

Efecto del etefón y dos fuentes de nitrógeno en la floración de piña enana (*Ananas nanus* L.)

Ethephon effect and two nitrogen sources in the flowering of dwarf pineapple (*Ananas nanus* L.)

L. Martínez, C. Álvarez, J. Vilchez, y C. Fernández

Departamento de Botánica, Laboratorio de Fisiología Vegetal “Merylin Marín” Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, AP 15205, Maracaibo, estado Zulia (4005ZU), República Bolivariana de Venezuela.

Resumen

La piña enana (*Ananas nanus* L.) es de lenta y desuniforme floración, por lo cual se planteo como objetivo determinar el efecto del Etefón y dos fuentes nitrogenadas sobre la inducción floral. El ensayo se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Los tratamientos quedaron conformados de la siguiente manera: T1: testigo, T2: 0,033 g IA de Etefón + 1 g de urea y T3: 0,033 g IA de Etefón + 23 mL de Frutomax®, con 14 repeticiones por tratamiento. Los resultados fueron: T2 (92,85%), T3 (78,57%) y T1 no presentó inflorescencias. La floración es factible con la aplicación T2.

Palabras clave: inducción floral, nutrición mineral.

Abstract

Dwarf pineapple (*Ananas nanus* L.) flower set is tardy and uneven, whereby the objective of the present investigation was to determine the ethephon effect on two nitrogen sources on flower induction. The assay was established inside a greenhouse at Zulia University Agronomy Faculty. The treatments were: T1: control, T2: 0.033 g a.i. of Ethephon + 1 g of urea and T3: 0.033 g a.i. of Ethephon + 23 ml of Frutomax®, with 14 replications by treatment. Floral induction was higher in T2 (92.85%) and T3 (78.57%) than T1 which failed to set flower. Ethephon mixed with Urea is a successful treatment for floral induction in dwarf pineapple.

Key words: floral induction, mineral nutrition.

Introducción

La floricultura representa una actividad de relevante significado económico, turístico y artístico que requiere ser valorada en su justa dimensión, debido a que esta actividad presenta una alta demanda en el mercado nacional e internacional. Las condiciones climáticas de Venezuela se prestan para el cultivo de flores a lo largo de todo el año, aunado a esto la demanda de flores naturales está siendo suplida por los mercados internacionales. La piña silvestre o “piñita ornamental” (*Ananas nanus* L.) se cultiva en nuestro país de forma artesanal. Esta especie pertenece la familia de las Bromelias, tiene su origen en el Norte de Brasil, es una hierba perenne con una tamaño que oscila entre los 45,72 a 60,96 cm, se encuentra perfectamente adaptada a las condiciones agroclimáticas del país. En los últimos años, el cultivo de la piña ornamental ha cobrado un alto auge en el mercado nacional e internacional debido a su inflorescencia la cual posee gran atractivo. Sin embargo, uno de los principales problemas presentes en esta especie, es el lento y desuniforme proceso de floración.

La inducción floral es un proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales (Yuri *et al.*, 2002). En especies frutales la inducción y diferenciación floral es controlada de manera natural por factores ambientales, ontogénicos y fisiológicos. Los factores del medio son captados en las hojas y controlan en parte la producción de un

Introduction

Flower farming represents an activity with excellent economic, touristic and artistic results, which requires being valued on its dimensions; due to this activity has a high demand on the national and international market. The weather conditions in Venezuela favor the flower crop throughout the year, additionally, the natural flower demands is also supplied by the international market. Wild pineapple or ornamental pineapple (*Ananas nanus* L.) is presented in Venezuela as artisanal crop. This specie belongs to the Bromelias family, with its origin in the North of Brazil; it is a perennial herb with a size from 45.72 to 60.96 cm, with perfect adaptations to the weather conditions in the country. In the last years, the ornamental pineapple crop has become important in the national and international market, because of its inflorescence, which is very attractive. However, one of the main problems in this specie is that it has a slow and uneven flowering process.

The flower induction is a process where the flower buds, mainly vegetative, suffer metabolic changes that prepare them to transform into flower buds (Yuri *et al.*, 2002). In fruit species, the induction and flower differentiation is controlled naturally by environmental, ontogenic and physiological factors. The environmental factors are experiences in the leaves, and control the production of a flower stimuli transmitted towards the apex meristems; consequently, the

estímulo floral transmitido hacia los meristemos apicales; en consecuencia, los ápices vegetativos sufren cambios que favorecen su diferenciación hacia primordios florales. Existen numerosos factores que afectan la inducción y la apertura de flores, como son el contenido mineral, reservas de carbohidratos, actividad relativa del crecimiento vegetativo y reproductivo, hormonas y condiciones ambientales.

La manipulación agronómica de la inducción y la diferenciación floral es posible en especies perennes mediante la aplicación foliar de diversas sustancias o bajo determinadas condiciones de cultivo. Este manejo pretende lograr precocidad, anticipar o retrasar la floración respecto a la temporada normal o incluso a producir determinados cultivos fuera de su área natural de adaptación lo cual se ha denominado producción forzada. Una de las aplicaciones más atractivas de la producción forzada es obtener la cosecha fuera de la época normal de producción para comercializarla a mejor precio. También es posible extender la oferta del producto en el mercado durante más tiempo, y aumentar el rendimiento anual por unidad de superficie. Sin embargo, la base genética, los procesos fisiológicos y la manera en que estos son afectados por inductores de floración no han sido estudiados completamente (Azcón-Bieto y Talón, 2007).

Una alternativa para solventar este problema es la aplicación de reguladores de crecimiento, esta es una práctica hortícola común en el área de producción de ornamentales y algunos son utilizados para obtener sincronización y uniformidad de flora-

vegetative apexes suffer changes that favor their differentiation to flower buds. There are lots of researches that affect the induction and flowers' opening, such as the mineral content, carbohydrates reservoirs, and relative activity of vegetative and reproductive growth, hormones and environmental conditions.

The agronomic handling of the flower induction and differentiation is possible on perennial species with the foliar application of different substances or under determined crop conditions. This handle pretends to achieve the earliness, anticipate or delay the flowering regarding the normal season, or even, producing determine crops out of the natural adaptation area, which has been named as forced production. The most attractive aspect of the forced production is to get the harvest out of the regular production season, to commercialize it at a better price. It is also possible to extent the offer of the product in the market much longer, and to increase the annual yield by surface unit. However, the genetic information, the physiological processes and the way these are affected by flowering inductors have not been fully studied and researched (Azcón-Bieto and Talón, 2007).

One alternative to solve this problem is applying growth regulators, this is a common horticultural practice in the ornamental production area, and some are used to synchronize and uniform flowering in determined year seasons. One of the hormones applied to induce flowering is ethylene, which is a gas growth regulator produced by the alive tissues of the plants, it has a

ción en determinadas épocas del año. Una de las hormonas aplicadas para inducir la floración es el etileno, el cual es un regulador de crecimiento en forma gaseosa que es producido por los tejidos vivos de las plantas, posee una estructura química simple. Los efectos del etileno en el tejido de las plantas es muy variable y su efecto se produce a muy bajas concentraciones y se manifiesta en prácticamente todas las etapas de su ciclo biológico, hasta la maduración y senescencia o en respuesta al estrés (Azcón-Bieto y Talón, 2007).

La piña contiene naturalmente el etileno en el fruto pero también se puede aplicar directamente a la planta para acelerar el proceso de inducción floral logrando así reducir el ciclo del cultivo, uniformizar y compactar la cosecha, que es de mucho beneficio para la programación de la producción de acuerdo a las necesidades del mercado y el productor (Arias y López, 2007). Por otra parte, una de las formas comerciales generadoras de etileno es el ácido 2-cloroetil fosfónico, conocido comúnmente como "ethrel" o "Etefon", este ha sido usado para la floración en piña (*A. comosus* L. Merr.), la estimulación del flujo de látex en el caucho, la desverdización de los cítricos y la iniciación de la maduración en las frutas climatéricas. El ethrel es hidrolizado en el tejido de las plantas para producir etileno, fosfato y cloruro (Arias y López 2007).

Otra manera de inducir la floración es con ethrel más urea, esta metodología fue realizada en piña (*A. comosus* L. Merr.) en los Estados Unidos, debido a que el uso de la urea incrementa la penetración cuticular de

simple chemical structure. The ethylene effects on the plants tissue vary, and the effects are produced at very low concentrations, and are seen in almost all the biological cycles, until ripening and senescence, or under stress response (Azcon-Bieto and Talón, 2007).

Pineapple has natural ethylene in the fruits, but can also be applied directly to the plant to accelerate the flower induction process, reducing the crop cycle, uniform and compact the harvest, which is beneficial for programming the production according to the market needs and the producer (Arias and López, 2007). On the other hand, one of the commercial ways to generate ethylene is ethylphosphonic 2-chlorine acid, commonly known as "ethrel" or "Ethepon", this has been used for the pineapple flowering (*A. comosus* L. Merr.), the latex flow stimulation in rubber, the degreening of citric and the ripening initiation in climacteric fruits. Ethrel is hydrolyzed in the plants' tissue to produce ethylene, phosphate and chloride (Arias and López, 2007).

Another way to induce flowering is using ethrel plus urea, this was applied in pineapple (*A. comosus* L. Merr.) in the United States, since using urea increases the cuticle penetration of different compounds, including Ethepon. Urea has 46% of easily available nitrogen. Nutrition with nitrogen promotes the vegetative growth. The same occurs when high doses of urea are applied, reducing the inductor Ethepon effect significantly, and extending the elongation of the peduncle. Therefore, urea doses should

una variedad de compuestos, incluido el Ethephon. La urea contiene 46% de nitrógeno fácilmente disponible. La nutrición con nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo. Lo mismo sucede cuando se aplican altas dosis de urea por lo que el efecto inductor del Ethephon disminuye considerablemente y se prolonga la elongación del pedúnculo. Por lo tanto, las dosis de urea no debe exceder de las 20-40 kg.ha⁻¹ (Arias y López, 2007). Aunado a esto también se ha implementado la aplicación de microelementos, específicamente calcio y boro, para incrementar los porcentajes de floración.

Uno de los productos empleados para la aplicación de calcio y boro es el FRUTOMAX®, es un fertilizante que posee 28% de nitrógeno total dividido en un 20,2% de nitrógeno de lenta liberación y 7,8% de nitrógeno en forma de urea, además posee un 6% de calcio quelatado y 1% de boro. Es de suma importancia recordar que no se debe fertilizar el cultivo con nitrógeno en las cuatro semanas antes de la inducción floral, porque las concentraciones de nitrógeno bajan considerablemente la eficiencia de la misma, porque generarán crecimiento vegetativo nuevo en vez de promover el crecimiento reproductivo. En función de lo planteado anteriormente en el presente trabajo se propuso como objetivo determinar el efecto de la aplicación de etefon combinado con dos fuentes de nitrógeno en la inducción floral de la piña ornamental (*Ananas nanus* L.).

Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el umbráculo pertenecien-

not exceed 20-40 kg.h⁻¹ (Arias and López, 2007). Additionally, microelements have been applied, specifically calcium and boron, to increase the flowering percentage.

One of the products employed for applying calcium and boron is FRUTOMAX®, which is a fertilizer that has 28% of total nitrogen divided in 20.2% of slow release nitrogen and 7.8% of total nitrogen divided in 20.2% of slow release nitrogen and 7.8% of nitrogen as urea; also it has 6% of chelate calcium and 1% of boron. It is very important to mention that the croup should not be fertilized with nitrogen the four first weeks before the floral induction, because the nitrogen concentration lowers significantly the efficiency of it, generating a new vegetative growth instead of promoting the reproductive growth. Because of the latter, the objective of this research was to determine the application effect of ethephon combined with two nitrogen sources in the floral induction of the ornamental pineapple (*Ananas nanus* L.).

Materials and methods

This research was carried out in a greenhouse that belongs to the vegetal physiology subject at the Agronomy Faculty, Universidad del Zulia; the vegetal material was provided by the vegetal biotechnology “Silvia León de Sierralta” of the same university. The greenhouse had 42 vitro-plants with 8 weeks of acclimatization in germination trays for fruits, which had a substrate mix with the following proportion 3:1 vegetal layer and river manure, subsequently; these plants were

te a la cátedra de fisiología vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, el material vegetal fue aportado por el laboratorio de biotecnología vegetal "Silvia León de Sierralta" de la mencionada Facultad. El cual constó de 42 vitropiantas de 8 semanas de aclimatación en bandejas de germinación para frutales las cuales contenían una mezcla de sustrato con la siguiente proporción 3:1 capa vegetal y abono de río, luego estas plantas fueron transplantadas a bolsas de siembra de 3000 cc de volumen. Se utilizó un sustrato en proporción 2:1 capa vegetal abono de río, se implementó riego por microaspersión con frecuencia de aplicación diarias, estas plantas fueron fertilizadas quincenalmente con una mezcla hidrosoluble de triple 18 más microelementos por dos meses. Los siguientes cuatro meses previos al montaje fueron suspendidas las aplicaciones de fertilizantes y el riego se mantuvo.

Para el montaje del ensayo se utilizó Madurex como fuente de ácido 2-cloroetil fosfónico con 480g de IA, como fuente de nitrógeno mineral se aplicó urea y frutomax. Este último con microelementos, los tratamientos quedaron conformados de la siguiente manera: tratamiento 1 (T1) testigo absoluto sin etefon y fuente mineral, tratamiento 2 (T2) 0,033 g IA de etefon por planta + 1 g de urea equivalente a 0,46 g de N por planta y tratamiento tres (T3) 0,033 g IA de etefon por planta + 23 mL de frutomax equivalente a 0,46 g de N más microelementos. El modelo estadístico empleado fue un totalmente al azar con los tres tratamientos ya mencionados y 14 repeticiones por tratamiento.

transplantado a bolsas de 3000cc de volumen. A sustrato en 2:1 proporción con estiércol vegetal de río fue usado, micro-aspersión de riego se aplicó diariamente, y estas plantas fueron fertilizadas cuatrimestralmente con una mezcla soluble de agua triple 18 más micro-elementos por dos meses. El uso de fertilizante se suspendió cuatro meses antes de ensamblar, pero el riego se mantuvo.

Para realizar la investigación, Madurex se usó como fuente de ácido fosfónico 2-cloruro con 480g de a.i., urea se aplicó como fuente de nitrógeno mineral así como frutomax. Este último elemento junto con los micro-elementos, los tratamientos se formaron así: 1 (T1) control absoluto sin etefon y fuente mineral, tratamiento 2 (T2) 0.033 g a.i. de etefon por planta + 1 g de urea, igual a 0.46 g de N por planta, y tratamiento 3 (T3) 0.033 g a.i. de etefon por planta + 23 mL de frutomax igual a 0.46 g de N más micro-elementos. El modelo estadístico empleado fue al azar, con los tres tratamientos mencionados antes y 14 repeticiones por tratamiento, considerando cada planta como una replicación.

Los tratamientos se aplicaron de la siguiente manera: para todas las repeticiones por tratamiento, se usó 70 mL de la solución, esto se agregó usando cilindros graduados. Estas soluciones se agregaron lentamente y directamente al centro de la planta, evitando pérdidas por percolación de la solución, la hora de aplicación fue casi a las 6 pm, con el fin de evitar mayores pérdidas por volatilización. Posteriormente, la aplicación de los tratamientos se repitió dentro de siete días, y para T1 se usó agua clara.

Las variables a medir fueron: porcentaje de floración,

to, considerándose cada planta como una repetición.

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera: para todas las repeticiones por tratamiento se aplicó un volumen de 70 mL de su solución respectiva, esta se adicionó con la ayuda de cilindros graduados de 100 mL. Dichas soluciones se agregaron de forma pausada directamente sobre el centro de la planta de manera que no hubiese pérdidas por percolación de la solución, la hora de aplicación fue cercana a las seis de la tarde con esto se evitaron mayores pérdidas por volatilización. Posterior a esto, se repitió la aplicación de los tratamientos a los siete días, para el T1 se utilizó agua pura.

Las variables a medir fueron las siguientes: porcentaje de floración, diámetro de planta y número de hojas. Para el porcentaje de la floración se contabilizó el número de plantas con inflorescencia por tratamiento y se dividió entre el total de plantas por tratamiento, el diámetro de la planta se midió con la ayuda de una cinta métrica a 50cm de altura se tomaron tres lecturas por repetición, por muestreo y luego se promedió el diámetro medido en cm y el número de hojas se obtuvo contando la totalidad de hojas por repetición por tratamiento. Las variables se midieron desde el momento en que ocurrió la primera floración, la cual sucedió en la semana cuatro luego de haber montado el ensayo.

En la presente investigación se realizaron tres muestreos los cuales iniciaron con la aparición de las primeras inflorescencias lo que ocurrió en la semana cuatro. El resto de los muestreos se realizaron cada 15 días hasta que ya no hubo más conversión

diameter of the plant and number of leaves. For the flowering percentage, the number of plants with inflorescence per treatment was counted and divided with the total of plants per treatment, the diameter of the plant was measured using a metric tape at 50 cm of height, also three readings by sampling and replications were taken, and the average of the diameter measured in cm was considered, and the number of leaves was obtained counting the total of the leaves per replication and per treatment. The variables were measured from the moment of the first flowering, which occurred in the fourth week after assembling the research.

Three samples were carried out on this research, which started with the apparition of the first inflorescences that occurred in week four. The rest of samples, were carried out every 15 days, until the conversion of vegetative buds to floral disappeared. The data collected were tabulated in Excel and later were analyzed with the statistic software statistix version 8.0. 2003.

Results and discussion

The inflorescences showed up four weeks after the application of treatments. Contrary to the reported by Arias and López (2007) in (*A. comosus* L. Merr.), where the apparition of the inflorescence in the smooth cayenne occurred within 45 days after applying ethephon, flowering in week four for (T2) of 71.43% and in (T3) of 64.29%, while on the sixth week the (T2) reached 85.71% and (T3) 78.57% in the last

de yemas vegetativas a florales. Los datos colectados fueron tabulados en Excel para posteriormente ser analizados con el paquete estadístico statistix versión 8.0. 2003.

Resultados y discusión

La aparición de inflorescencia se presentó a partir de la semana cuatro posterior a la aplicación de los tratamientos. Contrario a lo reportado por Arias y López (2007) en (*A. comosus* L. Merr.) donde la aparición de la inflorescencia en la variedad cayena lisa ocurrió alrededor de los 45 días después de la aplicación del etefón, la floración en la semana cuatro para el (T2) de 71,43% y para el (T3) fue de 64,29% mientras que para la sexta semana el (T2) alcanzó un 85,71% y el (T3) 78,57% en la última toma de datos en la semana ocho posterior a la aplicación, los porcentajes finales por tratamiento quedaron de la siguiente manera: (T2) 92,85 y para el (T3) de 78,57%, mientras que el (T1) testigo no presentó inflorescencias para los periodos evaluados. Estos resultados concordaron con los reportados por Ojeda *et al.* (2007), quienes para todas las plantas tratadas de *Billbergia pyramidalis*, obtuvieron un porcentaje de floración de 100% en todos los tratamientos con etefón, a excepción del testigo el cual no floreció. Resultados similares fueron observados en otras bromeliáceas por Dukovski *et al.* (2006), con 100% de floración en *Guzmania lingulata* L., al ser expuestas a una concentración de etileno gaseoso de 100 mg.L⁻¹. La prueba de proporciones aplicada a la variable porcentaje de floración encontró diferen-

data note-taking in week eight after the application, the final percentages per treatment were: (T2) 92.85 and (T3) 78.57, while on (T1) the control did not present inflorescences for the evaluated periods. These results agree to those reported by Ojeda *et al.* (2007), who for all the treated plants of *Billbergia pyramidalis*, obtained a flowering percentage of 100% in all the treatments with ethephon, excepting the control, which did not have any flower. Similar results were observed in other bromeliads by Dukovski *et al.* (2006) with 100% of flowering in *Guzmania lingulata* L., being exposed to a gas ethylene concentration of 100 mg.L⁻¹. The proportion test applied to the variable of flowering percentage showed differences among the treatments as seen in figure 1.

To the rest of the measured variables, the descriptive statistics were applied, which are presented on table 1.

Conclusion

It can be concluded because of the results obtained, that the highest inflorescence conversion was obtained applying T2 with 0,033 g a.i. of ethephon per plant + 1 g of urea, equal to 0,46 g of N with 92.85% of flowering in the evaluated period.

End of english version

cias entre los tratamientos como se muestra en la figura 1.

Al resto de las variables medidas se aplicó estadísticas descriptivas, las cuales se muestran en el cuadro 1.

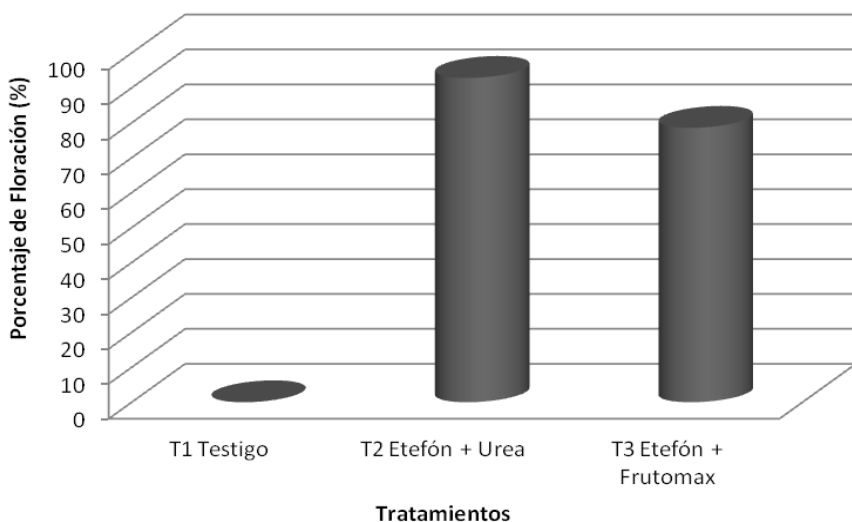


Figura 1. Efecto del etefon y su combinación con dos fuentes de nitrógeno sobre el porcentaje de floración en piña ornamental (*Ananas nanus* L.).

Figure 1. Ethephon effect and its combination with two nitrogen sources on the flowering percentage of ornamental pineapple (*Ananas nanus* L.).

Cuadro 1. Efecto del etefon y su combinación con dos fuentes de nitrógeno sobre la inducción floral en piña ornamental (*Ananas nanus* L.) y su relación con el diámetro de planta y número de hojas.

Table 1. Ethephon effect and its combination with two nitrogen sources on the floral induction in ornamental pineapple (*Ananas nanus* L.), and its relation on the diameter of the plant and the number of leaves.

	Diámetro (cm)	Desviación estándar	Nº Hojas	Desviación estándar
Plantas con flor	47	7,04	42,66	4,621
Plantas sin flor	44,361	9,1	37,555	6,99

Conclusión

Con los resultados obtenidos podemos concluir que la mayor conversión de inflorescencia se obtuvo con la aplicación del T2 con 0,033 g IA de etefon por planta + 1g de urea equivalente a 0,46 g de N con 92,85% de floración en el periodo evaluado.

Literatura citada

- Arias, S., J. López. 2007. Manual para la inducción floral (FORZA) en Piña. (En línea). Honduras. USAID. Disponible en: http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Manual_Induccion_Floral_esp.pdf
- Azcón-Bieto, J., M. Talón. 2007. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Segunda Edición. Editorial McGRAW-Hill. p.445-481.
- Dukovski, D., R. Bernatzky, S. Han. 2006. Flowering induction of *Guzmania* by ethylene. *Scientia Horticulturae* 110: 104-108.
- Ojeda, M., N. Mogollón, M. Pérez, N. Maciel. 2007. Efecto del Etefón (ETILENO) sobre la promoción floral de *Billbergia pyramidalis* (Sims) Lindley. *Bioagro*, 19(1):11-17.
- Statistix 8. 2003. Statistix 8: Analytical Software User's Manual. Tallahassee, Florida, U.S.A.
- Yuri, J., A. Lobos, V. Lepe. 2002. Inducción floral. Pomáceas, Boletín Técnico, p. 577-584.