

# LA SALINIDAD Y SU EFECTO EN LOS ESTADIOS INICIALES DEL DESARROLLO DE DOS CULTIVARES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill)

Daymi Camejo y W. Torres

**ABSTRACT.** Seeds of two tomato varieties INCA-17 and INCA 9(1) were germinated under different saline concentrations of sodium chloride (0, 50, 100, 150 mM). Germination percentage, germination dynamics and fresh and dry weight production were determined. Imbibition water was recorded 24 hours after being placed in different saline solutions. Germination percentage was significantly inhibited when saline concentrations increased; this was more pronounced in INCA-17 cultivar. Germination dynamics was modified in each cultivar, their maximum germination rate experimenting a displacement in time. Fresh and dry biomass production was influenced by saline concentration increment, INCA-17 cultivar being stimulated by saline concentration of 50 mM. However, INCA 9(1) biomass production was not inhibited with increase of saline concentrations. Imbibition water was not modified by salinity, so that it was not responsible of germination inhibition.

*Key words:* salinity, stress, tomato, *Lycopersicon esculentum*

**RESUMEN.** Las semillas de dos variedades de tomate INCA-17 e INCA 9(1) fueron germinadas en soluciones de diferentes concentraciones salinas de cloruro de sodio (0, 50, 100, 150 mM). Se determinaron diariamente el porcentaje de germinación, la dinámica de germinación y la producción de materias fresca y seca al finalizar el experimento. Se determinó el agua de imbibición a las 24 horas después de ser colocadas en las diferentes soluciones salinas. El porcentaje final de germinación se vio significativamente reducido con el incremento de la salinidad, de forma más severa en el cultivar INCA 17. La dinámica de germinación se comportó de forma diferenciada para cada cultivar, observándose un corrimiento en el tiempo del momento de máxima velocidad de germinación. La producción de biomasa fresca y seca se vio influida por la salinidad de forma diferenciada para cada cultivar, siendo la concentración de 50 mM estimulante en el cultivar INCA-17, no así en el cultivar INCA 9(1), donde no se encontraron diferencias significativas en la producción de biomasa seca a medida que se incrementaban las concentraciones salinas. El agua de imbibición no se vio modificada con el incremento de la salinidad, no siendo ésta la responsable de la inhibición de la germinación.

*Palabras clave:* salinidad, estrés, tomate, *Lycopersicon esculentum*

## INTRODUCCIÓN

La salinidad es uno de los problemas ambientales más antiguos de la humanidad, que limita la productividad de los cultivos (1) y la distribución de las plantas en la naturaleza.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos incluye a la salinidad de los suelos y las aguas como uno de los procesos principales que contribuye a la catástrofe biológica mundial (2).

Durante el desarrollo, en oportunidades las semillas son las primeras en enfrentar las condiciones de estrés, particularmente la salinidad afecta la reanudación del crecimiento activo del embrión como el crecimiento inicial de la plántula, a través de su influencia sobre diferentes procesos fisiológicos y bioquímicos, principalmente por

su efecto sobre las relaciones hídricas así como la toxicidad de los iones.

Se señala que diferentes eventos pueden distinguirse en el proceso de germinación (3), como son: imbibición del agua, activación y/o síntesis de enzimas relacionadas con la movilización de reservas, translocación de sustancias hacia el eje embrionario y su crecimiento activo, que se asume a través de la síntesis de nuevos productos. Estos constituyen los principales candidatos a afectarse, dada una condición de salinidad en el medio.

En este trabajo el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones salinas en la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de dos variedades de tomate obtenidas genéticamente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de dos variedades de tomate, INCA-17 (I-17) e INCA 9(1) (I 9(1)), fueron germinadas en placas Petri (25 semillas/placa, cinco réplicas por tratamiento), con solución salina de diferentes concentraciones de

Daymi Camejo, Investigador y Dr.C. W. Torres, Investigador Titular del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

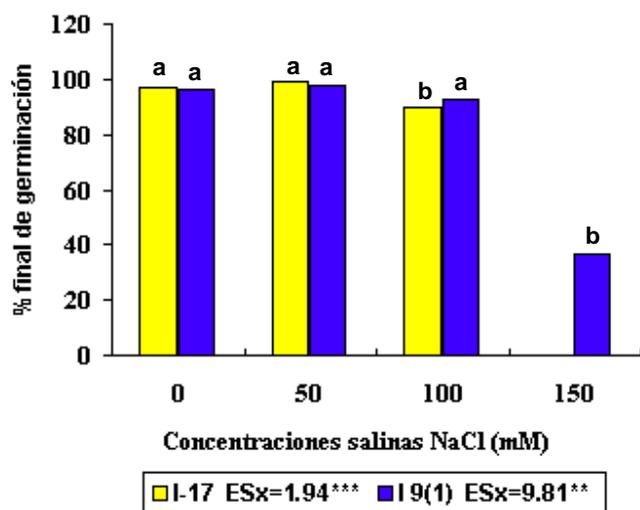
cloruro de sodio (0, 50, 100 y 150 mM) en condiciones controladas con fotoperíodo de 16 horas de día/ocho horas de noche a las temperaturas de 30 y 25°C respectivamente.

Diariamente se determinó la dinámica de germinación, tomando la emergencia de la raíz como criterio de esta, haciéndose anotaciones sobre la apariencia de las plántulas obtenidas. Al concluir el experimento (siete días después de germinadas las semillas) se determinó el porcentaje final de germinación, el índice de Maguire (4), variable que pondera la germinación acumulada en el tiempo. A las plántulas obtenidas se les determinó la producción de biomasa fresca y seca, a los siete días después de finalizada la germinación.

Se determinó el agua de imbibición de las semillas a las 24 horas (25 semillas/vial, cinco réplicas por tratamiento) de colocarlas en las soluciones salinas antes mencionadas. Los datos obtenidos fueron procesados por un análisis de varianza de clasificación simple; en caso de diferencias significativas, la comparación de medias se realizó por la prueba de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

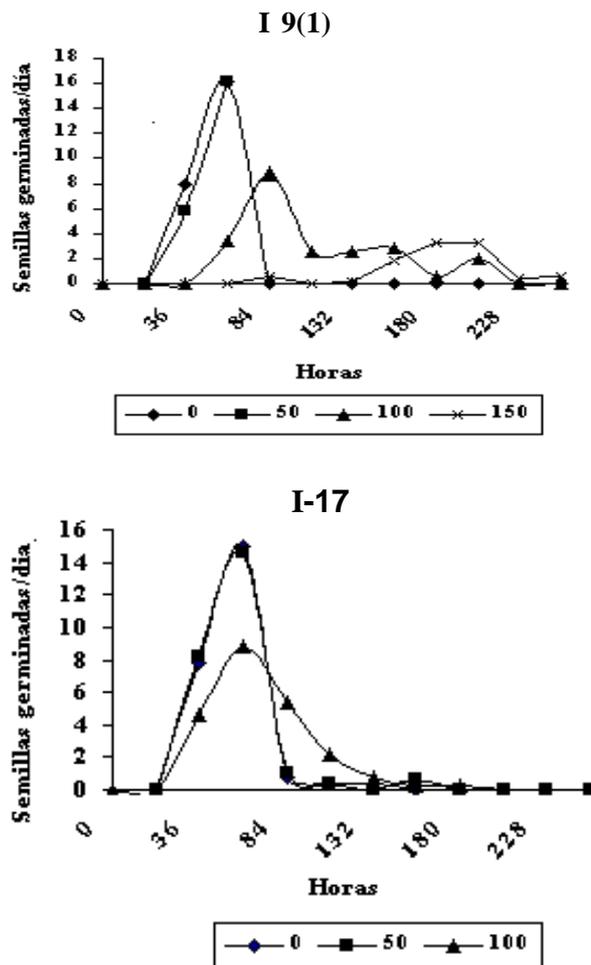
El porcentaje final de germinación no se vio igualmente influido por la salinidad en cada cultivar (Figura 1).



**Figura 1. Porcentaje final de germinación de dos cultivares de tomate sometidos a diferentes concentraciones salinas**

El cultivar I 9(1) presentó valores de germinación a la concentración de 100 mM que no diferían del control, mientras que a la concentración de 150 mM de solución salina, se encontró una inhibición significativa de la germinación; no así en el cultivar I-17, el cual se afectó significativamente a concentración salinas de 100 mM. Los resultados obtenidos coinciden con los encontrados por otros autores (5)(6)(7) en diferentes cultivos, lo que sugiere que esta etapa del desarrollo está fuertemente influida por la salinidad del medio.

La dinámica de germinación se vio modificada con el aumento de la concentración salina del medio (Figura 2).



**Figura 2. Dinámica de germinación de los cultivares I9(1) e I-17 sometidos a diferentes concentraciones salinas (NaCl)**

El cultivar I 9(1) a las concentraciones salinas de 0 y 50 mM, presentó a las 60 horas el momento de máxima velocidad de germinación, no así a las concentraciones de 100 y 150 mM, donde se observó un corrimiento en el tiempo del momento de máxima velocidad de germinación. Para la concentración de 100 mM, en la cual no se encontró inhibición del porcentaje final de germinación (Figura 1), el momento de máxima velocidad se obtuvo 24 horas después que el control. Este corrimiento en el tiempo del momento de máxima velocidad de germinación a estas concentraciones salinas (100 y 150 mM) pudo ser debido a un decremento en la capacidad de las semillas para absorber agua y/o por un efecto tóxico de los iones, los cuales provocaron afectaciones en ciertas enzimas y hormonas en las semillas, que se evidenció en un retardo o inhibición de la germinación. Por otra parte, se señala que concentraciones externas de NaCl provocan cambios químico-físicos en las semillas (7) que retardan o disminuyen los valores de germinación. En el cultivar I-17, la dinámica de germinación no se vio modificada con la concentración salina del medio.

El efecto de la salinidad en la germinación de los cultivares se logró diferenciar mediante el índice de Maguire, variable que expresa la germinación acumulada en el tiempo (por ciento), como una medida de la velocidad de germinación y cuantificación del vigor de las plántulas (Tabla I).

**Tabla I. Índice de Maguire de dos cultivares de tomate sometidos a diferentes concentraciones salinas**

Tratamiento	Concentraciones salinas (mM)	INCA 9(1)	INCA-17
NaCl	0	1.33 b	2.24 a
	50	2.32 a	2.55 a
	100	2.66 a	2.19 a
	150	0.54 c	0.00 b
	ES x	0.220***	0.244***

Se encontró que valores moderados y relativamente elevados de salinidad en el medio (50 y 100 mM) estimularon la germinación en el cultivar I 9(1), siendo este incremento significativamente superior al control, mientras que en el cultivar I-17, no se encontraron diferencias significativas entre los tres primeros tratamientos en cuanto a la germinación (0, 50, 100 mM). Este efecto no pudo ser distinguido cuando se analizó solamente el porcentaje final de germinación (Figura 1). Se ha logrado diferenciar el efecto de la temperatura sobre la germinación mediante el índice de Maguire (8), pudiéndose definir la temperatura máxima de germinación de los cultivares de tomate estudiados.

El agua de imbibición, por su parte, no fue responsable de la reducción del porcentaje final de germinación, al no encontrarse modificaciones significativas en el proceso a diferentes concentraciones salinas en el medio (Tabla II).

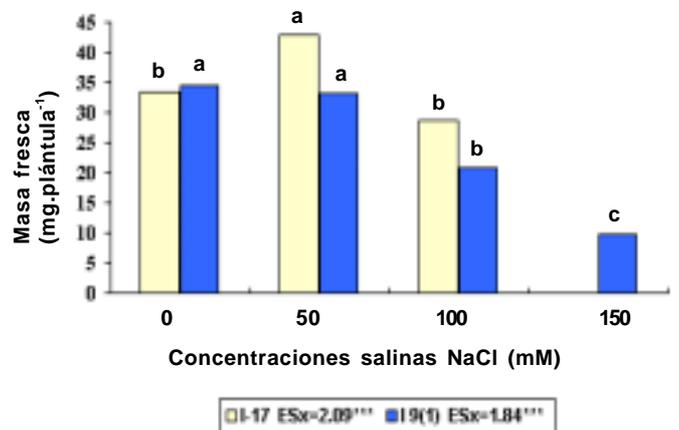
**Tabla II. Imbibición de semillas de dos cultivares de tomate sometidos a diferentes concentraciones salinas**

Tratamiento	Concentraciones salinas (mM)	INCA 9(1)	INCA-17
NaCl	0	2.00	2.40
	50	2.40	2.60
	100	2.40	2.20
	150	2.40	2.40
	ES x	0.89 ns	0.25 ns

Los resultados obtenidos sugieren que la germinación se vio inhibida por un efecto tóxico más que por efecto osmótico; esta toxicidad por iones pudo provocar perturbaciones metabólicas en el proceso de germinación, las cuales involucran afectaciones en la activación y/o síntesis de enzimas hidrolíticas (amilasa, ribonucleasa y proteasas) o de hormonas claves en el endospermo, que se evidenció en un retardo o inhibición de la transportación de las reservas hidrolizadas hacia el eje embriona-

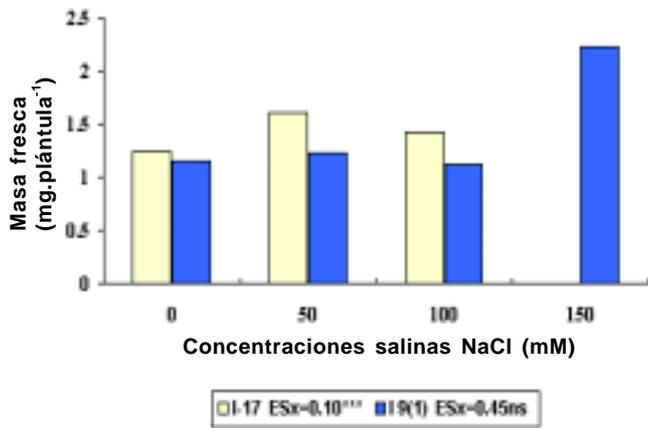
rio para el desarrollo del embrión. Se han encontrado afectaciones en las enzimas fosforolíticas (fosfatasa ácida y alcalina, pirofosfatasa y fitasa) que disminuyen la disposición de fosfatos y energía (9); por otra parte, se estudió el efecto de la salinidad en la germinación de semillas de arroz (3) y se sugirió que la salinidad afectó la germinación a través de un complejo de relaciones metabólicas que caracterizan este proceso, las cuales involucran la transcripción, movilización de reservas, los compuestos fosforilados y translocación, entre otros. También se encontraron cambios en el metabolismo nitrogenado durante la germinación, determinado este a través de la actividad proteasa, las proteínas y los aminoácidos totales, señalando que probablemente estos puedan ser en parte causantes de la reducción en la germinación que provoca la salinidad en arroz.

La producción de biomasa fresca también se vio influida por la salinidad del medio, observándose un comportamiento diferenciado en cada cultivar (Figura 3).



**Figura 3. Producción de biomasa fresca de dos cultivares de tomate sometidos a diferentes concentraciones salinas**

El cultivar I 9(1) mostró una reducción significativa del peso fresco a las concentraciones de 100 y 150 mM, aún cuando para la concentración de 100 mM, no se encontraron diferencias en el porcentaje de germinación (Figura 1), lo que sugiere que en esta etapa del desarrollo hubo un factor osmótico que limitó la absorción de agua por parte de la plántula. El cultivar I-17, por el contrario, a la concentración de 50 mM, presentó un incremento significativo de la masa fresca, mientras que a la concentración de 100mM se obtuvieron valores similares al control. También se obtuvo inhibición en la acumulación de biomasa (6) con el incremento de la salinidad de forma más marcada en la longitud de la raíz, resultados que concuerdan con los obtenidos por otros autores (10)(11). La producción de biomasa seca se presenta en la Figura 4.



**Figura 4. Producción de biomasa seca de dos cultivares de tomate sometidos a diferentes concentraciones salinas**

Se encontró que el cultivar I9(1) no presentó diferencias significativas para ninguna de las concentraciones salinas evaluadas, ni para aquellas donde se produjo inhibición de la germinación (Figura 1). Debemos señalar que las plántulas obtenidas en las concentraciones moderadas y relativamente elevadas de salinidad presentaban mayor textura foliar y una consistencia más gruesa de tallo y raíz.

Un comportamiento diferente mostró el cultivar I-17, al incrementar significativamente su peso seco a la concentración de 50 mM, mientras que a la concentración de 100mM se obtuvieron valores intermedios entre el control y 50 mM. Este incremento en los valores de biomasa seca a concentraciones moderadas y relativamente elevadas puede ser debido a un incremento en la síntesis de solutos orgánicos (azúcares, prolinas, amino ácidos) para contrarrestar los efectos osmóticos de la salinidad en esta etapa del desarrollo, lo que puede estar asociado con la presencia de mecanismos de tolerancia a la salinidad en el cultivar. Se ha señalado que las plantas en condiciones de salinidad (12), para ajustarse osmóticamente e incrementar su potencial osmótico interno utilizan una porción de sus fotosintatos. Se encontró que las plantas de tomate (I9(1)) tratadas con niveles moderados de salinidad (50 mM) presentaron un crecimiento de biomasa similar o superior al control (13), en correspondencia con un incremento en el contenido de azúcares reductores, totales y de prolina en tallo y raíz. Además, se ha encontrado que la salinidad afectó el peso seco de las plántulas de arroz (3), pero su reducción fue menor comparado con el peso fresco.

Este comportamiento diferenciado de la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas con la salinidad,

sugiere que la salinidad afecta de forma diferenciada según la variedad, jugando un papel importante la variabilidad genética y la etapa del desarrollo de las plantas.

## REFERENCIAS

- Gupta, S. K. y Sharma, S. K. Response of crops to high exchangeable sodium percentage. *Irrig. Sci.*, 1990, vol. 11, p. 173-179.
- Francois, L. E. y Maas, E. V. Crop response and management on salt-affected soils. En Pessaraki, M. Handbook of plant crop stress. New York : Ed: Marcel Dekker Inc., 1994, p. 149-181.
- Torres, W. y Echevarría, I. Germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) at different NaCl concentrations. *Cultivos Tropicales*, 1994, vol. 15, no. 2, p. 44-47.
- Brown, R. F. y Mayer, D. G. Representing Cumulative Germination. 1.A Critical Analysis of Single-value Germination Indices. *Annals of Botany*, 1988, vol. 61, p. 117-125.
- Blanco, F., Núñez, A. y Abreu, M. Influencia de la salinidad en la germinación de la alfalfa cv *Gilboa Africana*. *Pastos y Forrajes*, 1991, vol. 14, p. 235-241.
- González, L. M. y Ramírez, R. Respuesta de *Terannus labialis* a diferentes niveles de salinidad durante su germinación y crecimiento. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 3, p. 17-19.
- Chartzoulakis, K. S. y Loupassaki, M. H. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural Water Management*, 1997, vol. 32, p. 215-225.
- Torres, W. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a diferentes temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 1, p. 16-19.
- Dubey, R. S. y Sharma, K. N. Behaviour of phosphatases in germinating rice in relations of salt tolerance. *Plant Physiol. Biochem.*, 1990, vol. 28, p. 17-26.
- López, R., González, L. M. y García, D. Influencia de diferentes niveles de salinidad en plántulas de *Phaseolus vulgaris*. *Ciencias Biológicas*, 1994.
- Ramírez, L. M. y López, R. En I Taller Nacional sobre desertificación. (1:1995 feb 27-28:Guantánamo) Guantánamo: Centro de investigaciones de suelos salinos, 1995.
- Balibrea, M., et al. Sucrolytic activities in relation to sink strength and carbohydrate composition in tomato fruit growing under salinity. *Plant Science*, 1996, vol. 118, p. 47-55.
- Dell'Amico, J. M., et al. Variaciones en el contenido de solutos orgánicos en hojas y raíces de plantas de tomate cultivadas en condiciones de salinidad. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 15-18.

Recibido: 20 de agosto de 1999

Aceptado: 24 de septiembre de 1999