

Efecto del Ethrel-480 sobre las poliaminas y los carbohidratos en caña de azúcar (*Saccharum* sp.) (variedad C-1051-73)*

María de los Angeles Blanco Jerez (1), Maribel Rivas Paneca (1), Yanet Tambara Hernández (2), Janetsy Borroto Blanco (1), Yanelis Capdesuñer Ruiz (1), Janet Quiñones Gálvez (1), José. L. Golle Parrado (3), Ninel Peralta Benitez (1), Liudmila Chavez Martínez (2), Josefa. V. Hormaza Montenegro (4), Ana León Guerra (4), Hipólito Peralta Benitez (3).

(1) Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

(2) Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, CIGB, La Habana, Cuba.

(3) Universidad de Ciego de Avila, UNICA, Cuba.

(4) ICINAZ, Ciudad de La Habana, Cuba.

RESUMEN. El trabajo se llevó a cabo a través de un experimento de campo en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la caña de azúcar de Ciego de Ávila sobre un suelo ferralítico rojo en condiciones de seco. Se evaluó el nivel de poliaminas y carbohidratos a partir de los 0, 21 y 50 días después de la aplicación del Ethrel-480 (2 L/ha), en el primer retoño de la variedad C1051-73. El diseño experimental fue un bloque al azar con cuatro réplicas. Las plantas asperjadas con Ethrel-480 (2 L/ha), incrementaron los niveles de poliaminas totales (putrescina (Put), espermidina (Spd) y Espermita (Spm)) con respecto al control sin diferencias significativas. La razón Put/Spd+Spm fue superior significativamente en las plantas asperjadas, lo cual indica una acumulación de Put, debido al estrés provocado por el etileno. En los contenidos de sacarosa se muestra un ligero incremento a los 21 días en las plantas tratadas (no significativo) y una disminución de los azúcares reductores (glucosa y fructosa) con respecto al control. El etileno aplicado incrementó el estrés en las plantas y el no incremento significativo de la sacarosa en las mismas sugiere un proceso de degradación oxidativa y no de acumulación del azúcar, lo cual requiere de posteriores estudios para evaluar la efectividad de este madurador en la caña de azúcar.

Palabras clave: caña de azúcar, carbohidratos, Ethrel-480, poliaminas.

ABSTRACT. This work was carried out through a field experiment at areas of the Ciego de Avila Province Sugarcane Research Station on a red ferralitic ground in conditions of dry land. Was evaluated the level of polyamines and carbohydrates from 0, 21 and 50 days after the application of the Ethrel-480 (2 L/ha), in the first ratoon of the C1051-73 variety. The design employed was a random block with four repetitions. The plants sprinkled with Ethrel-480 (2 L/ha), increased the levels of total polyamines (putrescine (Put), spermidine (Spd) and Spermine (Spm)) with respect to the control without significant differences. The Put/Spd+Spm reason was superior significantly in the sprinkled plants, which indicates an accumulation of Put, due to the stress caused by ethylene. In the sucrose contents one is to a slight increase the 21 days in the plants treated (non significant) and a diminution about reducing sugars (fructose and glucose) with respect to the control. Applied ethylene increased stress in the plants and the significant increase of sucrose in the same ones does not suggest a process of oxidative degradation and not of accumulation of the sugar, which requires of later studies to evaluate the effectiveness of this maturation in the sugar cane.

Key words: cane of sugar, carbohydrates, Ethrel-480, polyamines.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es una gramínea que crece predominantemente en regiones tropicales y subtropicales para la producción de azúcar (Grof y Campbell, 2001). En la última década se ha demostrado un

aumento de la producción de azúcar provocada por la aplicación de distintos maduradores químicos entre los que se encuentra el Ethrel (ácido 2-cloro-etil fosfónico). La síntesis de etileno en las plantas está bien establecida (Yang y Hoffman, 1984) y ocurre en dos etapas: la formación del ácido 1-amino-ciclo propano

* Agrocentro (III Simposio de Agronomía)

carboxílico (ACC) a partir de la S-adenosil L-metionina y la conversión de este intermediario a etileno (Kende, 1993). La S-adenosil metionina suministra grupos metilos para la síntesis de las poliaminas (Wittaher et al., 1997). Como la biosíntesis del etileno y la de poliaminas tiene un precursor común (S-adenosil-metionina) hay un gran interés en la interacción entre estos compuestos. En caña de azúcar se han realizado varias investigaciones sobre la fisiología y la bioquímica, Moore (1995), pero aún no se ha informado sobre el efecto de las aplicaciones de Ethrel-480 asociado al nivel de poliaminas y carbohidratos. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la aplicación del Ethrel-480 sobre el proceso de maduración en la variedad C1051-73 y analizar las relaciones del etileno, las poliaminas y el nivel de carbohidratos sometidas al regulador.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Localización del montaje del experimento: Para el estudio del efecto de la aplicación del ácido 2-cloroetilfosfónico (Ethrel-480), se desarrolló un experimento de campo en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), situada en el Municipio de Venezuela de la provincia de Ciego de Ávila,

ubicada en los 21° 46' de latitud norte y los 78° 47' de longitud oeste. El experimento se desarrolló sobre un suelo ferralítico rojo compactado en condiciones de secano.

Material vegetal: Se utilizaron plantas de primer retoño de la variedad C1051-73. Se emplearon cuatro réplicas con parcelas de 7,5 m de largo y 16,5 m de ancho cada una, de 11 surcos a una distancia de 1,5 m. La aplicación se realizó en el mes de noviembre cuando las plantas tenían seis meses de edad. La cosecha se realizó el 24 de abril del 2003 (11 meses de edad). Las condiciones climatológicas en las cuáles se desarrolló el experimento se muestran en la figura 1.

Determinación de poliaminas: Para evaluar las poliaminas se tomaron muestras de la lamina de la hoja mas +1. En todos los casos se tomaron cinco plantas al azar de cada parcela de cuatro réplicas. El procedimiento para la extracción y cuantificación de poliaminas por HPLC fue el descrito por Flores y Galston (1982), los valores se expresaron en nMol/g de masa fresca

Determinación de carbohidratos: Los carbohidratos (sacarosa, glucosa y fructosa) en el jugo se determinaron de acuerdo al procedimiento descrito por Borroto *et al.* (2003). En la cuantificación por HPLC se utilizó una

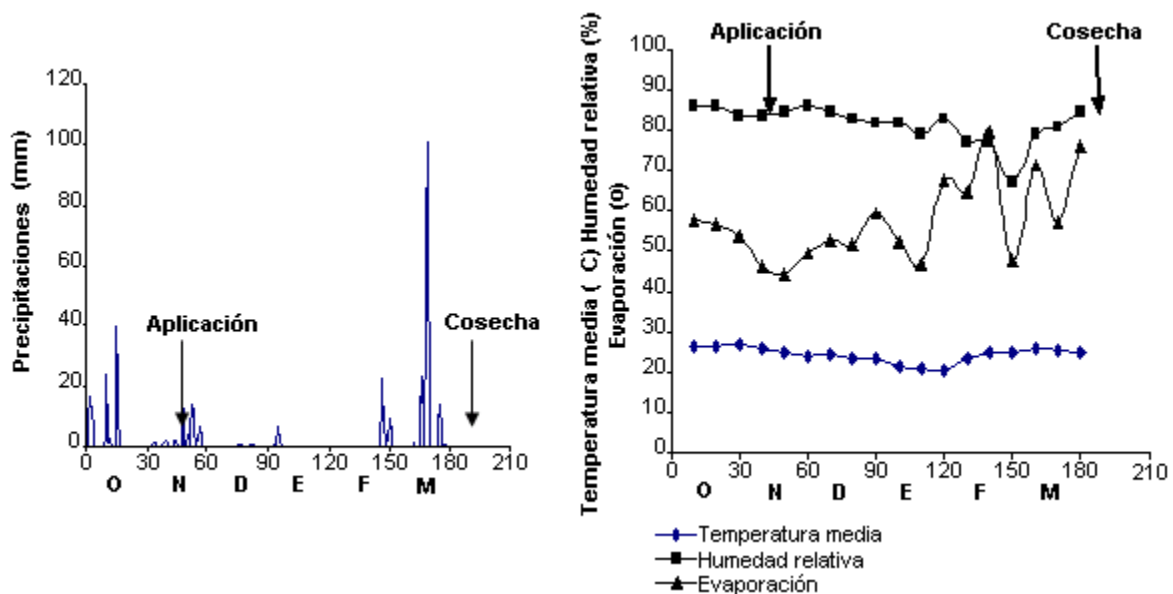


Figura 1. Comportamiento de las variables climatológicas monitoreadas en la Estación Venezuela a partir del mes de octubre de 2002 hasta el mes de marzo de 2003

columna HPX-87H Bio Rad (300-7,8 mm) y el solvente de la corrida fue ácido sulfúrico 0,005 mol/L a una razón de flujo de 0,3 mL.min. Los patrones utilizados de sacarosa, glucosa y fructosa se emplearon a una concentración de 1.0 mg/mL. Los valores se expresan en porcentaje de azúcares °Brix.

Procesamiento estadístico. Se utilizó el utilitario Statistical Package for Social Sciences (SPSS) para Windows versión 8, Copyright SPSS Inc., 1989-1997. Para cada experimento se calculó el error estándar de la media y se representa en el gráfico como ($X \pm ES$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta de las poliaminas al etileno exógeno:

En respuesta a la aplicación de etileno exógeno las plantas comenzaron a elevar el contenido de poliaminas totales (Put, Spd y Spm) a los 21 y 50 días pero sin diferencias significativas con respecto a las plantas no tratadas (figura 2). Entre los 21 y 50 días los valores se mantuvieron muy similares.

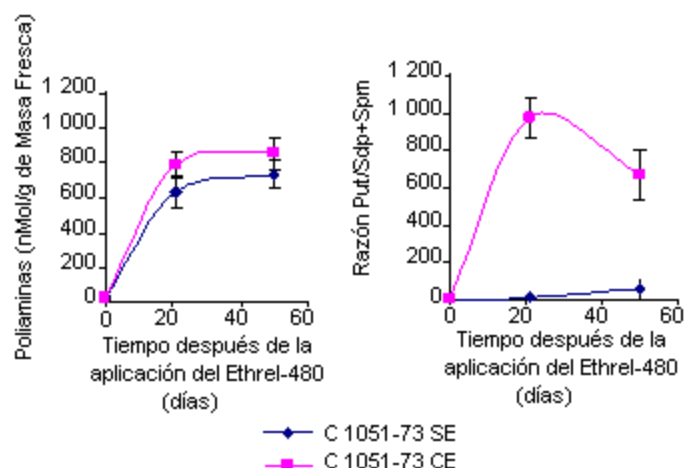


Figura 2. Efecto de la aplicación del Ethrel-480 sobre el contenido de poliaminas totales (Put, Spd y Spm) y sobre la razón Put/Spd+Spm en función del tiempo de aplicación, en la variedad C 1051-73. En cada momento de evaluación las barras indican $X \pm ES$

Al analizar la razón Put/Spd+Spm (figura 2) se puede observar que la misma está más

favorecida hacia la acumulación de Put que hacia la síntesis de Spd y Spm en las plantas asperjadas con diferencias significativas y se alcanza un máximo alrededor de los 21 días después de la aplicación del Ethrel-480.

Se han detectado cambios en la diamina (Put) y las poliaminas (Spd y Spm) en condiciones de estrés, así como variaciones en la razón Put/Spd + Spm (Krishnamurthy y Bagwat, 1989). La acumulación de putrescina es una respuesta al estrés y esta acumulación puede ser favorable a nivel celular (Krishnamurthy, 1991) o tener algunos efectos negativos (DiTomaso *et al.*, 1989). El mecanismo de acumulación de putrescina, inducido por el etileno, no está aún claro, pero probablemente el etileno estimula la actividad de la arginina descarboxilasa (ADC) en caña de azúcar. Esta enzima está involucrada en la diferenciación celular y en los procesos de estrés en plantas (Hiatt *et al.*, 1986).

Respuesta de los carbohidratos al etileno exógeno. El efecto del Ethrel-480 sobre el nivel de los carbohidratos en la variedad C1051-73 se muestra en la figura 4 (a, b, c y d). Como se

observa en la figura 3a el Ethrel sólo provocó un ligero incremento de la sacarosa sin diferencias significativas con respecto a las plantas no asperjadas. En ambos tratamientos se alcanza un máximo a los 21 días. Los contenidos de glucosa (figura 4b) y de fructosa (4c) se muestran en correspondencia con los de sacarosa, se produjo una ligera disminución por el efecto del regulador a los 21 días. En la figura 4c se analiza la razón sacarosa/glucosa+fructosa, donde se demuestra una acumulación de sacarosa en las plantas asperjadas con respecto a las control (21 días) sin diferencias significativas. En ambos tipos de plantas (asperjadas o no) hay un incremento de la sacarosa durante todo el período analizado, indicativo del proceso de maduración que se lleva

a cabo en el cultivo. Como se muestra el madurador no provocó cambios significativos en los contenidos de carbohidratos.

Morgan (2001) logró un incremento en el contenido de sacarosa en caña de azúcar, cuatro semanas después de la aplicación de Ethrel-480 y mejores resultados con la combinación de este con Fusilade.

El comportamiento de las variables climatológicas en el período evaluado para este experimento, se muestra en la figura 2 (Materiales y Métodos). Durante los 20 días antes de la aplicación, el cultivo recibió 22,40 mm de lluvia y ningún riego y después de la

aplicación la lluvia más cercana fue a las 24 y 48 horas de aplicado con 14,00 mm y 12,20 mm respectivamente. A partir de este momento (noviembre) las precipitaciones fueron escasas (17,00 mm) hasta finales del mes de febrero donde se alcanzaron 44,30 mm. Las temperaturas y humedad relativa fueron adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo. No obstante, las condiciones no fueron favorables, teniendo en cuenta el estrés a que habían sido sometidas las plantas.

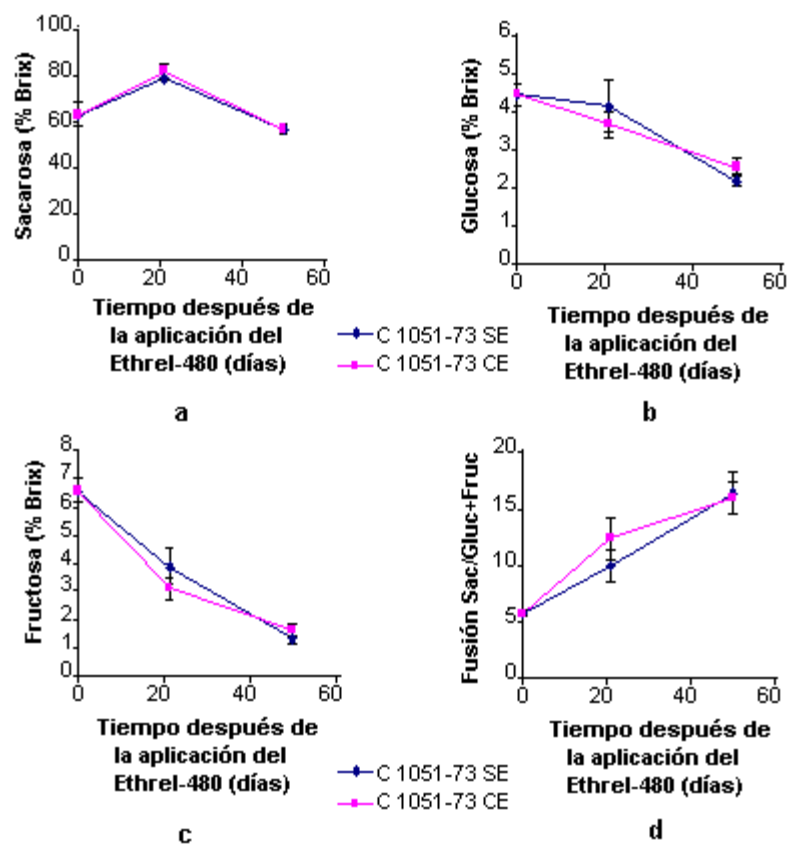


Figura 3. Efecto del Ethrel-480 sobre el contenido de carbohidratos, en función del tiempo de aplicación en la variedad C 1051-73 a) Sacarosa, b) Glucosa, c) fructosa y d) Sacarosa/Glucosa+Fructosa. En cada momento de evaluación las barras indican $X \pm ES$.

CONCLUSIONES

Las condiciones de estrés ambiental más las provocadas por la aplicación del regulador, implicaron un incremento de etileno endógeno, una acumulación de putrescina, baja síntesis de Spd y Spm, y el no incremento significativo de la sacarosa en respuesta al madurador químico.

BIBLIOGRAFIA

Borroto, J.; Y. Tambara; H. Peralta; Y. Capdesuñer; J. L. Golle; A. Ballbé; M. Rivas; V. Hormaza y M. Blanco (2003): "Contenido de carbohidratos asociados al crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum*, sp)". *Revista Costarricense de Agricultura* 21(1): 91-100. Indizada por IICA.

DiTomaso, J.; J. E. Shaff; L. V. Kochian (1989): "Putrescine-induced wounding and its effects on membrane integrity and ion transport processes in roots of intact corn seedlings". *Plant Physiol* 90 :988-995

Flores, H. E.; A. W. Galston (1982): "Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography". *Plant Physiol*. 69:701-706

Grof, C. P. L.; J. A. Campbell (2001): "Sugarcane sucrose metabolism:scope for molecular manipulation". *Aust. J. Plant Physiol* 28: 1-12.

Hiatt, A. C.; J. McIndoo y R. L. Malmberg (1986): "Regulation of polyamine biosynthesis in tobacco: Effect of inhibitors and exogenous polyamines on arginine decarboxylase, ornithine decarboxylase an S-adenosylmethionine decarboxylase". *J. Biochem.* 1293-1298.

Kaude, H. (1993): "Ethienne biosynthesis" *Annu Rev. Plat. Physiol. Plant Mol. Biol.* 44:283-307.

Krishnamurthy, R. and K. A. Bhagwaf (1989): "Polyamines as modulators of salt tolerance in rice cultivars". *Plant Physion* 91: 500-504.

_____ (1991): "Amelioration of salinity effect in salt tolerant rice. Foliar application of putrescine". *Plant Cell Physiol* 32: 699-703.

Moore, P.H. (1995): "Temporal and spatial regulation of sucrose accumulation in the sugarcane stem". *Australian Journal of Plant Physiology* 22: 661-679.

Morgan, T.; L. McDonald; P. Jackson and J. Holtum (2001): Changes in sugar content of Australian sugarcane cultivars after application of chemical ripeners. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, Hobart.

Whittaker D. J.; G. S. Smith and R. C. Gardner (1997): "Expression of ethylene biosynthetic genes in *Actinidia chinensis* fruit". *Plant Molecular Biology* 34: 45-55.

Yang, S. F.; N. E. Hoffman (1984): "Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants". *Annu Rev. Plant Physiol* 35: 155-189.