

## EFFECTO DEL ACIDO GIBERELICO Y DEL PREENFRIAMIENTO SOBRE LA RUPTURA DEL REPOSO EN SEMILLAS DE DRAGON (*Anthirrinum majus*)<sup>1</sup>

Francisco Montero \*  
Jorge Herrera \*\*  
Ramiro Alizaga \*\*

### ABSTRACT

**Effect of giberellic acid and prechilling on breaking dormancy in *Anthirrinum majus* seeds.** Seeds of *Anthirrinum majus* were treated with 0, 50, 100, 150 and 200 µg/ml of giberellic acid, and submitted to 0, 5, 10, 15, 20 and 25 days of prechilling at 5°C under laboratory conditions. The best results in germination percentage and seedling length were obtained with doses of 100 and 150 µg/ml of giberellic acid and 10 and 15 days of prechilling. These same treatments were selected for testing in a greenhouse under natural conditions and the results were similar to those obtained in the laboratory.

### INTRODUCCION

El dragón (*Anthirrinum majus*) es una planta ornamental de ciclo anual, perteneciente a la familia Escrofulariaceae. Los cultivares híbridos se caracterizan por ser muy uniformes, vigorosos y con flores que se producen en densas espigas terminales con corola grande de vistosos colores entre púrpura y blanco.

El reposo es una característica que presentan muchas especies de plantas, tanto de origen tropical como templado. Este fenómeno impide la germinación de la semilla por un período de tiempo después de la cosecha aunque las condiciones de luz, temperatura, oxígeno y humedad sean las adecuadas para que ocurra (Bewley y Black, 1982). Algunas de las causas de este reposo son:

impermeabilidad al agua y al oxígeno, cubierta dura, presencia de inhibidores e inmadurez del embrión (Villes, 1972). Evolutivamente, esta característica es importante para asegurar la dispersión de las especies tanto en el espacio como en el tiempo.

Atwater (1980) incluyó el dragón en el grupo de las semillas endospermicas con embrión axilar. Estas se caracterizan por poseer semillas pequeñas con cubierta delgada, las cuales requieren luz durante la germinación, para aumentar la permeabilidad de la cubierta al oxígeno. En esta especie se presenta el fenómeno del reposo en la semilla, lo cual es indeseable para los compradores, quienes necesitan que la semilla sea capaz de germinar inmediatamente después de la siembra, sin tener que mantenerla almacenada por 3 ó 4 meses.

La efectividad de un tratamiento para superar el reposo y promover la germinación en una especie depende del tipo de bloqueo presente en la semilla, del cultivar y del estado de madurez. El origen ecológico de la especie puede sugerir los procedimientos más adecuados para estimular la germinación (Atwater, 1980; Gaspar *et al.*, 1975). En forma general los métodos se pueden clasificar

1/ Recibido para publicación el 5 de junio de 1989.  
\* Oficina de la Comunidad Económica Europea. San José, Costa Rica.  
\*\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.  
Ambos autores son miembros del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

en físicos y químicos; entre estos últimos, uno de los más utilizados es el sumergir la semilla en soluciones de ácido giberélico.

Algunos autores coinciden en que el ácido giberélico puede sustituir en forma parcial o completa los requerimientos de luz en las semillas (Amen, 1968; Taylorson y Hendricks, 1974).

Entre los tratamientos físicos más utilizados se encuentra el preenfriamiento, para lo cual las semillas deben de estar completamente embebidas en agua (Mayer y Poljakoof-Nayber, 1975), para reproducir las condiciones a las que estarían expuestas en el campo.

Abdalla y McKelvie (1980) encontraron que, en más de 100 especies de plantas ornamentales un período de preenfriamiento a 5°C por 4 semanas en semillas de cosecha reciente mejoró la germinación en el 82% de las mismas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad del ácido giberélico y el preenfriamiento para romper el reposo en semillas de dragón (*Anthirrinum majus*).

## MATERIALES Y METODOS

El estudio incluyó pruebas de laboratorio e invernadero.

Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en el Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica y las de invernadero en la compañía Linda Vista S.A., ubicadas en el distrito de Dulce Nombre, cantón central de Cartago.

Se utilizó semilla de dragón (*Anthirrinum majus*) de los cultivares Rocket White, Rocket Rose, Jack Pot y Yosemite, todas ellas de cosecha reciente.

### Pruebas de laboratorio

Para los tratamientos con ácido giberélico se utilizaron dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 µg/ml que fueron agregadas al papel de germinación, sobre el cual se colocaron las semillas. Una vez aplicada la solución, las semillas se transfirieron a una cámara de germinación con temperatura alterna, 16 horas a 20°C y 8 horas a 30°C durante 15 días de acuerdo a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1976).

Los tratamientos de preenfriamiento requirieron colocar las semillas sobre papel humedecido con agua destilada en bandejas metálicas para ger-

minación, protegidas por una bolsa plástica para evitar su desecación. Estas bandejas se pusieron en una cámara a 5±2°C, por períodos de 5, 10, 15, 20 y 25 días. Después del tratamiento las semillas fueron colocadas en la cámara de germinación junto a las tratadas con ácido giberélico.

Para ambas pruebas se utilizó un diseño irrestricto al azar con 3 repeticiones, donde cada unidad experimental constó de 100 semillas.

Las variables evaluadas en cada ensayo fueron: plántulas normales, plántulas anormales, semillas muertas y semillas no germinadas expresadas en porcentaje, y la altura promedio de las plántulas. Las evaluaciones se realizaron de acuerdo con las reglas de la International Seed Testing Association (1976).

Para el análisis de la longitud de las plántulas se tomaron 10 plantas al azar en cada repetición. Para determinar la significancia estadística del efecto de los tratamientos se utilizó una prueba de polinomios ortogonales y con base en esto, se seleccionaron los mejores tratamientos para ser evaluados bajo condiciones de invernadero.

### Pruebas de invernadero

Para la realización de esta etapa se seleccionaron como tratamientos las dosis de 100 y 150 µg/ml de AG<sub>3</sub> y los períodos de 10 y 15 días de preenfriamiento, por ser los que presentaron los mayores porcentajes de plántulas normales en la prueba de laboratorio.

Se utilizaron semillas en reposo de los cultivares Oklahoma Yellow, Columbia Pink, New Mexico y Rocket Red Stem, tratadas con ácido giberélico en dosis de 0, 100 y 150 µg/ml de AG<sub>3</sub>, por períodos de 0, 36 y 78 horas. La combinación de variedades, dosis y períodos de inmersión produjo un arreglo factorial 4x3x3.

Para evaluar el efecto del preenfriamiento, semillas de los mismos cultivares fueron sometidas a 5±2°C en condiciones de humedad por períodos de 0, 10 y 15 días.

En ambos casos el diseño experimental consistió en un bloques completos al azar con 4 repeticiones de 100 semillas. El sustrato empleado consistió de una mezcla de tierra con alto contenido de materia orgánica y granza de arroz (50:50), previamente esterilizado con vapor.

En las 2 pruebas, 14 días después de la siembra se evaluó el porcentaje de plántulas emergidas y la altura promedio de las mismas. Para analizar la altura se tomaron 10 plantas al azar de cada repetición.

**RESULTADOS**

**Pruebas de laboratorio**

De acuerdo con el análisis estadístico, los cultivares, las concentraciones de AG<sub>3</sub> y los períodos de preenfriamiento afectaron significativamente el porcentaje de plántulas normales, plántulas anormales, semilla dura y la longitud de las plántulas.

La Figura 1 muestra la curva de regresión por polinomios ortogonales que representa el efecto de la concentración de AG<sub>3</sub> en la producción de plántulas normales y su altura. El testigo presentó el valor promedio más bajo (67%) de plántulas normales, mientras que los valores más altos se obtuvieron con la dosis de 100 y 150 µg/ml de AG<sub>3</sub>, siendo éstos superiores al testigo en un 30% aproximadamente. La concentración de 200 µg/ml produjo únicamente un ligero aumento de la germinación (10%) y más bien fue depresiva en relación a dosis inferiores.

Para la altura de las plántulas (Figura 1) no se encontraron diferencias significativas (según la prueba de Tukey) entre las dosis de 100, 150 y 200 µg/ml de AG<sub>3</sub>; significativamente menores

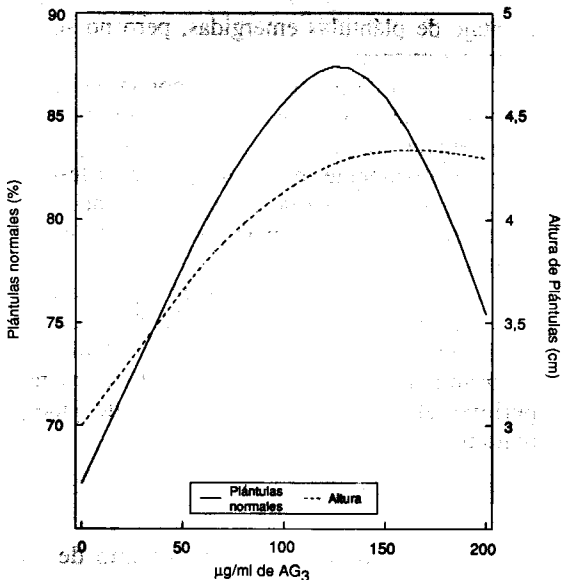


Fig. 1. Porcentaje y altura de plántulas normales provenientes de semillas de dragón (*Anthirrinum majus*) en reposo tratadas con diferentes dosis de AG<sub>3</sub>.

fueron los resultados obtenidos por el testigo y con la dosis de 50 µg/ml, entre las cuales también se detectó diferencias.

El porcentaje de plántulas anormales (Figura 2) fue consistentemente bajo; para todas las dosis se mantuvo cercano a un 3%, excepto con la dosis de 200 µg/ml de AG<sub>3</sub>, donde alcanzó un 7%. En la misma Figura 2, se aprecia que la concentración de AG<sub>3</sub> prácticamente no tuvo efecto sobre el porcentaje de semillas muertas.

El testigo presentó el mayor porcentaje de semilla en reposo (28%); valores intermedios y significativamente menores fueron obtenidos con las concentraciones de 50 y 200 µg/ml de AG<sub>3</sub>. Los menores porcentajes se obtuvieron con las dosis de 100 y 150 µg/ml de AG<sub>3</sub> (Figura 2).

Para determinar el efecto de los diferentes períodos de preenfriamiento sobre el porcentaje de plántulas normales, se realizó una prueba de regresión por polinomios ortogonales. En la Figura 3 se observa un aumento considerable en el porcentaje de plántulas normales inducido por los períodos de 10 y 15 días de frío (aproximadamente 89%) con relación al testigo, que obtuvo solamente un 67%. En general todos los demás

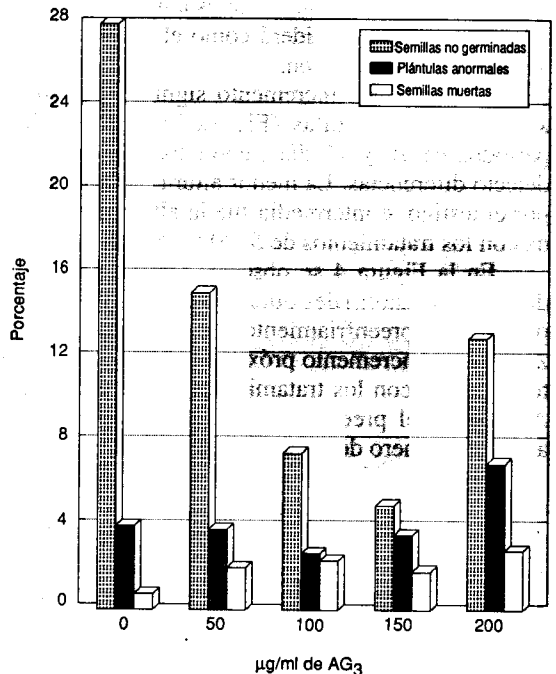


Fig. 2. Porcentaje de semillas no germinadas, plántulas anormales y semillas muertas provenientes de semillas de dragón (*Anthirrinum majus*) en reposo tratadas con AG<sub>3</sub>.

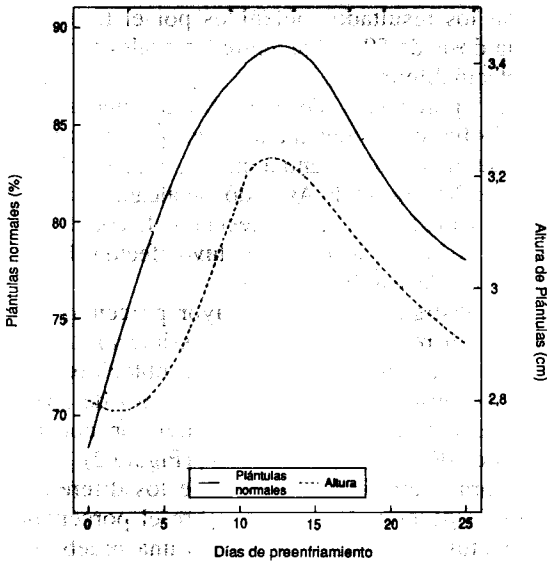


Fig. 3. Porcentaje y altura de plántulas normales provenientes de semillas de dragón (*Anthrinum majus*) en reposo sometidas a diferentes períodos de preenfriamiento.

tratamientos estuvieron cercanos a un 80% de germinación, que se consideró como el límite inferior aceptable de germinación.

Se obtuvo un incremento significativo en la altura de las plántulas (Figura 3) debido a los períodos de 10 y 15 días, entre los cuales no se detectó diferencias. La menor altura fue alcanzada por el testigo, e intermedia fue la altura conseguida con los tratamientos de 5, 20 y 25 días.

En la Figura 4 se observa que el porcentaje de plántulas anormales obtenido con los diferentes períodos de preenfriamiento fue muy bajo, alcanzándose un incremento próximo al 5% con respecto al testigo con los tratamientos de 20 y 25 días. Asimismo, el preenfriamiento prácticamente no afectó el número de semillas muertas.

El porcentaje más alto de semilla sin germinar lo presentó el testigo (27%), valores intermedios fueron detectados con los tratamientos de 5, 20 y 25 días de preenfriamiento. Los períodos de 10 y 15 días, entre los cuales no se encontraron diferencias significativas, indujeron la mayor reducción en el número de semillas sin germinar.

**Pruebas de invernadero**

El análisis de variancia mostró un efecto significativo de la concentración de AG<sub>3</sub> sobre el

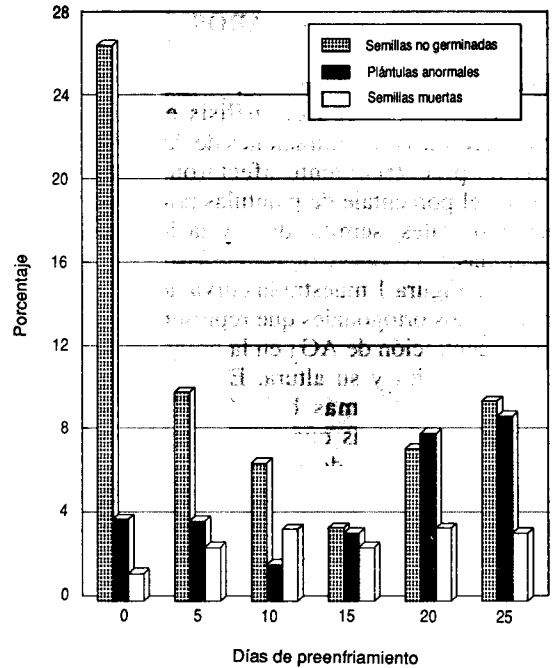


Fig. 4. Porcentaje de semillas no germinadas, plántulas anormales y semillas muertas provenientes de semillas de dragón (*Anthrinum majus*) en reposo sometidas a preenfriamiento.

porcentaje de plántulas emergidas, pero no sobre la altura las mismas.

En la Figura 5 se observa que con las concentraciones de 100 y 150 µg/ml de AG<sub>3</sub> se obtuvieron porcentajes de plántulas emergidas (85 y 88,6 %) significativamente mayores que con el testigo (64%), según la prueba de Tukey. No se obtuvieron diferencias significativas en la altura de las plántulas.

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de emergencia y la altura de las plántulas entre los tratamientos de 10 y 15 días de preenfriamiento; aunque fueron estadísticamente superiores al testigo, según la prueba de Tukey (Figura 6).

**DISCUSION**

Durante el reposo, el metabolismo de las semillas es muy bajo y el balance entre inhibidores y promotores se inclina a favor de los primeros. Este balance puede ser afectado por la presencia de sustancias exógenas del crecimiento. Por

esta razón el uso de ácido giberélico ha probado ser efectivo para la ruptura del reposo, al inclinar este balance de reguladores hacia la inducción de la germinación (Amen, 1968; Bayley, 1986). Esto coincide con los resultados obtenidos en este experimento, pues se verificó un incremento en el porcentaje de plántulas normales como consecuencia del tratamiento con AG<sub>3</sub>.

El uso de giberelinas para interrumpir el reposo, en muchas ocasiones, puede inducir la aparición de una serie grande de anomalías en las plántulas. Entre las más comunes se encuentran, el alargamiento de los cotiledones, la contorsión del epicótilo, falta de clorofila y retención de la cubierta seminal (Gaspar *et al.*, 1975). En este trabajo la incidencia general de anomalías fue bastante baja aunque aumentó ligeramente con concentraciones de 200 mg/L de AG<sub>3</sub>, lo que indica un posible efecto tóxico a esta dosis. Concentraciones de 100 y 150 mg/L casi no presentaron anomalías, por lo que puede considerarse apropiadas y sin efectos perjudiciales en las plántulas. Entre las anomalías encontradas en este trabajo, las más comunes fueron: plántulas con raíces atrofiadas, hipocótilos retorcidos y retención de la cubierta seminal. Esto coincide con lo encontrado por De la Vega (1985) en plántulas de

salvia (*Salvia splendens*). El hecho de que también se encontraran pocas semillas muertas, es un indicador de que las dosis utilizadas estuvieron dentro de un ámbito aceptable.

El aumento encontrado en la altura de las plántulas debido al uso de ácido giberélico, es un efecto frecuentemente informado en la literatura, ya que esta sustancia produce una elongación considerable de los tejidos (Gaspar *et al.*, 1975; Mayer y Poljakoof-Nayber, 1975).

Sin embargo, es posible que esta mayor altura sea debida a que las semillas tratadas con AG<sub>3</sub> iniciaron su germinación en forma homogénea 2 días después de haber sido tratadas, mientras que los testigos comenzaron a germinar, en forma más errática, 4 días después, tanto en las cámaras de germinación como en el invernadero. Este atraso en la germinación del testigo pudo deberse a la presencia de inhibidores endógenos de la germinación que influyen apreciablemente en el desarrollo y crecimiento del eje embrionario, produciendo plántulas más pequeñas.

El preenfriamiento de las semillas ha sido una práctica usada en la horticultura, con el propósito de obtener una germinación rápida y uniforme. Las semillas de los cultivares de dragón sometidas a este tipo de tratamiento mostraron un

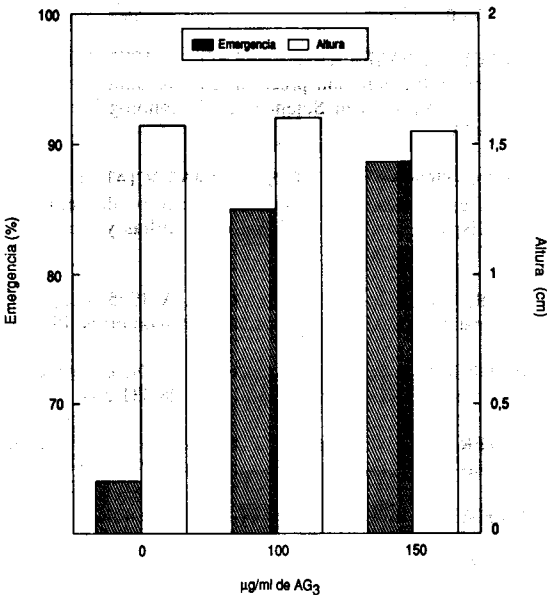


Fig. 5. Porcentaje de emergencia y altura de plántulas provenientes de semillas de dragón (*Anthirrinum majus*) en reposo tratadas con AG<sub>3</sub>.

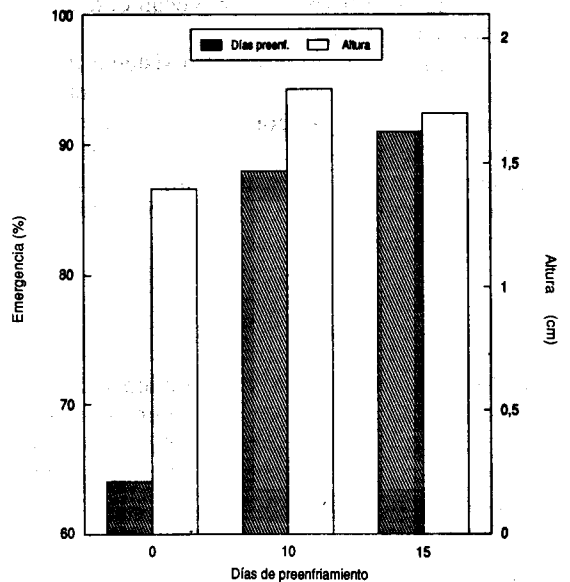


Fig. 6. Porcentaje de emergencia y altura de plántulas provenientes de semillas de dragón (*Anthirrinum majus*) en reposo sometidas a preenfriamiento.

notable incremento en el porcentaje de plántulas normales, tanto en pruebas de laboratorio como en las de invernadero, así como una disminución en el número de semillas sin germinar. Al respecto, Waring, citado por De la Vega (1985), trabajando con semillas de *Coryllus avellana* detectó un incremento en el nivel de giberelinas, lo que condujo a la interrupción del reposo.

Weaver (1976), señala que el preenfriamiento ocasiona una disminución de los inhibidores de la germinación, a la vez que un aumento en los promotores. Atwater (1980) considera que el preenfriamiento disminuye la demanda de oxígeno para la respiración y hace que esté disponible para otros usos.

Otro aspecto que debe ser considerado es el período de preenfriamiento a que se somete la semilla (Willemsen, 1975), ya que se puede inducir un reposo secundario. En este trabajo, con los mayores períodos de preenfriamiento utilizados en el laboratorio (20 y 25 días) se encontró un ligero incremento en el número de semillas sin germinar con respecto a los tratamientos de 10 y 15 días, con los cuales se obtuvieron los menores porcentajes (Figura 4) y una mayor altura de plántula (Figura 3). También, a los 20 y 25 días se observó un aumento en la incidencia de plántulas anormales y una disminución en la altura de las plántulas normales, lo que podría indicar que períodos extensos de preenfriamiento provocan el deterioro fisiológico de las semillas.

La utilización de uno u otro sistema para la ruptura del reposo dependerá en último grado de las facilidades físicas con que se cuente y del tiempo que se disponga, ya que someter la semilla a un período de preenfriamiento implica retrasar el inicio de la germinación por 10, 15 o más días, dependiendo del cultivar.

## RESUMEN

Tratamientos con ácido giberélico y diferentes períodos de preenfriamiento fueron aplicados a semillas de dragón (*Anthrinnum majus*) en estado de reposo, tanto en pruebas en laboratorio como en invernadero.

En el laboratorio se utilizaron dosis de 0, 50, 100, 150 y 200  $\mu\text{g/ml}$  de  $\text{AG}_3$  y períodos de preenfriamiento de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 días. Los mayores porcentajes de germinación y la mayor altura de plántulas fueron obtenidas con las dosis

de 100 y 150  $\mu\text{g/ml}$  de  $\text{AG}_3$  y los períodos de 10 y 15 días de preenfriamiento. Estos mismos tratamientos fueron evaluados bajo condiciones de invernadero y los resultados corroboraron los obtenidos en las pruebas realizadas en laboratorio.

## LITERATURA CITADA

- ABDALLA, S.T.; McKELVIE, A.D. 1980. The interaction of chilling and giberellic acid on the germination of seeds of ornamental plants. *Seed Science and Technology* 8(2):139-141.
- AMEN, R.D. 1968. A model of seed dormancy. *The Botanical Review* 34(1):1-31.
- ATWATER, B.R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seed of herbaceous ornamental plants. *Seed Science and Technology* 8(4):523-573.
- BAYLEY, Z.E. 1986. *Hortus Second, a concise dictionary of gardening, general horticulture and cultivated plants in North America*. New York, McMillan. p. 653-655.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds; in relation to germination*. Berlín, Springer Verlag, v.2, 375 p.
- DE LA VEGA, R. 1985. Efecto del ácido giberélico y del preenfriamiento sobre la ruptura del reposo en semillas de salvia (*Salvia splendens*). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 56 p.
- GASPAR, S.; FASEKAS, J.; PETHO, A. 1975. Effects of giberellic acid and prechilling on breaking dormancy in cereals. *Seed Science and Technology* 5(2):353-425.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. *Reglas internacionales para ensayos de semillas*. España, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero 184 p.
- MAYER, A.M.; POLJAKOOK-NAYBER, A. 1975. *The germination of seeds*. 2 ed. Londres, Pergamon Press. 192 p.
- TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. 1974. Dormancy in seeds. *Review of Plant Physiology* 28:331-354.
- WEAVER, R.J. 1976. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México, Trillas. 622 p.
- WILLEMSSEN, R. 1975. Effects of stratification and germination temperature on germination. *American Journal of Botany* 62(1):1-5.
- VILLES, T.A. 1972. Seed dormancy. *In Seed biology*. Ed. by T.T. Kowlosky. United States, Academic Press, v.2., p. 220-276.