

CONTENIDO RELATIVO DE AGUA Y CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS DE 12 VARIEDADES DE TRIGO CULTIVADAS BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD.

Leandris Argentel¹, Luis .Manuel González² y Rosa. Aguilera².

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

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Gaveta Postal 2140, Bayamo 85100, Granma, Cuba. leandris@udg.co.cu

INTRODUCCION

Bajo condiciones de salinidad de los suelos el crecimiento de las plántulas se ve afectado como consecuencia del funcionamiento anormal de los procesos fisiológicos y bioquímicos del cuerpo del vegetal (González y Ramírez, 1999) y por consiguiente la eficiencia en el uso de este importante recurso disminuye trayendo mermas en los rendimientos agrícolas .

El CRA es la expresión más usada para medir el nivel de agua de un tejido. Es una medida del contenido de agua respecto al total de agua que éste puede almacenar, se expresa como porcentaje y permite conocer el estado hídrico de la planta. Se relaciona con el potencial hídrico porque éste y sus componentes (potencial de presión y de solutos) son función del volumen de agua del protoplasma (Acevedo, 2003).

El trigo (*Triticum aestivum*) es considerado la especie agrícola más antigua cultivada por el hombre y es, en la actualidad, el cereal más cultivado en el mundo (Isla y Royo, 1997). Debido a su inigualable importancia para la alimentación humana y animal se realizan importantes esfuerzos para incrementar su grado de tolerancia a la salinidad mediante el estudio de los mecanismos que rigen la absorción y economía del agua y la captación y conversión de energía radiante en energía química, siendo estos estudios en la actualidad una las principales proyecciones dentro de la genética del trigo (Royo y Aragues, 2003). Teniendo en cuenta que el porcentaje de salinización de los suelos aumenta a una tasa media del 0.5% anual y a una velocidad media de 3 ha. min⁻¹ y que en Cuba ya existen más de un millón de hectáreas, dedicadas al cultivo, con problemas de salinización y que en las provincias orientales el 55% de los suelos están salinizados (González y col. 2005) se realizó una investigación para analizar el comportamiento del contenido relativo de agua y la concentración de pigmentos en 12 variedades de trigo bajo condiciones de salinidad en Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento se realizó en la Casa de Cristal del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” de la provincia Granma donde se establecieron doce variedades de trigo Se establecieron dos variantes experimentales siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado: un tratamiento salino, donde los riegos hasta la capacidad de campo, controlando la humedad del suelo por el método gravimétrico, se desarrollaron con agua salinizada con una conductividad eléctrica de 16 dS.m⁻¹ y el tratamiento control, donde se regó con agua de buena calidad con una C.E de 0.02 dS.m⁻¹. La siembra se realizó, el 1 de Diciembre del 2005, a chorrillos logrando una distancia entre hileras de 0.25 m, de forma manual, a una densidad de 90 kg. ha⁻¹.

A los 15 días, de germinado el cultivo, se muestrearon 10 plántulas por cada repetición, para un total de 40 plántulas por tratamiento. Se determinó la acumulación de biomasa fresca y seca (80

°C durante 72 horas), y se determinó el contenido relativo de agua (CRA), según el procedimiento de medición por gravimetría descrito por Yamasaki y Rebello (1999). La transpiración en las hojas, medida al alba se determinó por el procedimiento descrito por Kramer (1983). Para determinar la concentración de pigmentos (clorofila a , b y carotenos), se siguió la metodología de Lichtenthaler y Wellburn (1984) y se realizaron cinco repeticiones. Se calculó la media y su error estándar para todos los indicadores evaluados en ambas condiciones, y se establecieron las diferencias entre el tratamiento control y de estrés para cada variedad, mediante la prueba de t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en el régimen hídrico indican que, en la mayoría de las variedades, las plantas que se establecieron en el medio salino mostraron menores valores en el (CRA) y en la transpiración (T), que las cultivadas en condiciones normales (Tabla 4 y 5) en los dos estadios estudiados, indicando que bajo estas condiciones la eficiencia en el uso del agua es menor que en condiciones normales, encontrándose afectaciones entre 2 - 11% para el CRA y entre 7 – 26% en la transpiración en el estadio de plántulas mientras que en el estadio de floración estas se incrementaron, fluctuando entre 6-17% y entre 10-66% en el CRA y la transpiración respectivamente, aspecto que rectifica la hipótesis planteada por López, (1991) sobre la susceptibilidad del cultivo del trigo a la salinidad en el estadio de plántula. Acevedo (2003) encontró afectaciones del 25% en el CRA en plántulas de variedades tolerantes de trigo harinero obtenidas por inducción de mutaciones.

Tabla 4. Efecto de la salinidad sobre el contenido relativo de agua (CRA), transpiración en estadio de plántulas.

Variedad	CRA (%)		Transpiración (mg H ₂ O.mg ⁻¹ m.s)	
	Salino	control	Salino	control
CC- 204	72.81±0.32	87.40± 0.34*	2.80±0.46	3.2 ± 0.32**
10 TH ₃₂	82.53±0.18	90.44±0.15**	2.593±0.31	3.33±0.41**
Mexicana ₂₄	79.19±0.23	82.88±0.10**	2.73±0.12	3.19±0.23**
Idyn ₁₈	78.45±0.31	88.17±0.06**	1.95±0.32	3.25±0.62**
Eduyt ₈₈	72.53±0.11	82.18±0.09**	1.27±0.11	2.26±0.21**
INIFAT RM- 30	79.84±0.06	88.10±0.12**	2.44±0.38	3.21±0.30**
INIFAT RM- 26	83.25±0.10	85.47±0.13	2.96±0.41	3.20±0.42**
INIFAT RM- 29	78.51±0.15	83.59±0.32*	2.89±0.45	3.34±0.12**
INIFAT RM- 31	82.14±0.23	86.73±0.17	2.423±0.31	3.19±0.45**
INIFAT RM -36	84.25±0.31	87.67±0.10	2.951±0.14	3.26±0.64**
INIFAT RM -32	83.13±0.21	85.85±0.15	2.317±0.17	3.29±0.59**
INIFAT RM -37	82.79±0.16	85.78±0.14	2.67±0.64	3.41±0.34**

*y ** Representa diferencias significativas para el 5% y 1% el respectivamente por la prueba de t-Student.

Tabla 5: Efecto de la salinidad sobre el CRA y transpiración en el estadio de floración.

Variedad	CRA		Transpiración (mg H ₂ O.mg ⁻¹ m.s)	
	control	salino	Control	Salino
Cuba-C- 204	89.34±0.27**	80.41±0.19	3.3±0.06**	1.1±0.03
10 TH ₃₂	89.13± 0.01**	75.84 ±0.56	2.6±0.04**	1.9±0.04
Mexicana ₂₄	87.33±0.18**	74.26±0.23	2.5±0.04**	1.9±0.04
Idyn ₁₈	89.14±0.48**	73.45±0.29	2.1±0.03**	1.4±0.02
Eduyt ₈₈	87.68±0.38**	73.32±0.11	2.3±0.03**	1.2±0.06
INIFAT RM -30	89.67±0.68**	79.84±0.06	2.6±0.04**	1.9±0.04
INIFAT RM -26	88.15±0.07**	79.25±0.10	3.3±0.03**	2.5±0.02
INIFAT RM -29	88.37±0.31**	82.31±0.63	3.3±0.06**	2.7±0.04
INIFAT RM -31	83.59±0.32*	78.14±0.23	3.6±0.03**	2.2±0.06
INIFAT RM -36	86.73±0.17**	80.12±0.11	3.0±0.02**	2.7±0.02
INIFAT RM -32	86.27±0.40**	77.13±0.21	3.3±0.06**	1.1±0.03
INIFAT RM -37	87.41±0.34**	81.24±0.16	3.9±0.04**	2.2±0.02

* y ** Representa diferencias significativas para el 5% y 1% el respectivamente por la prueba de t-Student.

Con relación a la tolerancia varietal, los mutantes IIFATRM-32, INIFATRM-29, INIFATRM-37, INIFATRM-36 e INIFATRM-26 durante el estadio de plántulas, no experimentaron diferencias significativas en el contenido relativo de agua (CRA) (Tabla 4) entre el tratamiento control y el estrés, mientras que en el estadio de floración las diferencias fueron altamente significativas (tabla 5). Las variedades antes mencionadas corresponden a la especie *Triticum aestivum* que en sentido general mostraron mayores índices de tolerancia a la salinidad, que las de *Triticum durum*, indicando una mayor tolerancia en esta especie; aspecto que ha sido señalado por otros autores (Mano y Takeda, 2001).

La concentración de pigmentos disminuyó significativamente en las hojas de las plántulas cultivadas bajo condiciones de estrés (Tabla 6), destacándose una mayor afectación en el contenido de clorofilas con relación a los carotenoides.

Tabla 6: Concentración de pigmentos en plántulas de trigo cultivadas en condiciones de estrés salino.

Variedad	Clorofila a (mg/g m.s)		Clorofila b (mg/g m.s)		Carotenos (mg/g m.s)		Cla/Clb	
	Control	salino	Control	salino	Control	salino	Control	salino
C-C- 204	3.41	2.83**	1.68	1.30**	0.68	0.50**	2.03	2.18
10 TH ₃₂	2.23	2.88**	1.51	1.42*	0.47	0.41*	2.09	2.03
Mex ₂₄	4.09	3.10**	1.84	1.13**	0.53	0.43**	2.00	2.07
Idyn ₁₈	2.31	2.20*	1.60	1.24**	0.54	0.44**	2.11	2.08
Eduyt ₈₈	2.3	2.11**	1.73	1.13**	0.63	0.41**	2.10	2.03
I RM 30	3.51	3.23*	1.83	1.61**	0.55	0.49*	1.96	2.01
I RM 26	3.25	2.99*	1.50	1.45*	0.48	0.45*	2.10	2.06
I RM 29	4.12	3.23**	2.48	1.62**	0.54	0.43**	2.69	2.19
I RM 31	3.78	3.1**	1.82	1.14**	0.68	0.56*	2.10	2.66
I RM 36	3.45	3.22*	1.77	1.60*	0.53	0.49**	2.00	2.07
I RM 32	3.32	2.21**	1.64	1.01**	0.56	0.44**	2.10	2.39
I RM 37	3.21	2.83**	1.72	1.13**	0.53	0.40	2.09	2.08

* y ** Representa diferencias significativas para el 5% y 1% el respectivamente por la prueba de t-Student.

La menor afectación de los carotenoides con relación a las clorofilas, pudiera relacionarse con el papel estabilizador de la membrana que tendrían estas moléculas con una fracción de la

violaxantina participando en el ciclo de las xantofilas (Taylor, 1996). En tal sentido el ciclo de las xantofilas se ha propuesto como un mecanismo que protege a las plantas, sobre todo al aparato fotosintético, del daño por radicales libres y de hecho se ha correlacionado la mayor actividad de este ciclo con una mayor resistencia de las plantas al daño por fotooxidación que se produce bajo estrés salino o por sequía (Raya-Pérez, 1998). De acuerdo con Zhang y Kirkhen (1996) los carotenoides pueden reaccionar con especies reactivas del oxígeno o con los estados excitados de la clorofila, apagándolos antes de que ocurra el daño.

Tal comportamiento coincide con lo observado en otros cultivos por Raya-Pérez (1998) señalando que esta disminución de las clorofilas con respecto a los carotenoides pudiera ser un rasgo de resistencia a la salinidad en este cultivo por lo que las variedades que mostraron tal comportamiento se pueden catalogar como tolerantes a este tipo de estrés.

Bibliografía.

1. Acevedo, E. Resistence to abiotic stresses. In: Hayward, M.D., Bosemark, N.O. y Romagosa, I. (Ed.) Plant Breeding: Principles and Prospect. Chapman & Hall, London, pp. 406-418, 2003.
2. González, L.M. & R. Ramírez. Respiración, relaciones hídricas y concentración de pigmentos en plántulas de arroz cultivadas en condiciones salinas. *Cultivos Tropicales*, vol. 20 no. 1, p. 35-37, 1999.
3. González, L.M. *et. Al.* Efecto de la sequía simulada con PEG-6000 sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas de dos variedades de trigo. *Cultivos Tropicales*, vol. 26 no. 4, p. 5-8, 2005.
4. Isla R y A. Royo Tolerancia a la salinidad en la tribu triticeae. *Investigación Agraria, Producción y Protección vegetal*, vol. 12, no. 1, 2 y 3, p. 133-145, 1997.
5. Kramer, P.J. . Water relation of Plants. *Academic Press*, , New York, 475 pp. 1983.
6. Lichtenthaler, H.K. & A.R. Wellburn. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, vol. 603, p. 591-592. 1984.
7. López, L. Fenológica Susceptibility to salinity in wheat . *Indian Journal of Agricultural Science*, vol. 31, no. 4, p. 36-45. 1991.
8. Mano, Y & K Takeda. Genetic resources of salt- tolerance at germination and the seedling stage in wheat. *Japanese Journal of Crop Science*, vol. 70, no. 2, p. 215-220. 2000.
9. Raya-Pérez, J.C. Resistencia a sequía, un avistamiento. *Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 4no. 2, p. 267-272. 1998.
10. Royo. A & 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*, vol.17, no.3, p. 410- 421. 2003.
11. Taylor, C.B.. Control of cyclic carotenoid biosynthesis: no lutein, no problem. *Plant Cell*, 8: 1447-1450,. Tolerancia de los cultivos a la salinidad: la cebada como caso de estudio. *Investigación Agraria. Producción y Producción Vegetal*, , vol. 17 no. 3, p. 410- 421. 1996.
12. Yamasaki, S. & L. Rebello. Measurement of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal*, vol. 11, no. 2, p. 69-75. 1999.
13. Zhang, J. & M.B. Kirkhan. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seed lings. *New Phytology*, vol. 132p. 361-373. 1996.