

Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad

Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad

Dariellys Martínez, Rafael Huelva, Liane Portuondo y Fernando Guridi.

1. Dpto. Química. Fac. Agronomía. Universidad Agraria de la Habana, UNAH. "Fructuoso Rodríguez Pérez". Autopista Nacional. Km 23 ½. Carretera de Tapaste. San José de las Lajas. La Habana.

E-mail: rafael@isch.edu.cu

RESUMEN. Se condujo un experimento con plantas de maíz en macetas y sustrato inerte de arena para evaluar el efecto del NaCl (100 mMol) y la combinación de la sal con una disolución de sustancias húmicas líquidas (SHL) obtenidas de un vermicompost de estiércol bovino sobre las masas secas de la parte aérea y de la raíz y los indicadores bioquímico-fisiológicos: contenido de pigmentos, carbohidratos reductores y el aminoácido prolina a los 10 días después de sembradas las semillas. Los resultados muestran modificaciones o cambios significativos en los valores de los indicadores estudiados favorables a concentraciones que permiten establecer mayor tolerancia al estrés salino por una posible acción "bioprotectora" de las SHL.

Palabras clave: maíz, sustancias húmicas líquidas, NaCl

ABSTRACT. Was carried on an experiment with plants of corn in gavels and sand to evaluate the effect of the NaCl (100 mMol) and the combination of the salt with a breakup of humics liquid substances (HLS) obtained of a vermicompost of bovine manure on the dry masses of the air part and of the root and the biochemic-physiologic indicators: content of pigments, carbohydrates reducers and the amino acid prolina to the 10 days after having sowed the seeds. The results show modifications or significant changes in the values from to favor studied indicators to concentrations that allow to establish bigger tolerance to the salt stress for a possible action "bioprotective" of the HLS.

Key words: corn, humics liquid substances, NaCl

INTRODUCCIÓN

En la bioquímica y fisiología de las plantas el efecto del estrés salino ha sido progresivamente estudiado en los últimos años para poder dar una explicación más rigurosa de las bajas producciones de los cultivos en este medio. Bajo esta condición son encontradas modificaciones en el plano metabólico de la composición de diferentes moléculas; en particular, cambios en la composición de aminoácidos y entre ellos el de la prolina de algunas especies vegetales.

Parece ser que la prolina juega un papel (conjuntamente con otros solutos) de ajuste osmótico en las células, lo que proporciona una mayor tolerancia al estrés de las plantas. Los efectos de las sustancias húmicas sobre el crecimiento y

desarrollo de los vegetales, señalan la influencia positiva sobre el transporte de iones, facilitando la absorción y permeabilidad de las membranas, la acción directa sobre procesos metabólicos tales como: respiración, fotosíntesis y síntesis de proteínas mediante el aumento o disminución de la actividad de diversas enzimas, el contenido de metabolitos y la actividad tipo hormonal de estas sustancias (Nardi y col, 2002).

Los estudios de los efectos beneficiosos del uso de las sustancias húmicas y de los residuos de la extracción de estas (Calderín y col, 2009) en las plantas por regla general son desarrollados analizando los mecanismos que acontecen fundamentalmente en la raíz, sin embargo otros

trabajos más recientes reseñan actividades modificadas en diferentes indicadores de crecimiento y bioquímico-fisiológicos cuando se realizan aplicaciones foliares.

Efectos “bioprotectores” de las sustancias húmicas ya han sido observados por Reyes, (2008) en plantas de tomate que se desarrollaron bajo condiciones de salinidad.

En consecuencia, el objetivo del presente trabajo es:

- Evaluar a través de indicadores bioquímicos fisiológicos el posible efecto bioprotector de las sustancias húmicas líquidas obtenidas de vermicompost en plantas de maíz bajo condiciones de salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo con semillas de maíz (*Zea mays* L., var: P2928), las cuales fueron plantadas y cultivadas en macetas bajo condiciones artificiales de luminosidad en el mes de febrero del 2009. Las semillas fueron esterilizadas con solución de NaClO al 5 % (v/v), luego se colocaron en macetas de 1L de capacidad con arena lavada y estéril, las que continuamente tuvieron suministro de una disolución nutritiva (Murashine Skoog, 1960) por capilaridad.

A los 10 días después de sembradas (DDS) se conformaron cuatro tratamientos; C: control consistente en solamente la disolución nutritiva; en el segundo tratamiento se colocaron las plantas en una disolución de NaCl (100 mM); en el tercer tratamiento una disolución de sustancias húmicas líquidas (SHL; 1:40; v:v) aisladas de un vermicompost de estiércol vacuno se agregó en las macetas junto con el NaCl correspondiente al tratamiento radicular (SHL 1/40 R) y el cuarto tratamiento (SHL1/40 F) aspersión foliar de las plantas utilizando la misma concentración de SHL y sumergidas en NaCl en igual fecha.

Se sembraron 10 plantas por maceta (6 réplicas) y se utilizaron para el estudio de los indicadores 6 observaciones respectivamente. Los diferentes tratamientos se mantuvieron en las macetas durante el tiempo experimental de manera que las disoluciones (solución nutritiva y/o + SHL 1:40) llegasen a las raíces por capilaridad hasta el momento del muestreo.

Los muestreos se realizaron a los 13 DDS para estimar los indicadores de masa fresca y seca. En el muestreo fue realizada la determinación de pigmentos fotosintéticos, carbohidratos reductores y prolina libre en las hojas con un equipo UV-Vis (RayLeigh; UV-2100) en cada uno de los tratamientos. La acumulación de Prolina libre fue calculada utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{\frac{\mu \text{Pro}}{\text{ml}} \times \frac{\text{ml Tolueno}}{115.5 \times \frac{\mu \text{g}}{\mu \text{mol}}}}{\frac{\text{g muestra}}{5}} = \frac{\mu \text{mol Pro}}{\text{g Masa Fresca}}$$

Los datos obtenidos de cada variable en estudio fueron tratados previamente con el Microsoft Office EXCEL 2003 y posteriormente se realizó un ANOVA Simple mediante el paquete estadístico StatGraphics Plus (v. 5.1). En los casos en que los indicadores mostraron diferencias significativas se utilizó la comparación múltiple de medias de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sensibilidad de las plantas a altas concentraciones de sal (NaCl) se manifiesta con una reducción en la biomasa y ésta se atribuye a alteraciones en las relaciones hídricas y a desórdenes nutricionales que afectan directa o indirectamente a procesos fisiológicos de las plantas (Bayuelo-Jiménez y col; 2002). Estos planteamientos están en concordancia con los resultados encontrados para las masas secas del tratamiento que contiene sólo NaCl (Tabla 1) y por otra parte, existe un aumento de los valores cuando están simultáneamente en la disolución las sustancias húmicas líquidas.

El menor efecto estresante por el NaCl sobre la parte aérea y la raíz tiende a preservar mejor la capacidad para mantener en funcionamiento los tejidos fotosintéticamente activos y la capacidad de absorción de las raíces por medio de las sustancias húmicas líquidas, por ello las plantas tendrían una mayor producción de fotosintatos y una mayor absorción por las raíces de sustancias nutritivas, lográndose como beneficio un incremento de la biomasa con esta disolución.

En la Figura 1 son representados los valores de los diferentes tipos de pigmentos para los tratamientos empleados. Nótese que en todos los tipos de

Tabla 1. Masas Secas de la parte aérea y de la raíz de plántulas de maíz bajo condiciones de salinidad y tratadas con disolución de sustancias húmicas líquidas.

Tratamientos	Masa Seca (parte aérea) (g)	Masa Seca (raíz) (g)
Control	0.0716 a	0.0422 ab
NaCl	0.0623 b	0.0348 b
NaCl+HLraíz	0.0690 ac	0.0473 a
NaCl+ HLhoja	0.0648 bc	0.0468 a
ESx	0.0012	0.0016
Signif	*	*

a...c/ Medias con desiguales letras difieren significativamente a p<0,05

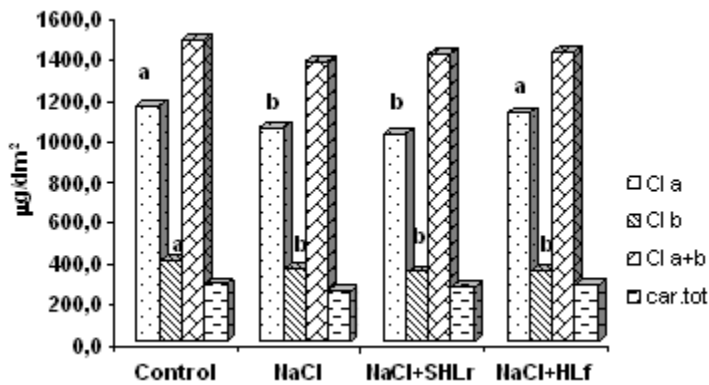


Figura 1 Contenido de Pigmentos foliares en plantas de maíz bajo condiciones salinas y aplicadas con sustancias húmicas líquidas.

a...b/ Medias con desiguales letras difieren significativamente a p<0,05

pigmentos se encontró una ligera disminución con respecto al control en los contenidos foliares cuando las plantas fueron tratadas con NaCl. Sin embargo, no todos los pigmentos fueron modificados por el efecto de la concentración de la sal sola o la sal y las SHL. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados para el contenido de Cl a+Cl b ni tampoco para el contenido de carotenoides, por lo que sería necesario realizar un estudio de más rigor en este sentido y quizás involucrando otras concentraciones de NaCl.

La interpretación de los resultados por tanto resulta complicada pues pudiera interpretarse como que las SHL parecen no lograr contrarrestar el efecto estresante provocado por el NaCl, a pesar que se conoce por diferentes trabajos de aplicaciones foliares y por la raíz de SHL por si solas que la sustancias húmicas establecen algún tipo de estímulo, quizás de tipo hormonal, desencadenante a nivel de

las membranas de respuestas para provocar la activación de sistemas enzimáticos participantes en la síntesis de las clorofilas, entre ellas, las clorofilasas.

Sotiropoulos (2007) trabajando en otro cultivo obtuvo similares resultados a los reportados aquí para los pigmentos fotosintéticos, una disminución en su contenido foliar asociado al estrés causado por el NaCl.

Las aplicaciones de las SHL conjuntamente con el NaCl (Figura 2 A) produjeron una disminución significativa en el contenido de los azúcares reductores lo que implicaría que estos son rápidamente utilizados o para la obtención de energía o para la formación de carbohidratos de reserva y estructurales requeridos para el crecimiento de las plantas en esta etapa y quizás favorecido por la adición de las sustancias húmicas, de las cuales se conoce una estimulación en el metabolismo en este sentido.

Por otro lado, en el tratamiento de NaCl son acumulados los azúcares reductores presumiblemente debido al papel que se le atribuyen a los azúcares no estructurales en la función de osmoreguladores para un grupo de especies vegetales bajo condiciones de estrés.

Los resultados encontrados por Muscolo y col; (2003) muestran un diferente comportamiento. Estos investigadores reportan la acumulación de los azúcares foliares: sacarosa, glucosa y fructuosa en una planta forrajera a partir de la concentración de 100 mM (igual a la utilizada en este experimento) o más concentrada en NaCl.

Muchas plantas acumulan altos niveles de prolina en respuesta al estrés osmótico, pues este aminoácido está ampliamente relacionado con las funciones de resistencia. Estos niveles en condiciones normales son muy bajos en las plantas. El incremento del aminoácido prolina según los reportes de diferentes autores puede verse

incrementado de 5-9 veces con respecto al control bajo el estrés de la salinidad por NaCl. Penichet y col; (2006) reportan incrementos superiores a estos en genotipos de maíz sometidos a una disolución de NaCl al 1 %. En nuestro trabajo, este mismo indicador aumentó aproximadamente 1,6 veces con respecto al control (Figura 2 B), mientras los tratamientos que contenían sustancias húmicas líquidas además del NaCl se mantuvieron significativamente similares al control, lo que pudiera estar relacionado con la actividad anteriormente señalada y disminuyendo el efecto nocivo del NaCl.

CONCLUSIONES

- Los resultados indican que la disminución de la biomasa y de las clorofilas, el contenido de carbohidratos reductores y la acumulación de prolina estuvieron asociados al estrés producido por el NaCl

- La introducción en el sistema de las sustancias húmicas líquidas constituyó un aspecto favorable en la disminución del efecto estresante por el NaCl.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bayuelo-Jiménez, Jeannette; Dbouck, D.G and Linch, J.P. Salinity tolerance in *Phaseolus* Species during Early Vegetative Growth. *Crop. Sci* 42: 2184-2192, 2002.
2. Calderín, A., Guridi, F., Pimentel, J., García, E., Huelva, R., Valdés, R. Efectos biológicos derivados del Humus de Lombriz sobre el crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays*. L.). Var. Canillas. *Revista Centro Agrícola* (aceptado para publicación). ISSN:0121-6651. 2009.

3. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue. *Phys. Plant.* 15:473-493.

4. Muscolo, Adele, Panuccio María R., Sidari María. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochts). *Plant Science* 164: 1103-1110, 2003.

5. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry* (34), pp: 1527-1536, 2002.

6. Penichet Heidi., Socorro, A., Cabrera Melba., Capote Amelia., Mendoza Ma. Julia y Palacios Zoila. Niveles de prolina libre y conductividad eléctrica en plántulas de maíz como indicadores de tolerancia a la salinidad. En: Congreso Científico del INCA (15: 2006, nov 7-10, La Habana). Emorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2006. ISBN 959-7023-36-9.

7. Reyes, J.J. Aplicación del humus líquido (Liplant) como alternativa ecológica para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*. Mill) en suelos afectados por salinidad. Tesis de Maestría en Agroecología y Agricultura Sostenible. UNAH, 2008.

8. Sotiropoulos, T.E. Effects of NaCl or CaCl₂ on growth and contents of minerals, chlorophyll, proline and sugars in the apple rootstock M4 culture *in vitro*. *Biologia Plantarum* 51(1): 177-180, 2007.

Recibido: 15/12/2010

Aceptado: 04/07/2011