

Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 en la germinación de semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L.

Effect of osmotic conditioning with KNO_3 solutions in the germination of *Amaranthus hypochondriacus* L. seeds.

PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel†*, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea' y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David'

Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad No. 400. Rancho las Cruces, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600.

²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. Blvd. Gral. Marcelino García Barragán 1421, Esq. Calzada Olímpica, Guadalajara, Jal. C.P. 44430.

ID 1^{er} Autor: Juan Manuel, Pichardo-González / ORC ID: 000003-2281-3101, Researcher ID Thomson: W-2141-2018, CVU CONACYT ID: 44748

ID 1^{er} Coautor: Martín, Quintana-Camargo / ORC ID: 0000-0002-5432-8891, Researcher ID Thomson: V-6180-2018, CVU CONACYT ID: 66080

ID 2^{do} Coautor: María Andrea, Narváez-Esparza

ID 3^{er} Coautor: Edgar David, Barrera-Godínez

DOI: 10.35429/JOTI.2019.11.3.1.4

Recibido 12 de Julio, 2019; Aceptado 24 de Septiembre, 2019

Resumen

El amaranto puede ayudar a disminuir los problemas de alimentación, desnutrición y salud en la población, debido a que aporta energía, proteínas, vitaminas y minerales y también es fuente natural de lisina, un aminoácido raro en otros cereales. No obstante, cuando se almacena para usarse como semilla sufre un deterioro relativamente rápido, el cual se refleja principalmente en una baja germinación. El acondicionamiento osmótico o "priming" es un tratamiento que puede mejorar la capacidad de germinación de las semillas, una vez que estas han sufrido deterioro. En este trabajo se realizó un experimento de acondicionamiento osmótico con el objetivo de incrementar el porcentaje de germinación en semillas de amaranto de accesiones que se conservan en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Las semillas de cuatro genotipos de amaranto fueron hidratadas en cinco soluciones de KNO_3 durante 2 h, seguido de un periodo de desecación de 24 h a 25°C. Posteriormente, a estas semillas se les realizó una prueba de germinación. Los resultados mostraron que la germinación se incrementó con el acondicionamiento osmótico empleando soluciones de KNO_3 con lo cual el deterioro se revirtió. Asimismo, el genotipo tuvo efecto en el comportamiento germinativo de las semillas.

Amaranto, Priming, Deterioro de semilla

Citación: PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, QUINTANA-CAMARGO, Martín, NARVÁEZ-ESPARZA, María Andrea y BARRERA-GODÍNEZ, Edgar David. Efecto del acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 en la germinación de semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L. Revista de Invención Técnica 2019. 3-11:1-4

Resumen

Amaranth can help to decrease the problems of food, malnutrition and health of the human population, as it provides energy, protein, vitamins and minerals and is also a natural source of lysine, a rare amino acid in other cereals. However, when stored for use as seeds, they suffer a relatively rapid deterioration, which is mainly reflected in low germination. Osmotic conditioning or "priming" is a treatment that can improve the germination capacity of the seeds, once they have been subjected to deterioration. In this work, an osmotic conditioning experiment was carried out with the objective of increasing the germination percentage in amaranth seeds accessions that are conserved at the National Center of Genetic Resources (CNRG) of INIFAP. The seeds of four amaranth genotypes were hydrated in five KNO_3 solutions for 2 h, followed by a 24 h drying period at 25 °C. Subsequently, these seeds were tested for germination. The results showed that the germination was increased with osmotic conditioning using KNO_3 solutions, thereby the seed deterioration was reverted. Also, the genotype had an effect on the germinative behavior of the seeds.

Amaranth, Priming, Seed deterioration

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jmpichardo73@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La demanda de amaranto actualmente está en ascenso ya que puede ayudar a solucionar los problemas de alimentación, desnutrición y salud en la población, debido a que aporta energía proteínicas, vitaminas y minerales y también es fuente natural de lisina, un aminoácido raro en otros cereales (INDESOL, 2014). Cuando la semilla de amaranto se almacena para siembra o como recurso genético sin las condiciones de adecuadas de almacenamiento, esta sufre un rápido deterioro, el cual se refleja principalmente en una baja germinación. Existen algunos tratamientos como el acondicionamiento osmótico o priming para mejorar la capacidad de germinación de las semillas, una vez que estas han sufrido deterioro (Khan *et al.*, 1978; Marín *et al.*, 2007).

El acondicionamiento osmótico consiste en la hidratación de semillas bajo condiciones controladas en una solución de concentración determinada usando KNO_3 , KH_2PO_4 , K_3PO_4 , MgSO_4 , NaCl , entre otros compuestos y por un periodo de tiempo establecido, la cual busca acondicionar las semillas retardando su deterioro fisiológico (Black y Bewley, 2000; Moosavi *et al.*, 2009). Con el acondicionamiento osmótico, las semillas conservan la viabilidad y aceleran el proceso de germinación, así como la longitud de la raíz y el vigor, ya que repara los daños asociados al deterioro (Khan *et al.*, 1978).

En un estudio previo realizado por nuestro equipo de trabajo los resultados mostraron que de un total de 40 accesiones de semilla de amaranto que ingresaron al banco de germoplasma de semillas ortodoxas del CNRG de para conservación y resguardo, solamente 16 muestras tuvieron un porcentaje de germinación mayor o igual 85%. Con base esos resultados, el objetivo de este trabajo fue incrementar el porcentaje de germinación de semillas de amaranto que se ingresaron para su conservación al CNRG a través de la evaluación de tratamientos de acondicionamiento osmótico.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio Agrícola Forestal Sección Semillas Ortodoxas del CNRG. Se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas de cuatro genotipos de amaranto (*A. hypochondriacus* L.) por cada tratamiento. Estas semillas fueron cosechadas en 2013.

Las soluciones para realizar el acondicionamiento osmótico se prepararon disolviendo 0.125, 0.25 y 0.50 g de KNO_3 en 250 mL de agua destilada para obtener las concentraciones de 0.5, 1 y 2% requeridas para los tratamientos 3, 4 y 5, respectivamente. Para el tratamiento 2 sólo se utilizaron 250 mL de agua destilada sin KNO_3 (imbibición) y para el tratamiento 1 (Control) se utilizó semilla sin KNO_3 y sin hidratación. Después de preparar las soluciones, las semillas se sumergieron en tales tratamientos en vasos de precipitados de 10 mL durante 2 h continuas, seguido de un período de secado de 24 h en un horno de secado a 25 °C. A las semillas del tratamiento 1 (control) no se les hizo el tratamiento de hidratación. Finalmente, estas semillas se evaluaron con una prueba de germinación con el método sobre papel (ISTA, 2017). Se utilizó un diseño experimental de dos factores en completamente al azar con cuatro repeticiones. Un primer factor fueron los tratamientos y un segundo factor fueron los genotipos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias (Tukey, 0.05). Los valores de germinación fueron transformados con la función Arco seno $\sqrt{X/100}$.

Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró (Tabla 1) que los tratamientos de acondicionamiento osmótico, los genotipos y la interacción tratamientos de acondicionamiento osmótico*genotipos presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$).

Fuentes de variación	Grados de libertad	de Germinación (%)
TAO	4	2261.6**
Genotipos	3	340.7**
TAO* Genotipos	12	275.6**
Error	60	60.7
CV (%)		15.7
Media		49.3

TAO = Tratamientos de acondicionamiento osmótico; CV = Coeficiente of Variación. *, ** = Significativo con $p \leq 0.05$ y con $p \leq 0.01$, respectivamente; ns = No significativo.

Tabla 1 Cuadro de cuadrados medios y significancia estadística de cinco tratamientos de acondicionamiento osmótico con soluciones de KNO_3 aplicados a semillas de cuatro genotipos de amaranto.

Los tratamientos de 2% de KNO_3 , 0% de KNO_3 , 1% de KNO_3 y 0.5% de KNO_3 con imbibición por 2 h tuvieron un porcentaje de germinación del 68%, 65%, 64% y 63%, respectivamente, valores que son superiores al del tratamiento de 0% de KNO_3 con semilla sin hidratación (Control) que fue del 23%. Estos resultados muestran que con la simple imbibición (hidratación) de la semilla seguido de un secado de éstas (deshidratación), hubo un incremento en la germinación de las semillas como sucedió con la semilla del tratamiento 0% de KNO_3 con imbibición por 2 h, la cual triplicó el valor de la germinación de la semilla de 0% de KNO_3 con semilla sin hidratación (Gráfico 1).

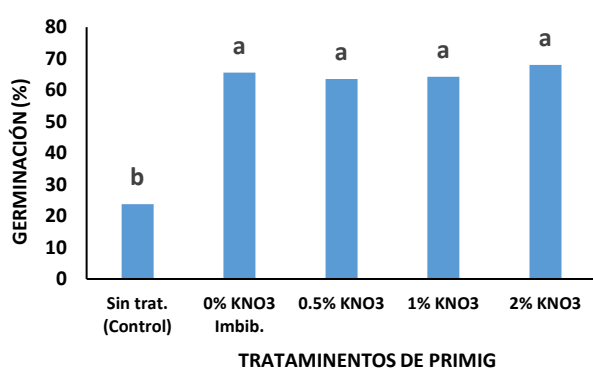


Gráfico 1 Germinación de semillas de amaranto tratadas con cinco tratamientos de acondicionamiento osmótico empleando soluciones con diferentes concentraciones KNO_3 . Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Como se mencionó anteriormente, los resultados encontrados sugieren que la simple hidratación de las semillas de amaranto contribuyó a mejorar el vigor y por ende el comportamiento germinativo de las semillas. Al respecto McDonald (2000) y Marín *et al.* (2007) mencionan que en el acondicionamiento osmótico la hidratación de las semillas es controlada por el equilibrio osmótico que se presenta entre el potencial hídrico de la solución y el interior de las mismas, el resultado final es un aumento de la germinación.

Aunando a la hidratación misma de las semillas, posiblemente las soluciones de KNO_3 favorecieron un control del nivel de imbibición de éstas, contribuyendo con esto a la mejora de la germinación. Con respecto a lo mencionado anteriormente Dias *et al.* (2012) señalan que agentes inorgánicos como KNO_3 son osmóticamente activos, reduciendo el potencial hídrico de la solución.

Esto permite un control del nivel de imbibición de las semillas, contribuyendo a la mejora de la germinación y vigor de la semilla. En este sentido Hernández *et al.* (2009) indican que el potasio es un nutrimento esencial para las plantas, involucrado en la estabilización del pH celular, la osmoregulación, la activación de enzimas, la tasa de asimilación de CO_2 , la translocación de fotostatos y el transporte en las membranas, de aquí sus efectos benéficos en su uso en la aplicación de tratamientos de acondicionamiento osmótico a las semillas.

En cuanto los materiales de amaranto evaluados, los genotipos 2, 1 y 3 tuvieron un porcentaje de germinación del 63.6%, 58.6% y 58.4%, respectivamente, valores que son superiores al del genotipo 4 que fue del 47.4% (Gráfico 2). Estos valores muestran que hay un efecto del genotipo en el comportamiento germinativo.

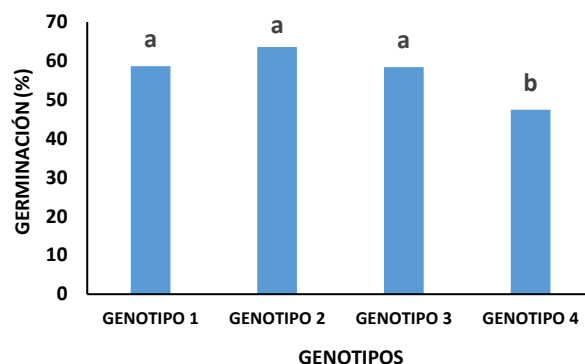


Gráfico 2 Germinación de semillas de cuatro genotipos de amaranto con tratamientos de acondicionamiento osmótico usando soluciones con diferentes concentraciones KNO_3 . Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05)

La combinación tratamientos de acondicionamiento osmótico con los genotipos muestra que el tratamiento de 0.5% de KNO_3 con el genotipo 2 y la combinación 0% de KNO_3 con imbibición por 2 h con el genotipo 1 tuvieron la mejor respuesta en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto con el 66% y 65%, respectivamente (Tabla 2).

Los resultados mencionados anteriormente también muestran que el genotipo tiene efecto en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto evaluadas.

Tratamientos	Genotipos	Germinación (%)
1	1	18.3 f
1	2	22.3 ef
1	3	36.2 def
1	4	35.6 def
2	1	65.1 a
2	2	58.9 abc
2	3	54.1 abcd
2	4	40.3 cde
3	1	53.1 abcd
3	2	66.7 a
3	3	49.2 abcd
3	4	44.4 bcd
4	1	50.2 abcd
4	2	58.5 abc
4	3	60.6 abc
4	4	48.4 abcd
5	1	62.6 ab
5	2	59.1 abc
5	3	53.8 abcd
5	4	48.5 abcd

DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamientos: 1 = 0% de KNO₃ y sin imbibición (Control); 2 = 0% de KNO₃ con imbibición por 2 h; 3 = 0.5% de KNO₃; 4 = 1% de KNO₃ and 5 = 2% de KNO₃. Medias con letras iguales son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Tabla 2 Efecto de la combinación de tratamientos de acondicionamiento osmótico con los genotipos en el comportamiento germinativo de las semillas de amaranto.

Agradecimiento

A la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) por el financiamiento del proyecto SATREPS “Evaluación de la Diversidad y Desarrollo del Uso Sustentable de los Recursos Genéticos Mexicanos”. No. de SIGI 13401032577.

Conclusiones

Los valores de la germinación de todos los tratamientos de acondicionamiento osmótico que incluyeron la hidratación de las semillas fueron tres veces mayor a la semilla sin tratamiento de acondicionamiento osmótico (sin KNO₃ ni hidratación). Con la simple imbibición de la semilla (hidratación) seguido de un secado de estas (deshidratación) hubo un incremento en la germinación de las semillas de amaranto, con lo cual el deterioro se revirtió. En este estudio, el genotipo también tuvo un efecto sobre el comportamiento germinativo de las semillas.

Referencias

Black, M. and Bewley, J.D. (2000). Seed Technology and its Biological Basis. Sheffield Academic Press Ltd, Shef.

Dias, M., Zanúncio, C., Dias De Souza, N., Da Conceição, P. and Cazelli, S. (2012). Resposta fisiológica de sementes de mamão submetidas ao condicionamento osmótico. *Revista Caatinga*. 25(4): 82-87.

Hernández, M., Lobo, M., Medina C., Cartagena J. & Delgado, O. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Agron. Colom*. 27(1): 15-23.

INDESOL. (2014). Programa eco-amaranto. Manual para la producción de amaranto cultivo, cosecha y post cosecha. Oaxaca, México. Consultado el 17 de agosto de 2019.

ISTA (International Seed Testing Association). (2017). International Rules for Seed Testing. Rules 2017. ISTA Editions, Zurich, Switzerland. Khan A., A., Tao, K., Knypl, S. and Borkowska, B. (1978). Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. *Acta Hort*. 83: 267-278.

Marín, S J., Mejía, J., Hernández, A., Peña, A. and Carballo, A. (2007). Acondicionamiento osmótico de semillas de tomate de cáscara. *Agricultura Técnica en México*. 33: 115-123.

Mcdonald, M. (2000). Seed priming. In: M. Black and Bewley. *Seed technology and its biological basis*. pp. 287-325. England: Sheffield Academic Press Ltd.

Moosavi A., Tavakkol R., Afshari F. and Aynehband, A. (2009). Effects of priming on germination characteristics of four amaranth cultivars. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (3-4): 353-358.