

EFFECTO DE PROMOTORES DE LA GERMINACIÓN EN PAPAYA (*Carica papaya* L.) PARA ATENUAR LA DORMANCIA EN EL cv. 'MARADOL ROJA'

Maximiliano W. Caballero Álvarez*, Nilo Masa Estrada y Fidel Pérez Valdés.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6. Santo Domingo, CP: 53000, Villa Clara, Cuba.

*Autor para la correspondencia: semillasfb@inivit.cu.

RESUMEN

El tiempo de conservación de la semilla de papaya induce dormancia que, durante el fomento de los viveros ocasiona una lenta germinación y con bajos porcentajes. La dormancia de la semilla y el uso de sustratos inadecuados son factores que intervienen en que la producción de plántulas en el vivero no sea óptima. Para ayudar a la solución de esta problemática se estudió el efecto de dos promotores de la germinación: nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3). Como sustrato se utilizaron dos tipos de suelo (Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo) (50 %) y como portador de materia orgánica se utilizó cachaza al mismo porcentaje. Las semillas fueron sumergidas durante 30 minutos en agua para su hidratación, los tratamientos consistieron en: $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ y $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ de KNO_3 , $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$ y $1,0 \text{ mL.L}^{-1}$ de una solución de AG_3 a 6 g.L^{-1} para 500 g de semillas. Se mantuvieron en reposo por 24 horas y luego fueron sembradas en bolsas. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. A los 21 días después de la siembra, se evaluó el porcentaje de germinación y a los 35, la altura de las plántulas, el diámetro del tallo y el número de hojas. Las semillas tratadas con $1,0 \text{ g}$ de KNO_3 por litro de agua, produjeron mayor porcentaje de germinación y crecimiento de las plántulas y entre los sustratos utilizados no existieron diferencias estadísticas, con un crecimiento normal de las plántulas.

Palabras clave: dormancia, germinación, promotores, semillas.

EFFECT OF PROMOTERS OF THE GERMINATION IN PAPAYA (*Carica papaya* L.) TO ATENUATE THE DORMANCY IN THE cv. 'MARADOL RED'

ABSTRACT

The conservation time of the papaya seed induces dormancy that during the promotion of the nurseries causes a slow germination and low percentages of germination. The dormancy of the seed and the use of unsuitable substrates are factors that intervene in that the production of seedlings in the nursery is not optimal. To help solve this problem, the effect of two germination promoters was studied: potassium nitrate (KNO_3) and gibberellic acid (AG_3). Two types of soil were used as a substrate (soft carbonated brown and red Ferralitic) (50 %) and as a carrier of organic matter, cachaça was used in the same percentage. The seeds were submerged for 30 minutes in water for hydration, the treatments consisted of: $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ and $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ of KNO_3 , $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$ and $1,0 \text{ mL.L}^{-1}$ of a solution of AG_3 at 6 g.L^{-1} for 500 g of seeds. They were kept at rest for 24 hours and then planted in bags. A completely randomized experimental design with three repetitions was used. At 21 days after sowing, the percentage of germination was evaluated and at 35, the height of the seedlings, the diameter of the stem and the

number of leaves. The seeds treated with 1,0 g of KNO_3 per liter of water, produced a higher percentage of germination and growth of the seedlings and among the substrates used there were no statistical differences, with a normal growth of the seedlings.

Keywords: dormancy, germination, promoters, seeds.

INTRODUCCIÓN

La papaya se propaga comercialmente por semilla, un método de fácil manejo para el fomento de los viveros, lo ideal es utilizar semilla fresca, es decir recién procesada que presenta mayor germinación, ya que su calidad se deteriora rápidamente en el almacenamiento (Singh y Singh, 1981; Nagao y Furutani, 1986). La semilla de papaya ha sido clasificada como intermedia por su tolerancia a la desecación, lo que la sitúa entre las ortodoxas y las recalcitrantes, muestra signos de estrés por desecación con contenidos de humedad menores a 8 % (Ellis *et al.*, 1991). La desecación induce quiescencia metabólica o dormancia (Magill *et al.*, 1994; Wood *et al.*, 2000), no siempre se dispone de semilla fresca, por lo que se utiliza con algunos meses de almacenamiento, y por tanto con menores porcentajes de germinación. La calidad fisiológica de la semilla de papaya está caracterizada por la alta germinación y el vigor, considerando que son factores de gran importancia a nivel de plantación (López y Souza, 2008). Además, según señalan (Carvalho y Nakagawa 2000) la longevidad de las semillas está influenciada por otros factores tales como la especie, variedad, el historial del lote y el estado de madurez del fruto en el momento de la cosecha.

La dormancia es un mecanismo de inhibición de la germinación que tienen las semillas de varias especies. Las semillas rompen naturalmente la dormancia cuando aparecen en forma continua condiciones ambientales propicias para la germinación. Es evidente que una de las posibilidades para aumentar la producción se basa en la mejora de las prácticas agrícolas en la fase del vivero, de manera tal que puedan ser obtenidos incrementos en la calidad y cantidad de plántulas en el vivero, por lo que se han sugerido algunos métodos para incrementar el porcentaje de germinación y su homogeneidad.

En Cuba existen aproximadamente 6186.00 ha plantadas de papaya; sin embargo, los rendimientos son aún bajos ($19,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), según datos estadísticos de la FAO (2017) y los costos son altos, debido al mal manejo del cultivo por no existir una tecnología integral que permita el incremento sostenido de los rendimientos, disminuir los costos y aumentar la eficiencia de la producción.

Para el establecimiento de las plantaciones de papaya es conveniente utilizar plántulas de la mejor calidad posible, lo cual se puede lograr mediante el uso de buena semilla, sustrato adecuado, buen manejo de riego, fertilización y control fitosanitario. Los sustratos a usar en cada región productora de papaya dependen de la disponibilidad de estos; no obstante, se debe tener presente que se requiere producir plántulas de calidad para el buen inicio de la plantación. Bunt (1988) señala que la calidad de las plántulas depende del tipo de sustrato donde se desarrollan, en particular de sus características físico-químicas ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están estrechamente relacionados a las condiciones de aireación, contenido de agua, además de tener influencia directa sobre la disponibilidad de los nutrientes.

El nitrato de potasio (KNO_3) es un compuesto comúnmente usado para romper la dormancia y promover la germinación de semillas (Siadat *et al.*, 2011). La AOSA (Association of Official Seeds Analysts) y la ISTA (International Seed Testing

Association) recomiendan el uso de soluciones con diferentes concentraciones de este compuesto en pruebas de rutina de germinación para semillas de diversas especies (Copeland y McDonald, 2001).

Diversos autores han reportado la efectividad del ácido giberélico aplicado exógenamente en el control y promoción de la germinación de semillas, dada su habilidad de interrumpir estados de latencia y reemplazar estímulos ambientales como la luz o la temperatura dando como resultado incrementos en los porcentajes de germinación y disminución de tiempo de germinación en especies como *Carica papaya* L. (Bhattacharya y Khuspe, 2001), *Onopordum nervosum* (Fernández et al., 2002) *Minthostachys mollis* (Suárez et al., 2011), en *Arabidopsis thaliana* y en algunas plantas de importancia comercial de la familia *Solanaceae* como *Nicotiana tabacum* y *Solanum lycopersicum* (Peng y Harberd, 2002).

Los sustratos comúnmente utilizados son cachaza, compost, gallinaza, estiércol vacuno y ovino, mezclados en diferentes proporciones con suelo. Lo más beneficioso es buscar sustratos alternativos que permitan hacer uso de los recursos disponibles en cada región del país.

En Cuba, es necesario buscar las condiciones que permitan producir plántulas de papaya de calidad, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del tratamiento de la semilla con nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3), en dos tipos de suelos Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo, en el porcentaje de germinación y el crecimiento fisiológico de las plántulas de papaya.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron semillas procedentes de las áreas certificadas para la producción de semillas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Se procesaron, beneficiaron y conservaron en condiciones no controladas en recipientes plásticos por un periodo de ocho meses. Al momento de almacenarlas, se tomaron al azar tres muestras de 300 semillas cada una y se evaluó la presencia o ausencia de embrión mediante el proceso de germinación en placas Petri por un periodo de 15 a 21 días. Así como el envío de tres muestras de 250 gramos cada una al servicio de inspección y certificación de semillas (SICS) provincial para ser analizadas según los parámetros de calidad de la semilla, para posteriormente realizar el trabajo de investigación. Se envasaron según normas técnicas de la NRAG XXX-10 (MINAG, 2010) y para la germinación con la NC XXX-06 (MINAG, 2006). En el estudio para el fomento del vivero se utilizó como portador de materia orgánica, la cachaza, procedente del CAI "George Washington" del municipio de Santo Domingo, en Villa Clara, en dos tipos de suelos Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo. Las técnicas de análisis químicos empleadas fueron las establecidas por NRAG 279-80 (MINAG, 1980); realizadas en el laboratorio de Agroquímica del INIVIT.

La agrotecnia del vivero fue la establecida por el instructivo técnico del cultivo de la papaya (INIVIT, 2018).

Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS 9,0 para Windows.

Los tratamientos estudiados fueron:

1. Agua (control)
2. 0,5 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$
3. 1,0 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$

4. 0,5 ml de AG_3 a 6 g.L^{-1}
5. 1,0 ml de AG_3 a 6 g.L^{-1}

Para evaluar el efecto de los generadores del incremento sobre la germinación de la semilla, se procedió a remojar la semilla en agua para su hidratación, se dejó escurrir, posteriormente se prepararon soluciones acuosas de nitrato de potasio (KNO_3) al 99 % y ácido giberélico a las dosis en estudio a razón de 1 L de solución por 500 g de semilla. Se sumergieron las semillas en las soluciones durante 30 minutos y se dejó reposar por 24 horas. Se sembró la semilla inmediatamente después del reposo en las bolsas, a una profundidad de 1 cm o el doble del tamaño de la semilla.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. A los 21 días después de la siembra, se evaluó el porcentaje de germinación (Figura 1).



Figura 1. Porcentaje de germinación.

A los 35 días después de la siembra se evaluó la altura, diámetro y el número de hojas funcionales de las plántulas (Figura 2 A y B).

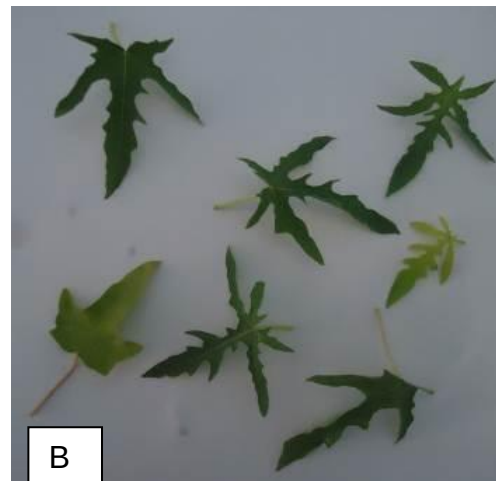


Figura 2. A: Altura y diámetro de las plántulas en (cm). B: Número de hojas funcionales.

Los datos del experimento se procesaron estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple (completamente al azar) y la comparación múltiple de medias se realizó según Tukey ($P \leq 0,05$) ya que se encontró homogeneidad de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que después de la siembra se observó que el 100 % de las semillas muestreadas presentaron embrión, lo que dio la posibilidad de que todas las semillas generaran una plántula. Sobre el efecto de los promotores del crecimiento en la germinación de la semilla se observó que la aparición del hipocótilo ocurrió a partir de los 12 días después de la siembra, posteriormente emergieron las hojas cotiledonares. A partir de los 14 días las plántulas fueron irrumpiendo en mayor número, la mayor germinación se observó a los 21 días después de la siembra.

Estos resultados permiten señalar que la germinación de la mayoría de las plántulas ocurrió en un periodo de 14 días, lo que muestra el efecto estimulante de los promotores utilizados, nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3) sobre el crecimiento de los embriones (Figura 3).

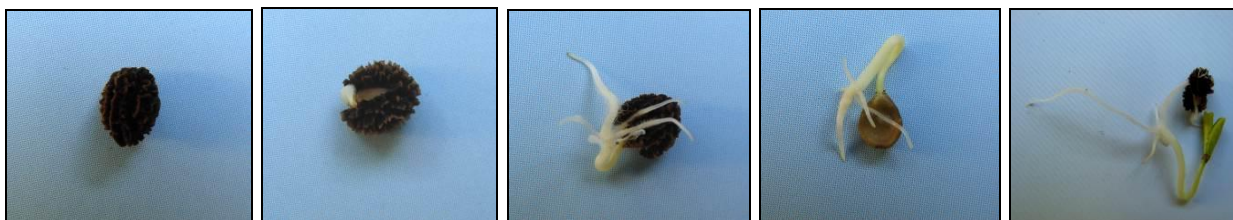


Figura 3. Germinación de los embriones de la semilla de papaya.

El porcentaje de germinación fue afectado significativamente ($P \leq 0,05$) en las semillas no tratadas (48 %). Con la aplicación de ambos estimulantes se obtuvo mayor porcentaje de germinación, los mejores resultados se obtuvieron al utilizar 1,0 g y 0,5 g de nitrato de potasio con 93 % y 86 %, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos. El efecto benéfico del nitrato de potasio para romper la dormancia, incrementa el porcentaje de germinación y disminuye el tiempo de germinación, esto ha sido reportado para especies como *Paulownia tomentosa* (Grubisic y Konjevic, 1990), *Crithmum maritimum* (Atia *et al.*, 2009), *Chenopodium album* (Sheng *et al.*, 2008), *Echinacea purpurea* (Karimian *et al.*, 2011), *Descurainia sophia* y *Plantago ovata* (Ali *et al.*, 2010), entre otras. Al aplicar ácido giberélico (1,0 ml de AG_3 a $6,0 \text{ g.L}^{-1}$) (83 %) y 0,5 ml de AG_3 a $6,0 \text{ g.L}^{-1}$, se obtuvo (82 %), que no difiere estadísticamente entre sí y sí con el tratamiento control sin promotores del crecimiento (Tabla 1).

Los resultados de esta investigación concuerdan con los señalados por Nagao y Furatani (1986) y Furatani y Nagao (1987) quienes observaron que al aplicar 600 mg.L^{-1} de AG_3 y 1,0 ml de KNO_3 mejoraron el porcentaje de germinación y la velocidad de germinación de las semillas. El efecto positivo de KNO_3 en la germinación de semillas de papaya también ha sido constatado por Pérez *et al.* (1980). Posteriormente, Viggiano *et al.* (2010), obtuvieron un aumento significativo en la germinación a medida que aumentaron el tiempo de inmersión de las semillas en solución de KNO_3 , desde cero hasta 60 minutos. De acuerdo con Carvalho y Nakagawa (2000), esta sal actuaría activando la vía de las pentosas monofosfatadas, auxiliando la

superación de la dormancia de las semillas; estos autores señalan que obtuvieron mayor porcentaje de emergencia (87 %) con la aplicación de 1,0 ml de KNO_3 , lo que respalda esta investigación (Figura 4).

Tabla 1. Porcentaje de germinación y características fisiológicas de las plántulas producidas por semillas de papaya tratadas con nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3).

Tratamientos	Porcentaje de germinación a los 15 días (%)	Altura a los 35 días (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número de Hojas
1. Agua (control)	52,00 c	11,20 c	3,41 b	9,03 a
2. 0,5 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$	86,00 ab	11,90 a	4,60 a	9,06 a
3. 1,0 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$	93,00 a	12,80 a	4,70 a	9,13 a
4. 0,5 ml de AG_3 a $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	82,00 b	11,40 bc	4,61 a	9,06 a
5. 1,0 ml de AG_3 a $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	83,00 b	11,60 ab	4,52 a	9,13 a
ES $\pm$	14,32	0,35	0,63	0,21
CV (%)	5,50	8,80	16,70	14,70

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).



Figura 4. Fases de crecimiento de la germinación de la semilla de papaya en el vivero.

Al evaluar la altura de las plántulas se apreció que las semillas tratadas con nitrato de potasio (KNO_3) produjeron plántulas de mayor altura, sin sobrepasar la óptima (10-12 cm) para ser trasplantadas (Caballero, 2012), en comparación con aquellas donde se usó ácido giberélico (AG_3) y control (T1). El crecimiento de las plántulas fue normal en los cinco tratamientos, a diferencia de lo reportado por Nagao y Furatani (1986) quienes observaron que la aplicación de ácido giberélico causó alargamiento excesivo de los tallos de las plántulas.

Para la dinámica del engrosamiento del tallo, o sea el diámetro, se observaron en todos los tratamientos donde la semilla fue tratada con nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3) resultados positivos sin diferencias estadísticas entre ellos y sí con el

tratamiento T1 (Control). Estos resultados permiten plantear que las aplicaciones de los promotores de crecimiento, favorecen el desarrollo de las plántulas en esta fase del cultivo, provocando un incremento significativo en este parámetro.

En cuanto al número de hojas funcionales por plántulas no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, por lo que se concluye que los promotores estudiados no ejercen efecto sobre este parámetro.

El efecto de las semillas tratadas con los promotores del crecimiento sobre la germinación para los dos tipos de suelos Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo, utilizando como materia orgánica la cachaza no tuvo diferencias para los parámetros estudiados en el desarrollo fisiológico de las de las plántulas, las cuales se utilizan comercialmente para la producción en el vivero. Los resultados obtenidos también pueden estar relacionados con lo informado por López-Moctezuma *et al.* (2005) sobre el aporte de la materia orgánica, que mejora el suelo y modifica las propiedades físicas y químicas del mismo.

Verificándose, en el presente trabajo, que al tratar las semillas con nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (AG_3) se logra atenuar la dormancia de la semilla de papaya mejorando los parámetros de calidad.

CONCLUSIONES

Los tratamientos más eficientes para la superación de la dormancia en semillas de papaya fueron 1,0 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ y 0,5 g de $\text{KNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ con el mayor porcentaje de germinación de la semilla y desarrollo de las plántulas en el vivero para los dos tipos de suelos Pardo mullido carbonatado y Ferralítico rojo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALI, T.; P. HOSSEIN; F. ASGHAR; Z. SALMAN; Z. CHAHOOKI and M. ALI. 2010. The effect of different treatments on improving seed germination characteristics in medicinal species of *Descurainia sophia* and *Plantago ovata*. *African Journal of Biotechnology*, 9(39): 6588-6593.
- ATIA, A.; A. DEBEZ; A. BARHOUMI; Z. SMAOUI; A. ABDELLY. 2009. ABA, GA_3 , and nitrate may control seed germination of *Crithmum maritimum* (Apiaceae) under saline conditions. *Comptes Rendus Biologies*, 332(8): 704-710.
- BHATTACHARYA, J. and S. KHUSPE. 2001. *In vitro* and *in vivo* germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*, 91: 39-49.
- BUNT, A.C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. Unwin Hyman. London. 309 p.
- CABALLERO, W.C. 2012. Tecnología para el desarrollo sostenible de viveros de papaya (*Carica papaya* L.). Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Agricultura sostenible. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 81p.
- CARVALHO, N.M. e J. NAKAGAWA. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Campinas: FUNEP.
- COPELAND, L.O and M.B. MCDONALD. 2001. Principles of seed science and technology. Kluwer Academic Publishers. 4 Edición. 104-110.
- ELLIS, R.H.; T.D. HONG and E.H. ROBERTS. 1991. Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. *Seed Science Research* 1: 69-72.

- FAO. FAOSTAT. Dirección de Estadística 2017. http://www.fao.org/index_ES.htm (Consultado el 20 de diciembre de 2017)
- FERNÁNDEZ, H; C. PÉREZ; M.A. REVILLA and F. PÉREZ. 2002. The levels of GA₃ and GA₂₀ may be associated with dormancy release in *Onopordum nervosum* seeds. *Plant Growth Regulation* 38: 141- 143.
- FURATANI, S.C. and M.A. NAGAO. 1987. Influence of temperature, KNO₃, AG₃ and seed drying on emergence of papaya seedlings. *Scientia Horticulturae*, 32: 67-72.
- GRUBISIC, D. and R. KONJEVIC. 1990. Light and nitrate interaction in phytochrome-controlled germination of *Paulownia tomentosa* seeds. *Planta* 181: 239-243.
- INIVIT. 2018. Instructivo Técnico del Cultivo de la Papaya. Primera edición. Cuba. 21p
- KARIMIAN, Z.; M. AZIZI and S. NOORI. 2011. Seed Germination and Dormancy Breaking Techniques for *Echinacea purpurea* L. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 5(13): 7-10.
- LÓPEZ-MOCTEZUMA, H.; R. FERRERA-CERRATO; J. FARIAS-LARIOS, S. AGUILLAR-ESPINOSA, M.A. BELLO y J.G. LÓPEZ-AGUIRRE. 2005. Micorriza arbuscular, bacillus y sustrato enriquecido con vermicomposta en el desarrollo de plantas de papayo. *Terra latinoamericana*, 23:523-531.
- LÓPEZ, M.L. e M.C. SOUZA. 2008. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a vavilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de sementes*, 30 (1):181-189.
- MAGILL, W.; N. DEIGHTON; H.W. PRITCHARD; E.E. BENSON and B.A. GOODMAN. 1994. Physiological and biochemical studies of seed storage parameters in *Carica papaya*. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 102B. 439-442.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 1980. Norma Ramal de la Agricultura. 279-80. Suelos. Análisis químicos. Reglas generales. Ciudad de La Habana. Cuba. 12 p.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura 2006. Norma Cubana. NC XXX-06 Agricultura. Semillas Agrícolas. Muestreo. Ciudad de La Habana. Cuba.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2010. Norma Ramal de la Agricultura. NRAG XXX-10. Semillas de fruta bomba (*Carica papaya* L). Certificación. Ciudad de La Habana. Cuba. 6p.
- NAGAO, M.A. and S.C. FURUTANI. 1986. Improving germination of papaya seed by density separation potassium nitrate and gibberellic acid. *HortScience*, Alexandria 21: 1439-1440.
- PENG, J. and N.P. HARBERD. 2002. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. *Plant Biology*, 5:376-381.
- PÉREZ, A.; M.N. REYES and J. CUEVAS. 1980. Germination of two papaya varieties: effect of seed aeration, K-treatment, removing of the sarcotesta, high temperature, soaking in distilled water and age of seeds. *Journal Agriculture University of Puerto Rico*, Río Piedras, 64(2):173-180.
- SHENG TANG, D; M. HAMAYUM; Y. MOON KO; Y. PING ZHANG; S. MO KANG and I. JUNG LEE. 2008. Role of red light, temperature, stratification and nitrogen in breaking seed dormancy of *Chenopodium album*. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 11(3):199-204.
- SIADAT, S.A; S. MOOSAVI; A. ZADEH; M.S FOTOUHI and M. ZIREZADEH. 2011. Effects of halo and phytohormone seed priming on germination and seedling growth of maize under different duration of accelerated ageing treatment. *African Journal of Agricultural Research*, 6(31): 6453-6462.

- SINGH, R.M. and J.D. SINGH. 1981. Effect of methods and duration of storage on seed germination and seedling vigour in papaya (*Carica papaya* L.). *Seed Research*, 9:67-72.
- SUÁREZ, D.; J.L. FERNÁNDEZ y L.M. MELGAREJO. 2011. Efecto de la luz y el ácido giberélico (AG₃) en la germinación de *Minthostachys mollis* Kunth. Griseb (Labiatae). *Acta Biológica Colombiana*, 16(2):149-154.
- VIGGIANO, J.R.; R.F. SILVA e H.D. VIEIRA. 2010. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Sementes Online Pelotas* 1(1):6-10.
- WOOD, C.B.; H.W. PRITCHARD and D. AMRITPHALE. 2000. Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seeds is alleviated by heat shock. *Seed Science Research*, 10: 135-145.