

## EFFECTO DEL ETEFÓN (ETILENO) SOBRE LA PROMOCIÓN FLORAL DE *Billbergia pyramidalis* (Sims) Lindley

Maritza Ojeda<sup>1</sup>, Norca Mogollón<sup>1</sup>, María Pérez de Camacaro<sup>1</sup> y Norberto Maciel<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Billbergia pyramidalis* es una bromeliácea importante como planta ornamental para paisajismo y maceta. La finalidad de este estudio fue evaluar el efecto del etefón, como generador de etileno, sobre la promoción floral de esta especie en tres ensayos con plantas en macetas colocadas en umbráculo con temperatura y HR de 25,4 °C y 74 %, respectivamente. En un primer ensayo, se utilizaron plantas de 6 meses de edad, con 12 a 18 hojas, que se asperjaron foliarmente con 0, 3, 6 y 9 mg·L<sup>-1</sup> de etefón, con dos aplicaciones a intervalos de una semana. En este ensayo a pesar de que hubo floración total en todos los tratamientos (excepto en el testigo), las concentraciones superiores a 3 mg·L<sup>-1</sup> generaron una incompleta apertura de la inflorescencia, deformaciones y una senescencia floral muy prematura. Un segundo experimento fue realizado utilizando plantas jóvenes de 3 meses de edad con un rango entre 10 y 13 hojas, que se asperjaron con 0, 1, 2 y 3 mg·L<sup>-1</sup> de etefón con 1 ó 2 aplicaciones a intervalo de una semana. La floración fue observada 9 días después en todos los tratamientos, excepto en el testigo. El mayor floración (55 %) se obtuvo con las concentraciones de 1 y 2 mg·L<sup>-1</sup>, con una sola aplicación. En el desarrollo de la inflorescencia, la mayor velocidad de crecimiento del pedúnculo floral ocurrió entre 16 a 24 días y la máxima apertura de la inflorescencia a los 30 días, siendo superiores en 1 mg·L<sup>-1</sup> (1 y 2 aplicaciones) y 2 mg·L<sup>-1</sup> (1 aplicación). La durabilidad de la inflorescencia varió de 7 a 10 días y el proceso de senescencia fue más acelerado en los tratamientos de mayor concentración. En el tercer ensayo se encontró similar floración (75 %) en plantas jóvenes y adultas utilizando 1 mg·L<sup>-1</sup> de etefón con una sola aplicación, observándose una mayor longitud del pedúnculo y diámetro de la inflorescencia en las plantas adultas. Se concluye que el etileno promueve efectivamente la floración en esta especie siendo la mejor opción el uso de 1 mg·L<sup>-1</sup> de etefón en una sola aplicación.

**Palabras clave adicionales:** Bromeliácea, plantas ornamentales, paisajismo, reguladores de crecimiento

### ABSTRACT

#### Flowering promotion of *Billbergia pyramidalis* (Sims) Lindley by ethephon sprays

*Billbergia pyramidalis* is an important ornamental bromeliad for landscape and potting. The capacity of ethylene to promote its flowering was investigated by spraying potted plants with ethephon (ethylene releaser) in three experiments conducted in greenhouse at 25,4 °C and 74 % RH. In the first experiment, 6-month old plants having from 12 to 18 leaves were sprayed with 0, 3, 6 y 9 mg·L<sup>-1</sup> of ethephon in two applications at weekly interval. All treated plants flowered, except the control; however, ethephon concentrations above 3 mg·L<sup>-1</sup> resulted in incomplete and deformed inflorescences, and early senescence. In a second trial, 3-month old plants ranging from 10 to 13 leaves were sprayed with 0, 1, 2 y 3 mg·L<sup>-1</sup> of ethephon in one or two applications at weekly interval. Flowering occurred 9 days after treatments, except the control. The greatest flowering (55 %) was obtained at 1 and 2 mg·L<sup>-1</sup> of ethephon in one application. The highest peduncle growth rate occurred after 16-24 days, and the largest inflorescence diameter after 30 days being highest at 1 mg·L<sup>-1</sup> (one or two applications), and 2 mg·L<sup>-1</sup> (one application). The inflorescence longevity was 7-10 days, and the senescence was faster in the highest concentration treatment. In the third experiment, similar flowering (75 %) was found for both young and adult plants, which received one application of ethephon 1 mg·L<sup>-1</sup>, although the inflorescences coming from adult plants exhibited longer peduncle and higher diameter than those from young plants. Flowering of this species is promoted by ethylene being the best option one application of ethephon 1 mg·L<sup>-1</sup>.

**Additional key words:** Bromeliad, ornamental plants, landscape, growth regulators.

### INTRODUCCIÓN

*Billbergia pyramidalis* (Sims) Lindley es una planta de la familia Bromeliaceae, que se utiliza

tanto como planta para paisajismo como en macetas por su follaje y vistosa inflorescencia. Este cultivo es importante en los mercados de la industria ornamental por adaptarse a bajas

Recibido: Diciembre 15, 2006

Aceptado: Abril 27, 2007

<sup>1</sup> Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo 400. Barquisimeto. Venezuela. email: mgojeda@ucla.edu.ve; norcam@intercable.net.ve; mariap@ucla.edu.ve; norbertomaciel@ucla.edu.ve

intensidades de luz y tener bajos requerimientos de agua (Williams y Hodgson, 1990). Se cultiva fácilmente y se propaga por brotes (hijos) que pueden tardar un año para florecer (Recagno, 1992). La inflorescencia es erecta, de forma piramidal y de color rosado oscuro (Williams y Hodgson, 1990), pero la durabilidad de la misma es de máximo dos semanas (Padilla, 1986; Benzing, 2000).

La aplicación de reguladores de crecimiento es una práctica hortícola común en el área de producción de ornamentales y algunos son utilizados para obtener sincronización y uniformidad de floración en determinadas épocas del año, cuando sea económicamente más rentable. En el caso específico del etileno, su efecto sobre la floración está limitado a pocas especies (Abeles et al., 1992).

El Ethrel (i.a. etefón) es una de las formas comerciales generadoras de etileno y su uso se ha popularizado en algunas bromeliáceas por su efecto promotor sobre la floración (De Proft et al., 1986). El tiempo de exposición y la concentración del etileno para promover la floración varían según la especie de bromeliácea (De Proft et al., 1986; Bartholomew et al., 2002; Dukovski et al., 2006). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de diferentes concentraciones y frecuencias de etefón sobre la floración de plantas jóvenes y adultas de *Billbergia pyramidalis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Plantas de *Billbergia pyramidalis* provenientes de cultivo *in vitro* fueron establecidas en el umbráculo de los Posgrados de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Cabudare, Venezuela, ubicado a una latitud de 10° 01' N, a 510 msnm, con valores promedios de temperatura y humedad relativa de 25,4 °C y 74 %, respectivamente. Los ensayos se condujeron bajo condiciones de luz natural con una intensidad promedio de 750  $\mu\text{m}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Las plantas fueron trasplantadas a envases plásticos de 17 cm de diámetro usando como sustrato una mezcla de aserrín de coco, arena, estiércol de caballo y cáscara de arroz (1,5:1:2:1,5 v/v). La fertilización se realizó semanalmente durante la aclimatización de las plantas con 0,5  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de fertilizante hidrosoluble 20-20-20

(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O), y esta práctica fue suspendida después de aplicados los tratamientos de etileno. Las plantas fueron regadas dos veces por semana en todos los ensayos.

La aplicación de etefón se realizó en la parte central de la roseta de las plantas (Turnbull et al., 1999) en los tres experimentos siguientes:

**Experimento 1:** Plantas de 6 meses de edad de tamaño uniforme y con un rango entre 12 y 18 hojas fueron asperjadas foliarmente con 0, 3, 6 y 9  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón (a partir de Ethrel 480  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  i.a.), utilizando como máxima concentración la aplicada comercialmente por los productores locales de piña.

**Experimento 2:** Plantas jóvenes de tres meses de edad con un rango entre 10 y 13 hojas, provenientes de brotes del material utilizado en el ensayo anterior, fueron asperjadas foliarmente con 0, 1, 2 y 3  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón, una o dos veces, a intervalo de una semana. Dichas concentraciones fueron seleccionadas en función a los resultados obtenidos en el experimento 1.

**Experimento 3:** Plantas jóvenes y adultas de 3 y 12 meses de edad, respectivamente, y con rango entre 9 y 18 hojas, las cuales fueron asperjadas con 0 y 1  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón en una sola aplicación, en función a las respuestas obtenidas en el experimento 2.

Las variables evaluadas en los diferentes ensayos fueron las siguientes: tiempo de floración desde la aplicación de los tratamientos hasta que se hizo visible el desarrollo de la yema floral en el centro de la roseta de la planta, porcentaje de floración referido como el número de plantas con inflorescencia en relación al total de plantas por tratamiento, longitud del pedúnculo floral desde la base al ápice de la inflorescencia medido semanalmente hasta la senescencia, diámetro de la inflorescencia medido con un vernier digital en la zona de mayor dimensión y tomando como valor promedio el resultado de dos mediciones, senescencia floral evaluada como la durabilidad de la inflorescencia desde la máxima apertura hasta que se observó el marchitamiento de las primeras brácteas basales, y número de brotes por planta expresados como el número de brotes emitidos por planta con relación al total de plantas por tratamiento.

Los ensayos se condujeron utilizando un diseño completamente al azar con 12, 11 y 12 repeticiones por tratamiento en los experimentos

1, 2 y 3, respectivamente, usando una planta como unidad experimental. Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza, separación de medias según la prueba de Duncan usando el Programa SAS versión 8.0. Los datos de longitud y diámetro de la inflorescencia, y número de brotes fueron transformados según  $\log x$  y  $\sqrt{x+0,5}$ , respectivamente, para homogeneizar la varianza.

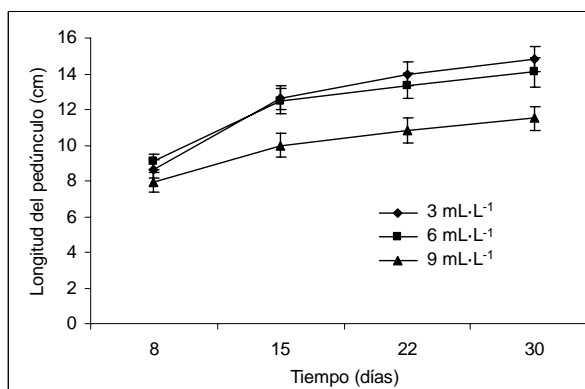
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Experimento 1:** En las plantas tratadas, la inflorescencia se observó a los 14 días y el porcentaje de floración fue de 100% en todos los tratamientos, a excepción del testigo el cual no floreció. Resultados similares fueron reportados en otras bromeliáceas por Dukovski et al. (2006) quienes obtuvieron 100% de floración en *Guzmania lingulata* al ser expuestas a una concentración de etileno gaseoso de  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

En este ensayo se observó que la longitud del pedúnculo floral de las plantas de *Billbergia pyramidalis* tratadas tendió a ser menor a medida que aumentó la concentración del etefón (Figura 1), y la mayor tasa de crecimiento ocurrió entre los 8 y 15 días, alcanzando a los 30 días valores de 15,1; 14,4 y 12,1 cm en los tratamientos de 3, 6 y  $9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivamente. Las concentraciones de etefón superiores a  $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  generaron inflorescencias deformes y muy percederas (Figura 2), lo cual no permitió evaluar el diámetro de la inflorescencia. Igualmente, De Proft et al. (1986) reportaron que al utilizar altas concentraciones de etefón, en comparación con concentraciones menores, obtuvieron inflorescencias con longitudes y diámetros más pequeños en *Guzmania lingulata* y *Aechmea fasciata*.

**Experimento 2:** En las plantas tratadas, la floración se evidenció a los 9 días después de la aplicación del Ethrel. El mayor porcentaje de floración se obtuvo con las concentraciones de 1 y  $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  en una sola aplicación, con un valor en ambas de 55 %. La máxima velocidad del desarrollo de la inflorescencia se observó entre los 16 y 23 días, alcanzando los mayores valores de longitud del pedúnculo floral a los 30 días de aparición (Figura 3A). Por otra parte, se observó que la longitud del pedúnculo fue menor a medida que se incrementó la concentración del etefón y la

frecuencia de aplicación. Como consecuencia se conformaron dos grupos estadísticamente diferentes; el primero constituido por los tratamientos de  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  en una y dos aplicaciones (20,3 y 19,3 cm, respectivamente), y el de  $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  en una sola aplicación (21,4 cm), mientras que el segundo grupo incluyó al resto de los tratamientos.

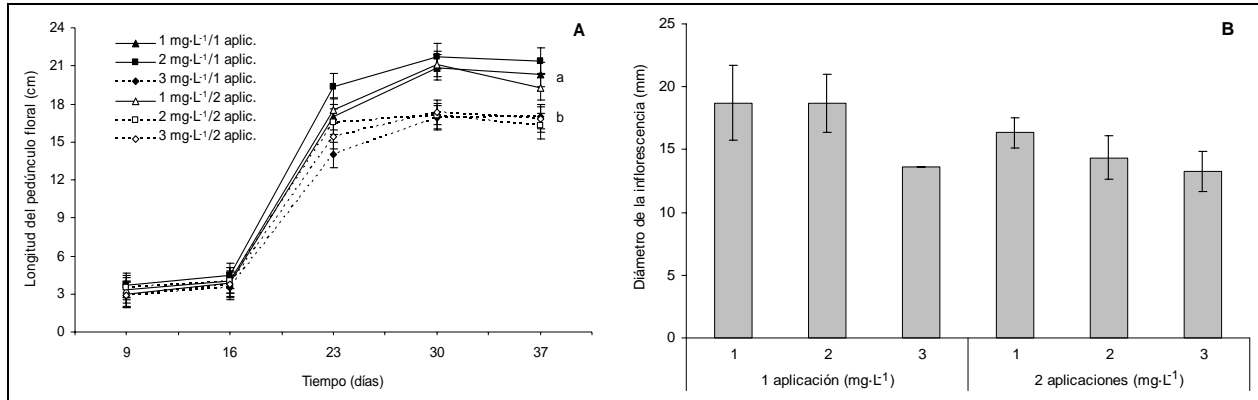


**Figura 1.** Efecto de diferentes concentraciones de etefón sobre la elongación del pedúnculo floral en *Billbergia pyramidalis*. Las barras representan el error estándar



**Figura 2.** Inflorescencia deforme de *Billbergia pyramidalis* causada por concentraciones de etefón superiores a  $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Con relación al diámetro de la inflorescencia, los máximos valores se registraron a los 30 días desde su aparición. En general, esta variable tuvo similar comportamiento que la longitud del pedúnculo, ya que el diámetro tendió a disminuir a medida que se incrementó la concentración del Ethrel y la frecuencia de aplicación (Figura 3B).



**Figura 3.** Efecto de diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación de etefón sobre (A) elongación del pedúnculo floral durante 30 días, y (B) diámetro de la inflorescencia a los 30 días en *Billbergia pyramidalis*. Letras distintas significan diferencias según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Las barras indican el error estándar

Los máximos valores del diámetro se obtuvieron en los tratamientos de 1 mg·L<sup>-1</sup> en una y dos aplicaciones (18,71 y 16,33 mm, respectivamente) y el de 2 mg·L<sup>-1</sup> en una sola aplicación (18,68 mm). Estas respuestas se asemejan a los resultados reportados en *Aechmea fasciata* donde el diámetro de la inflorescencia y longitud del pedúnculo fueron menores a medida que aumentó la concentración del etefón (De Proft et al., 1986). En el caso de *Guzmania lingulata*, el diámetro fue menor pero la longitud del pedúnculo no fue afectada en la medida que la concentración del producto se incrementó (De Proft et al., 1986).

La durabilidad de la inflorescencia varió entre los 7 y 10 días coincidiendo con lo reportado por otros autores (Padilla, 1986; Benzing, 2000), y el proceso de senescencia fue más acelerado en los

tratamientos de 2 y 3 mg·L<sup>-1</sup> de etefón.

En nuestro ensayo, el producto estimuló el desarrollo de nuevos brotes, observándose una respuesta superior en todas las concentraciones utilizadas con relación al testigo (Cuadro 1).

Bartholomew et al. (2002) reportaron resultados similares al aplicar etileno a plantas de *Ananas comosus*, sugiriendo que al promoverse la floración, se minimiza el efecto de la dominancia apical que puede manifestarse con el desarrollo de nuevos brotes. Abeles et al. (1992) también coinciden que este efecto del etileno sobre la emisión de brotes es indirecto, al minimizar algunos de los factores que promueven la dominancia apical; sin embargo, Van Dijck et al. (1988) sí han reportado en *Aechmea victoriana* una correlación entre el etileno y la iniciación de brotes de esta bromeliácea.

**Cuadro 1.** Efecto de diferentes concentraciones y frecuencias <sup>(1)</sup> de aplicación de etefón sobre la emisión de brotes en *Billbergia pyramidalis*

Tratamiento	T0	T1-A	T2-A	T3-A	T1-B	T2-B	T3-B
Número promedio de brotes emitidos	0b	0,91a	1,00a	0,91a	1,18a	0,91a	1,18a
C.V. (%)				15,4			

<sup>(1)</sup> Concentraciones de 1 (T1), 2 (T2) y 3 (T3) mg·L<sup>-1</sup> de etefón en frecuencias de 1 (A) ó 2 (B) aplicaciones. T0: testigo. Letras distintas significan diferencias según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Transformación de datos según  $\sqrt{X+0,5}$

**Experimento 3:** En las plantas adultas y jóvenes, la floración fue observada a los 10 días después de aplicados los tratamientos, lo cual fue consistente con los experimentos anteriores. En ambos tipos de materiales hubo un 75% de floración en las plantas tratadas, mientras que

en las plantas adultas del testigo sólo se evidenció un 16%.

En este experimento, las plantas jóvenes de apenas 3 meses de edad respondieron en forma similar a las plantas adultas en cuanto al tiempo y porcentaje de floración. Dukovski et al. (2006)

encontraron que, incluso, al aplicar etileno en hojas jóvenes de *Guzmania lingulata* obtuvieron mejor respuesta de floración que al hacerlo en hojas adultas y señalan que posiblemente existe en los tejidos jóvenes una mayor sensibilidad de respuesta al etileno.

La máxima velocidad del desarrollo de la inflorescencia se observó entre 17 y 24 días (Figura 4), alcanzando los mayores valores de la longitud del pedúnculo floral en las plantas adultas (28,3 cm). El máximo diámetro de la inflorescencia ocurrió a los 27 días para las dos edades; sin embargo, las plantas adultas exhibieron mayor diámetro floral que las jóvenes (57,2 vs. 28,2 mm;  $P \leq 0,05$ ). El tiempo de senescencia fue similar a los encontrados en el experimento 2.

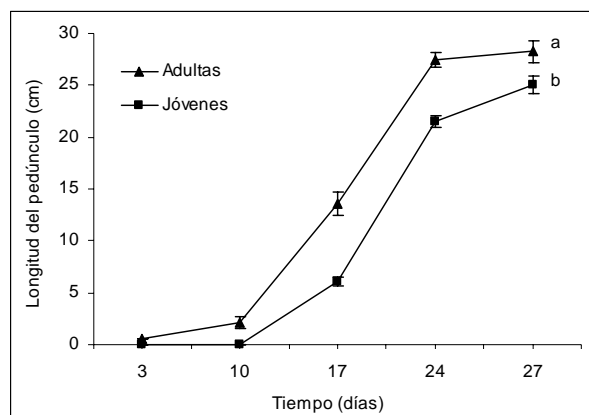
Estos resultados indican que una sola aplicación de etileno de  $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  fue suficiente para promover la floración en *Billbergia pyramidalis*, independientemente de la edad de la planta. Contrariamente, en *Ananas comosus* se ha reportado que las plantas deben alcanzar un tamaño mínimo para que la floración pueda ser promovida por aplicaciones exógenas de etileno (Bartholomew et al., 2002). La información obtenida en este ensayo puede resultar valiosa para los productores de *Billbergia pyramidalis*, ya que la floración se puede sincronizar y uniformizar a temprana edad y en una determinada época del año, de acuerdo a las necesidades del mercado.

En las plantas control sólo florecieron las adultas, posiblemente debido a que uno de los factores que afecta a la síntesis del etileno es el estado de desarrollo de la planta (Taiz y Zeiger, 2006). Recagno (1992) señala que cuando la propagación de *Billbergia* se realiza a través de brotes, éstos pueden florecer a partir de un año de edad. El hecho de que ocurrió en apenas dos de las doce repeticiones podría deberse a que sólo en estas plantas se habría alcanzado el umbral del etileno endógeno suficiente para generar la floración.

En otras bromeliáceas como *Ananas comosus*, Lin et al. (2006) indicaron que la floración natural puede ser el resultado de un incremento de la producción del etileno, o de una mayor sensibilidad de la planta al etileno endógeno producido, o de ambos procesos a la vez. Trusov y

Botella (2006) aislaron en *Ananas comosus* un gen de la ACC sintasa (*ACACS2*), enzima involucrada en la síntesis del etileno (Plich y Jankiewicz, 2003), que se expresa en el meristema y se activa bajo condiciones ambientales adecuadas que inducen su floración espontánea.

La tasa de crecimiento y desarrollo de las inflorescencias en plantas jóvenes y adultas fue similar al de los experimentos 1 y 2 (Figura 4). Sin embargo, la longitud y el diámetro de las mismas fueron superiores en las adultas, posiblemente debido a una mayor acumulación de carbohidratos, ya que las plantas jóvenes eran de menor tamaño y vigor. Similarmente, De Greef et al. (1983) señalaron que plantas más grandes de *Aechmea victoriana* desarrollaron inflorescencias más largas que las provenientes de plantas más pequeñas, reportando además que estas plantas tuvieron menor capacidad de sintetizar etileno a partir del ACC, su precursor inmediato.



**Figura 4.** Efecto del etefón sobre la elongación del pedúnculo floral en plantas jóvenes y adultas de *Billbergia pyramidalis*. Letras distintas significan diferencias de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Transformación de datos según log x. Las barras indican el error estándar

En todos los ensayos se observó el efecto positivo de las aplicaciones de Ethrel sobre la promoción de la floración en *Billbergia pyramidalis*. Respuestas similares han sido encontradas en otros géneros de bromeliáceas como *Guzmania* (Mekers et al., 1983; Dukovski et al., 2006), *Aechmea* (Mekers et al., 1983; De Proft et al., 1986), *Neoregelia* (Mekers et al.,

1983) y *Ananas* (Bartholomew et al., 2002), utilizando diversas concentraciones de etileno. Esto indica que cada especie de bromeliácea tiene su umbral crítico para que se exprese la floración. Dukovski et al. (2006) indican que aplicaciones exógenas de etileno gaseoso estimularon la síntesis endógena del mismo, lo cual contribuyó sustancialmente en la inducción floral de *Guzmania lingulata*.

En general, según la especie de bromeliácea, la aplicación de bajas concentraciones de etileno promueve la floración pero se requiere un mayor tiempo de exposición que al usar concentraciones altas (Turnbull et al., 1999). Por su parte, las altas concentraciones pueden causar un menor crecimiento y desarrollo de la inflorescencia (De Proft et al., 1986).

Las inflorescencias fueron muy percederas en los tres ensayos, observándose un proceso de senescencia en un rango entre 7 y 10 días después de alcanzar las máximas dimensiones (longitud y diámetro), lo cual es consistente con otros estudios (Padilla, 1986; Benzing, 2000).

De Greef et al. (1983) y Bartholomew et al. (2002), trabajando con otras bromeliáceas, indicaron que *Aechmea* y *Ananas comosus* requieren alcanzar un determinado peso mínimo para responder positivamente a la inducción floral con etileno. Así mismo, Dukovski et al. (2006) encontraron que el sitio de percepción y principal acción del etileno son las hojas, ya que no hubo floración cuando removieron todas las hojas de *Guzmania lingulata*. En nuestros ensayos con *Billbergia pyramidalis* se logró la promoción de la floración con las aplicaciones de Ethrel independientemente del número de hojas de las plantas dentro de un rango de 9 a 18 hojas.

El tiempo de floración fue consistentemente similar en todos los ensayos ocurriendo entre 9 y 14 días después de la aplicación exógena del Ethrel. En contraste, en otras bromeliáceas ornamentales como *Guzmania lingulata* (Mekers et al., 1983) y *Aechmea victoriana* (De Greef et al., 1983) se han reportado periodos más largos manifestándose la floración a los 74 y 63 días, respectivamente. Esta respuesta de floración tan rápida a los tratamientos de etileno hace que *Billbergia pyramidalis* pueda representar una especie interesante como posible modelo para realizar otros tipos de estudios en el proceso de la floración.

## CONCLUSIONES

El etefón promovió el desarrollo floral en *Billbergia pyramidalis* y se logró entre 55 y 100% de floración. La concentración de 1 mg·L<sup>-1</sup> en una sola aplicación fue suficiente para evidenciar la floración de esta especie, independientemente del número de hojas de la planta.

Las plantas jóvenes (3 meses) y adultas (12 meses) respondieron a la acción del etefón en forma similar en porcentaje y tiempo de floración. El máximo desarrollo de la inflorescencia se alcanzó entre un lapso de 27 a 30 días, aunque en las plantas adultas la longitud del pedúnculo floral y el diámetro de las inflorescencias fueron superiores al de las jóvenes.

El tiempo de floración fue consistente en todos los experimentos ocurriendo entre 9 y 14 días, pero la senescencia fue más rápida cuando la concentración del producto superó los 3 mg·L<sup>-1</sup>.

Los tratamientos de etefón estimularon el desarrollo de nuevos brotes por planta.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo, Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" por el financiamiento de esta investigación (007-AG-2005), así como a Gloria Alejos por la recolección de datos y a Rosario Valera en el procesamiento de la información.

## LITERATURA CITADA

1. Abeles, F.B., P.W. Morgan y M. Saltveit. 1992. Roles and physiological effects of ethylene in plant physiology: dormancy, growth, and development. *In*: Abeles, Morgan y Saltveit (eds.). Ethylene in Plant Biology. Academic Press. San Diego. pp. 120-181.
2. Bartholomew, D.P., E. Malézieux, G. Sanewski y E. Sinclair. 2002. Inflorescence fruit development and yield. *In*: Bartholomew, Paul y Rohrbach (eds.). The Pineapple: Botany, Production and Uses. CABI Publishing. U.K. pp. 167-202.
3. Benzing, D.H. 2000. Bromeliaceae Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University

- Press. Cambridge.
4. De Greef, J.A., R. Van Dijck, M. De Proft y O. Mekers. 1983. Flowering maturity and ethylene production capacity of *Aechmea victoriana* through ACC application. *Acta Horticulturae* 137: 211-216.
  5. De Proft, M.P., O. Mekers, L. Jacobs y J.A. De Greef. 1986. Influence of light and flowering inducing chemicals on the quality of the bromeliaceae inflorescence. *Acta Horticulturae* 181: 141-146.
  6. Dukovski, D., R. Bernatzky y S. Han. 2006. Flowering induction of *Guzmania* by ethylene. *Scientia Horticulturae* 110: 104-108.
  7. Lin, Ch., Ch. Kuan, M. Lin, H. Hsu, Y. Hsu, Ch. Yu y D.P. Bartholomew. 2006. Delaying natural flowering in pineapple. *Acta Horticulturae* 702: 63-70.
  8. Mekers, O., M. De Proft y L. Jacobs. 1983. Prevention of unwanted flowering of ornamental *Bromeliaceae* by growth regulating chemicals. *Acta Horticulturae* 137: 217-223.
  9. Padilla, V. 1986. Bromeliads. Crown Publishers. New York.
  10. Plich, H. y L. Jankiewicz. 2003. Etileno. *In*: L. Jankiewicz (ed.). *Reguladores de Crecimiento, Desarrollo y Resistencia en Plantas*. Mundi-Prensa. México. pp. 257-294.
  11. Recagno de Rouse, A. 1992. Bromelias manual práctico de cultivo. Fondo editorial Tropykos. Caracas.
  12. Taiz, L. y E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
  13. Trusov, Y. y J.R. Botella. 2006. Delayed flowering in pineapples (*Ananas comosus* (L.) Merr.) caused by co-suppression of the ACACS2 gene. *Acta Horticulturae* 702: 29-36.
  14. Turnbull, C.G., E.R. Sinclair, K.L. Anderson, R.J. Nissen, A.J. Shorter y T.E. Lanham. 1999. Routes of Ethephon uptake in pineapple (*Ananas comosus*) and reasons for failure of flower induction. *Journal of Plant Growth Regulation* 18: 145-152.
  15. Van Dijck, R., M. De Proft y J. De Greef. 1988. Role of ethylene and cytokinins in the initiation of lateral shoot growth in bromeliads. *Plant Physiology* 86: 836-840.
  16. Williams, B.E. y I. Hodgson. 1990. *Growing Bromeliads*. Timber Press. Portland.