

EFFECTO DE REGULADORES DEL CRECIMIENTO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS DE SEMILLAS DE *CAPSICUM ANNUUM* L.

Amelia Capote Rodríguez, Nélide Fraga Aguiar[†], Odalys Llorente Osorio y Norma Marrero Granado

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el efecto de los reguladores del crecimiento, solos o en combinación, en la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de tres cultivares de pimiento. Semillas de las variedades 'Tropical CW-3', 'True Heart 28' y 'Verano-1' fueron colocadas en placas Petri con papel de filtro humedecido con soluciones de AIA, AG₃, KIN y BAP (0,1 mg.L⁻¹) y mantenidas en una cámara de crecimiento a un fotoperiodo de 16 horas luz y temperatura de 25 ± 2°C durante 10 días. Al final del experimento se evaluaron la altura de las plántulas, la longitud del hipocótilo y la radícula, la relación LH/LR, así como el peso seco total. Los resultados mostraron que las aplicaciones de KIN o AG₃ incrementaron y que el AIA inhibió los porcentajes de germinación, pero la respuesta estuvo en dependencia de la variedad. El AG₃, solo o en combinación con las citoquininas (BAP y KIN), incrementaron los porcentajes de germinación y la longitud del hipocótilo en la variedad Verano-1. Estos resultados sugieren que la aplicación de los reguladores del crecimiento puede provocar un efecto positivo sobre la germinación de semillas de pimiento.

Palabras clave: fitohormonas, pimiento, semillas

Effect of growth regulators on germination and seedlings growth of seed of *Capsicum annuum* L.

ABSTRACT

The effect of growth regulators, alone or in combinations, on germination and early seedling growth of three pepper varieties were studied. Seeds of 'Tropical- CW-3', 'True Heart 28' y 'Verano-1' varieties were placed in Petri dishes with filter paper dampened with solutions of AIA, AG₃, KIN and BAP (0,1 mg.L⁻¹) and maintained in a growth chamber with 16 hour- photoperiod and 25 ± 2°C temperature for ten days. At the end of the experiment, germination percentage, seedling height, hypocotyls and radicle lengths, LH/LR ratio, as well as total dry weights were evaluated. Results showed that the applications of KIN or AG₃, increased and the AIA inhibited the germination percentage but the response depended on the variety. AG₃, along or in combinations with cytokinins increased the germination and hypocotyls lengths in Verano-1. These results suggest that the application of growth regulators may have a positive effect on pepper seed germination.

Key words: phytohormones, pepper, seeds

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT)
✉ dircientifica@inifat.co.cu

INTRODUCCIÓN

La conservación de semillas constituye una de las tareas más importantes de los Bancos de Germoplasma, ya que de esta manera se preserva la diversidad biológica de las plantas (Wu *et al.*, 1998); sin embargo, diversos factores pueden conducir a la pérdida de la viabilidad y por ende a la erosión genética de las colecciones, debido fundamentalmente a que los niveles de dormancia cambian significativamente durante el almacenamiento de las semillas (Pérez-García *et al.*, 2007).

La posibilidad de emplear algunos factores físicos y químicos en el aumento de la viabilidad de las semillas almacenadas ha sido estudiada por diferentes autores, entre ellos está la aplicación de tratamiento magnético a las semillas (Socorro *et al.*, 2002), la determinación de la concentración óptima de humedad para la conservación de las mismas (Walters *et al.*, 1998), la utilización de contenedores adecuados (Gómez-Campo, 2006a) y la aplicación de reguladores del crecimiento (Chauhan *et al.*, 2009).

Esta última se ha empleado como una alternativa para incrementar el potencial fisiológico de la semilla conservada, dada su capacidad para romper la dormancia de algunas especies (Gómez-Campo, 2006b), así como activar y/o acelerar el proceso de germinación de las mismas (Vázquez-Badillo *et al.*, 2004).

En el caso específico del género *Capsicum* se hace difícil la conservación de las semillas debido a la pérdida de la viabilidad de las mismas durante el período de post-cosecha y almacenamiento, por lo que resulta de gran interés estudiar los factores que pudieran contribuir a aumentar su germinación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los reguladores del crecimiento sobre la germinación de semillas almacenadas de diferentes genotipos de pimiento, con vistas a ponderar su utilidad en la recuperación de la viabilidad de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la realización de este trabajo se utilizaron semillas de tres cultivares de pimiento ('Verano-1', 'Tropical CW-3' y 'True Heart 28') conservadas en el Banco de

Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Las semillas fueron lavadas con agua y detergente comercial, y enjuagadas en agua corriente.

Para su desinfección fueron colocadas en etanol 70 % (1 min), sumergidas en una solución de lejía comercial (2,5 % de cloro activo) durante 10 minutos y posteriormente lavadas con agua destilada estéril por tres veces.

Las semillas una vez desinfectadas fueron colocadas en placas Petri sobre papel de filtro con agua destilada (control) y diferentes soluciones de los reguladores del crecimiento (AIA: ácido indol acético; AG₃: ácido giberélico; BAP: 6-bencil amino purina; KIN: 6-furfuril amino purina, todos en concentraciones de 0,1 mg.L⁻¹).

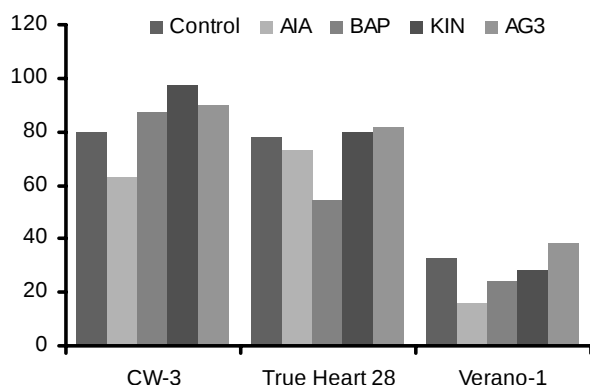
Se utilizaron 25 semillas/placa y se analizaron tres réplicas por tratamiento. Las placas fueron incubadas a 25 ± 2°C en un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad, durante un período de diez días. Se evaluó en cada caso el porcentaje de germinación obtenido, tomando como criterio la emisión de la radícula (2 mm de longitud), según Gill *et al.* (2003). En aquellos tratamientos cuyos valores estuvieron por encima del control se evaluaron además otras variables relacionadas con el crecimiento de las plántulas, a saber: altura de las plántulas (cm), longitud del hipocótilo (cm), longitud de la radícula (cm), relación LH/LR y masa seca total (mg).

Con el objetivo de estudiar si la concentración o la combinación del ácido giberélico con otros reguladores del crecimiento estimulan los porcentajes de germinación, se evaluaron en el cv. 'Verano-1' diferentes concentraciones (0,01; 0,1 y 1 mg.L⁻¹) y combinaciones con otros reguladores del crecimiento (KIN, BAP y AIA). En ambos experimentos se evaluaron los porcentajes de germinación y las variables longitud del hipocótilo (LH), longitud de la radícula (LR) y la relación entre ellos (LH/LR).

En todos los casos los datos fueron evaluados mediante un ANOVA de clasificación simple y efecto fijo, y las diferencias significativas detectadas mediante la prueba de mínima diferencia significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan los resultados obtenidos en los porcentajes de germinación para cada genotipo utilizado en dependencia de los reguladores del crecimiento. En general se observa una marcada influencia del genotipo en la respuesta obtenida, ya que no todos responden de igual forma a los tratamientos empleados.



(AIA: ácido indol acético; BAP: 6- bencil amino purina; KIN: 6- furfuril amino purina, AG₃: ácido giberélico)

Figura 1. Efecto de los reguladores del crecimiento sobre la germinación de semillas de diferentes cultivares de pimienta

Se observa que las aplicaciones de AIA (ácido indol acético), a la concentración empleada (0,1 mg.L⁻¹), inhiben los porcentajes de germinación de las semillas de pimienta de los tres cultivares en estudio, respuesta que puede estar asociada a la concentración utilizada.

Se plantea que aún cuando son esenciales durante la germinación debido a su efecto sobre la elongación celular (Shivanna *et al.*, 2007), pueden causar un efecto inhibitorio sobre los porcentajes de germinación cuando se utilizan en altas concentraciones (Chauhan *et al.*, 2009).

Diferente respuesta se observa en las semillas tratadas con KIN (6-furfuril amino purina) y AG₃ (ácido giberélico), cuyas aplicaciones lograron incrementar los porcentajes de germinación en el cv. 'Tropical CW-3' (17 y 10 % respectivamente con respecto al tratamiento control) y en el cv 'True Heart 28' (2 y 4 % respectivamente).

En el caso del cv. 'Verano-1' se observa que solamente fue posible estimular ligeramente la germinación (5% con respecto al control) cuando las semillas se trataron con ácido giberélico, lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros autores (Sharma *et al.*, 2004).

Se plantea que los tratamientos a las semillas con AG₃ elevan los porcentajes de germinación, debido a que incrementan el contenido de aminoácidos en los embriones y de enzimas hidrolíticas requeridas para la digestión del almidón endospermico, así como actúan sinérgicamente con otros reguladores (Chauhan *et al.*, 2009), por lo que se utilizan muy frecuentemente para revertir los efectos negativos que puedan incidir sobre el proceso de la germinación (Yücel y Yilmaz, 2009).

Al analizar las variables evaluadas (altura de las plantas y masa fresca) en los tratamientos que incrementan los porcentajes de germinación, los resultados muestran que en los genotipos 'Verano-1' y 'True Heart 28' no hay diferencias significativas entre los tratamientos y el control; sin embargo, en el cv. 'Tropical CW-3' si se observan diferencias significativas en ambas variables (Tabla 1).

En las variedades 'Tropical CW-3' la mayor altura de las plantas (5,2 cm) se obtuvo con la aplicación de AG₃, la cual difiere significativamente del resto de los tratamientos. Esta variable se ha utilizado por otros autores para analizar la sincronía de la germinación en semillas de cítricos sometidas a diferentes tratamientos (Capote *et al.*, 2004).

Los mayores valores de masa seca total corresponden a las semillas tratadas con KIN (31,9 mg) y AG₃ (29,9 mg), los cuales no difieren significativamente de entre sí, pero sí con el resto de los tratamientos.

La relación LH/LR muestra resultados similares y menores a uno en las plántulas provenientes de semillas de 'Tropical CW-3', independientemente del regulador del crecimiento aplicado. Sin embargo, para las variedades 'True Heart 28' y 'Verano-1' se observan valores superiores que indican un mayor estímulo en el crecimiento de la parte aérea de las plántulas en relación a su crecimiento radicular.

Tabla 1. Resultados obtenidos con la utilización de diferentes reguladores del crecimiento (Letras iguales no difieren significativamente entre sí $p = 0,01$)

‘Tropical CW- 3’				
Tratamiento (mg/L)	Incremento (%)	Altura plántulas (cm)	Relación LH/LR	Masa seca total (mg)
Control	--	2,9 b	$0,70 \pm 0,19$	20,0 b
AG ₃	10	5,2 a	$0,73 \pm 0,13$	29,9 a
BAP	7	1,1 c	$0,89 \pm 0,25$	20,9 b
KIN	17	3,4 b	$0,63 \pm 0,24$	31,9 a
CV		0,27		0,21
dms		1,08		6,83
‘True Heart 28’				
Tratamiento (mg/L)	Incremento (%)	Altura plántulas (cm)	Relación LH/LR	Masa fresca (mg)
Control	--	3,01 ns	$0,82 \pm 0,35$	37,86 ns
KIN	2	2,57 ns	$2,25 \pm 0,89$	39,17 ns
AG ₃	4	3,24 ns	$1,65 \pm 0,65$	38,55 ns
‘Verano 1’				
Tratamiento (mg/L)	Incremento (%)	Altura plántulas (cm)	Relación LH/LR	Masa fresca (mg)
Control	--	3,68 ns	$0,59 \pm 0,12$	32,65 ns
AG ₃	5	3,47 ns	$1,07 \pm 0,63$	30,48 ns

Dado que las aplicaciones de AG₃ estimularon los porcentajes de germinación en todos los genotipos estudiados, se decidió estudiar el efecto de diferentes concentraciones de AG₃ y su combinación con otros reguladores del crecimiento en el genotipo ‘Verano-1’, por ser el que menor germinación mostraron sus semillas.

Los resultados se muestran en la Figura 2, donde se observa que fue posible incrementar la germinación cuando se aplicó el AG₃ combinado con las citoquininas (KIN- 8% y BAP- 5%) en la concentración de 0,1 mg.L⁻¹.

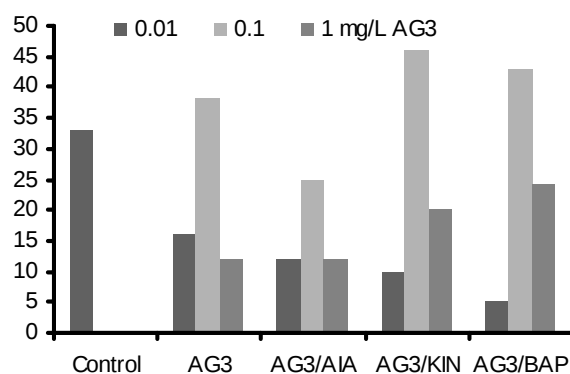


Figura 2. Efecto de la aplicación de AG₃, solo o combinado, sobre los porcentajes de germinación de semillas de pimiento cv. ‘Verano-1’

Las citoquininas regulan numerosos aspectos del crecimiento vegetal y el proceso de desarrollo, incluyendo la división celular, la dormancia apical, la movilización de nutrientes y el desarrollo fotomorfogénico, entre otros (Mok y Mok, 2001). Asimismo, se considera antagonista del ácido abscísico, mostrando efectos opuestos en algunos procesos de desarrollo como la expansión de los cotiledones y la germinación de las semillas (Javid *et al.*, 2011).

En la Tabla 2 se observan los resultados obtenidos al evaluar la longitud del hipocótilo y de la radícula, así como la relación LH/LR para cada combinación de AG₃ utilizada.

En todas las combinaciones fueron similares las longitudes del hipocótilo y la radícula, así como las relaciones LH/LR resultaron cercanas a 1, lo que evidencia la calidad de las plántulas obtenidas. Sin embargo, los mayores valores para ambas variables se obtuvieron para el tratamiento que empleó el AG₃ combinado con la KIN.

Como se observa la presencia del ácido giberélico incrementa la longitud del hipocótilo en las plántulas provenientes de semillas tratadas en relación al control. Esta respuesta puede ser debido a que las giberelinas (GAs) están generalmente involucradas en el crecimiento y desarrollo y se plantea que controlan la germinación de las semillas, la expansión de las hojas y la elongación del tallo (Magome *et al.*, 2004).

Los reguladores del crecimiento han sido ampliamente utilizados para revertir los efectos negativos que sobre el proceso de la germinación pueden tener algunos factores ambientales.

Se conoce que el ácido giberélico participa en la regulación de la respuesta de la planta a las condiciones ambientales externas y su aplicación contribuye a prevenir los efectos del estrés salino, a partir de la inducción de cambios en los niveles de reguladores del crecimiento endógenos, los cuales afectan el balance del agua en la planta (Chakrabarti y Mukherji, 2002). Asimismo, se ha planteado su utilización de conjunto con la KIN para revertir los efectos negativos de las altas temperaturas sobre la germinación de las plantas (Cavusoglu y Kabar, 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados permiten afirmar que es posible utilizar la aplicación exógena de reguladores del crecimiento para aumentar los porcentajes de germinación de semillas de diferentes genotipos de pimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capote, M.; Pérez, Y.; Fernández, C. M. y Bello, M. Efecto de la energía alternativa en la germinación de semillas de cítricos. Taller Congreso INCA (14: 2004, nov. 9-12, La Habana). Memorias CD-ROM, Inst. Nac. Ciencias Agrícolas, 2004. (ISBN 959- 7023- 27- X).

Tabla 2. Efecto de la aplicación de AG₃, solo o combinado con otros reguladores, sobre el crecimiento de las plántulas obtenidas del cv. 'Verano-1'

Tratamiento (0,1 mg.L ⁻¹)	Longitud del hipocótilo (cm)	Longitud de la radícula (cm)	Relación LH/LR
Control	1,38 ± 0,27	2,22 ± 0,73	1,63
AG ₃	2,25 ± 0,27	2,78 ± 0,63	1,24
AG ₃ + AIA	2,41 ± 0,63	1,62 ± 0,40	1,54
AG ₃ + BAP	1,73 ± 0,37	0,58 ± 0,39	0,52
AG ₃ + KIN	2,61 ± 0,54	2,26 ± 0,53	1,18

- Cavusoglu K y K Kabar (2007): Comparative effects of some plant growth regulators on the germination of barley and radish seeds under high temperature stress. *EurAsis J. BioSci.*, 1: 1- 10.
- Chakrabarti N y S Mukherji (2002): Effect of phytohormone pretreatment on metabolic changes in *Vigna radiate* under salt stress. *J. Environ. Biol.*, 23: 295- 300.
- Chauhan JS, YK Tomar, N Indrakumar, S. Ali y D Debarati (2009): Effect of growth hormones on seed germination and seedling growth of black gram and horse gram. *J. of Amer. Sci.*, 5 (5): 79- 84.
- Gill PK, AD Sharma, P Singh y SS Bhullar (2003): Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds under various abiotic stresses. *Plant Growth Regulation*, 40: 157-162.
- Gómez-Campo C. (2006a): Erosion of genetic resources within seed genebanks: the role of seed containers. *Seed Sci. Research*, 16, 291- 294.
- Gómez-Campo C (2006b): Long term seed preservation: updated standards are urgent. *Monographs ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid*, 168: 1-4.
- Javid MG, A. Sorooshzadeh, F. Moradi, S.A.M. Modarres (2011): The role of phytohormones in alleviating salt stresses in crop plants. *Australian J. of Crop Science*, 5 (6): 726-734.
- Magome H, S Yamaguchi, A Hanada, Y Kamiya y K Odadoi (2004): Dwarf and delayed-flowering 1, a novel *Arabidopsis* mutant deficiente in gibberellins biosynthesis because of over expression of a putative AP2 transcription factor. *Plant J.*, 37: 720-729.
- Mok DW y MC Mok (2001): Cytokinin metabolism and action. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plan Mol. Biol.*, 52: 89-118.
- Pérez-García F., M.E. González-Benito y C. Gómez-Campo (2007): High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. *Seed Sci. & Technol.*, 35, 143-153.
- Shivanna H, HC Balachandra y NL Suresha (2007): Influence of growth regulators and pre-sowing chemicals on germination and growth parameters of *Prosopis cineraria* (L.) Druce. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 20 (2): 328-329.
- Sharma AD, M Thakur, M Rana y K Singh (2004): Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphatase activities in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds. *African J. of Biotech.*, 3 (6): 308- 312.
- Socorro A, V Carbonell, E. Martínez, S Pérez y JM Amaya (2002): Tratamiento magnético de semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) como técnica de estimulación del crecimiento. *Alimentaria*, 337: 166- 170.
- Vázquez-Badillo ME; AP García-Villanueva y VM Zamora (2004): Reguladores del crecimiento para estimular la germinación en semilla de lechuga y su efecto sobre el almacenamiento. http://www.uaaan.mx/DirInv/Resl_PI-04/MEMORIA-2004/TecSemillas/MEVazquezBadillo-2.doc
- Walters C, N Kameswarw y X Hu (1998): Optimizing seed water content to improve longevity in *ex situ* genebanks. *Seed Science Research*, 8 (1): 15-22.
- Wu XM, NF Wu, XZ Quian, RG LI, FH Huang y L. Zhu (1998): Phenotypic and genotypic changes in rapeseed after 18 years of storage and regeneration. *Seed Science Research*, 8 (1): 55- 64.
- Yücel E y G Yilmaz (2009): Effects of different alkaline metal salts (NaCl, KNO₃), acid concentrations (H₂SO₄) and growth regulator (GA₃) on the germination of *Salvia cyanescens* Boiss. & Bal. seeds. *G.U. Journal of Science*, 22 (3): 123- 127.

Recibido: 16 de marzo de 2011
Aceptado: 20 de noviembre de 2011