

APLICACIÓN DE ÁCIDO MONOBUTANEDIOICO EN DOS VARIEDADES DE *Antirrhinum majus* L. 'SONNET' Y 'RIBBON'

Rene Gualberto Vargas-Salinas¹, Irán Alia-Tejacal^{1*}, Víctor López-Martínez¹,
María Teresa Colinas-León², Oscar Villegas-Torres¹, María Andrade-Rodríguez¹,
Carlos Manuel Acosta-Durán¹ y Dagoberto Guillén-Sánchez³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. CP 62209.

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, carr. México-Texcoco. C.P. 56230.

³Instituto Profesional de la Región Oriente, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Nicolas Bravo s/n. Parque Industrial Cuautla, Xalostoc, Morelos. Correo electrónico: ijac96@yahoo.com.mx

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

Se utilizaron dos variedades de perrito (*Antirrhinum majus* L.), 'Ribbon' y 'Sonnet' recomendadas para su cultivo en maceta; estas variedades se caracterizan por tener una altura entre 35 y 50 cm, con un tallo quebradizo lo que afecta la calidad final. En el presente trabajo se evaluó el efecto de cuatro dosis de ácido monobutanedioico (B-nine®), para determinar la dosis que favorece una menor altura en estas variedades bajo condiciones de invernadero. Se evaluaron la altura, diámetro del tallo, número de hojas, la altura de la inflorescencia, etapas de la inflorescencia y número de flores abiertas durante el desarrollo del cultivo. Al incrementar la dosis de B-nine la altura de la planta y el diámetro del tallo disminuyeron, la dosis de 5000 mg L⁻¹ redujo la altura en 15.2 % y el diámetro en 20.5 % en la variedad 'Ribbon', mientras

que en la variedad 'Sonnet' la altura disminuyó en 21.3 % y el diámetro en 3.5 % con respecto al testigo. No se observaron diferencias significativas en el número de hojas, la aplicación de B-nine® retrasó las etapas florales independientemente de la dosis, la altura de la inflorescencia y número de flores abiertas se retrasaron en 15 d en ambas variedades.

Palabras clave: *Antirrhinum majus*, flor de perrito, retardadores, B-nine®, Ácido monobutanedioico,

ABSTRACT

'Ribbon' and 'Sonnet' are recommended for pot plant cultivation, are characterized for highest stem between 35 and 50 cm, fragile stem affect quality sale. The aim of this work was evaluate the effect of four doses (800, 1250, 2500 and 5000 mg

L⁻¹) of monobutanedioic acid (B-nine®), to determinate the best dose who cause the smaller height in this varieties under glasshouse conditions. We evaluate the height, stem diameter, leaves number, height inflorescences, inflorescences stages and open flower number during development. Results indicated that, increasing doses of B-nine® the highest of plant and stem diameter were reduced, the best dose was 5000 mg L⁻¹, reducing 15.2 % the height and 20.5 % the diameter in 'Ribbon', in 'Sonnet' the height was reduced 21.3 % and stem diameter 3.5 % in relation the control. No significative differences were detected in the leaves number, B-nine® application retard flower stages independently of doses, the inflorescence highest and open flower were retarded in 15 d in two varieties.

Key words: *snapdragon, Antirrhinum majus, growth inhibitors, monobutanedioic acid, B-nine®.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de perrito (*Antirrhinum majus* L.) se ha difundido en varios países debido a la duración de la planta, amplia gama de colores de sus flores y su accesibilidad económica a los consumidores. Esta especie es apreciada tanto como flor de corte como para plantas en maceta. Flores y Lagunes (1998) indican que se cultiva en el Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas; se reportan entre 10 y 22 ha en varias unidades de producción tanto para flor de corte, cultivado bajo invernadero o en vivero (Anónimo a, 2004; Flores y Lagunas, 1998), y la perspectiva es que siga incrementándose la superficie del cultivo.

'Ribbon' y 'Sonnet' son variedades recomendadas para cultivo en maceta, ambas son de porte semi-enano, de 35 y 50 cm de altura, amplia gama de color de la

flor, tallo con ramificaciones y floración precoz comparada con otros cultivares (Plantulas de Tetela, 2004). Sin embargo, estas plantas se caracterizan por tener porte alto, pero con tallo quebradizo, que afecta la producción (Martínez, comunicación personal). Actualmente, es común que durante la comercialización las plantas ornamentales en maceta el perrito alcance altura excesiva; en general las plantas demasiado largas son poco atractivas; consideración importante para producción de plantas ornamentales (Andrade, 1990). En el caso del perrito como planta ornamental, se tiene un problema de calidad dado que, a mayor longitud el tallo es más quebradizo, por lo cual puede ser conveniente inducir retraso general del crecimiento vegetal.

El crecimiento y desarrollo vegetal es controlado por la interacción de la expresión genética, hormonas y el ambiente (Hopkins, 1995). Entre las hormonas, las giberelinas son las que promueven el alargamiento celular, dado que su modo de acción es incrementar la plasticidad de las paredes celulares (Grochowska y Mejía-Muñoz, 2003), de tal manera que para inhibir o controlar el crecimiento es necesario aplicar retardadores de crecimiento. Los retardadores de crecimiento, en general inhiben el alargamiento celular, el tallo se hace mas grueso ya que aumentan los tejidos de sostén (haciendo mas resistentes las plantas al acame), aunque el número de entrenudos y hojas no cambia. Además, se retrasa el envejecimiento, se incrementa el contenido de algunas proteínas, clorofilas, disminuye la absorción del agua y se favorece la absorción de nutrimentos (Jankiewicz, 2003). Con base en lo anteriormente expuesto en el presente trabajo se investigó el efecto de la aplicación de un retardador de crecimiento en dos variedades de flor de perrito para maceta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la universidad del estado de Morelos, Campus Chamilpa. Se encuentra a 1900 msnm. García (1981) indica que esta zona esta caracterizada por un clima semicalido-subhúmedo, con una precipitación media de 1500 mm, con lluvias intensas en verano y precipitación menores en invierno y temperaturas entre 9 y 32 °C correspondiendo al tipo climático A(c) (W) el más cálido en temperaturas.

Se utilizaron dos variedades de perrito (*Antirrhinum majus* L.): 'Ribbon' y 'Sonnet'; la primera se caracteriza por tener una altura entre 40 y 50 cm, se desempeña bien cuando la intensidad lumínica es alta y las noches frescas, muestra gran variedad de colores, la segunda se caracteriza por ser una planta semienana de 35 cm de altura máxima y con características similares a 'Ribbon' (Plántulas de Tetela, 2004). Las plantas se obtuvieron en la empresa Plántulas de Tétela S. de R. L. de C. V.

Plantas de 4 semanas de desarrollo se transplantaron en macetas de 6 pulgadas de diámetro, se utilizó como sustrato una mezcla de tierra de hoja, tierra de monte, agrolita y fibra de coco. El riego y la fertilización se realizaron cada 8 días manualmente tomando como referencia lo indicado por la ficha técnica proporcionada por Plántulas de Tétela (Martínez, sin fecha). La cual sugiere fertilizar una o dos veces por semana: 420 g de nitrato de amonio, 450 g de potasio, 120 mL de ácido fosfórico, 100 g de sulfato de magnesio, 60 g de fertiquel combi (se sustituyó por 60 g Peters) disueltos en 1000 L de agua.

La fertilización se realizó con un recipiente de 200 L de agua, en el se diluyeron los fertilizantes ya mencionados aplicando 500 mL de solución por maceta. Las plagas y enfermedades se controlaron

de acuerdo con lo indicado por Martínez (1995).

Se formaron cinco grupos de plantas, en cada grupo se mantuvieron 25 plantas, haciendo un total de 125 plantas por cada variedad, dado que se evaluaron dos variedades se tuvieron un total de 250 plantas por las dos variedades. A cada grupo de 25 plantas se le aplicaron diferentes dosis de ácido mono butanedioico (B-nine ®), en total se probaron cinco dosis (Cuadro 1), la dosis de 0 mg L⁻¹ se utilizó como testigo. Las aplicaciones de cada dosis se realizaron a los 14, 21 y 61 días después del transplante (ddt). El ácido mono-butanedioico (B-nine®) se disolvió en agua destilada, y las aplicaciones se realizaron después de dos semanas de transplante, en las dosis ya descritas.

Cuadro 1. Dosis de B-nine (ácido mono butanedioico) para asperjar en perrito

Tratamiento	Características
1 Testigo	0 mg L ⁻¹
2	800 mg L ⁻¹
3	1250 mg L ⁻¹
4	2500 mg L ⁻¹
5	5000 mg L ⁻¹

Para la preparación y aspersión de las dosis de evaluación, se utilizó una probeta y un atomizador, en la probeta se midieron 60 mL de agua destilada y en una báscula analítica con una sensibilidad 0.001 g se pesaron las dosis de 800, 1250, 2500 y 5000 mg L⁻¹, las aspersiones se realizaron directo al follaje. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde la unidad experimental fue una planta en maceta, con 10 repeticiones para el análisis de crecimiento. El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero (tipo túnel), con cubierta de plástico lechoso y malla antiáfidos

Cada 8 d después del trasplante se evaluó la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas en 10 plantas, se determinó la fecha de aparición del botón floral. Todas las variables se determinaron con la ayuda de una regla (0.01 mm) y un pie de rey (0.01 mm). La altura de la planta se consideró desde la base del tallo hasta el ápice del mismo, el diámetro se determinó en la mitad de la planta durante el desarrollo y el número de hojas se evaluó desde la primer hoja verdadera hasta la aparición de la hoja nueva, las hojas se marcaron con pintura indeleble para evitar su duplicación en el conteo.

Se obtuvieron las temperaturas promedio mínima y máxima diaria durante el periodo de evaluación de la flor de perrito que fue del 6 de Noviembre de 2004 al 24 de marzo del 2005, estos datos se determinaron con un termómetro de máximas y mínimas. Se determinó la temperatura máxima y mínima diaria durante el periodo de crecimiento con el fin de determinar las unidades calor para alcanzar las etapas relacionadas con la floración, se utilizó la fórmula $(T_{max}+T_{min})/2-T_b$, donde $T_b= 10^{\circ}C$ (Herms, 1998).

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$). Se presentan gráficas de la media de las observaciones \pm error estándar en todas las variables elaboradas con el graficador Sigma Plot (SigmaPlot, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de flor de perrito de la variedad 'Ribbon' mostraron un crecimiento sigmoideal (Figura 1 A), se observó un efecto significativo en las aplicaciones de B-nine® en la altura entre los 19 y 109 días después del trasplante (ddt), donde al incrementar la dosis de B-nine® la altura de la planta

disminuyó, la dosis de 800 mg L⁻¹ disminuyó la altura de la planta en un 4.3 %, la dosis de 1250 mg L⁻¹ ocasionó una disminución de 7.2 %, la dosis de 2500 mg L⁻¹ en un 9.0 % y la de 5000 mg L⁻¹ un 15.2 %, con respecto al testigo (Figura 1), posteriormente no se detectó efecto en la altura de la planta por la aplicación de B-nine® (Figura 1 A)

En las plantas de flor de perrito de la variedad 'Sonnet' se observó que su crecimiento fue sigmoideal (Figura 1 B). Los resultados indican que la aplicación de B-nine® tuvo efecto en el crecimiento de la planta entre los 19 y 109 días después del trasplante, el efecto de B-nine® disminuyó la altura de la planta, de tal manera que en la dosis de 800 mg L⁻¹ disminuyó la altura de la planta en 7.1 %, la dosis 1250 mg L⁻¹ disminuyó la altura de la planta en 16.8 %, en cuanto a las dosis 2500 mg L⁻¹ se redujo la altura en 19.2 % y la dosis 5000 mg L⁻¹ la altura disminuyó en 21.3 % con respecto al testigo (0 mg L⁻¹). En forma similar a la variedad 'Ribbon' no se detectó efecto en la altura de la planta a los 109 ddt (Figura 1 B). Calderón (1992) menciona que el mejor inhibidor de crecimiento evaluado para crisantemo en maceta, fue paclobutrazol 25 mL L⁻¹ reduciendo la altura de la planta hasta 26 %. Silva-Garza *et al.* (2001) mencionan que el Cycocel (Clormequat) retardó el crecimiento, disminuyendo la altura de la planta de girasol en 26 %.

En el presente experimento se eliminaron los brotes laterales en ambas variedades 'Ribbon' y 'Sonnet' (entre 26 y 36 d después del trasplante), teniendo así una respuesta inducida y un crecimiento acelerado, Jankiewicz (2003) indica que las auxinas se generan principalmente en las partes jóvenes de la planta: ápices, frutos tiernos y hojas en desarrollo, las auxinas estimulan el crecimiento por alargamiento de los tallos y además en el crecimiento oblicuo de los brotes laterales y estolones.

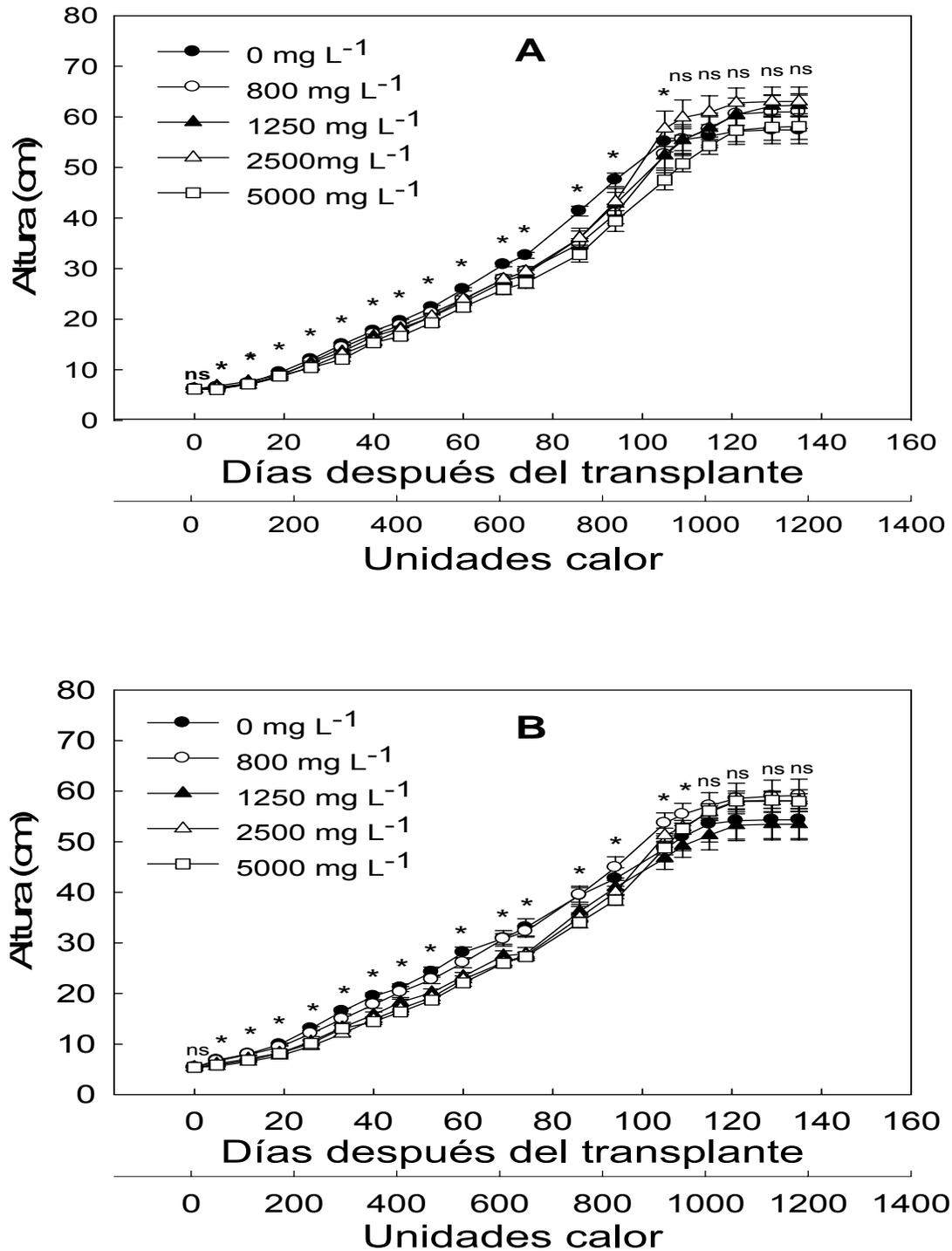


Figura 1. Altura de plantas de flor de perrito 'Ribbon' (A) y 'Sonnet' (B) tratadas con B-nine® en diferentes concentraciones. Cada punto representa la media de 10 observaciones ± error estándar.

Otra propiedad importante de las auxinas es que en el tejido donde se encuentra en concentración suficientemente alta, se convierte en el punto de atracción de nutrientes, el tejido rico en auxinas es también el lugar de atracción para otras hormonas como las giberelinas. También menciona que el uso de algunos retardadores (sustancias inhibitorias de giberelinas) no siempre disminuye permanentemente el nivel de giberelinas en la planta, incluso a veces provoca su incremento, puede ser la causa del crecimiento compensativo, el cual ocurre frecuentemente después de dejar de utilizar los retardadores, lo anterior puede explicar por que el efecto del B-nine® se observó en un periodo de crecimiento y al final no se detectó efecto del inhibidor de crecimiento.

En las variedades 'Ribbon' y 'Sonnet' el inicio de la etapa de floración ocurrió a partir de los 69 ddt (Figura 3) con una acumulación de 600 unidades calor (UC). Se observaron diez etapas de floración, la primera se cuantificó cuando en el ápice de la planta se detectó un arrosamiento de las hojas (Figura 2) hasta la etapa diez la cual se determinó cuando la inflorescencia tenía abiertas más de 50 % de las flores y la primera flor empezaban a senescer (Figura 2).

La aplicación de de B-nine® en el cultivar 'Ribbon' retraso las etapas de floración, independientemente de la dosis, en dos semanas al compararlo con el testigo (Figura 3 A), en el cultivar 'Sonnet' la dosis de 5000 mg L⁻¹ retrasó las etapas florales en aproximadamente 14 d, respecto a las plantas de los otros tratamientos (Figura 3D). Este efecto se confirmó al evaluar la altura de la inflorescencia y el número de flores abiertas en la inflorescencia en las dos variedades evaluadas (Figura 3 B, E, C y F), ya que a mayor concentración de B-nine, mayor es el retraso de la inflorescencia.

El B-nine® es un inhibidor de la síntesis de giberelinas (Grochowska, 2003), y es conocido que las giberelinas son sustancias químicas capaces de promover la formación de flores en ciertas condiciones ambientales específicas de temperatura y luz (Ramírez-Luna *et al.*, 2005), en el presente trabajo la aplicación del B-nine® retraso significativamente las etapas de la floración, pero se observaron diferencias entre las variedades evaluadas, por lo cual se infiere que la respuesta de las plantas en cuanto a floración por efecto de aplicaciones de inhibidores de crecimiento esta modulado por el genotipo.

Al igual que en la altura de la planta, el incremento del diámetro del tallo en las plantas de flor de perrito variedad 'Ribbon' fue sigmoideal (Figura 4 A); al inicio del desarrollo fue lento y posteriormente se incremento significativamente (Figura 4 A). Se detectó efecto significativo al aplicar B-nine® después de 19 ddt hasta los 69 ddt, posteriormente no se observaron diferencias significativas. Al incrementar las dosis de B-nine® el diámetro del tallo fue menor. En la dosis de 800 mg L⁻¹ el diámetro disminuyó en 5.0 %, en la 1250 mg L⁻¹ el diámetro fue 6.1 % menor que en las plantas del testigo, al aplicar la dosis de 2500 mg L⁻¹ es de 12.5 % y en la dosis 5000 mg L⁻¹ el diámetro fue 20.5 % menor. Después de los 69 ddt el diámetro del tallo de las plantas donde se aplicó la dosis de 2500 mg L⁻¹ se incremento hasta rebasar al testigo en 11.27% (Figura 4 A). Silva-Garza *et al* (2001) mencionan que Cycocel (inhibidor de crecimiento) indujo el menor diámetro de tallo en las plantas de girasol en comparación al testigo.

En la variedad 'Sonnet' (Figura 4 B) el diámetro del tallo también presentó crecimiento sigmoideal. El efecto de las aplicaciones de B-nine fue reducir el diámetro, al incrementar las dosis de B-nine el diámetro disminuyó. El efecto más notable se detectó entre los 19 y 69 ddt, en la dosis de 800mg L⁻¹ el diámetro se redujo

en 8.4 %, la dosis 1250 mg L⁻¹ redujo en 0.8 %, 2500 fue 15.0 % y en la de 5000 mg L⁻¹ disminuyó en 3.5 % con respecto al diámetro de las plantas del tratamiento testigo (0 mg L⁻¹). Después de 69 ddt el efecto del B-nine no fue significativo y el diámetro se incremento hasta 11.92 % mas con respecto a las plantas testigo, independientemente de la dosis de aplicación (Figura 4 B). La iniciación de la floración en las variedades 'Ribbón' y 'Sonnet' coincidió con incremento en el diámetro del tallo.

Similar a la altura y diámetro del tallo, el número de hojas mostró un incremento sigmoidal durante el desarrollo de la planta en la variedad 'Ribbon' y 'Sonnet' (Figura 5). Las dosis de B-nine evaluadas no causaron diferencias significativas en el número de hojas, después de los 105 ddt el número de hojas de las plantas donde se aplicó la dosis de 5000 mg L⁻¹ se incremento hasta rebasar al testigo en 10.5 %, y en la variedad 'Sonnet' tampoco se detectó un efecto significativo en la reducción en el número de hojas, el cual fue al contrario se incrementó el número de hojas y el efecto fue significativo, después de los 40 ddt el número de hojas de la planta se incremento en un 18.5 % (Figura 5B). El efecto nulo sobre el número de hojas se debe a que esta característica esta determinada desde que la planta es una semilla y es independiente de la síntesis de giberelinas, Silva-Garza *et al.* (2001) mencionan en un trabajo realizado en girasol, que el Cycocel (Clormequat) a pesar de determinar una notable reducción

en la altura, no redujo el área foliar de modo significativo.

CONCLUSIONES

En las plantas de flor de perrito variedades 'Ribbon' y 'Sonnet' las aplicaciones de B-nine® disminuyeron la altura de la planta al incrementar la dosis, la mejor dosis fue de 5000 mg L⁻¹ para las dos variedades.

La aplicación de B-nine en las dos variedades 'Ribbon' y 'Sonnet' retrasó las etapas florales en 15 días en cuanto a la dosis más alta 5000 mg L⁻¹.

El incremento del diámetro del tallo en las plantas de flor de perrito en las dos variedades 'Ribbón' y 'Sonnet' fue sigmoidal, y el efecto de las aplicaciones de B-nine® fue reducir el diámetro del tallo al incrementar las dosis de aplicación.

Las dosis de B-nine evaluadas no mostraron diferencias significativas en el número de hojas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del PIFI 2004-18-12, como parte del modulo de ornamentales y con base al programa de titulación de la DES Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

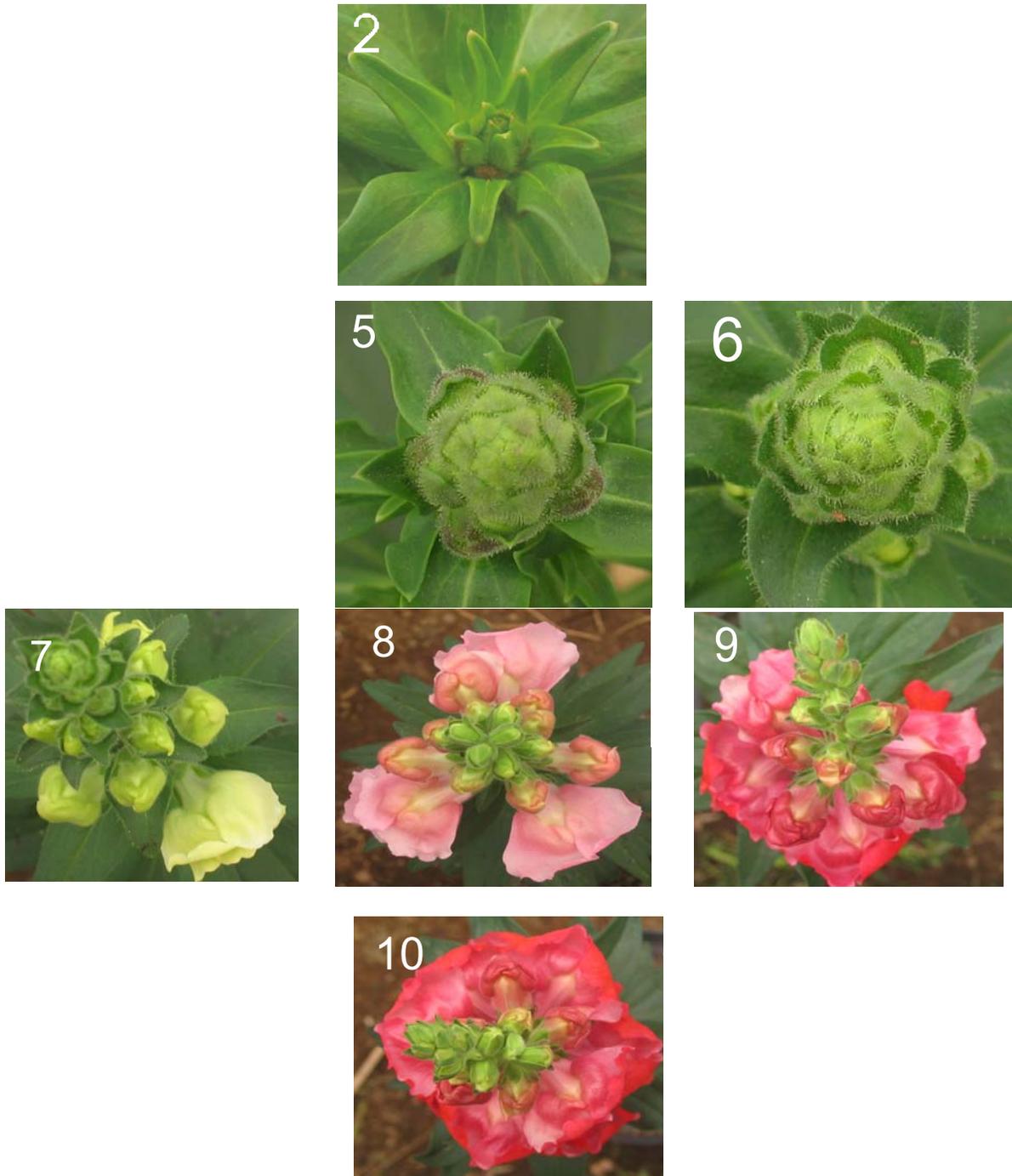


Figura 2. Etapas del desarrollo de la inflorescencia de perrito (*Antirrhinum majus* L.) cultivadas en Cuernavaca, Morelos. 1: Inicio de arrosamiento en el ápice de la planta; 2: Aparición de la inflorescencia; 3: Elongación de la inflorescencia; 4: expansión de la inflorescencia; 5: Inicio de la aparición de flores en la inflorescencia; Desarrollo de las flores en la inflorescencia; 7-9 Maduración de la inflorescencia; 10: inicio de la senescencia.

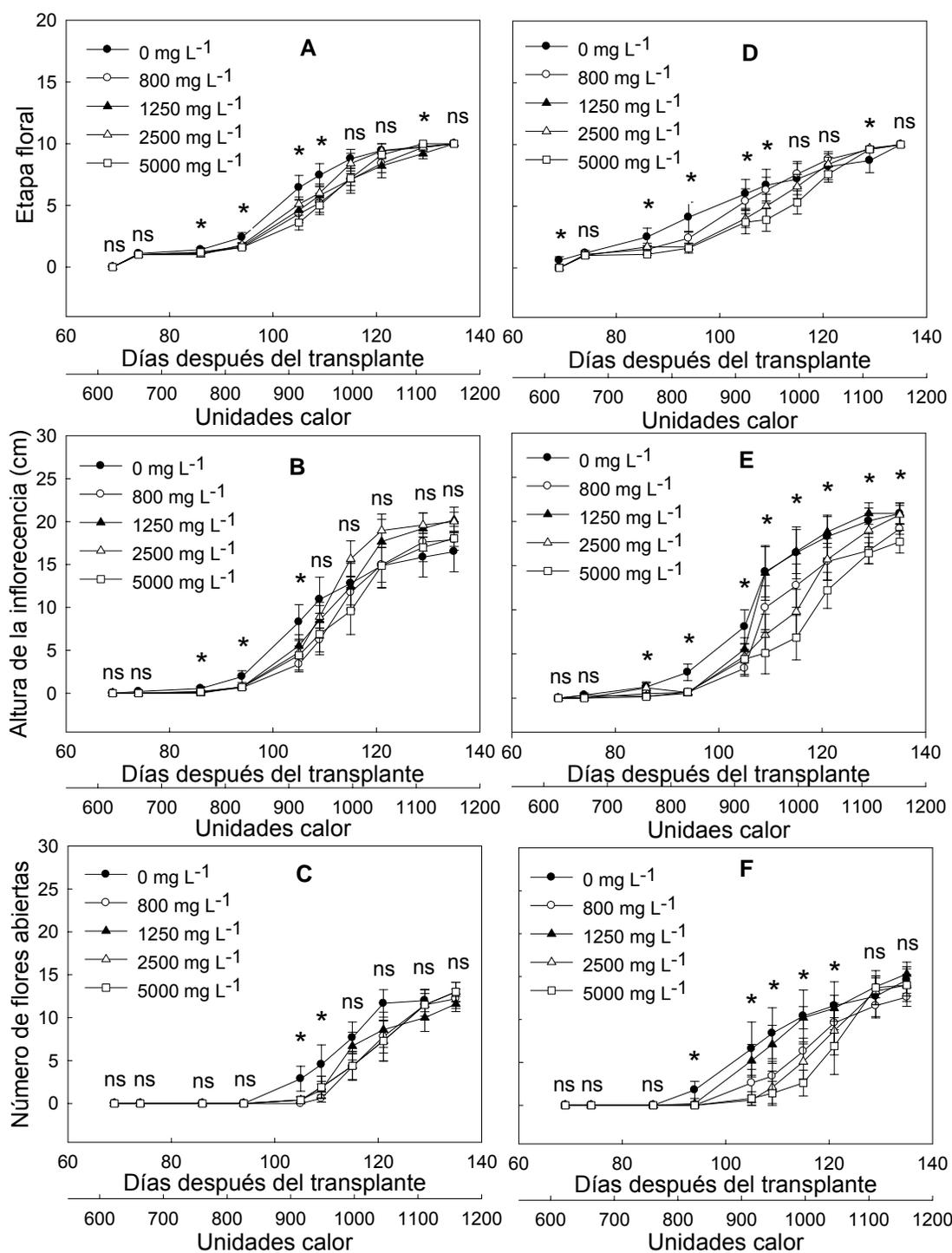


Figura 3. Etapa floral, Altura de la inflorescencia y Número de flores abiertas de perrito 'Ribbon' (A, B y C) y 'Sonnet' (D, E y F) en respuesta a las aplicaciones de B-nine. Cada punto representa la media de 10 observaciones \pm error estándar.

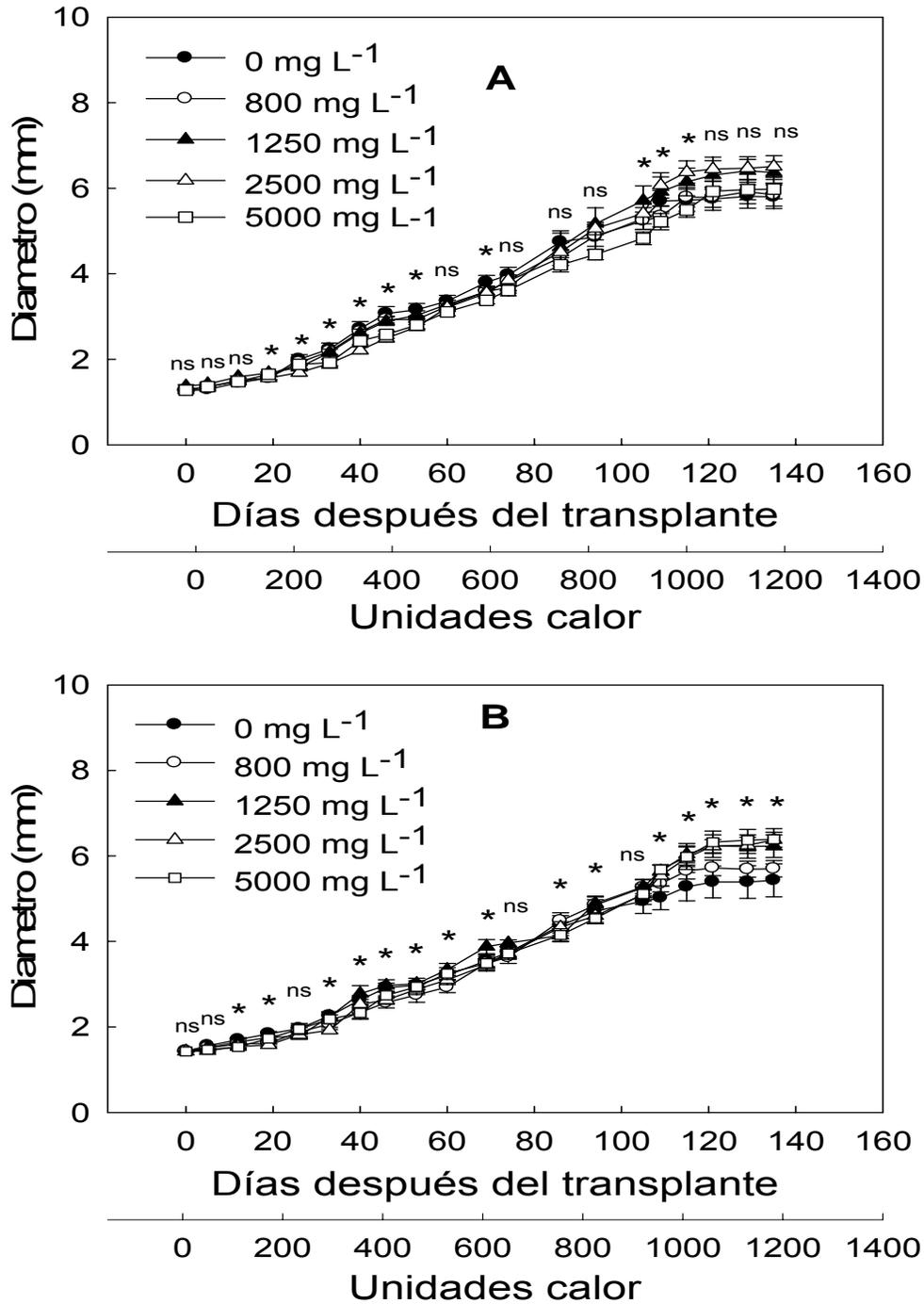


Figura 4. Diámetro de tallo en planta de perrito 'Ribbon' (A) y 'Sonnet' (B) después de aplicarse B-nine. Cada punto representa la media de 10 observaciones \pm error estándar.

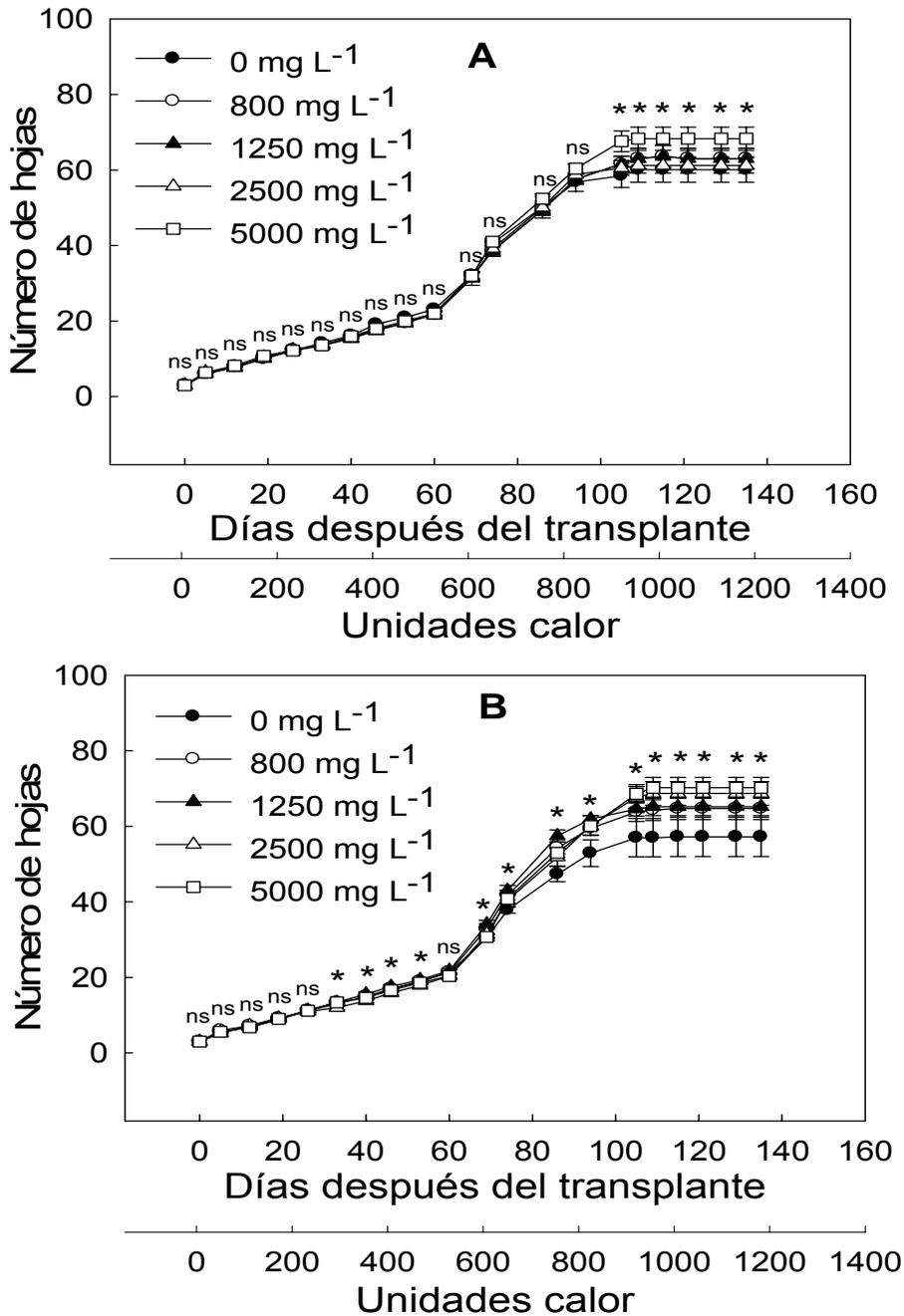


Figura 5. Número de hojas del perrito 'Ribbon' (A) y 'Sonnet' (B) en plantas tratadas con B-nine. Cada punto representa la media de 10 observaciones ± error estándar.

LITERATURA CITADA

Andrade, R. M. 1990. Tratamiento químico para el control del desarrollo en belenes (*Impatiens walleriana* S.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 69 p.

SIACON. 2004. Sistema Nacional de Información Agroalimentaria y Pesquera. En Línea:
http://w3.siap.sagarpa.gob.mx:8080/siiap_a_pb/. Revisado el 8 de Enero de 2005.

Plántulas de Tétela. 2004. Catálogo 2004. 44 p.

Flores, A. R y A. L. Tejeda. 1998. La Horticultura Ornamental en México. Instituto Nacional de Estadística e Informática y Colegio de Postgraduados. 81 p.

García E. 1981. Clasificación climática según Koppen. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía UNAM. México.

Grochowska M. y Mejía-Muñoz José Merced. 2003. Giberelinas. *In: Reguladores de crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y acción.* Jankiewicz, S. L. (ed.). Universidad Autónoma Chapingo y Mundi-Prensa. pp: 67-92.

Herms, A.D. 1998. Understanding and using Degree-Days. Special Circular 165-99. Annual Reports and Research Reviews.

Martínez M. F. 1995. Ficha técnica de perrito. Plántulas de Tétela S.A. C.V.

Hopkins, G. W. 1995. Introduction to Plant Physiology. John Wiley & Sons. 512 p.

Jankiewicz, S. L. 2003. Retardadores y otros inhibidores sintéticos del crecimiento y sustancias que modifican el desarrollo en plantas. *In: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y acción.* Jankiewicz, S. L. (ed.). Universidad Autónoma Chapingo y Mundi-Prensa. Pp: 241-256.

Jankiewicz, S. L. 2003. Auxinas. *In: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y acción.* Jankiewicz, S. L. (ed.). Universidad Autónoma Chapingo y Mundi-Prensa. Pp: 21-26.

Ramírez-Luna. E., Castillo A. C. de la C., Aceves N. E. y Carrillo A. E. 2005. Efecto de Productos con Reguladores de Crecimiento Sobre la Floración y Amarre de Frutos en Chile 'Habanero'. Revista Chapingo Serie Horticultura 11:93-98.

SigmaPlot. 2004. SigmaPlot V.9.0. Systat Software Inc. Poit Richmond, Calif.

Silva-Garza. M., Gámez G. H., Zavala G. F., Cuevas H. B. y Rojas G. M. 2001. Efecto de Cuatro Fitorreguladores Comerciales en el Desarrollo y Rendimiento del girasol. CIENCIA Universidad Autónoma de Nuevo León. 4(1):