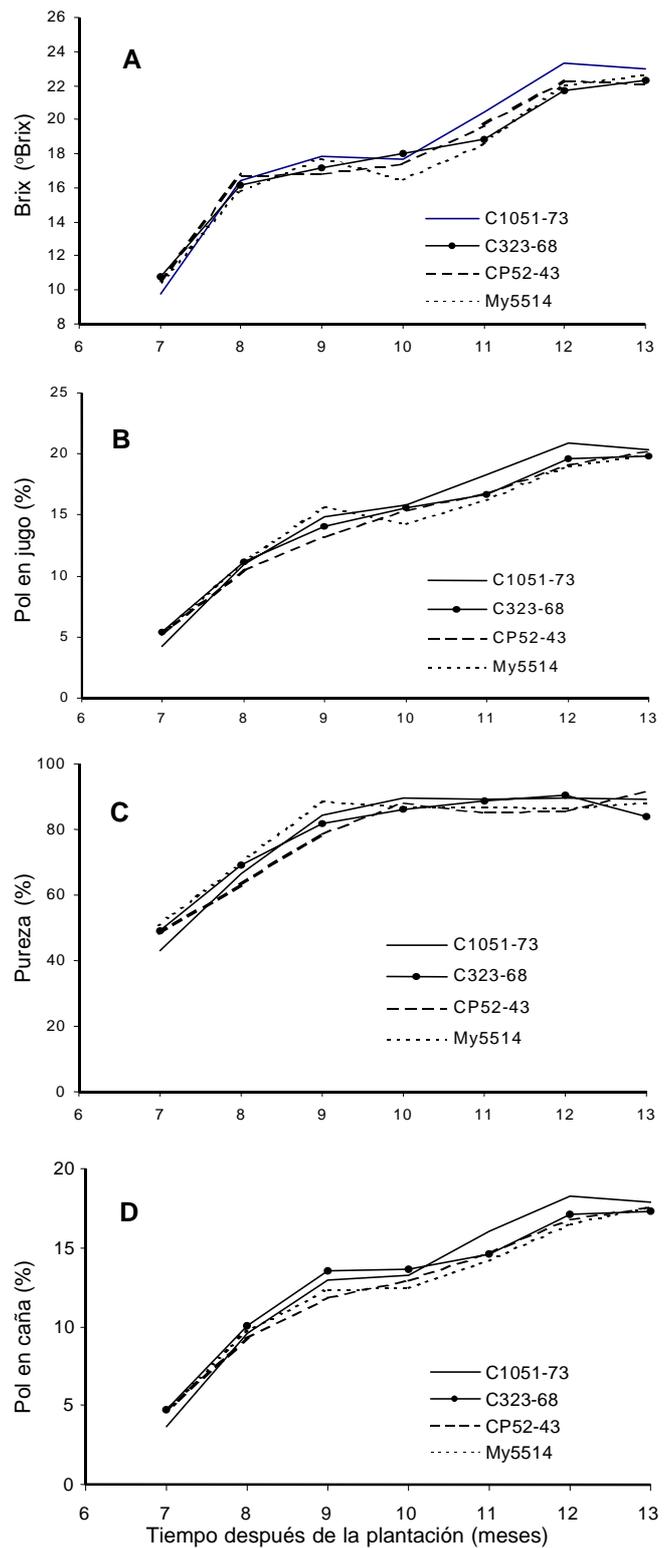
tran las dinámicas de los cuatro parámetros de calidad brix (A), pol en jugo (B), pureza (C) y pol en caña (D) de las cuatro variedades estudiadas. Como se observa en todos los casos, se produjo un incremento marcado en función de la edad del cultivo, sin diferencias significativas entre las distintas variedades. A los 10 meses hubo una ligera disminución de los componentes del jugo pero no significativa, mientras que a los 11 meses las variedades mostraron diferencias significativas para las variables brix, pol en jugo y pol en caña.

En las condiciones en que se desarrolló el experimento, estas variedades se comportaron, en cuanto a la madurez, de forma similar, a pesar de ser consideradas la C1051-73 y la CP52-43 de madurez temprana y la C323-68 y My5514 de madurez tardía.

Al estudiar el comportamiento de tres variedades de caña respecto a la calidad de los jugos y el contenido de fibra en un ciclo de crecimiento (14), se destaca que cuando las variedades alcanzan un máximo en la sacarosa (10 meses) se deben cosechar a inicio de zafra, ya que la cosecha tardía podría provocar pérdidas debido a la floración o comienzo de un nuevo ciclo vegetativo. Las tres implicaciones más importantes son: a) ocasiona la inversión de sacarosa almacenada en el tallo, que es utilizada como fuente de energía para el proceso, b) produce el acorchamiento de los tallos y c) estimula la activación de yemas laterales que implica un gasto de energía (15).

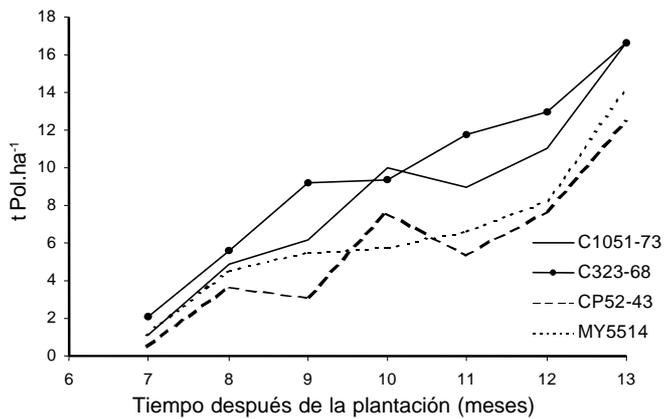
Con el aumento de la edad del cultivo, no solo se incrementan los sólidos solubles y la sacarosa como parte de estos, sino también el porcentaje de sacarosa dentro de estos sólidos, lo que se debe no solo a que la nueva sacarosa sintetizada se acumula en el tallo, sino también a que otros azúcares, incluidos los reductores se convierten en sacarosa, lo cual ha sido señalado (16); además, con la maduración se reduce la concentración de azúcares reductores y aumenta la sacarosa.

Producción de sacarosa. La producción de azúcar expresada en toneladas de pol por hectárea y el indicador de eficiencia de las variedades se muestran en las Figuras 7 y 8, respectivamente. Al analizar las toneladas de pol por hectárea (Figura 7), se observa un incremento con la edad del cultivo similar al del brix y el pol, debido a que son dependientes. Este incremento fue más marcado en las variedades C1051-73 y C323-68; la CP52-43 fue la variedad de más bajo contenido en este indicador. Las diferencias significativas en las variedades se observaron a los siete, 10 y 11 meses. Al analizar el indicador de toneladas de caña por toneladas de pol (Figura 8) con el incremento de la edad del cultivo, este presenta una pendiente negativa. Las cuatro variedades presentaron igual comportamiento, a pesar de las diferencias encontradas en la masa fresca del tallo en toneladas por hectárea.



En cada momento de evaluación, medias con letras iguales no difieren (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en aquellos tiempos en los que no aparecen letras (ns)

Figura 6. Variación del porcentaje de brix (A), pol en jugo (B), porcentaje de pureza (C) y pol en caña (D) de las cuatro variedades durante el ciclo de crecimiento y desarrollo



En cada momento de evaluación, medias con letras iguales no difieren (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en aquellos tiempos en los que no aparecen letras (ns)

Figura 7. Dinámica de pol expresada en t.ha⁻¹ de las cuatro variedades estudiadas durante el ciclo de crecimiento y desarrollo

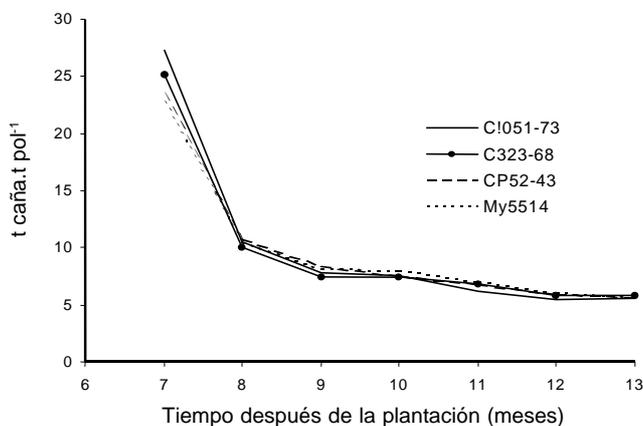


Figura 8. Dinámica de la eficiencia de las variedades expresadas en tcaña/tpol de las cuatro variedades estudiadas durante el ciclo de crecimiento y desarrollo

La Tabla I recoge los principales indicadores del rendimiento a los 11 meses. En esta tabla se particularizan los resultados a los 11 meses de edad en los indicadores de rendimiento, teniendo en cuenta que en los análisis realizados (valores primarios del crecimiento y calidad de los jugos: brix, pol, pureza, pol en caña) presentaron los mayores valores en esta etapa de desarrollo del cultivo. Como se puede observar, solo la biomasa del tallo (t.ha⁻¹),

el diámetro y el indicador de eficiencia de las variedades, no dieron diferencias significativas. Se corrobora que las dos variedades de mejor comportamiento azucarero fueron la C1051-73 y la C323-68 y la peor la CP52-43. La My5514 (variedad no azucarera por su alto contenido en fibra y el menor número de tallos molibles) ocupó una posición intermedia. En el indicador de eficiencia la variedad C1051-73 fue la más eficiente y la My5514 la menos, aunque sin diferencias significativas.

Al analizar los resultados de la calidad de los jugos de forma integrada, se puede plantear que a los 11 meses las variedades alcanzaron altos valores en los indicadores de maduración relacionados con la composición de los jugos, pero hasta el final del período evaluado (13 meses) continuó elevándose la producción de sacarosa por hectárea, debido a los incrementos en las toneladas de tallo producidas por hectárea.

REFERENCIAS

1. Grof, P. L. C. y Campbell, J. A. Sugarcane sucrose metabolism: scope for molecular manipulation. *Aust. J. Plant. Physiol.*, 2001, vol. 28, p. 1-12.
2. Arruda, P. Towards discovering all the sugarcane genes. *International Symposium in Plant Genetic Engineering. Abstracts*, 1999, vol. 42, p. 6-10.
3. Rodríguez, J. L. Discurso del vicepresidente del Consejo de Ministro y Ministro de Economía y Planeamiento. *Sugar y Azúcar*, 1999, vol. 24, no. 2, p. 56.
4. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAOSTAT- www.fao.org. 2001.
5. Bernal, N. /et al./ Variedades de la caña de azúcar. Uso y manejo. La Habana : INICA, 1997, 26 p.
6. Legendre, B. L. y Burner, D. M. Biomass production of sugarcane cultivars and early-generation hybrids. *Biomass and Bioenergy*, 1995, vol. 8, no. 2, p. 55-61.
7. Lerch, G. /et al./ Crecimiento, desarrollo y variación del índice refractométrico (brix) en seis variedades destacadas de caña de azúcar. *Ciencia y Agricultura*, 1977, vol. 1, p. 79-104.
8. Spencer, L. S. y Meade, G. P. Manual del azúcar de caña. 2da ed. La Habana: Instituto del Libro. 1974.
9. Muchow, R. C. /et al./ Effect of nitrogen on the time-course of sucrose accumulation in sugarcane. *Field Crops Res.*, 1996, vol. 47, p. 143-153.
10. Robertson, M. J. /et al./ Growth of sugarcane under high-input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning. *Field Crops Res.*, 1996, vol. 48, p. 11-25.

Tabla I. Indicadores del rendimiento en cuatro variedades de caña de azúcar a los 11 meses de plantadas

Variedad	Biomasa del tallo (t.ha ⁻¹)	Masa fresca (t.ha ⁻¹)	Índice de área foliar	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Pol en caña (%)	Pol (t.ha ⁻¹)	tcaña/tpol
C1051-73	17.63	56.41 b	3.52 a	138.85 b	2.59	16.00 a	9.00 ab	6.27
C323-68	20.84	80.00 a	3.40 a	177.05 a	2.64	14.61 b	11.77 a	6.80
CP52-43	9.59	36.65 c	2.58 ab	109.45 c	2.76	14.65 b	5.35 c	6.85
My5514	12.62	47.21 bc	2.04 b	150.95 ab	2.85	14.17 b	6.67 bc	7.08
ET	NS	5.5219	0.3959	0.0480	NS	0.4010	0.9069	NS

Medias con letras comunes no difieren significativamente (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$)

11. Muchow, R. C. *et al.*. Assessing limits to sugarcane yield. *Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists*, 1997, p. 221-226.
12. Verissimo, L. A. Cultivos azucareros. En: Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Ocean Centrum. España, 1999, p. 425-435.
13. Ortega, E. *et al.*. Bases fisiológicas de la productividad de la caña de azúcar. La Habana: Editorial Academia, 1989, 43 p.
14. Subirós, J. F. Calidad de los jugos y contenido de fibra de tres variedades de caña de azúcar en un ciclo de crecimiento en Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 1998, vol. 22, no. 2, p. 173-184.
15. Moore, P. H. y Nuss, K. J. Flowering and flower synchronization. Sugarcane improvement through breeding. Amsterdam : Elsevier, 1987, p. 273-311.
16. Qudsieh, H. Y. M. *et al.* Physico-chemical changes in sugarcane (*Saccharum officinarum* var. yellow cane) and the extracted juice at different portions of the stem during development and maturation. *Food Chemistry*, 2001, vol. 75, p. 131-137.

Recibido: 9 de octubre del 2001
Aceptado: 18 de octubre del 2002

Cursos de Verano

Precio: 320 USD

Producción de caña de azúcar con bajos insumos

Coordinador: Dr.C. Martín P. Bertolí Herrera

Duración: 40 horas

Fecha: 8 al 12 de julio

SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos
y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (64) 6-3773
Fax: (53) (64) 6-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu