

## ARTICULOS GENERALES

# Absorción de agua, germinación y crecimiento del trigo (*Triticum aestivum* variedad Cuba-C-204) en condiciones de salinidad

## Absorption of it dilutes, germination and growth of the wheat (*Triticum aestivum* variety CUBA-C-204) under conditions of salinity

L. Argentel \*<sup>1</sup>, L. M. González<sup>2</sup> e I. Fonseca<sup>1</sup>.

1. Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo, km 17½, Peralejo. Bayamo 85100.

2. Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Gaveta Postal 2140, Bayamo 85100, Granma, Cuba.

E-mail: leandris@udg.co.cu

**RESUMEN.** Se estudió el efecto de diferentes niveles de salinidad (NaCl) sobre la absorción de agua por las semillas, la germinación, el crecimiento y la acumulación de biomasa, en los primeros estadios, de las plántulas de la variedad cubana de trigo Cuba-C-204. Los resultados indicaron que la absorción de agua solo se ve afectada significativamente a concentraciones mayores o iguales a 25 dS.m<sup>-1</sup> lo que demuestra la tolerancia de este proceso a la salinidad. La germinación y las variables del crecimiento y acumulación de biomasa no mostraron afectaciones significativas para niveles menores de 25 dS.m<sup>-1</sup>. El análisis de regresión realizado, permitió determinar la regresión negativa existente entre la salinidad y el crecimiento del trigo. Partiendo de estas ecuaciones de regresión, se determinaron los niveles teóricos de conductividad eléctrica que disminuyen el crecimiento y la acumulación de biomasa en un 50 %, observándose una mayor sensibilidad en la acumulación de biomasa y la altura de las plántulas en relación con el crecimiento radical.

**Palabras clave:** Absorción de agua, concentraciones salinas, *Triticum aestivum*, estrés salino.

**ABSTRACT.** The effect of different levels of NaCl on the seed water absorption, the germination, growing and total fresh and dry matter accumulation was studied in the floury wheat variety Cuba- C –204. Results showed that water absorption in this variety it is only significantly affected at salt- concentrations higher than 25 dS.m<sup>-1</sup> showing the tolerance of this process to the salinity. The germination and growing indicators evaluated and accumulation of fresh and dry matter did not show significant damages at salt concentrations less than 25 dS.m<sup>-1</sup>. The regression analysis allowed to determinate the existence of negative regression between salinity and growing variables in wheat. Starting from such analysis the theoretical salinity levels that diminish the growing and the accumulation of fresh and dry matter in a 50% were determined, observing a major sensibility in dry and fresh matter accumulation and plants height related to the root length.

**Key words:** water absorption, salt concentrations, *Triticum aestivum*, salt stress.

## INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos es un grave problema que afecta el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de la agricultura. Cerca del 43 % de la superficie del planeta está afectada por este problema y unas 20 millones de hectáreas se abandonan debido a los problemas de encharcamiento, sodificación y salinización. (Royo y Aragües, 2002)

En Cuba, la salinidad y la sequía han perjudicado cerca del 76 % de las áreas de cultivo y según informes del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI,

2003) las provincias orientales cuentan con un elevado índice de tierras afectadas debido a la salinización de los suelos.

Una solución parcial a este problema es la implantación de cultivos y variedades más tolerantes a la salinidad, lo que implica conocer dicha tolerancia de forma precisa y consistente. (González y Ramírez, 2002 Mesa 2003)

El trigo, es una de las especies más antiguas cultivadas por el hombre y constituye, según informes de la FAO

(2005) la base de alimentación de más del 96,4 % de la población mundial. Actualmente, se realizan importantes esfuerzos en investigaciones para aumentar su grado de tolerancia a la salinidad, debido a la amplia extensión de su cultivo. pequeños incrementos de la tolerancia a este tipo de estrés, tendrían una gran trascendencia económica. (Isla y Royo, 1997)

En general, las sales influyen sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en diferentes cultivos, pero se ha observado una gran variabilidad en su respuesta (González, 2002), lo que ha motivado el desarrollo de investigaciones para conocer el problema de cómo y en qué etapa del desarrollo hay mayor tolerancia a la salinidad (González y Ramírez, 1999; Chávez, González y Ramírez, 2002). No siempre se le presta mucha atención a este aspecto, al mismo tiempo que los resultados obtenidos por diferentes autores no son coincidentes. (Prazak, 2001)

Por la importancia práctica que tiene garantizar altos porcentajes de germinación y el posterior crecimiento y desarrollo de las plántulas, en el presente artículo se recogen resultados de un estudio basado en el efecto de diferentes concentraciones de sales sobre la absorción de agua, la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas de la variedad de trigo Cuba-C-204.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de técnicas nucleares del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" de la provincia de Granma. Se tomaron 100 semillas de trigo de la variedad Cuba-C-204 las cuales fueron puestas a embeber en placas de Petri con 10 mL de una solución de cloruro de sodio (NaCl) ajustadas a conductividades eléctricas (CE) de 12; 15; 22; 25; 28 dS.m<sup>-1</sup>, como control se utilizó agua destilada con una conductividades eléctrica de 0,02 dS.m<sup>-1</sup>. Se utilizó un arreglo experimental completamente aleatorizado, con tres repeticiones por cada variante experimental. La duración del ensayo (imbibición) fue de 24 horas. Se determinó el contenido de agua absorbida por el método gravimétrico y se expresó en base fresca (Prazak, 2001). Un ensayo similar fue montado pero usando papel de filtro en las

placas para evaluar, a los 7 días posteriores a la germinación, el crecimiento y la acumulación de biomasa fresca (MF) y seca (MS) total de las plántulas. Para la evaluación del crecimiento y la acumulación de biomasa se utilizaron 25 plántulas de cada repetición.

Los datos obtenidos cumplieron con los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianzas, realizando un análisis de varianzas de clasificación simple y cuando existían diferencias entre las medias se compararon por la prueba de Duncan para  $p < 0,01$ . Se realizó además un análisis de regresión lineal entre los valores de crecimiento, expresados en valores relativos al control y los niveles de salinidad y partiendo de estas ecuaciones de regresión se determinaron los niveles teóricos de salinidad que disminuyen las variables estudiadas en un 50 %. Se utilizó, para estos análisis, el paquete estadístico STATISTICA, versión 6.0 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que el contenido de agua absorbida por las semillas de trigo disminuyó a medida que aumentó la concentración salina, las diferencias sólo fueron significativas para los niveles de 25 y 28 dS.m<sup>-1</sup> (Figura 1), esto confirma lo planteado por diferentes autores sobre la tolerancia de este proceso a la salinidad y que sólo es inhibido a altas concentraciones de sales (Prazak, 2001). Se ha señalado que durante esta etapa en la semilla operan fundamentalmente procesos físico-químicos, tales como la imbibición del epiblasto que es resistente a la salinidad. (González, (2002)

Sobre la influencia de la salinidad en la absorción de agua por las semillas de diferentes cultivos han trabajado varios investigadores (Maya, Monzón y Ponce, 1988; González y Ramírez, 1999) y han arribado a conclusiones similares. Estos autores señalan, además, que tales afectaciones en la absorción de agua por las semillas a altas concentraciones salinas, son atribuidas al alto potencial osmótico que se crea en el medio, lo que provoca un alargamiento en el inicio de la germinación, disminución de la velocidad y del porcentaje final del proceso.

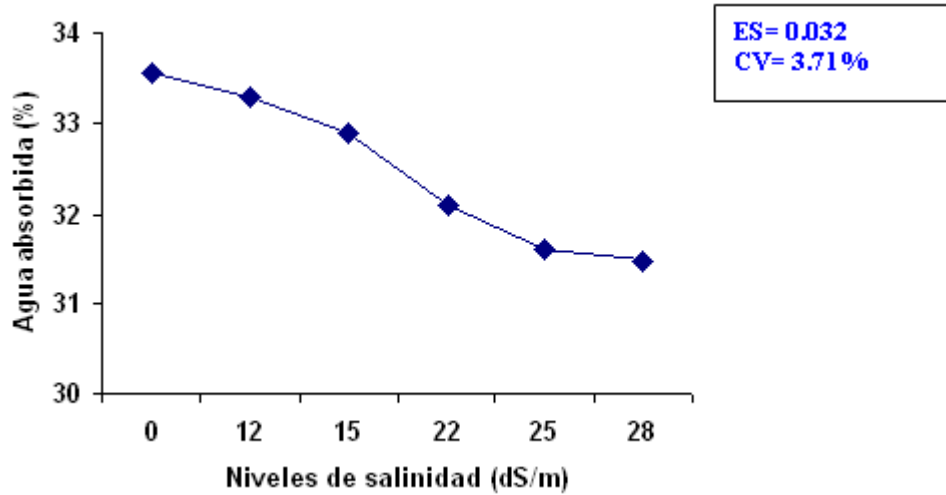


Figura 1. Absorción de agua por las semillas de trigo a diferentes concentraciones salinas

Sin embargo, en este experimento, a pesar de que se observó cierto retraso en la germinación de las semillas, el porcentaje final no mostró afectaciones significativas lo cual pudiera estar motivado porque las semillas de trigo tienen una cubierta seminal muy blanda y permeable que facilita la entrada de agua y oxígeno, así como la salida de la radícula (Scott, Jones, y Williams, 1984). Además las semillas se caracterizan por tener nulo o residual endospermo y embriones maduros lo que facilita la germinación (Kumar, y Yadav, 1983). Resultados similares fueron observados con los mutantes de trigo BHP-15 y BHP-31 (Singh, Kaur y Sharma, 1985) y con la variedad WL-711, (Royo y Abió, 2003) trabajando con concentraciones salinas desde 4 hasta 16 dS.m<sup>-1</sup>.

En relación con el crecimiento de las plántulas (Figura 2) se observó un incremento significativo en la

inhibición de la altura (AP) y la longitud de la raíz (LR) a medida que aumentaron las concentraciones de sales, observándose afectaciones en relación con el control del 33 % y 35 %, respectivamente para niveles de 25 y 28 dS.m<sup>-1</sup>. En este sentido, en otros trabajos, al evaluar la altura de las plántulas en diferentes cultivares de trigo duro (*Triticum durum*) se encontraron afectaciones del 30 % a 23 dS.m<sup>-1</sup> (Argente y González, 2006) similar a lo encontrado en esta variedad para 22dS.m<sup>-1</sup>.

Por otra parte se encontró en la variedad WL-711 una reducción del 50 % en la altura de las plántulas (AP) medida a los 7 días posteriores a la germinación y de un 20 % en la longitud de la raíz (LR) para una solución de 28 dS.m<sup>-1</sup> (Royo y Abió, 2003). Las afectaciones observadas en el

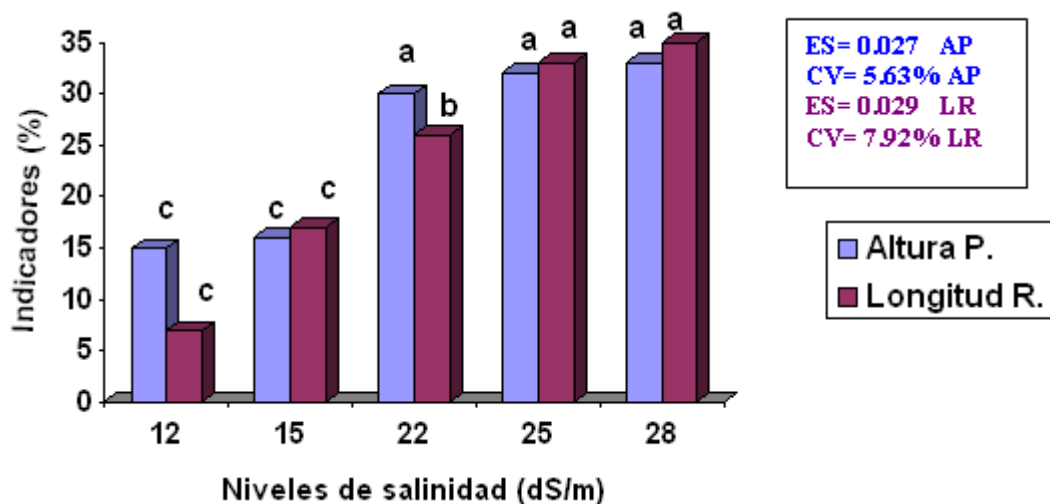


Figura 2. Inhibición del crecimiento de las plántulas de trigo en condiciones salinas

crecimiento de las plántulas en estadios tempranos del desarrollo pudieran ser explicadas por una reducción de la absorción de agua en el endospermo, en los ejes embrionarios y una disminución de la traslocación de los carbohidratos hacia estos ejes o por la inhibición de los procesos de división, alargamiento y diferenciación celular asociada al déficit hídrico o al efecto tóxico de los iones salinos.

La inhibición de la acumulación de masa fresca y seca total aumentó significativamente (Figura 3) a medida que aumentaron las concentraciones salinas observándose afectaciones del 41 % y 43 %, respectivamente, para la solución de 28 dS.m<sup>-1</sup>. Al respecto se han señalado afectaciones del 43 % y el 48 % en la acumulación de masa fresca y seca de

la variedad WL- 711 (Royo y Abió, 2003), cultivadas en solución salina con conductividad eléctrica de 16 dS.m<sup>-1</sup>, a los 7 días posteriores a la germinación. Tales autores señalaron además que el efecto adverso de la salinidad sobre el crecimiento y la acumulación de biomasa puede atenuarse con la aplicación exógena de hormonas del crecimiento.

A partir de los análisis de regresión lineal entre los indicadores evaluados y los niveles de salinidad (Tabla 2) se observó que el coeficiente de correlación en todos los casos fue negativo y altamente significativo lo que corrobora que a medida que las concentraciones salinas se incrementan, disminuye el crecimiento y la acumulación de materia fresca y seca de las plántulas.

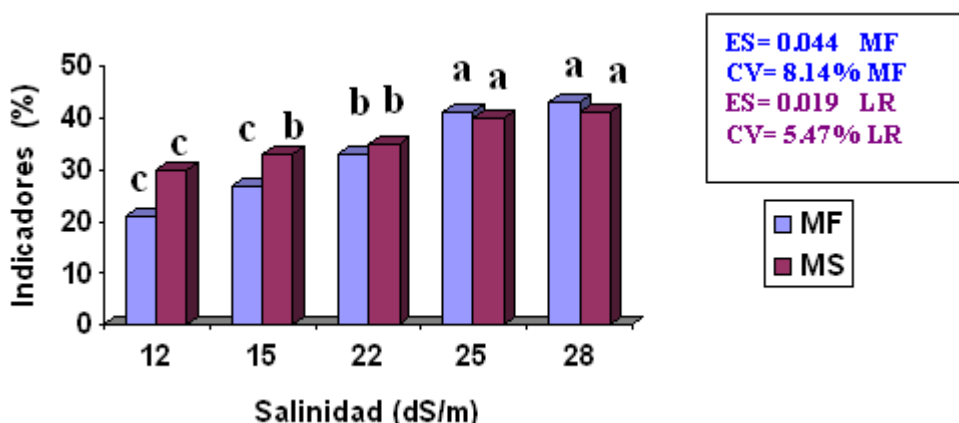


Figura 3. Inhibición de la acumulación de biomasa de las plántulas de trigo en condiciones salinas

Tabla 2. Ecuación de regresión, coeficiente de correlación y determinación de los niveles de salinidad que disminuyen el crecimiento de las plántulas en un 50 %

| Indicador. | Ecuación de regresión | r        | r <sup>2</sup> | C.E (50%) dS.m <sup>-1</sup> |
|------------|-----------------------|----------|----------------|------------------------------|
| AP         | Y=100.38- 0.991X      | -0.990** | 98.01          | 50                           |
| LR         | Y=103.08- 0.975X      | -0.975** | 94.09          | 54                           |
| MF         | Y=98.40 - 0.990X      | -0.990** | 98.01          | 48                           |
| MS         | Y=93.450- 0.932X      | -0.932** | 86.49          | 46                           |

AP: altura de las plántulas LR: longitud de la raíz MF: materia fresca MS: materia seca. \*\* diferencias altamente significativas.

A partir de las ecuaciones entre los indicadores evaluados y los niveles de salinidad (Tabla 2), se determinaron los niveles teóricos de conductividad eléctrica que disminuyen el crecimiento y la acumulación de biomasa en un 50 % observándose una mayor sensibilidad en la acumulación de biomasa seca y fresca y la

altura de las plántulas en relación con el crecimiento radicular, coincidiendo con los resultados obtenidos por diversos autores (González y Argentel, 2005; Mano y Takeda, 2001,. los cuales han recomendado estos indicadores para la selección eficiente de variedades de trigo tolerantes a la salinidad.

## CONCLUSIONES

1. La absorción de agua por las semillas de la variedad de trigo Cuba-C-204, el tiempo de germinación y su porcentaje final se afecta significativamente a conductividades eléctricas mayores o iguales que  $25 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  lo que demuestra la tolerancia de este proceso a la salinidad.

2. Se observó una marcada disminución del crecimiento de las plántulas bajo condiciones salinas encontrándose afectaciones de 41 % y 43 % para las variables altura de las plantas y longitud de la raíz, respectivamente, y valores de 33 % y 35 % en las afectaciones de la acumulación de biomasa fresca y seca.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Argentel, L. y L.M. González: "Comportamiento de la tolerancia interespecífica a la salinidad en dos especies del género *Triticum*". *Cultivos Tropicales*, 27(2): 51-52, 2006.

2. Chávez, L., L.M. González y R. Ramírez: "Efecto de la salinidad sobre la absorción de agua por las semillas de *Vigna unguiculata* (L) y su relación con la tolerancia varietal". *Alimentaria*, 339: 99-102, 2002.

3. FAO: Fooding distribution along the wold. Paper 23, Roma, 186 pp., 2005.

4. González, L.M. y R. Ramírez: "Los suelos salinos y su utilización en la producción agrícola". *Alimentaria*. Dic. 339: 103-107, 2002.

5. González, L.M. y R. Ramírez: "La absorción de agua por las semillas de arroz a altas concentraciones salinas, como posible indicador de la tolerancia varietal". *Cultivos Tropicales*, 20 (1): 31-34, 1999.

6. González, L.M. y L. Argentel: "Efecto de la sequía simulada con PEG-6000 sobre la germinación y el crecimiento de dos variedades de trigo:", *Cultivos Tropicales*, 26(4):49-54, 2005.

7. González, L.M.: "Reflexiones sobre los mecanismos generales de adaptación de las plantas a la salinidad y a otros tipos de estrés", *Alimentaria*, 339: 99-102, diciembre de 2002.

8. Isla y Royo: "Tolerancia a la salinidad en la tribu triticeae". *Investigación Agraria, Producción y Protección vegetal*, 12 (1, 2 y 3): 133-145, 1997.

9. Kumar, D. and J.S.P. Yadav: "Salt tolerance of mutants from wheat variety HD 1553". *Indian Journal of Agricultural Science*, 53 (12): 1009- 1015, 1983.

10. Mano, Y & K Takeda: "Genetic resources of salt-tolerance at germination and the seedling stage in wheat". *Japanese Journal of Crop Science*, 70(2):215-220, 2001.

11. Maya, P; A. Monzón y M. Ponce: "Datos sobre la germinación de especies endémicas Canarias". *Bot. M.* 16: 677-680, 1988.

12. Mesa, D.: "Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 37 (3): 217-226, 2003.

13. MINAGRI: Informe anual sobre la Agricultura. Avances y pérdidas. P. *Granma*, Jueves, 25 de diciembre de 2003.

14. Prazak, R.: "Salt-tolerance of *triticum monococum* L., *Triticum dicocum* (s chank) Schubl., *Triticum durum* Desf and *Triticum eastivum* L. Seedlings". *Journal of Applied Genetic*, 42(3): 289-292, 2001..

15. Royo, A. y D Abió: ".Sal tolerance in durum wheat cultivars". *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1 (3): 27-35, 2003.

16. Royo, A. y R. Aragues: "Establecimiento de nuevos índices de tolerancia de los cultivos a la salinidad: la cebada como caso de estudio". *Investigación Agraria. Producción y Producción Vegetal*. 17 (3): 410- 421, 2002.

17. Scott, S. J; R.A. Jones, ; Wiliams: "Review of data analysis. Methods for seed germination". *Crop Science*, 24: 1192-1199, 1984.

18. Singh, G.; P. Kaur and R. Sharma: "Effect of CCC on seed germination and early seedling growth in wheat under saline conditions". *Indian Journal of Agricultural Science. Plant Physiology*. 28 (4): 310-317, 1985.

Recibido: 05/05/2008

Aceptado: 27/09/2009