

EFECTO DE LA MADUREZ DE LA SEMILLA SOBRE LA GERMINACION Y EL VIGOR EN SEMILLAS DE CHINA (*Impatiens balsamina* L.)¹

Victoria García *
Jorge Herrera *
Ramiro Alizaga *

ABSTRACT

Effect of seed ripeness on germination and vigor of *Impatiens balsamina* seeds. Five different harvest dates were evaluated in hybrid cultivars Super Elfin Pink and Super Elfin Twilight of *Impatiens balsamina*. Seeds were harvested 14, 16, 18, 20 and 22 days after polinization and dried at 2 different conditions: 36°C and 40% RH for 24 hours and 20°C and 60% RH for 72 hours. Finally 5 periods of postdrying (0, 24, 48, 72 and 96 hours at 25°C and 30% RH) were evaluated. Percentage of normal and abnormal seedlings, hypocotil length and seedling dry weight were determined. Higher values in number of normal seedlings and lower of abnormal seedlings were found in seeds harvested between 18 and 22 days after polinization (over 90%). This seeds also presented the higher values in hypocotil length and seedlings dry weight. Differences were detected due to genetic characteristics of the hybrids. No effect of drying methods or postdrying periods was detected.

INTRODUCCION

La exportación de semillas de plantas ornamentales, principalmente de china (*Impatiens balsamina*), salvia (*Salvia splendens*), geranio (*Pelargonium* sp.) y petunia (*Petunia* sp.) a los mercados de Estados Unidos y Europa se ha incrementado considerablemente en los últimos años. En el período 1990-1991, se exportaron 900 kg de semilla de china, por un valor de \$2.332,566, cifras que indican la importancia de una sola de estas especies. Unido a este aumento en las exportaciones, las exigencias por la calidad de las semillas es cada vez mayor.

En muchos casos las semillas no germinan porque se encuentran en reposo, el cual se define

como la incapacidad de una semilla viable de activar e iniciar el proceso de germinación aún cuando las condiciones de agua, oxígeno, y temperatura son adecuadas.

Renard y Clerc (1978), Kozlowsky (1972) y Bass (1980) informan que las semillas de *Impatiens balsamina* presentan reposo al momento de ser liberadas por el fruto. Según Copeland (1976) el reposo en semillas de china depende del suministro de agua y de la nutrición mineral, especialmente del N durante la formación y desarrollo de las semillas. Sin embargo, en la empresa Linda Vista no han detectado reposo en las semillas de china (Quirós, J.M. 1992. Comunicación personal. Compañía Linda Vista Ltda., Cartago).

La calidad fisiológica de las semillas está determinada por las condiciones climáticas durante el desarrollo de la planta madre, los métodos de cosecha, el secado, el beneficiado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento (Harrington, 1973; Heydecker, 1972). De especial consideración es el contenido de humedad, frecuentemente usado como un índice de la madurez de la semilla (Copeland, 1976).

1/ Recibido para publicación el 22 de julio de 1992.

* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Los dos últimos autores son beneficiarios del Programa de Apoyo a Investigadores que patrocina el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

Las semillas presentan el más alto nivel de calidad fisiológica o vigor al momento de la madurez fisiológica, sin embargo, esa calidad declina gradualmente como consecuencia del proceso de envejecimiento de la semilla, el cual acarrea una serie de transformaciones degenerativas de origen bioquímico, fisiológico y físico que están asociadas con la reducción del vigor (Alizaga, 1989). De hecho, se ha demostrado que semillas inmaduras o parcialmente llenas son inferiores en viabilidad y vigor, mientras que semillas completamente maduras tienen un desarrollo físico y fisiológico completo para una máxima expresión de vigor (Justice y Bass, 1978; Copeland, 1976).

Biológicamente, el vigor se relaciona con el genoma de la semilla, el cual determina su máximo potencial fisiológico, y con el deterioro, que se inicia desde la madurez de la semilla y continúa hasta que todos sus tejidos mueren. La tasa de deterioro también está determinada por eventos que ocurren durante el desarrollo de la semilla, la cosecha, el acondicionamiento y el almacenamiento (AOSA, 1983). Así, la estrategia general para determinar el vigor de la semilla, es medir algunos aspectos relacionados con su deterioro, el cual es inversamente proporcional al vigor (AOSA, 1983).

Durante el desarrollo y maduración de la semilla, su contenido de agua decrece gradualmente hasta alcanzar un equilibrio dinámico con la humedad relativa del ambiente (Justice y Bass, 1978). Semillas con altos contenidos de humedad en condiciones de temperatura cálidas, rápidamente presentan pérdidas de viabilidad y vigor. Por lo tanto, después de la cosecha, el contenido de humedad de la semilla debe de ser reducido a 13% o menos para obtener y conservar semilla de buena calidad (Justice y Bass, 1978).

En la producción de semilla de china se presentan varios problemas que a menudo impiden obtener porcentajes de germinación altos, como lo son: la definición del momento apropiado para cosechar las cápsulas, el procesamiento y el secado de la semilla.

Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron: determinar la época de cosecha adecuada para obtener la máxima germinación y vigor de la semilla y establecer si el procesamiento de las semillas de china en escala comercial influye sobre la calidad.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en los invernaderos de la empresa Linda Vista, ubicada en Dulce Nombre de Cartago y en el Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica.

Se utilizaron 2 líneas de china (*Impatiens balsamina*), EOR-1420-1 y 6652-1, que dan origen a los híbridos comerciales Super Elfin Twilight y Super Elfin Pink, respectivamente.

Por ser líneas androestériles, la polinización se hace en forma manual. Las anteras se recolectan de la línea donadora de polen con unas horas de anticipación y posteriormente se frotran sobre el estigma de la flor femenina.

En cada línea se realizaron 400 polinizaciones diarias en días alternos durante 9 días, de manera que se obtuvieron 5 fechas de polinización. Catorce días después de la última polinización se cosecharon todas las cápsulas (frutos), de manera que se obtuvo semilla con 14, 16, 18, 20 y 22 días de polinizadas.

Para su desarrollo las plantas se mantuvieron siguiendo las prácticas culturales comunes en la empresa.

La semilla obtenida de cada estado de madurez fisiológica se extrajo de las cápsulas en forma manual y se dividió en 2 lotes que se colocaron en bolsas de tela para proceder al secado. El primer lote se secó en una cámara graduada a 36°C y 40% de humedad relativa por 24 h, en las instalaciones de Linda Vista, y el segundo en el CIGRAS a 20°C y 60% de humedad relativa durante 72 h, condición que se consideró como ideal para evitar el deterioro de la semilla. Estos tratamientos se combinaron con 5 períodos de postsecado, a saber 0, 24, 48, 72 y 96 h en una cámara graduada a 25°C y 30% de humedad relativa.

Una vez seca, toda la semilla se almacenó en bolsas de polietileno cerradas, por 2 semanas en una cámara fría a 5°C y 45% de humedad relativa.

Posteriormente se evaluó el porcentaje de germinación y el vigor (calidad fisiológica), para lo cual, se utilizó 4 repeticiones de 100 semillas, cada una de las cuales se colocó en platos petri sobre papel filtro húmedo, a 25°C y con luz artificial. Al décimo día de iniciada la prueba se evaluó el porcentaje de plántulas normales, de plántulas anormales, de semilla muerta, la longitud del hipocótilo y, finalmente, el peso seco de las

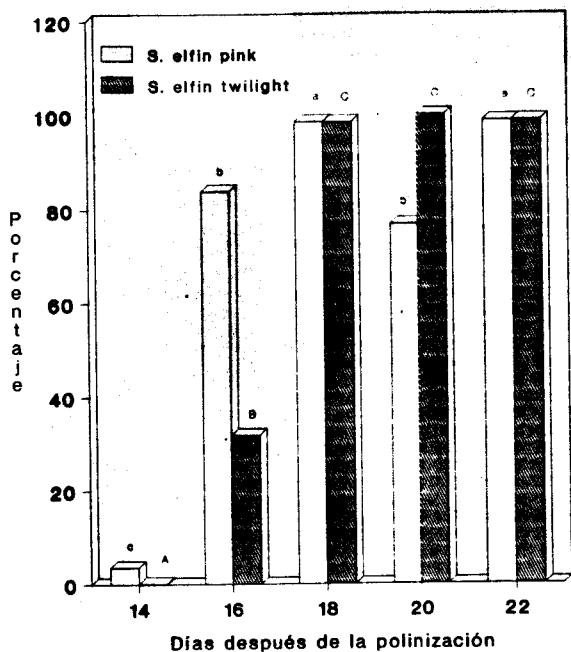


Fig. 1. Porcentaje de plántulas normales en semilla de china cosechada 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización.

plántulas, para lo cual se colocaron en un horno de convección mecánica de aire a 80°C durante 72 h.

Los datos se analizaron como un diseño irrestricto al azar para cada híbrido.

RESULTADOS

Germinación

En ambos híbridos los mayores porcentajes de plántulas normales se obtuvieron después de 18, 20 y 22 días de polinizadas, aunque en el cultivar Super Elfin Pink se detectó un descenso estadísticamente significativo 20 días después de la polinización (Figura 1). En los 2 híbridos se obtuvieron valores sustancialmente menores en semillas cosechadas 14 días después de polinizadas las flores.

Aunque la interacción entre los días después de la polinización y las condiciones de secado fue significativa, para fines prácticos, no se observó algún efecto de importancia de estas condiciones sobre el número de plántulas normales. Tampoco

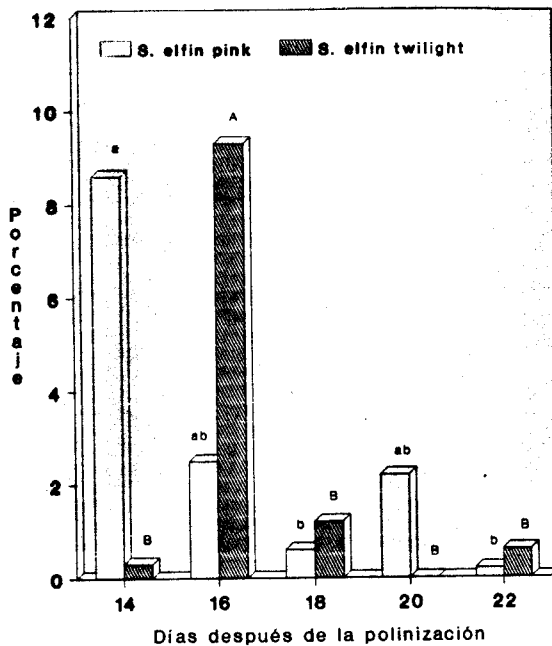


Fig. 2. Porcentaje de plántulas anormales en semilla de china cosechada 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización.

se detectó efecto del tiempo de postsecado en relación con los días después de la polinización o con las condiciones de secado.

En ambos híbridos los mayores porcentajes de plántulas anormales aparecieron entre 14 y 16 días después de la polinización, aunque en términos generales, este problema no superó el 10% (Figura 2).

La interacción entre días después de la polinización y condiciones de secado resultó significativa en lo referente al porcentaje de plántulas anormales, aunque este resultado no tiene importancia práctica debido a lo reducido de las diferencias (máximo 2%).

Independientemente de las condiciones de secado y del grado de maduración de las semillas, los períodos de postsecado no afectaron el número de plántulas anormales.

El mayor porcentaje de semilla muerta en los híbridos se obtuvo 14 días después de la polinización. A partir de los 16 días en el híbrido Super Elfin Pink y de los 18 días en el Super Elfin Twilight la incidencia de semilla muerta fue muy baja (Figura 3). Las interacciones en este caso no fueron significativas.

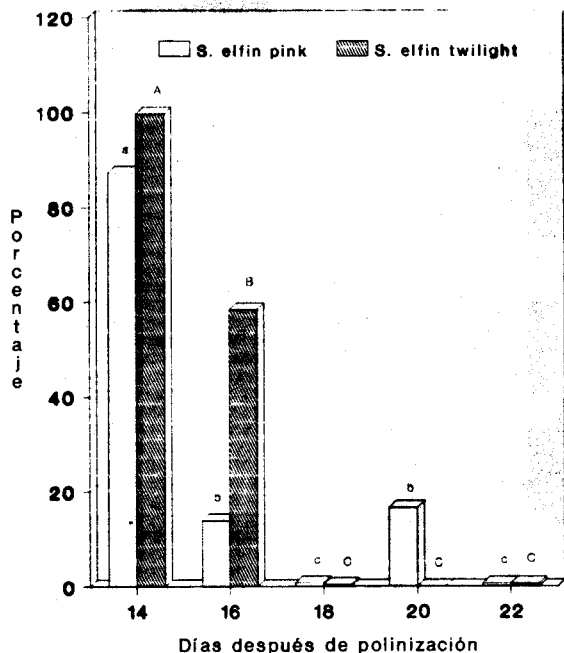


Fig. 3. Porcentaje de semilla muerta de china cosechada 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización.

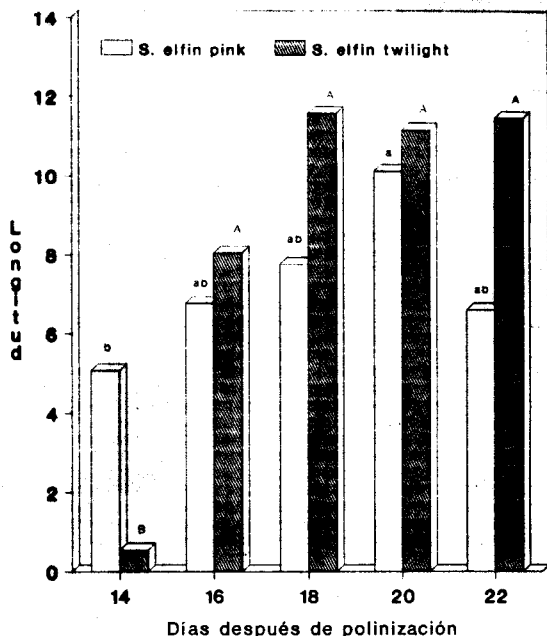


Fig. 4. Longitud del hipocótilo (cm) de plántulas provenientes de semilla de china cosechada 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización.

Cuadro 1. Promedios obtenidos de las variables longitud del hipocótilo y peso seco de las plántulas, según las condiciones de secado en los híbridos Super Elfin Pink y Super Elfin Twilight.

Híbrido	Condición secado	Longitud hipocótilo (cm)*	Peso seco plántula (g)**
Super Elfin Pink	CIGRAS	7,76	0,0293
	Linda Vista	6,75	0,0419
Super Elfin Twilight	CIGRAS	9,17	0,0287
	Linda Vista	7,92	0,0305

* Longitud promedio por hipocótilo

** Peso seco promedio por 100 plántulas.

Vigor

En general, la longitud del hipocótilo fue mayor en el híbrido Super Elfin Twilight que en el Super Elfin Pink (Figura 4). En los 2 genotipos la menor altura de los hipocótilos se observó a los 14 días. No se encontró diferencias entre los demás períodos.

La longitud del hipocótilo promedio en los híbridos fue mayor bajo las condiciones de secado utilizadas en el CIGRAS. En el híbrido Super

Elfin Twilight la diferencia de longitud entre ambos tratamientos fue de 1,25 cm (13,6%), mientras que en el híbrido Super Elfin Pink, la diferencia fue de 1,0 cm (13,0%). Los períodos de postsecado no afectaron el desarrollo del hipocótilo (Cuadro 1).

El menor peso seco de las plántulas en ambos híbridos se obtuvo con semillas cosechadas 14 días después de la polinización y aumentó progresivamente hasta los 22 días. Aunque, a partir de los 18 días en el híbrido Super Elfin Pink y de los 16 días en el Super Elfin Twilight no hubo diferencias significativas (Figura 5). Contrariamente a lo observado en la longitud del hipocótilo, las condiciones de secado de Linda Vista favorecieron significativamente un mayor peso seco promedio de 100 plántulas (Cuadro 1). Los períodos de postsecado no tuvieron efecto significativo sobre el peso seco de las plántulas.

DISCUSION

La época de cosecha es determinante en la producción de semilla de china de alta calidad, debido a que entre la polinización y la cosecha transcurren apenas entre 18 y 22 días.

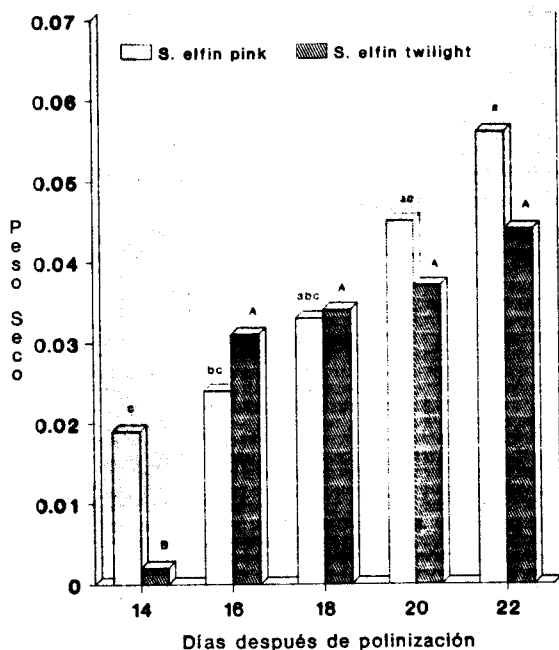


Fig. 5. Porcentaje de semilla muerta de china cosechada 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se puede obtener porcentajes de germinación mayores a los mínimos establecidos por las compañías comercializadoras, con semillas cosechadas 18 ó más días después de realizada la polinización, por lo que se puede considerar que en ese momento se ha alcanzado la madurez de cosecha, probablemente muy cercana a la madurez fisiológica. En términos generales, ambos genotipos presentaron un comportamiento muy similar.

La alta anomalía observada en las plántulas provenientes de los lotes de 14 y 16 días después de la polinización, se debe probablemente a que se trata de semilla inmadura; evidencia de esto es que los porcentajes de anomalía decrecen sustancialmente en semillas de mayor edad. Una razón adicional puede ser que el contenido de humedad en semilla de 14 y 16 días es muy alto y que al secarla se le extrae mucha agua en un período muy corto, provocando daños en la estructura interna que se traducen en un incremento del número de plántulas anormales.

El efecto significativo de la interacción entre las condiciones de secado y los días de polinización se debió básicamente a diferencias en la madurez fisiológica de las semillas y no a las

condiciones de secado usadas en CIGRAS y en Linda Vista.

Los altos porcentajes de semilla muerta (80%) obtenidos en la prueba de germinación con semilla cosechada 14 días después de la polinización indican un alto grado de inmadurez. En esta etapa de desarrollo, la semilla se caracterizó por un color blanco o café claro y en general su apariencia fue de una semilla pequeña y aún sin llenar. Además, las pocas semillas que germinaron, rápidamente mostraron algún tipo de anomalía o fueron atacadas por hongos. Pollock (1965) citado por Justice y Bass (1976), indica que semillas inmaduras o parcialmente llenas son inferiores en viabilidad y vigor. Observaciones similares fueron hechas en semilla de arroz por Herrera (1987), indicando que a medida que aumenta la densidad de las semillas se obtienen aumentos en el número de plántulas normales y en el peso de las mismas.

A pesar de que en algunos casos las cápsulas con 16 ó 18 días de edad presentaron hasta un 30% de semillas de color blanquecino, éstas principalmente produjeron plántulas normales. Evidentemente, esta semilla se encontraba más cercana a la madurez fisiológica que su similar cosechada a los 14 días.

La longitud del hipocótilo utilizada como un indicador de la calidad fisiológica muestra que las semillas de ambos híbridos alcanzaron la madurez entre los 18 y 20 días. El híbrido Super Elfin Twilight mostró un desarrollo más temprano y una altura superior de las plántulas que el híbrido Super Elfin Pink, lo que evidencia la existencia de diferencias genéticas entre ambos materiales. El escaso crecimiento de las plántulas originadas de semillas con 14 días, corrobora que aún se encuentran muy inmaduras.

En general, las condiciones de secado usadas en el CIGRAS favorecieron un mayor desarrollo del hipocótilo que las utilizadas en Linda Vista, a pesar de que éstas últimas se consideran muy adecuadas (Justice y Bass, 1978). Es probable que las diferencias se deban a la velocidad de extracción de la humedad, la cual ocurre más rápidamente bajo condiciones de mayor temperatura y menor humedad relativa.

El peso seco de las plántulas presentó un comportamiento similar a la longitud del hipocótilo, pues conforme las semillas se aproximaron a su madurez fisiológica se incrementó el peso seco (Figura 10), siendo mayor en plántulas del híbrido

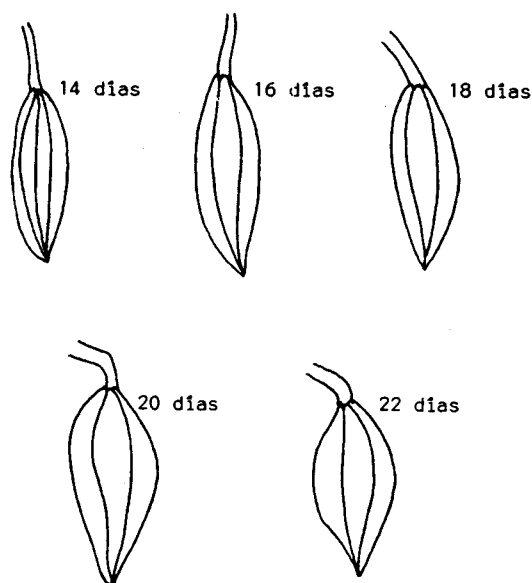


Fig. 6. Desarrollo de las cápsulas de plantas de china (*Impatiens balsamina* L.), de acuerdo a los días después de realizada la polinización.

Super Elfin Pink obtenidas 20 y 22 días después de la polinización.

El hecho de que los períodos de postsecado no tuvieran ningún efecto sobre las variables estudiadas indica que ambos métodos de secado permitieron acondicionar adecuadamente la semilla para su posterior almacenamiento.

Un aspecto importante para determinar el momento adecuado de realizar la cosecha es seleccionar las cápsulas que muestren el pedúnculo con una cierta curvatura hacia abajo, cerca del punto de inserción con la cápsula (Figura 6), esta posición se adquiere aproximadamente a los 18 días después de la polinización. En las cápsulas que no están listas para la cosecha el pedúnculo es recto y dispuesto casi en el mismo plano longitudinal del fruto.

El número de cápsulas que lograron formarse a partir de la polinización, fue relativamente bajo en ambos híbridos. En el híbrido Super Elfin Pink el porcentaje promedio de cuaje fue 42,3% y en el híbrido Super Elfin Twilight fue 57,5%. Esto no tiene efecto sobre la calidad de la semilla, pero representa un aumento en los costos de producción al obtenerse menor cantidad de semilla.

Varios autores, entre ellos Renard y Clerc (1978), Koslowski (1972), Abdallá y McKeive (1980), informan que la semilla de china presenta reposo, y que necesita de algún tipo de estímulo externo para que inicie la germinación. Sin embargo, en esta investigación no se detectó reposo en las semillas de ambos híbridos. Esto coincide con lo observado en la empresa Linda Vista durante muchos años.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de 5 fechas de cosecha sobre los cultivares híbridos Super Elfin Pink y Super Elfin Twilight de *Impatiens balsamina*. Las semillas se cosecharon 14, 16, 18, 20 y 22 días después de la polinización y se secaron bajo 2 diferentes condiciones: 36°C y 40% HR por 24 h y 20°C y 60% HR por 72 h. Finalmente se evaluó el efecto de 5 períodos de postsecado (0, 24, 48, 72 y 96 h a 25°C y 30% HR). Se determinó el porcentaje de plántulas normales y plántulas anormales, la longitud del hipocótilo y el peso seco de las plántulas. Los valores más altos en el número de plántulas normales y los menores de plántulas anormales se encontraron en semillas cosechadas entre 18 y 22 días después de la polinización (superior a 90%). Estas semillas también presentaron los valores más altos en longitud del hipocótilo y peso seco de plántulas. Se detectaron diferencias debidas a las características genéticas de los materiales. No hubo efecto de los sistemas de secamiento o de los períodos de postsecado.

LITERATURA CITADA

- ABDALLA, S.; MCKEIVIE, A.D. 1980. The interaction of chilling and gibberellic acid on the germination of seeds of ornamental plants. *Seed Science & Technology* 8(2):139-144.
- ALIZAGA, R. 1989. Avaliacao de teste de vigor em sementes de feijao e suas relacoes com a emergencia a campo. Tesis MSc. Universidad Federal de Pelotas, Brasil. 62 p.
- ASSOCIATION OF OFICIAL SEED ANALISTS (AOSA). 1983. *Seed vigor testing handbook*. Contribution no. 32 to the handbook of seed testing. 88 p.
- BASS, L.N. 1980. Flower seed storage. *Seed Science & Technology* 8:591-599.
- COPELAND, L.O. 1976. *Principles of seed science and technology*. Minneapolis (Minn). Burgess Publishing. 369 p.

- HARRINGTON, J.F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. *Seed Science & Technology* 1(2):453-461.
- HERRERA, J. 1987. Efecto de la gravedad específica de la semilla sobre el desarrollo y la producción de arroz cv. CR-1113. *Agronomía Costarricense* 11(2):181-187.
- HEYDECKER, W. 1972. Vigor. *In* Viability of seeds. Ed. by E.D. Robert. New York, Syracuse University. p. 209-252.
- JUSTICE, O.L.; BASS, L.N. 1978. Principles and practices of seed storage. Estados Unidos, Department of Agriculture 289 p. (Agriculture Handbook no. 506).
- KOZLOWSKI, T.T. (ed.). 1972. *Seed Biology*. New York, Academic Press. Vol.(1-2). 862 p.
- RENARD, H.A.; CLERC, P. 1978. Levee de dormance par les gibberellines chez quatre especes: *Impatiens balsamina*, *Lavandula angustifolia*, *Brassica rapa* et *Viola odorata*. *Seed Science & Technology* 6:661-677.