

# EFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO EN SEMILLAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) VARIEDAD SANTA CLARA

## OSMOTIC EFFECT OF CONDITIONING ON SEEDS OF TOMATO (*Solanum lycopersicum L.*) SANTA CLARA VARIETY

MORENO MEDINA, Brigitte Liliana<sup>1</sup>  
JIMÉNEZ SUANCHA, Sonia Constanza<sup>2</sup>

### RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, teniendo en cuenta su potencial nutricional y alto valor económico. En este cultivo la calidad de la semilla depende de varios elementos, uno de ellos es la fisiología, la cual se determina mediante pruebas de germinación y viabilidad. El acondicionamiento osmótico de semillas está reportado como una técnica para mejorar la calidad fisiológica a través de la uniformidad en el porcentaje de germinación. Por tal razón, esta investigación buscó evaluar el efecto del acondicionamiento osmótico en semillas de tomate variedad Santa Clara, empleando como tratamientos cuatro dosis de nitrato de potasio (0, 100, 200 y 400 mg L<sup>-1</sup>); las semillas fueron imbibidas durante 24 horas en las soluciones, y posteriormente lavadas con agua destilada y ubicadas en cajas de Petri en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales compuestas por 35 semillas cada una. La mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento de 200 mg L<sup>-1</sup>, seguida por el de 400 mg L<sup>-1</sup>, representados por un menor TMG, menor VMG y mayor PG.

**Palabras clave:** germinación, imbibición, nitrato de potasio, osmoacondicionamiento.

### ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum L.*) is one of the most important vegetables in the world, taking into account its nutritional potential and high economic value. In this crop the quality of seed depends on various factors, one of which is its physiology, which is determined by a germination and viability test. Osmotic seed conditioning is reported to be a technique for improving the physiological quality through the uniformity of the germination percentage. For this reason, the

1 Ingeniera Agrónoma, M.Sc. (c) en Fisiología Vegetal. Fundación Universitaria Juan de Castellanos  
brimorena@hotmail.com

2 Lic. Cien. Nat. y Ed. Ambiental. M.Sc.(c) en Fisiología Vegetal. Grupo de Investigación en Ecofisiología Vegetal Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
sonia.jimenez@uptc.edu.co

Recibido: 13/06/2013

Aceptado: 14/11/2013

objective of this research was to evaluate the osmotic conditioning on tomato seeds of the Santa Clara variety. Using treatments of four doses of potassium nitrate (0, 100, 200 and 400 mg L<sup>-1</sup>), the seeds were imbibitioned for 24 hours in solution and then washed with distilled water. They were placed in petri dishes in random order with three replications for a total of 12 experimental units, consisting of 35 seeds. The method seeks to hydrate the seeds with a solution of given concentration and for a period of time, in order to activate the seed metabolism. The best result was obtained with the treatment of 200 mg L<sup>-1</sup> of potassium nitrate, followed by 400 mg L<sup>-1</sup>, represented by a lower TMG, lower and higher PG VMG.

**Key words:** germination, imbibitions, osmopriming, potassium nitrate.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un fruto originario de América del Sur, principalmente de países como Chile, Ecuador y Colombia. Sin embargo, gran parte de su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala (Jaramillo *et al.*, 2007).

La semilla de tomate es de tamaño pequeño, con diferentes formas, entre ellas: globular, ovalada, achatada, casi redonda, plana, arriñonada, triangular y de base puntiaguda, dicha semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal la cual está recubierta de pelos (Jaramillo *et al.*, 2007). En el cultivo de tomate la calidad de la semilla depende de varios elementos, uno de ellos es la calidad fisiológica que se evalúa mediante pruebas de germinación y viabilidad (Sánchez *et al.*, 2007).

El acondicionamiento osmótico en semillas está reportado como una técnica para mejorar su calidad fisiológica, a través de la uniformidad en el porcentaje de germinación (Sánchez *et al.*, 2007). El método consiste en la hidratación de semillas bajo condiciones controladas (Sampaio *et al.*, 1993), en una solución de concentración determinada y por un

periodo de tiempo establecido, que busca acondicionar las semillas retardando su deterioro fisiológico propiciado por la producción de radicales libres; lo anterior, está asociado a la protección de membranas celulares y busca limitar la pérdida de su integridad por medio de la hidratación de la semilla en la segunda fase de la imbibición, en la que varios procesos metabólicos son activados, pero sin llegar a la emergencia de la radícula (Black & Bewley, 2000).

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 (McDonald, 2000). En donde, bajo acondicionamiento osmótico, las semillas conservan la viabilidad y aceleran el proceso de germinación, razón por la cual el acondicionamiento osmótico de semillas que posteriormente se siembran en campo germinan con mayor rapidez y uniformidad que las no tratadas; este efecto es más notorio cuando se presentan condiciones adversas (estrés) tales como el contenido de humedad en el suelo (Salinas *et al.*, 1996).

McDonald (2000), menciona que en semillas pequeñas como las de cebolla, apio, zanahoria, to-

mate, pimienta y lechuga, es exitoso el acondicionamiento osmótico, mientras que en especies de semilla grande como el maíz y la soya no se ha obtenido un efecto significativo. De acuerdo con Sánchez *et al.* (2007) existe un número menor de plántulas anormales de tomate bajo el efecto del osmoacondicionamiento, ya que este método facilita la reparación de daños asociados a problemas en las membranas, oxidación, disfunción mitocondrial e inactivación enzimática en las semillas. Por otra parte, se afirma que en semillas osmoacondicionadas se favorece la velocidad de germinación, ya que se reduce el tiempo de imbibición requerido para iniciar la diferenciación celular y el crecimiento de la plántula (Khan *et al.*, 1978).

Haigh y Barlow (1987) aplicaron osmoacondicionadores (soluciones salinas y polietilenglicol (PEG)) a semillas de tomate, zanahoria, sorgo y cebolla, y encontraron que las especies difieren en su respuesta, precisando que algunas de las soluciones pueden ser letales para las semillas; igualmente es importante evidenciar que el acondicionamiento osmótico de las semillas en diferentes especies es utilizado como una práctica comercial exitosa que mejora el proceso de germinación (Bruggink *et al.*, 1999), aunque debe tenerse en cuenta la solución a utilizar, el tiempo de exposición y la especie de la semilla a tratar.

Considerando lo anteriormente expuesto, se propuso como objetivo de esta investigación la evaluación del efecto del acondicionamiento osmótico con nitrato de potasio en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara.

## METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC, Tunja-Colombia), se utilizaron semillas certificadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara. La desinfección consistió en un lavado con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 1 minuto, seguido de un enjuague triple con agua destilada por 1 min.

Los tratamientos de acondicionamiento osmótico correspondieron a cuatro dosis de nitrato de potasio: 0, 100, 200 y 400 mg L<sup>-1</sup>, en los que las semillas fueron imbibidas durante 24 horas y posteriormente lavadas con agua destilada para eliminar los residuos del agente osmótico respectivo. Finalmente, cada tratamiento fue ubicado en cajas de petri con papel de filtro humedecido en agua destilada, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales, compuestas por 35 semillas cada una.

**Tabla 1.** Tratamientos aplicados a las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Tratamiento	Descripción
T1	0 mg L <sup>-1</sup> de KNO <sub>3</sub>
T2	100 mg L <sup>-1</sup> de KNO <sub>3</sub>
T3	200 mg L <sup>-1</sup> de KNO <sub>3</sub>
T4	400 mg L <sup>-1</sup> de KNO <sub>3</sub>

Diariamente y durante 20 días se determinó el número de semillas germinadas por repetición. Con estos datos y las formulas de la tabla 2 se calculó el tiempo medio de germinación (TMG), la velocidad media de germinación (VMG) y el porcentaje de germinación (PG).

**Tabla 2.** Ecuaciones empleadas para calcular las variables VMG, TMG y PG en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Variable	Ecuación	Unidades
Velocidad media de germinación	$VMG = \sum (n_i / t_i)$	Semillas germinadas/día
Tiempo medio de germinación	$TMG = N * (A_1 + A_2 + A_x) / A_1 * T_1 + A_2 * T_2 + A_x * T_x$	Días
Porcentaje de germinación	$PG = (N / N_s) * 100$	%

Dónde:

$n_i$  = Número de semillas germinadas en el i-ésimo día;

$t_i$  = Tiempo en días, para la germinación en el i-ésimo día.

$N$  = Número de semillas germinadas.

$N_s$  = Número de semillas totales.

$A_1, A_2, \dots, A_x$ : Número de semillas germinadas en el día 1, en el día 2, y en el día x.

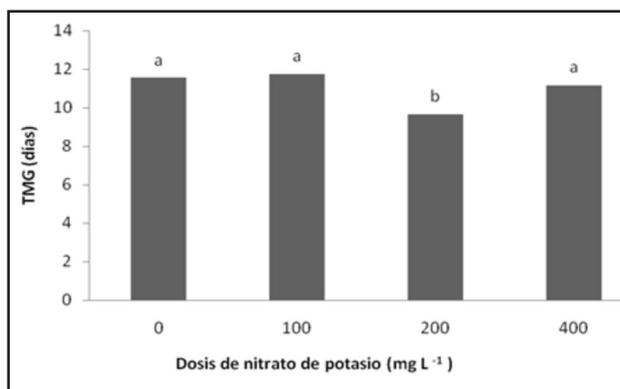
$T_1, T_2, \dots, T_x$ : Número de días entre la siembra y el primer día 1 de germinación, entre el día 2 y entre el día x.

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (Anova) y la prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey, con un nivel de confiabilidad del 95 %. Para el procesamiento de los datos, se manejó el programa estadístico R versión 2.12.2.

## RESULTADOS

### Tiempo medio de germinación

El tiempo medio de germinación presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el caso del tratamiento 3 con 9,64 días y una dosis de 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio.



**Figura 1.** Tiempo medio de germinación en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara, bajo diferentes concentraciones de nitrato de potasio. Según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

El osmoacondicionamiento con 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio presentó un TMG menor en comparación con los tratamientos de 0, 100 y 400 mg L<sup>-1</sup>, con valores de 11.54; 11.74 y 11.16 días respectivamente.

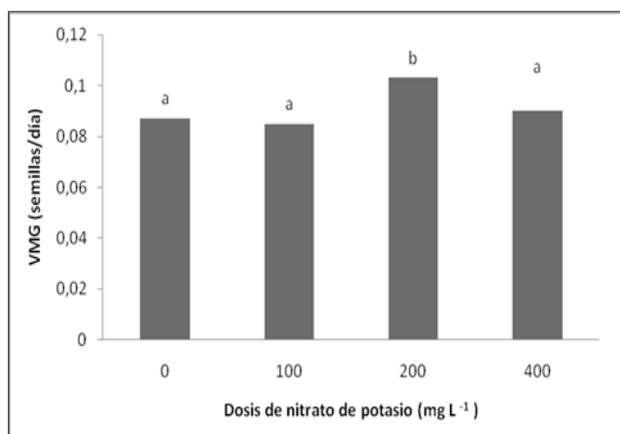
Los resultados obtenidos coinciden con lo publicado por Haight *et al.* (1987), los cuales observaron un menor tiempo de germinación al aplicar nitrato de potasio a semillas de tomate y zanahoria.

De igual manera, Sánchez *et al.* (2007) reportan que en semillas de cebolla (*Allium cepa* L.), el osmoacondicionamiento influye en el tiempo para alcanzar el 50% de la germinación, siendo el polietilenglicol la sustancia que mejor resultado obtuvo, seguida del nitrato de potasio.

### Velocidad media de germinación

Para cada uno de los tratamientos la velocidad media de germinación varió, encontrándose diferencias

significativas para el tratamiento de 200 mg L<sup>-1</sup>, en comparación con las concentraciones de 0, 100 y 400 mg L<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Velocidad media de germinación en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara, bajo diferentes concentraciones de nitrato de potasio. Según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

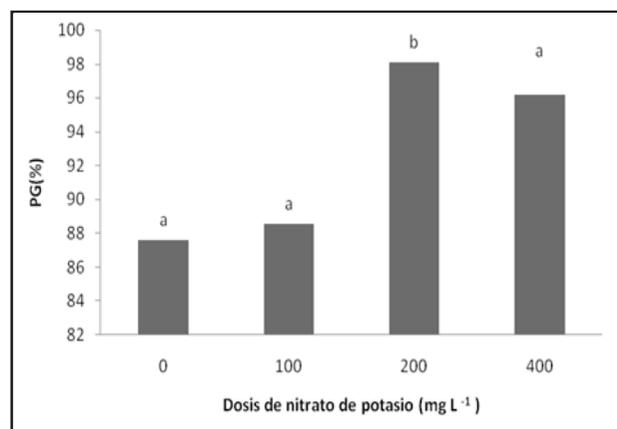
La germinación de las semillas debe ser rápida y el crecimiento de dicha plántula vigoroso, lo anterior puede definirse como “vitalidad de la semilla o fuerza germinativa”, representada por la “velocidad de germinación” (Hartmann & Kester, 1972). A la par los resultados coinciden con los de Balocchi *et al.* (1999), quienes aplicaron tratamientos pregerminativos con 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio y obtuvieron un efecto favorable en la velocidad de germinación en semilla de *Holcits lanatus* (planta nativa del sur de Chile).

### Porcentaje de germinación

En relación con el porcentaje de germinación, los resultados arrojaron diferencias significativas entre tratamientos, con valores promedio encontrados de 87.6; 88.57; 98.09 y 96.19 % para los tratamientos de 0, 100, 200 y 400 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio respectivamente (Figura 3).

Adicionalmente se observó un mejor osmoacondicionamiento con 200 mg L<sup>-1</sup> al presentar el mayor PG

con una diferencia de 10.6; 9.7 y 1.9 % con respecto a los tratamientos de 0, 100 y 400 mg L<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura 3.** Porcentaje de germinación en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara, bajo diferentes concentraciones de nitrato de potasio como acondicionador osmótico. Según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

Los anteriores resultados coinciden con lo encontrado por Sánchez *et al.* (2007), en el cual semillas de cebolla (*Allium cepa* L.) osmoacondicionadas con KNO<sub>3</sub> mejoraron en un 22 % el porcentaje de germinación, obteniendo porcentajes entre 87.4 y 90.5 %, con respecto a un 66.5 % presentado por el testigo, que además se ajustan a lo encontrado por Balocchi *et al.* (1999), quienes aplicaron tratamientos pregerminativos en semilla de *Holcits lanatus* con 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio y obtuvieron un efecto favorable en el porcentaje germinación.

Como es bien conocido, la viabilidad en semillas es representada por el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plántulas que pueden ser producidas por un número de semillas en un tiempo determinado (Hartmann & Kester, 1972). Según Sánchez *et al.* (2007) mientras más negativo sea el potencial osmótico de la solución empleada (resultado de agregar mayor cantidad de agente osmoacondicionante o aumentar la concentración), menor será el porcentaje de germinación de las semillas, debido

a que posiblemente las sustancias utilizadas penetran en el embrión, creando daños y, por ende, afectando su germinación. Sin embargo, en el presente estudio se evidenció que al aumentar la concentración de 0 a 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio no disminuyó el porcentaje de germinación. Sin embargo, con la concentración de 400 mg L<sup>-1</sup> no se obtuvieron los mejores resultados.

Es necesario mencionar que aquellas semillas que presentan bajas tasas de germinación o embriones que produzcan plántulas débiles y anormales en campo, posiblemente sean menos resistentes a condiciones ambientales adversas que las plántulas provenientes de semillas vigorosas. De tal forma, que al comparar las semillas sin tratamiento de osmoacondicionamiento y las que fueron tratadas con las diferentes concentraciones de nitrato de potasio, es posible afirmar que aquellas que fueron imbibidas en una solución de 200 mg L<sup>-1</sup> presentaron las mejores condiciones de germinación y calidad fisiológica, además, pueden llegar a ser más resistentes en campo, en comparación con aquellas que no fueron tratadas o que fueron imbibidas en 100 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio.

Cabe resaltar que en los procesos de osmoacondicionamiento de semillas la disponibilidad de agua se mantiene en niveles adecuados, con el fin de controlar los procesos de hidratación y que la solución osmótica active el metabolismo; no obstante, la germinación se detiene, no se completa y por tanto, la protrusión de la radícula no ocurre (Parera & Cantliffe, 1994; Mora *et al.*, 2004). Al retirar las semillas de la solución de osmoacondicionamiento y proporcionarles un ambiente adecuado para su germinación, el metabolismo se reactiva y se lleva a cabo la germinación, entendida como la protrusión de la radícula a través de la testa de la semilla, lo cual fue verificado en el presente estudio.

## CONCLUSIONES

El acondicionamiento osmótico con una solución de 200 mg L<sup>-1</sup> de nitrato de potasio afectó significativa y positivamente la calidad fisiológica de las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara, presentando menores tiempos medios de germinación (TMG), mayor velocidad de germinación (VMG) y mayor porcentaje de germinación (PG), seguido por la dosis de 400 mg L<sup>-1</sup>.

La aplicación de nitrato de potasio para el acondicionamiento osmótico de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Clara, trae consigo efectos positivos sobre las variables de calidad fisiológica de TMG, VMG y PG de las semillas.

## RECOMENDACIONES

Para ratificar la efectividad de la solución osmoacondicionadora se deben realizar pruebas con las plántulas (fase de endurecimiento) provenientes de las semillas tratadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERS S., W. & KEVIN H., E. 1986. SPS: A system for priming seed using aerated polyethylen glycol or salt solutions. HortI Sci. 21: 529-531.
- BALOCCHI, OL, LÓPEZ CI. & PFISTER BM. 1999. Chile. Agro Sur 27: 37-47.
- BLACK, M. & BEWLEY, J.D. 2000. Seed Technology and its Biological Basis. Sheffield Academic Press Ltd, Shef-field.
- BRUGGINK G. T., OOMS J. J. & VAN DER TOORN. 1999. Induction of longevity in primed seeds. Seed Sci. Res. 9: 49-53.

- GARZÓN RENDÓN, J. 2011. Caracterización y evaluación morfoagronómica de la colección de tomate tipo cherry de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 12 pp.
- HAIGH A., M. & BARLOW., W. R E. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotic. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2): 202-208.
- HARTMANN & KESTER. 1972. Propagación de plantas - Principios y Prácticas. Editorial continental, S.A. México D.F. 141-177.
- JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V.P., GUZMÁN, M., ZAPATA, M. & RENGIFO, T. 2007. Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas –Bpa En: La producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Gobernación de Antioquia – FAO. 331 pp.
- KHAN A., A., TAO, K., KNYPL, S. & BORKOWSKA, B. 1978. Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. Acta Hort. 83: 267-278.
- MCDONALD, M. B. 2000. Seed priming. In: Seed technology and its biological basis. M. Black and Bewley (eds). Sheffield Academic Press Ltd. England. 287-325.
- MORA, A., RODRÍGUEZ, J., PEÑA, A. & CAMPOS, D. 2004. Acondicionamiento osmótico de semillas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con soluciones salinas. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(1): 15-21.
- PARERA, A. & CANTLIFFE, D. 1994. Presowing seed priming. Horticultural. Review 16: 109-141.
- SALINAS, A, ZELENER, N. & CRAVIOTTO, R. 1996. Respuestas fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la deficiencia hídrica en el suelo. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 31: 331-338.
- SAMPAIO, N.; SAMPAIO, T., PARRA, N. & DURÁN, J. 1993. Acondicionamiento osmótico de semillas. Aplicación al cultivo de pimientos. Agricultura: Revista agropecuaria 727: 124-127.
- SÁNCHEZ, J., MEJÍA, J., HERNÁNDEZ, A., PEÑA, A. & CARBALLO, A. 2007. Acondicionamiento osmótico de semillas de tomate de cáscara. Agricultura Técnica en México 33: 115-123.