

# RÉGIMEN HÍDRICO Y AJUSTE OSMÓTICO EN VARIEDADES CUBANAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* Y *T. durum*) CULTIVADAS EN CONDICIONES DE SALINIDAD

## Water regime and osmotic adjustment in cuban wheat varieties (*Triticum aestivum* y *T. durum*) crops under saline conditions

Leandris Argentel<sup>✉</sup>, Luis M. González, Raúl D. López y Raúl C. López

**ABSTRACT.** The behavior of water and osmotic potential and osmotic adjustment in twelve cuban wheat varieties of *Triticum aestivum* and *Triticum durum* species crops under salinity conditions were evaluated. The plants were settled down in a hothouses under hidropony conditions at a salinity level of 8 dS.m<sup>-1</sup>, a control treatment with an electric conductivity of 0,36 dS.m<sup>-1</sup> was mounted. The evaluations were carried out at 25 days after germination. As results a significant decrease of water potential values were obtained in most varieties in all measured organs and a significant decrease of its values was observed from roots to leaves in order to assure water gradient. The varieties that didn't diminish significantly their water potential showed similar behavior in the three evaluated organs, although the potential gradient was stayed. The osmotic potential diminished significantly in all varieties and its values were minor to -0,6 MPa. All varieties carried out the osmotic adjustment, being the most significant value AO=0,3 MPa in INIFATRM-36, INIFATRM-32, INIFATRM-37 varieties. A considerable variability in stress salinity response between varieties and species for the three evaluated variables was observed.

**RESUMEN.** Los potenciales hídrico y osmótico y el ajuste osmótico en 12 variedades cubanas de trigo pertenecientes a las especies *Triticum aestivum* y *Triticum durum* cultivadas en condiciones de salinidad fueron evaluados, siguiendo las metodologías para tales fines. Las plantas se establecieron en un invernadero en condiciones de hidroponía a un nivel de salinidad de 8 dS.m<sup>-1</sup>, como control se montó un tratamiento con una conductividad eléctrica de 0,36 dS.m<sup>-1</sup>. Las evaluaciones se realizaron a los 25 días posteriores a la germinación. Como resultado se obtuvo una significativa disminución de los valores del potencial hídrico en la mayoría de las variedades en todos los órganos medidos y se observó una significativa disminución de sus valores desde las raíces hasta las hojas para asegurar el gradiente hídrico. Las variedades que no disminuyeron significativamente su potencial hídrico mostraron comportamiento similar en los tres órganos evaluados aunque el gradiente de potenciales se mantuvo. El potencial osmótico disminuyó significativamente en todas las variedades y sus valores fueron inferiores a -0,6 MPa. Todas las variedades realizaron el ajuste osmótico, siendo el valor más significativo AO= 0,3 MPa en las variedades INIFAT RM-36, INIFAT RM-32, INIFAT RM-37. Se observó variabilidad en la respuesta al estrés salino entre variedades y especies para las tres variables evaluadas.

**Key words:** wheat, plant water potencial

**Palabras clave:** trigo, potencial hídrico de las plantas

## INTRODUCCIÓN

Entre los mecanismos que explican la capacidad de las especies vegetales para tolerar el estrés salino existe el ajuste osmótico (1).

El ajuste osmótico es el término utilizado para definir la disminución del potencial osmótico celular en las plantas superiores como resultado de la acumulación activa de solutos en respuesta a una situación estresante por déficit hídrico (2) o salino (3).

Cuando se realiza el ajuste osmótico las plantas aseguran la realización de la fotosíntesis y la respiración (4). Cuando la turgencia celular se mantiene en aquellos genotipos que ajustan osmóticamente en comparación con aquellos que no lo hacen, continúa la elongación celular y teóricamente se obtiene una mayor área foliar, mayor crecimiento de raíces, menor resistencia estomática y mejor rendimiento agrícola (2).

M.Sc. Leandris Argentel y Raúl. C. López, Profesores Auxiliares de Matemática y Estadística de la Universidad de Granma, Bayamo, Cuba; Dr.C. Luis. M. González, Investigador y Profesor Titular del Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov», Bayamo, Cuba; Dr.C. Raúl. D. López, Profesor e Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México.

✉ largentelm@udg.co.cu

Múltiples especies glicófitas de interés económico han formado parte de las que desarrollan mecanismos de tolerancia para asegurar el funcionamiento normal de las relaciones hídricas (4). Así cultivos como el trigo, especie que está siendo objeto de introducción para condiciones salinas en el oriente de Cuba (5), han podido adaptarse y producir en estas regiones donde más del 55 % de los suelos dedicados a la agricultura están salinizados y una cifra significativa tiene problemas potenciales de salinización, lo que imposibilita el desarrollo y productividad de otras especies de interés económico<sup>1</sup>. Recientemente se han publicado varios resultados de tolerancia de esta especie a la salinidad (6, 7, 8) pero con el estudio de las relaciones hídricas se realiza un aporte significativo a la evaluación del grado de tolerancia al estrés salino dado que la capacidad de absorción de agua en suelos, donde las posibilidades hídricas son difíciles debido a la presencia de sales, es la clave para el normal desarrollo y productividad en las plantas. Fue objetivo de la presente investigación estudiar las variaciones causadas por la salinidad, en los potenciales hídrico y osmótico y la capacidad de ajuste osmótico en 12 variedades de trigo obtenidas en Cuba para su recomendación en áreas afectadas por este tipo de estrés abiótico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De un grupo de variedades de trigo obtenidas en Cuba se tomaron semillas de cada variedad al azar, las cuales fueron establecidas en condiciones de hidroponía en un invernadero perteneciente al laboratorio de Fisiología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México, Unidad «Guerrero Negro», con el objetivo de analizar la respuesta de variables del régimen hídrico y sus afectaciones por el estrés salino. Las variedades empleadas se presentan en la Tabla I.

### TRATAMIENTOS:

Los tratamientos consistieron en la aplicación de una solución salina en condiciones de hidroponía controlada y su composición fue la siguiente:

T<sub>1</sub>: *Tratamiento salino*: solución nutritiva (9) y salinizada con NaCl con una conductividad eléctrica de 8 dS.m<sup>-1</sup>.

T<sub>2</sub>: *Tratamiento control*: solución nutritiva de composición y concentración conocida (9), siguiendo las exigencias nutricionales del cultivo con una conductividad eléctrica de 0,36 dS.m<sup>-1</sup>.

Las soluciones nutritivas de los dos tratamientos establecidos fueron aplicadas desde el momento de la siembra y fueron ajustadas a un pH de 6.0 empleando un medidor de pH, PH 40S. La conductividad eléctrica fue medida por un conductímetro MQ conductimeter-EC.

El valor de 8 dS.m<sup>-1</sup> fue tomado a partir del valor crítico tolerable para la absorción de agua, germinación y el crecimiento de las plantas en los primeros estadios del desarrollo de las plantas de las 12 variedades estudiadas<sup>1</sup>.

**Tabla I. Variedades de trigo estudiadas. Especie y procedencia**

Nº	Variedad	Especie	Denominación
1	Cuba-C- 204	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
2	INCA TH 32 W	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
3	IMCA TH 24 N	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
4	INCA TD 18	<i>T. durum</i>	Trigo duro
5	INCA TD 16 E	<i>T. durum</i>	Trigo duro
6	INIFAT RM -30	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
7	INIFAT RM -26	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
8	INIFAT RM - 29	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
9	INIFAT RM - 31	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
10	INIFAT RM -36	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
11	INIFAT RM - 32	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero
12	INITAT RM - 37	<i>T. aestivum</i>	Trigo harinero

### MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Se conformaron flotadores rectangulares (poliespuma) de 30x20 cm (10) y fueron seccionados en cuatro partes con una superficie de 15x8.5 cm donde se establecieron 20 semillas por cada sesión, las cuales fueron ubicadas de forma alineada, para un total de 80 semillas por variedad (cuatro repeticiones).

El fondo de los flotadores se estableció con una malla plástica con orificios de 4 mm<sup>2</sup>. Los flotadores fueron ubicados en bandejas plásticas rectangulares transparentes de 50\*39 cm, cubiertas con papel aluminio para evitar la entrada lateral de luz. En cada bandeja se establecieron dos variedades. La siembra se realizó a las 7:00 am. Se añadió un volumen inicial de cinco litros de soluciones (tratamientos), hasta completar un volumen final de 18 litros de las soluciones que conformaron los tratamientos. Los flotadores se mantuvieron plenamente sobre el agua y se emplearon varillas de suspensión para evitar hiperhidricidad en las semillas. La aireación de las soluciones, en cada bandeja, se realizó con bombas aereadoras (MELLIN, 2,8) que distribuían el aire a cada bandeja con mangueras plásticas transparentes de 3 mm de diámetro.

A los 25 días posteriores a la germinación de las semillas se procedió a la evaluación de las relaciones hídricas.

### POTENCIAL HÍDRICO

Para la determinación del potencial hídrico se tomaron muestras al azar de cinco plántulas por variedad en cada repetición de los tratamientos y se realizaron las

<sup>1</sup>Otero, L.; Labaut, M.; Francisco, A.; Gálvez, V.; Sánchez, I.; Vento, M.; Morales, R.; Curbelo, R.; Cintra, M. y Montejo, J. L. Implementar nueva metodología para la evaluación de la salinidad en Cuba. 2005. Informe final de Proyecto PR:1136, 62 p.

mediciones con la cámara de presión de *Schollander* (PWP-C04) (11) siguiendo las metodologías descritas al respecto.

De las plántulas tomadas se procedió al corte de la quinta y sexta hojas, en horas de la mañana (10:00 am) y se colocaron rápidamente en tubos de ensayo de boca ancha los que fueron sellados con una película plástica. Posteriormente fueron llevadas a la cámara de presión ubicando la muestra en el soporte de muestra designado para hojas de gramíneas. De la misma forma se procedió para la medición del potencial hídrico de las vainas. Finalmente se determinó el potencial hídrico radicular y para ello se tomaron cinco fragmentos de raíces con una longitud de 5 cm, a las cuales se le cortó la parte terminal.

## POTENCIAL OSMÓTICO

Para conocer el potencial de solutos en hojas, la muestra en condición de peso saturado fue congelada en N<sub>2</sub> líquido. Luego se descongeló y se obtuvo una muestra de savia que fue colocada en un disco de papel de filtro en la celda de un psicrómetro (*Wescor*HR33T) y se midió su concentración de solutos. El potencial de solutos se calculó de acuerdo a:

$$\Psi_s = -CRT$$

donde C es la concentración de solutos expresada como molaridad, R es la constante de los gases 0.00831 kg MPa.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> y T es la temperatura absoluta.

## AJUSTE OSMÓTICO

Con la información obtenida se calculó el ajuste osmótico (AO) como la diferencia del potencial osmótico saturado entre plantas del tratamiento control y el salino ( $\Delta\Psi_s$ ) de cada variedad (12).

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se determinó la media y su desviación estándar para todas las variables evaluadas en ambas condiciones (tratamiento salino y tratamiento control) y se establecieron las diferencias entre tratamientos mediante la prueba de *t* de *Student* (13) para niveles de significación del 5 y el 1 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### POTENCIAL HÍDRICO

El potencial hídrico radicular y el foliar fueron diferentes entre el tratamiento control y el salino en la mayoría de las variedades excepto para las variedades INIFAT RM-29, INCA TD 16 E e INCA TD 18. Al mismo tiempo se observó una significativa disminución de este indicador desde la raíz hasta las vainas y el follaje. Tal comportamiento evidenció la existencia de un gradiente de potenciales en las variedades, para mantener la entrada

de agua desde el medio en el cual se establecieron hasta todas las partes aéreas (Figura 1). La disminución del potencial hídrico fue más significativa en las variedades de trigo harinero que en las de trigo duro.

Las variedades de trigo duro no disminuyeron su potencial hídrico en más de -0.1 bares (0,01 MPa) respecto al control en ninguno de los órganos medidos y siempre presentaron, en el tratamiento control, un potencial hídrico más alto que las restantes variedades estudiadas. Este resultado permite concluir que tales variedades requieren de un mayor reajuste metabólico para lograr disminuir su potencial hídrico y poder absorber agua en condiciones salinas.

Las diferencias varietales en el potencial hídrico desde el punto de vista práctico permiten inferir las posibilidades reales de adaptación a la condición hídrica de suelos que presentan concentraciones elevadas de sales, aspecto que propicia disminuciones considerables en su potencial hídrico (1, 14, 15).

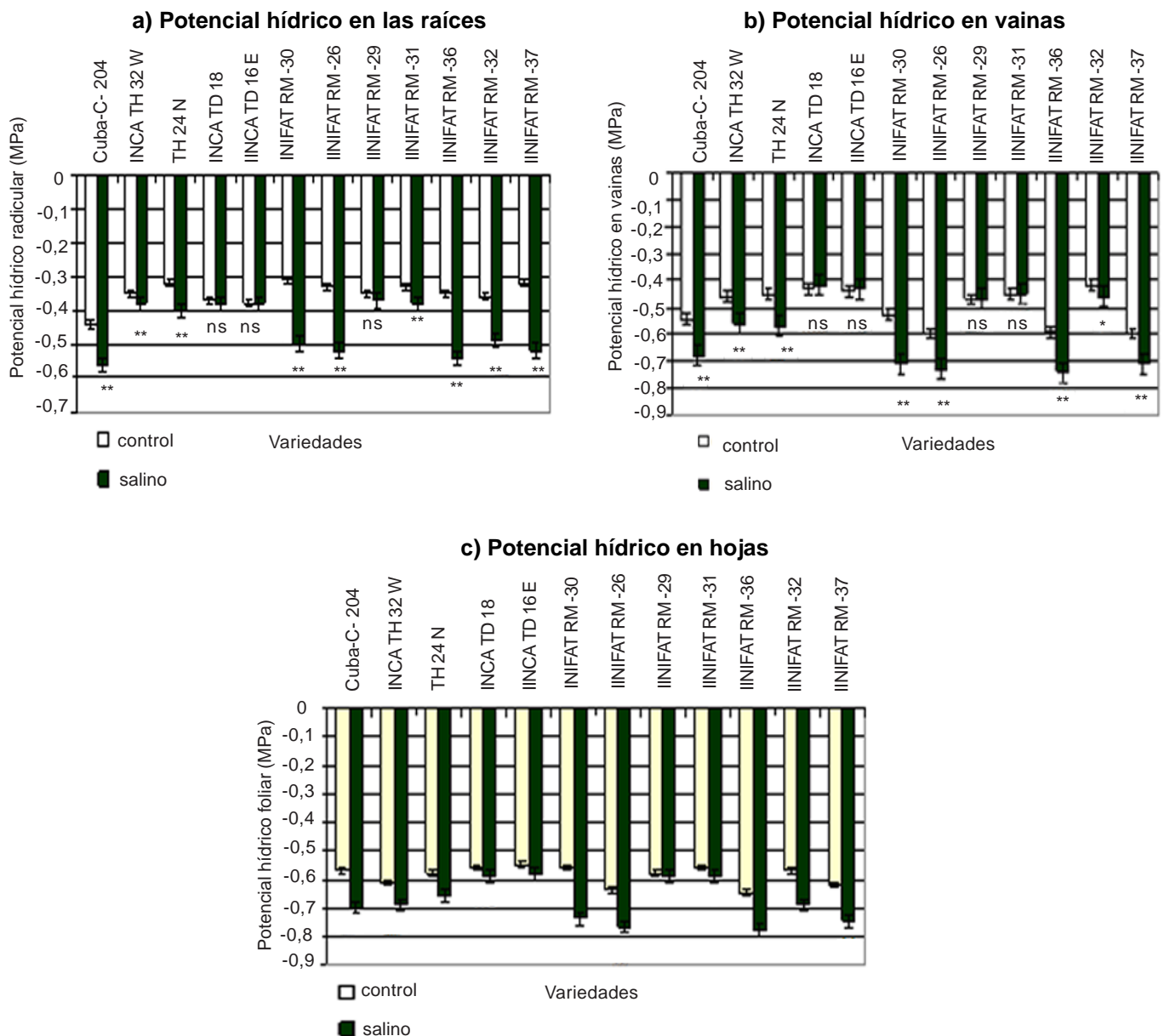
En múltiples especies glicófitas se ha observado una significativa disminución de los valores del potencial hídrico para mantener la entrada de agua y asegurar el funcionamiento normal del metabolismo celular (14).

### POTENCIAL OSMÓTICO

El potencial osmótico foliar presentó diferencias significativas entre el tratamiento control y el estrés en todas las variedades (Figura 2), quizás por las transformaciones bioquímicas que tuvieron lugar en las células mediante el incremento de la concentración de compuestos osmóticamente activos y de iones procedentes del medio en respuesta a la condición de estrés impuesta en los tratamientos.

Un resultado importante en el experimento realizado fue que las variedades de trigo duro (INCA TD 18 e INCA TD 16 E) presentaron siempre potenciales hídrico y osmótico mayor que las de trigo harinero, en el tratamiento control, elemento que pudiera ser un indicador de susceptibilidad a la salinidad; sin embargo, al someter las plantas de estas variedades al estrés salino, aunque el valor de los potenciales disminuyó, siempre fueron significativamente superiores a las restantes variedades, por lo que, pudieran ser discriminadas para establecerlas en suelos donde su potencial de agua sea menor a los valores obtenidos en las variedades estudiadas. Quizás la respuesta diferenciada de las variables hídricas, en las variedades estudiadas, sea una evidencia de variabilidad genética del germoplasma disponible en Cuba, por lo cual se ofrece un primer paso de avance para la futura selección de genotipos para el mejoramiento genético, elemento que puede complementarse con la evaluación de otros indicadores fisiológicos, bioquímicos, moleculares y agronómicos para la validación de variedades tolerantes o susceptibles al estrés salino.

Las diferencias varietales en el potencial hídrico desde el punto de vista práctico permiten inferir las



Los valores graficados son el promedio de cinco repeticiones

\* y \*\* representan diferencias estadísticas para el 5 % y el 1 % respectivamente por la prueba de *t-Student*  
 ns: no existió diferencia

**Figura 1. Valores de los potenciales hídricos en: a) raíces, b) vainas y c) hojas, de las variedades**

posibilidades reales de adaptación a la condición hídrica de suelos que presentan concentraciones elevadas de sales, aspecto que propicia disminuciones considerables en su potencial hídrico (1, 14, 15).

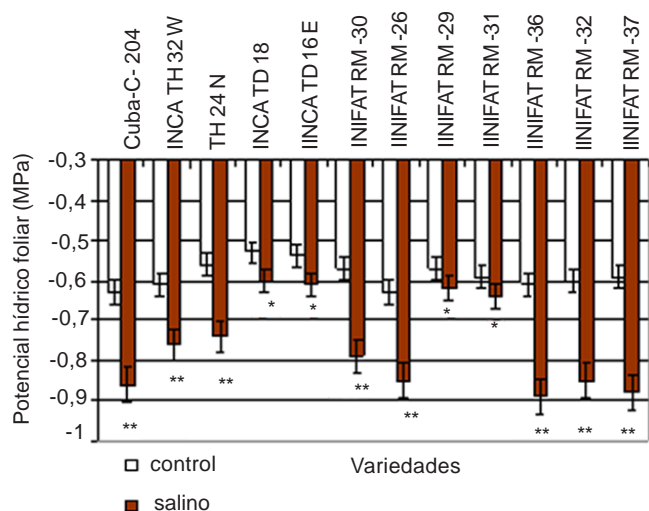
En múltiples especies glicófitas se ha observado una significativa disminución de los valores del potencial hídrico para mantener la entrada de agua y asegurar el funcionamiento normal del metabolismo celular (12).

### POTENCIAL OSMÓTICO

El potencial osmótico puede disminuir porque se reduce el volumen de agua simplástica originado por una

mayor concentración de los solutos existentes en proporción a la cantidad de agua perdida, este proceso es el que se conoce como osmorregulación (12). La reducción del potencial osmótico también puede originarse por un incremento neto en la cantidad de solutos existentes, esta capacidad de acumular solutos que se produce en respuesta a un déficit hídrico causado por el estrés salino y que determina un mantenimiento total o parcial de la presión celular, se denomina capacidad de ajuste osmótico (16).





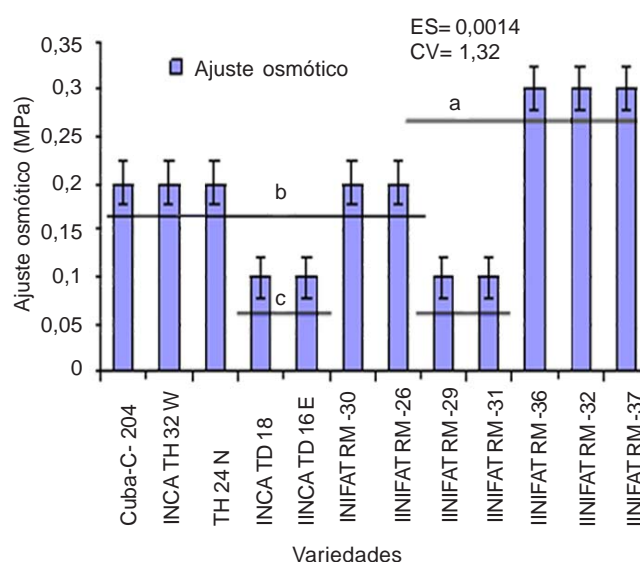
Los valores graficados son el promedio de cinco repeticiones  
\* y \*\* representan diferencias significativas para el 5 % y el 1 %  
respectivamente por la prueba de *t-Student*

**Figura 2. Potencial osmótico foliar en las variedades de trigo estudiadas en el medio salino y el control**

La variabilidad en la respuesta del potencial hídrico y osmótico frente al estrés salino entre variedades de una misma especie y entre las dos especies estudiadas demuestra la heterogeneidad natural existente para la tolerancia a la salinidad en el germoplasma estudiado. Tales resultados contribuyen a la evaluación de la tolerancia para la regionalización de variedades según las condiciones edáficas (niveles de salinidad en el extracto de saturación y su potencial hídrico asociado) donde se pretende establecer este cultivo. En este sentido, se ha encontrado en diferentes especies una amplia variabilidad en el grado de tolerancia a la salinidad basada en la determinación del potencial hídrico, quedando demostrado que sus valores pueden variar a lo largo del ciclo ontogénico del cultivo, dependiendo de las variaciones de la conductividad eléctrica del extracto de saturación de los suelos y de su grado de tolerancia al estrés (16). En tal sentido las variaciones del potencial hídrico de las plantas cultivadas en condiciones salinas se ha propuesto como un indicador eficiente para la evaluación de tolerancia a este tipo de estrés y es un carácter de fácil herencia en programas de mejoramiento genético para la tolerancia a la salinidad (17); por ello, el monitoreo de la respuesta de variedades a tal condición estresante resulta un importante elemento a determinar antes de iniciar un programa de mejora genética para este carácter.

### AJUSTE OSMÓTICO

En condiciones de salinidad las plantas de todas las variedades realizaron el ajuste osmótico quizás producto al incremento de la concentración de solutos osmóticamente activos en el tratamiento salino respecto al control. Los valores más significativos los presentaron las variedades INIFAT RM-36, INIFAT RM-32, INIFAT RM-37 con 0,3 MPa (Figura 3).



Columnas interceptadas por líneas con letras iguales no difieren significativamente por la prueba de comparación de Tukey para un nivel de significación del 1 %

ES: error estándar CV: coeficiente de variación

**Figura 3. Ajuste osmótico en hojas de las variedades de trigo estudiadas en el medio salino**

Otro grupo de variedades (Cuba-C-204, INCA TH 32W, TH 24 N, INIFAT RM-26, INIFAT RM-30) realizó el ajuste osmótico a valores medio de 0,2 MPa y las restantes variedades solo ajustaron a valores de 0,1 MPa. Este resultado evidencia la existencia de variabilidad en la capacidad de ajuste osmótico para la adaptación a condiciones salinas en el germoplasma estudiado.

El ajuste osmótico es un carácter fisiológico asociado al estrés salino ha sido propuesto como variable de selección para el mejoramiento genético en arroz, maíz y trigo (18, 19). La respuesta al estrés salino mediante la disminución del potencial hídrico producto a la capacidad de ajuste osmótico es un carácter de tipo aditivo y de fácil herencia por lo que se puede introducir sin complicaciones en programas de mejoramiento para la obtención de materiales tolerantes a estrés salino e hídrico (17, 20, 21).

Estudios realizados en arroz demuestran que el ajuste osmótico está relacionado positivamente con el rendimiento bajo estrés hídrico (22, 23, 24). Cuando hay diferencias en AO en cultivares de arroz; los cultivares con alta capacidad de AO tienden a un mayor rendimiento que aquellos con baja capacidad de AO en estrés hídrico (25), aspecto que deberá estudiarse en el germoplasma que se evalúa en la presente investigación.

A pesar de los avances y los estudios realizados, hay cierta incertidumbre al analizar la función del turgor y del AO en el crecimiento vegetal y su asociación con el rendimiento (26, 27). De todos modos los métodos más prácticos en la actualidad se enmarcan en la evaluación de la tolerancia en el germoplasma en base a indicadores de rendimiento para correlacionarlo con las relaciones hídricas (28).

## CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados contribuyen a la evaluación de la tolerancia a la salinidad en el germoplasma de trigo cultivado en el oriente de Cuba, donde la presencia de sales en el complejo absorbente del suelo ha propiciado una significativa disminución de su potencial hídrico limitando la absorción de agua y la productividad de las plantas<sup>1</sup>.

## REFERENCIAS

- Munns, R. y Tester, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 2008, no. 59, p. 651-681.
- Munns, R. Why measure osmotic adjustment? *Aust. J. Plant Physiol.*, 2008, no. 32, p. 811-821.
- Paellob, F. Water potential, root Length, ion uptake and its relationship with salinity tolerance in wheat, rice and previff. *Plant Growth Regulation*, 2010, vol. 1, no. 1, p. 46-54.
- Argentel, L. L. y González, L. M. Contenidos de prolina, glicina betaína y proteínas solubles totales en variedades de trigo en condiciones de estrés salino. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 4, p. 82-86.
- Argentel, L. Evaluación de la tolerancia a la salinidad en siete líneas de triticales. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, p. 47- 52.
- Argentel, L. y González L. M. Efecto de la salinidad sobre la fenología y los componentes del rendimiento de 12 variedades de trigo y su relación con la tolerancia varietal al estrés salino. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 3, p. 53-57
- González, L. M. y Argentel, L. Efectos de la salinidad sobre la germinación y el crecimiento de dos variedades de trigo. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, no. 4, p. 49-54.
- González, L. M. y Argentel, L. Análisis de la tolerancia a la salinidad en variedades de *Triticum aestivum* (L) sobre la base de caracteres agronómicos, la acumulación de iones y el contenido de proteínas. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 21, no. 1, p. 47-52.
- Hoagland, D. R. y Arnon, D. I. The water-culture for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ.*, 1950, 347 p.
- López, R. D. Sodum content corroboration in spectrophotometric methods with microanalysis. Water experiment . *Biochemical Sciences*, 2007, no. 23, p. 156-159.
- Schollander, P. y Hamel, H. Bradstreet. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 1968, no. 148, p. 339-346.
- Babu, C. H. R.; Safiullah, P. M.; Blum, A. y Nguyen, H. T. Comparison of measurement method of osmotic adjustment in wheat cultivars. *Crop Sci.*, 1999, no. 39, p. 150-158.
- Gosset, E. Another differences calculus based on standar desviation and confidence interval. *Statistical References*, 1917, no. 26, p. 66-72.
- El Hafid, R.; Smith, D.; Karrou, M. y Samir, K. Physiological responses of spring durum wheat cultivars to early-seasons drought in a Mediterranean environment. *Ann. Bot.*, 1998, no. 81, p. 363-370.
- Kaldenhoff, R. The tobacco aquaporin NtAQP1 is a membrane CO pore with physiological functions. *Nature*, 2009, no. 425, p. 734-737.
- Jacovy, B. Production of wheat along the world. Edited . Ed. Marcel Dekker. Nueva York. 2008. p. 52-67.
- Kasukabe Y. Overexpression of saline tolerance to saline and drought stresses in durum wheat based on Na<sup>+</sup> uptake and osmotic adjustment. *Plant Cell Physiol.*, 2004, no. 45, p. 712-722.
- Kavi Kishor, P. B. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current Science*, 2005, vol. 88, no. 3, p. 424-438.
- Morgan, J. M. Growth and yield of wheat lines with different osmoregulative capacity at high soil water deficit in seasons of varying evaporative demand. *Field Crop Res.*, 1995, no. 40, p. 145-152.
- López, R. D. Salinity tolerance based on ion uptake. Proceeding workchop on adaptation of plants to crops stresses *Biochemical Sciences in agriculture*, 2008, no. 6, p. 123-129.
- Moinuddin, J. y Khanna-Chopra, R. Osmotic adjustment in Chickpea in relation to seed yield and yield parameters. *Crop Sci.*, 2004, vol. 44, p. 449-455.
- López, R. D. Sodum content corroboration in spectrophotometric methods with microanalysis. Water experiment . *Biochemical Sciences*, 2007, no. 23, p. 156-159.
- Liu, J. H.; Inoue, H. y Moriguchi, T. Salt stress-mediated changes in free proline and expression of genes responsible its biosynthesis in wheats. *Environmental and Experimental Botany*, 2008, no. 62, p. 28-35.
- Zonia, L. y Munnik, T. Osmotically induced cell swelling versus cell shrinking elicits specific changes in phospholipids signals in *Triticum*. *Plant Physiol.*, 2004, no. 134, p. 813-823.
- Zyalalov, A. Water flows in higher plants: physiology, evolution, and system analysis. *Russian J. Plant Physiol.*, 2009, vol. 51, no. 4, p. 547-555.
- Schollander, P. y Hamel, H. Bradstreet. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 1968, no. 148, p. 339-346.
- Trinchant, J. Proline betaine accumulation and metabolism in alfalfa plants under sodium chloride stress. Exploring its compartmentalization in nodules. *Plant Physiol.*, 2008, no. 135, p. 1583-1594.
- Zhou, J.; Wang, X.; Jiao, I.; Uin, I.; Liu, X. y He, K. Global genomic expression analysis of rice in wheat based on water potential response to salinity. *Trends in plants sciences*, 2007, no. 10, p. 407-409.

Recibido: 17 de noviembre de 2010

Aceptado: 20 de julio de 2012

### ¿Cómo citar?

Argentel, Leandris; González, L. M.; López, R. D. y López Aguilar, R. C. Régimen hídrico y ajuste osmótico en variedades cubanas de trigo (*Triticum aestivum* y *T. durum*) cultivadas en condiciones de salinidad. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 1, p. 10-17.