

Efecto del paclobutrazol sobre el crecimiento de plantas de berbería (*Nerium oleander* L.) en fase de vivero

Effect of paclobutrazol on growth oleander (*Nerium oleander* L.) plant in nursery

A. Albornoz¹, M. Fernández¹, J. Vilchez¹, C. Fernández¹ y L. Martínez¹

¹Departamento 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 berbería (*Nerium oleander* L.) es empleada en el paisajismo urbano que pudiera utilizarse como planta ornamental de maceta si se redujese su tamaño. El paclobutrazol (PBZ) es un inhibidor de la síntesis de giberelinas que disminuye el tamaño de las plantas. Por ello se estudió el efecto del PBZ sobre el crecimiento de plantas de berbería en fase de vivero, evaluando tres dosis de PBZ: (0, 20 y 40 mg.L⁻¹), sobre la altura de planta, longitud de brotes, distancia de entrenudos y número de hojas. Luego de nueve semanas de ensayo las dosis de PBZ difirieron estadísticamente con el tratamiento testigo en las variables estudiadas. Se comprobó la eficacia del PBZ en la reducción del crecimiento de plantas de berbería.

Palabra clave: *Nerium oleander*, retardantes de crecimiento y paclobutrazol.

Abstract

The oleander (*Nerium oleander* L.) is used in urban landscaping and could be used as an ornamental plant pot, if its size is reduced. Paclobutrazol (PBZ) is a synthesis inhibitor of gibberellins, which affects the size of the plants. Therefore, it must be studied the effect of PBZ on the growth of plants in nursery oleander, evaluating three doses of PBZ: (0, 20 and 40 mg.L⁻¹) on plant height, shoot length, internode distance and number of leaves. After nine weeks of trial, the PBZ dose differed statistically in the control variables studied. It was found PBZ effectiveness in reducing the growth of plants oleander.

Key words: *Nerium olander*, growth retardants and paclobutrazol.

Introducción

La berbería (*Nerium oleander* L.) es una planta ornamental, empleada en el paisajismo urbano debido a su espectacular floración la cual puede tener diferentes coloraciones según la variedad y su resistencia a periodos prolongados de sequía. La utilización de esta planta como ornamental en maceta se ve limitada por su elevado crecimiento, ya que en condiciones normales puede alcanzar hasta 4 m de altura (Ochoa *et al.*, 2009). Es por ello en los últimos años se han utilizado diversos reguladores de crecimiento para la obtención de plantas de tamaño reducido con floración normal.

Los reguladores de crecimiento son sustancias tanto de origen natural como sintético, estos determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo y desarrollo de la planta y además tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas respuestas de acuerdo al momento de aplicación y a la concentración empleada (Azcon-Bieto y Talon, 2008). Dentro de los reguladores de crecimiento, que inhiben el crecimiento de plantas también conocidos como retardantes de crecimiento se encuentra el paclobutrazol (PBZ) que es un triazol que interfiere la síntesis de giberelinas, bloqueándola, afectando el desarrollo normal de las plantas y demás características morfológicas, reduciendo el tamaño de las plantas y haciéndolas más compactas (Cárdenas y Rojas, 2003). Esta afecta también a otras hormonas, por ejemplo, reduce el nivel de ácido abscísico, etileno y ácido indolacético, y aumenta el de

Introduction

Oleander (*Nerium oleander* L.) is an ornamental plant used in the urban landscaping due to its spectacular flowering which can have different colorations as the variety and its resistance to long drought periods. The use of this plant as ornamental in flowerpot turns out to be limited by its growth, since in normal conditions it can reach up to 4 m high (Ochoa *et al.*, 2009). For this reason, in recent years different growth regulators have been used to obtain plants with reduced size and regular flowering size.

The growth regulators are substances of both natural and synthetic origin; these determine answers at growth level, metabolism and plant development and also with the characteristic that in some opportunities the same active principle offers different answers according to the moment of application and to the concentration used (Azcon-Bieto and Heel, 2008). Within the growth regulators, which inhibit the growth of plants also known as growth retardants is paclobutrazol (PBZ), a triazole that interferes in the synthesis of gibberellins, blocking them, affecting the normal development of the plants and other morphological characteristics, reducing the size of the plants and making them more compact (Cárdenas and Rojas, 2003). This also affects other hormones, for instance, it reduces the level of abscisic acid, ethylene and indole acetic acid, and increases of cytokinins. It is used in the preservation of fruits and as a flowering inducer in several species,

citoquininas. Se emplea en la conservación de frutos y como inductor de florecimiento en varias especies el PBZ ha demostrado su utilidad para el control de los rasgos de interés agronómico en varios cultivos como los cereales, hortalizas, frutales y plantas ornamentales (Mehouachi *et al.*, 1996).

En base a lo anteriormente señalado se planteó estudiar el efecto del PBZ sobre el crecimiento de plantas de berbería en fase de vivero.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de la cátedra de Fisiología Vegetal Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Se utilizaron 42 plantas de berbería de dos meses de edad, las cuales se encontraban creciendo en macetas de 6 L capacidad con un sustrato compuesto de capa vegetal y estiércol de bovino en proporción 2:1. A las macetas se les aplicó una capa de 3 cm aproximadamente de cascarilla de arroz en la base del tallo a fin de evitar el crecimiento de malezas y para favorecer la retención de humedad. Durante todo el ensayo las plantas fueron fertilizadas semanalmente, con 18-18-18 más microelementos (SOLUB®, hidrosoluble) a razón de 0,5 g de NPK por planta. También se aplicó un riego interdiario con una lámina de 700 mL.planta⁻¹. Previo a la aplicación de los tratamientos las plantas fueron podadas a una altura de 25 cm dejando solo el tallo principal. Como fuente de paclobutrazol se utilizó el producto Bonzi® (Sygenta Co), el cual contiene 4 g.L⁻¹ de ingrediente activo (α R, β R)-*rel*- β -[(4-chlorophenyl)methyl]- α -(1,1-

the PBZ has proven to be useful for the traits control of agronomic interest in different crops such as cereals, vegetables, fruit trees and ornamental plants (Mehouachi *et al.*, 1996).

Because of the latter, the PBZ effect was studied on the growth of Oleander plants during nursery phase.

Materials and methods

The experiment was carried out at the greenhouse of the Vegetal Physiology subject of the Agronomy Faculty, Universidad del Zulia. Forty two Oleander plants aging two-month-old were used growing in pots of 6 L of capacity with a substrate composed of topsoil and cattle manure in a 2:1 ratio. A 3 cm layer of rice husk was applied to the flowerpots approximately in the base of the stem in order to avoid the weed growth and to favor the moisture retention. During the whole essay the plants were fertilized weekly with 18-18-18 plus micro-elements (SOLUB®, water-soluble) at a reason of 0.5 g of NPK per plant. Also inter-daily irrigation was applied with a lamina of 700 mL.plant⁻¹. Before the application of treatments, the plants were pruned at a height of 25 cm, leaving only the main stem. As paclobutrazol source Bonzi® was used (Sygenta Co), which contains 4 g.L⁻¹ of active ingredient (α R, β R) - *rel* - β -[(4-chlorophenyl) methyl] - α - (1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol). Three PBZ concentrations were evaluated: 0, 20 and 40 mg.L⁻¹, which were applied to 14 plants per treatment. The evaluated PBZ concentrations were applied with 500 mL volume by plant, to insure that

dimethylethyl)-1*H*-1,2,4-triazole-1-ethanol). Se evaluaron tres concentraciones de PBZ: 0, 20 y 40 mg.L⁻¹, las cuales se aplicaron a 14 plantas por tratamiento. Las concentraciones evaluadas del PBZ se aplicaron con un volumen de 500 mL por planta, con lo que se aseguró que el producto fuera absorbido completamente por la planta y no se perdiese por lixiviación.

A las nueve semanas se evaluaron las variables: altura de planta, medida desde el ápice de la rama más larga hasta su inserción con el tallo principal, longitud de los cinco brotes más largos, medido desde el extremo proximal del tallo hasta el extremo distal de mismo; distancia de entrenudos, midiendo la separación entre hojas y número de hojas. Así como la diferencia entre los valores iniciales y finales de altura de la planta y número de brotes y hojas. El ensayo se evaluó estadísticamente a través de un modelo y diseño estadístico completamente al azar. Se realizó un análisis de la varianza y cuando se encontraron diferencias estadísticas en el factor de estudio se realizó pruebas de medias de Tukey. Todos los datos de las variables evaluadas, fueron procesados mediante el programa computarizado Statistix 8.0 para Microsoft® Windows, mediante un análisis de la varianza (ANADEVA) y la prueba Tukey para determinar diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos aplicados.

Resultados y discusión

Luego de nueve semanas, el análisis estadístico detectó diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para el efecto del

the product was completely absorbed by the plant and would not lose by leaching.

Within nine weeks the variables were evaluated: plant height, measured from the apex of the longest branch to its inclusion with the main stem, length of the five longer shoots, measured from the proximal end of the stem to its distal end; distance of internodes by measuring the separation between leaves and number of leaves; as well as the difference between the initial values and the end of the plant's height and number of shoots and leaves. The trial was statistically evaluated with a completely randomized model and statistical design. A variance analysis was performed, and means Tukey test was done when statistical differences were found. All the data of the evaluated variables was processed through the computerized program Statistix 8.0 for Microsoft® Windows, using a variance analysis (ANADEVA) and means Tukey test to determine statistical differences among the different treatments applied.

Results and discussion

After nine weeks, the statistical analysis detected statistical differences ($P < 0.05$) for the PBZ effect on the height of Oleander plants (table 1). The height in the treatment control (0 mg.L⁻¹) was 50 cm, meanwhile with 20 and 40 mg.L⁻¹ it was 34 and 30 cm, respectively, in this way a reduction was observed in the growth and elongation of the stem due to the inhibition of the synthesis of gibberellins, which is the main

PBZ sobre la altura de las plantas de berbería (cuadro 1). La altura en el tratamiento testigo (0 mg.L^{-1}) fue de 50 cm mientras que con 20 y 40 mg.L^{-1} fue de 34 y 30 cm respectivamente, de este modo se observó una disminución en el crecimiento y elongación del tallo debido a la inhibición de la síntesis de giberélinas que es la principal hormona promotora de estos procesos fisiológicos (Azcon-Bieto y Talón, 2008). Resultados similares obtuvo Ochoa *et al.* (2009) cuando aplicó una dosis de 20 mg.L^{-1} de PBZ, en plantas de berbería, obteniendo luego de 156 días una reducción del 37% en la altura con referencia a las plantas testigo, confirmando la utilidad del PBZ en la producción de plantas de menor porte y mayor valor comercial.

Por otra parte, el efecto del PBZ sobre el número de brotes de berbería (cuadro 1), resultó ser mayor en el tratamiento testigo sin regulador de crecimiento con valores promedio de 16,6 brotes por planta. La aplicación de 40 mg.L^{-1} de PBZ en este ensayo redujo el número de brotes por planta a 12,35. Esto difiere de lo reportado por Muas (1987), donde la aplicación de reguladores de crecimiento como PBZ o Unicazole-P en *Hibiscus rosasinensis*, redujeron el tamaño de las plantas e incremento el número de ramas en comparación a las plantas testigo.

La longitud de los brotes también fue inhibida por el PBZ (cuadro 1), obteniéndose valores estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) entre las de los tratamientos. El testigo obtuvo 22,86 cm de longitud y los tratamientos con PBZ 14 cm para 20 mg.L^{-1} y 11,7 cm con 40 mg.L^{-1} , dichos valores hicieron referencia a la disminución de la elongación

hormone that promotes these physiological processes (Azcon-Bieto and Talón, 2008). Ochoa *et al.* (2009) obtained similar results when applying a dose of 20 mg.L^{-1} of PBZ in Oleander plants, obtaining after 156 days a reduction of 37% in the height with reference to the plants control, confirming the utility of the PBZ in the production of plants of less freightage and major commercial value.

On the other hand, the PBZ effect on the number of Oleander sprouts (table 1), turned out to be higher in the treatment without growth regulator with values ranging 16.6 sprouts per plant. The application of 40 mg.L^{-1} of PBZ in the current essay limited the number of sprouts per plant to 12.35. This differs from reported by Muas (1987), where the application of growing regulators such as PBZ or Unicazole-P in *Hibiscus rosasinensis*, reduced the size of plants and increased the number of branches compared to the controlled plants.

The length of the shoots was also inhibited by PBZ (table 1), obtaining statistically different values ($P < 0.05$) among the treatments. The control obtained 22.86 cm of length and the treatments with PBZ 14 cm for 20 mg.L^{-1} and 11.7 cm with 40 mg.L^{-1} , the values above mentioned refer to the reduction of the cellular elongation described by Azcón-Bieto and Talón (2008), because of few gibberellins production. Meanwhile Pavone *et al.* (2008), when studying the PBZ effect in mango plants obtained a reduction in the length of the sprouts in plants treated without pruning, but it did not cause effects when the regulator and

Cuadro 1. Efecto del paclobutrazol sobre la altura de las plantas, número de brotes, longitud de los brotes, distancia de entrenudos y número de hojas de *Nerium oleander* L. PBZ: paclobutrazol.

Table 1. Paclobutrazol effect on the height of the plant, number of buds, longitude of buds, distance of inter-knots and number of *Nerium oleander* L. leaves PBZ: paclobutrazol.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Número de brotes	Longitud de los Brotes (cm)	Distancia de entrenudos (cm)	Número de hojas
Testigo (0 mg.L ⁻¹ de PBZ)	50,1 ^a	16,6 ^a	22,8 ^a	3,6 ^a	244,8 ^a
20 mg.L ⁻¹ de PBZ)	34,3 ^b	14,7 ^{ab}	14,1 ^b	2,4 ^b	184,5 ^b
40 mg.L ⁻¹ de PBZ)	30,7 ^b	12,4 ^b	11,7 ^b	1,8 ^b	173,7 ^b

Letras distintas para una misma variable difirieron estadísticamente (P<0,05) para la prueba de comparación de medias de Tukey.

celular descrita por Azcón-Bieto y Talón (2008), a causa de la poca producción de giberelinas. Mientras que Pavone *et al.* (2008) al estudiar el efecto de PBZ en plantas de mango obtuvo una reducción en la longitud de los brotes de las plantas tratadas sin poda, pero no causó efectos cuando se realizó la aplicación del regulador más una poda, esto es debido a que al podar las plantas se promovió el crecimiento vegetativo. La distancia entre nudos también fue estadísticamente diferente entre tratamientos (cuadro 1), las plantas con aplicación de PBZ 20 y 40 mg.L⁻¹ de PBZ obtuvieron las menores separación de entrenudos 2,4 y 1,80 cm respectivamente, comparar estos valores con el tratamiento testigo 3,60 cm se apreció una inhibición del crecimiento vegetal, la cual coincidió con lo obtenido por Bernal *et al.* (2001) al aplicar PBZ en *Citrus macrophylla* (naranja amarga). Esta reducción del crecimiento de los brotes fue atribuida a la disminución de la cantidad total de azúcares disponibles en los mismos, la cual fue producida por la acción del regulador de crecimiento como el PBZ (Mehouachi *et al.*, 1996).

Con respecto al número de hojas también se detectaron diferencias estadísticas significativas al ($P < 0,05$) entre los tratamientos (cuadro 1), al finalizar las evaluaciones se obtuvo los valores más altos de producción de hojas en el tratamiento testigo 244,79 hojas promedio por planta, mientras que en las plantas tratadas con PBZ se obtuvieron valores de 184,5 hojas para 20 mg.L⁻¹ y 173,71 hojas para 40 mg.L⁻¹. Por lo que se observó una disminución en la capacidad de las plantas para generar nuevos órganos como

a pruning were performed, this is because when pruning the plants the vegetative growth is promoted. The distance between knots was also statistically different among treatments (table 1), plants with PBZ application from 20 to 40 mg.L⁻¹ of PBZ obtained the lowest internodes of 2.4 separation and 1.80 cm, respectively, if these values were compared to the controlled treatment 3.60 cm was observed an inhibition of plant growth, which agrees to the one obtained by Bernal *et al.* (2001) by applying PBZ in *Citrus macrophylla* (bitter orange). This growth reduction of sprouts was attributed to the reduction of the entire quantity of available sugar in these, which was produced by the action of the growth regulator such as the PBZ (Mehouachi *et al.*, 1996).

Regarding the number of leaves, statistical significant differences were also found ($P < 0.05$) among the treatments (table 1), at the end of the assessments the highest values of leaf production were obtained in the controlled treatment 244.79 average of leaves per plant, while in plants treated with PBZ values of 184.5 leaves for 20 mg.L⁻¹ and 173.71 leaves for 40 mg.L⁻¹ were obtained. A reduction was observed in the plant ability to generate new bodies as a result of low gibberellin values (Azcón-Bieto and Talón, 2008). These results agree to those obtained ones by Flores *et al.* (2011), who evaluated the effect of the PBZ, uniconazol and cycocel in the production of tuber-potato seed in hydroponic crop, and found a reduction of from 4 to 6 leaves using growing retardants compared to the control.

consecuencia de valores bajos de giberelinas (Azcon-Bieto y Talón, 2008). Estos resultados concordaron con los obtenidos por Flores *et al.* (2011), quienes evaluaron el efecto del PBZ, uniconazol y cycocel en la producción de tubérculo-semilla de papa en cultivo hidropónico y encontraron una reducción de entre 4 y 6 hojas con el uso de los retardantes de crecimiento en comparación con el testigo.

Al finalizar el periodo de evaluación (nueve semanas) y comparar la diferencia de crecimiento de las plantas entre la primera y novena semana, estadísticamente se detectaron diferencias para la variable alturas de plantas, número de brotes y número de hojas (cuadro 2, figura 1), pudiéndose observar que las plantas testigo se desarrollaron de manera normal al crecer unos 28 cm de longitud, mientras que las tratadas con el PBZ tuvieron un crecimiento inferior a 10 cm, por lo que se verificó la importancia del PBZ en la inhibición de la elongación y crecimiento celular (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Los valores de número de brotes fue de 2,78 brotes por planta para el testigo mientras que con 20 y 40 mg.L⁻¹ de PBZ fue de 1,0 y 0,6 brotes por planta, respectivamente (cuadro 2). Respuestas similares reportaron Pavone *et al.* (2008), al combinar la poda y la aplicación de PBZ, sobre la brotación vegetativa y reproductiva de cuatro cultivares de mango, ya que en las plantas sin podar la aplicación de PBZ redujo significativamente el número de brotes primarios, pudiéndose atribuir esta disminución, al efecto de restricción sobre el crecimiento ocasionado por el regulador.

Las diferencias entre la cantidad de hojas de la primera a la novena

At the end of the evaluation (nine weeks) and comparing the difference of plants growth from the first to ninth week, statistically differences were detected for the variable heights of plants, number of outbreaks and number of leaves (table 2, figure 1), observing that controlled plants developed normally growing about 28 cm in length, meanwhile those treated with the PBZ had a growth of less than 10 cm, thus the importance of the PBZ inhibition of elongation and cell growth was verified (Azcón-Bieto and Talón, 2008). The number values of outbreaks was 2.78 shoots per plant for the control, while with 20 and 40 mg.L⁻¹ of PBZ it was 1.0 and 0.6 respectively shoots per plant (table 2). Similar responses were reported by Pavone *et al.* (2008) combining pruning and the application of PBZ on the vegetative and reproductive sprout of four mango cultivars, since in plants without pruning the PBZ application reduced significantly the number of primary outbreaks, maybe this reduction was due to the restriction effect on the growth caused by the regulator.

The differences between the amounts of leaves from the first to the ninth week of measurement were significantly different among treatments (table 2), control plants had around 80 leaves rather than those treated, given to plants with PBZ vegetative growth was inhibited, also, plants without PBZ could develop more leaves by the increased production of new shoots. Cárdenas and Rojas (2003) also attributed the lack of vegetative growth to PBZ after evaluating 'Tommy Atkins' mango plants, since

Cuadro 2. Efecto del paclobutrazol sobre la diferencia de la altura de plantas, número de brotes y número de hojas de *Nerium oleander* L. entre la primera y novena semana. PBZ: paclobutrazol.

Table 2. Paclobutrazol effect on the differenced of the height of the plant, number of sprouts, and number of *Nerium oleander* L. leaves between the first and ninth week. PBZ: paclobutrazol.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Número de brotes	Número de hojas
Testigo (0 mg.L ⁻¹ de PBZ)	28,2 ^a	2,8 ^a	182,4 ^a
20 mg.L ⁻¹ de PBZ)	9,3 ^b	1,0 ^b	114,2 ^b
40 mg.L ⁻¹ de PBZ)	7,5 ^b	0,6 ^b	104,3 ^b

Letras distintas para una misma variable difirieron estadísticamente ($P < 0,05$) para la prueba de comparación de medias de Tukey.

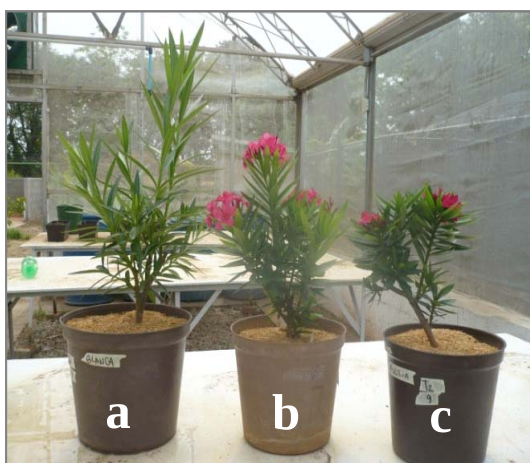


Figura 1. Crecimiento de plantas de berbería (*Nerium oleander* L.) en vivero a las nueve semanas de la aplicación del paclobutrazol. (a): planta control; B: planta con 20 mg.L⁻¹ de paclobutrazol y (c) planta con 40 mg.L⁻¹ de paclobutrazola las 9 semanas.

Figure 1. Growing of Oleander plants (*Nerium oleander* L.) in greenhouse within nine weeks of paclobutrazol application. (a): control plant, (b): plant with 20 mg.L⁻¹ of paclobutrazol and (c) plant with 40 mg.L⁻¹ of paclobutrazol at nine weeks.

semana de medición fueron significativamente diferentes entre tratamientos (cuadro 2), las plantas testigo tuvieron alrededor de 80 hojas más que las tratadas, dado a que el crecimiento vegetativo en las plantas con PBZ fue inhibido, además que las plantas sin PBZ pudieron desarrollar más hojas por la mayor producción de nuevos brotes. Cárdenas y Rojas (2003) atribuyeron también la falta de crecimiento vegetativo al PBZ luego de evaluarlo en plantas de mango 'Tommy Atkins', ya que dichas plantas desarrollaron poca cantidad de brotes vegetativos.

Otros efectos relevantes en esta investigación fueron el adelanto de la floración de las plantas tratadas con PBZ (figura 1), resultados que también se han observado en frutales como el mango (Pavone, 2008; Cárdenas y Rojas, 2003). También la intensidad del color verde de las hojas, lo cual fue debido a que el PBZ aumentó las concentraciones de citoquininas y estas hormonas ralentizaron el proceso de degradación de la clorofila (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Esta investigación permitió comprender de manera práctica la influencia de la variación de los niveles hormonales en las plantas y comprender la importancia de las hormonas en los procesos fisiológicos vegetales y su utilidad en el futuro de la agricultura.

Conclusiones

En base al objetivo planteado de esta investigación se comprobó la efectividad del regulador de PBZ sobre los principales parámetros de crecimiento de berbería, obteniendo así los me-

these plants developed little amount of vegetative buds.

Other relevant effects in this research was the flowering advancement of plants treated with PBZ (figure 1), results that have also been observed in fruit trees such as mango (Pavone, 2008; Cárdenas and Rojas, 2003). Also, the intensity of the green color of leaves, because the PBZ increases cytokinin concentrations and these hormones slows down the degradation process of chlorophyll (Azcón-Bieto and Talón, 2008). This research allows understanding the variation influence of hormone levels in plants in a practical way and to understand the importance of hormones in physiological processes of plants and its usefulness in the future of agriculture.

Conclusions

Based on the objectives of this research, it was proved the effectiveness of the PBZ regulator on the main growing parameters of Oleander, thus obtaining the lowest values of the height of the plants, number of sprouts, longitude of sprouts, inter-knots distance and number of leaves.

End of english version

nores valores de altura de planta, número de brotes, longitud de brotes, distancia entrenudos y número de hojas.

Literatura citada

- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. 3ra Edición. Madrid: España, Interamericana McGraw-Hill. 134 p.
- Cárdenas, K. y E. Rojas. 2003. Efecto del paclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'Tommy Atkins'. Bioagro 15: 83-90.
- Bernal, I. M., I.P. Castillo, F.B. Fernández, A.G. Lidón y A.C. Martínez. 2001. Influencia del paclobutrazol en patrones de cítricos. Investigación agraria. Producción y protección vegetales 16(1): 59-70.
- Flores, R., F. Sánchez del Castillo, J. Rodríguez, R. Mora, M. Colinas y H. Lozoya. 2011. Paclobutrazol, uniconazol y cycocel en la producción de tubérculo-semilla de papa en cultivo hidropónico. Revista Chapingo Serie Horticultura 17(2):173-182.
- Mehouachi, J., F. Tadeo, S. Zaragoza, E. Primo y M. Talón. 1996. Effects of gibberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedlings. J. Hort. Sc. 71(5): 747-754.
- Muas W. 1987. Effect of paclobutrazol on *Hibicus rosa-sinensis*. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 373-375.
- Ochoa, J., J. Franco, A. Bañón y J. Fernández. 2009. Distribución en planta, sustrato y drenaje de paclobutrazol aplicado a plántulas de *Nerium oleander* L. en contenedor. Spanish Journal of Agricultural Research 7(3): 621-628.
- Pavone, R., L. Avilán y L. Herrera. 2008. Efecto del Despuntado, Poda y Paclobutrazol, sobre la Brotación vegetativa y reproductiva de cuatro cultivares de mango. Agronomía Trop. 58(4): 351-356.