

Caracterización de cuatro variedades de algodón frente a condiciones de estrés salino

Ing. Agr. Winkler Horacio Martín
Ing. Agr. Mieres Luciano MP 3/191
Ing. Agr. Dileo Pablo
Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116
EEA INTA Reconquista

Fernandes Iago
Senna Rafael
Rodela, Daniel
Cordeiro Carlos Felipe
UNOESTE Paulista, Brasil

Troncoso Carlos
Universidad Tolima, Colombia

Lorenzini Fernando
UNL, Santa Fe

winkler.horacio@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

Las sales solubles en el suelo pueden perjudicar el desarrollo y crecimiento de las plantas, restringiendo el suministro de agua, produciendo efectos antagónicos y provocando acciones tóxicas. Además, pueden influir en la calidad de los productos. Las plantas para crecer deben extraer agua de la solución del suelo; la extracción implica un trabajo contra la succión total que afecta la disponibilidad de agua del suelo. Cuanto mayor sea el contenido de sales solubles mayor será la presión osmótica y mayor el trabajo necesario para extraer el agua. La consecuencia es una restricción de la provisión de agua que origina menor crecimiento.

Los suelos agrícolas en la cuenca Bajos Submeridionales al norte de la provincia de Santa Fe presentan características halo-hidromórficas.

Por sus orígenes xerofíticos, el cultivo de algodón está clasificado como cultivo tolerante a la sal, aunque a partir de una conductividad por encima de 5 mS.cm^{-1} la sensibilidad aumenta entrando en un estado de estrés, hasta un umbral de $7,7 \text{ mS.cm}^{-1}$. De esta manera, el cultivo de algodón podría ser promisorio para zonas donde las sales incrementan el riesgo productivo

Existe una gran necesidad de concentrar los esfuerzos para desarrollar variedades de algodón que se adapten a las características agroecológicas de cada región. Para este propósito, es necesario contar con información previa respecto a la respuesta de la planta al estrés por salinidad en varias etapas de desarrollo.

OBJETIVO

Caracterizar morfológica, agronómica y fisiológicamente el comportamiento de cuatro variedades de algodón seleccionadas del banco de germoplasma argentino ante un período de estrés salino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la EEA INTA Reconquista bajo condiciones semicontroladas de invernáculo utilizando macetas de 5 litros de capacidad con suelo-sustrato inerte relación 3:1 en un diseño completamente al azar con 8

repeticiones. Fueron evaluados 4 genotipos de algodón "Guazuncho 3 INTA", "Oro Blanco 2", "Paymaster 145" y "NuOpal". Esta elección de variedades se realizó en función de características productivas en condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo.

Para llevar a cabo el ensayo, se colocaron 5 semillas de cada variedad por maceta y cuando se encontraban en el estado fenológico de 2° hoja totalmente expandida se raleó dejando una sola planta por maceta, buscando uniformidad de tamaño entre plantas.

El tratamiento con estrés salino se realizó mediante riegos de 500ml con una solución salina de NaCl de 150mM con una conductividad eléctrica de $15,6 \text{ ms.cm}^{-1}$ cada dos días desde 3° hoja completamente expandida a 1° flor abierta. El tratamiento control consistió en riegos similares con agua de buena calidad (conductividad eléctrica $0,52 \text{ ms.cm}^{-1}$).

Se realizaron análisis de la mezcla de suelo y sustrato de las macetas previamente a la siembra de ensayo y posteriormente al finalizar el mismo en poscosecha, para observar las variaciones químicas del mismo después de los tratamientos. Los análisis se efectuaron en el laboratorio de suelos de INTA Reconquista.

Se hizo una caracterización morfológica, agronómica y fisiológica de las diferentes variedades en cada tratamiento. Para ello se llevaron a cabo diferentes mediciones en distintos momentos del ciclo del cultivo: biomasa, mapeo en tres etapas fenológicas (1° flor abierta, cutout, madurez fisiológica), peso seco de raíces; rendimiento de fibra, % desmote, contenido relativo de agua (CRA), fotosíntesis, SPAD, conductancia estomática (C.Es.), temperatura de la hoja y parámetros tecnológicos de calidad de fibra (laboratorio HVI APPA).

Por otro lado, se realizó una evaluación de germinación en diferentes condiciones de estrés osmótico. Para ello se utilizaron 6 concentraciones de PEG 6000 (0, 100, 150, 200, 250, 300 g.l^{-1}). El PEG (polietilenglicol) es un polímero que genera aumento de potencial osmótico comúnmente utilizado en estudios de estrés. A cada concentración le corresponde un potencial osmótico (0, -0.15, -0.3, -0.5, -0.7, -1 Mpa), es decir, la fuerza a la se ve sometida la semilla para poder extraer agua y germinar. Para determinar el

porcentaje de germinación (PG), se colocaron bandejas en cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada variedad en cámara de crecimiento a una temperatura constante de 25 °C. Cada bandeja contenía 25 ml de cada solución con PEG, dispuestas en un diseño completamente aleatorizado dentro de la cámara.

Con los resultados se realizaron análisis estadísticos considerando las varianzas (ANOVA) y comparando las medias mediante test de LSD Fisher, utilizando el software Infostat.

RESULTADOS

Análisis de suelo

Como se puede observar en la Tabla 1, las principales características físico químicas afectadas por el riego con solución salina, fueron el aumento considerable del contenido de sodio (Na⁺) intercambiable y la conductividad eléctrica (C.E). Con la implementación de los tratamientos se logró incrementar el Na⁺ y C.E a 14,3 y 5,31, respectivamente. Estos valores están por encima de los valores óptimos para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Tabla 1 Características físico químicas del suelo de macetas previo a la siembra y al final del ensayo poscosecha.

| DESCRIPCIÓN | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | pH | C.E | Fecha |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| | cmol.kg ⁻¹ | cmol.kg ⁻¹ | cmol.kg ⁻¹ | cmol.kg ⁻¹ | rel. 1:2,5 | rel. 1:2,5 | |
| Maceta previo a la siembra | 0,6 | 0,8 | 27 | 2,2 | 6,7 | 0,5 | 13/1/2019 |
| Maceta poscosecha (Salinidad) | 14,3 | 0,35 | 21,2 | 4,3 | 7,45 | 5,31 | 10/7/2019 |
| Maceta poscosecha (Control) | 0,6 | 0,45 | 26,8 | 6,2 | 7,8 | 0,22 | 10/7/2019 |

Caracterización morfológica, agronómica y fisiológica:

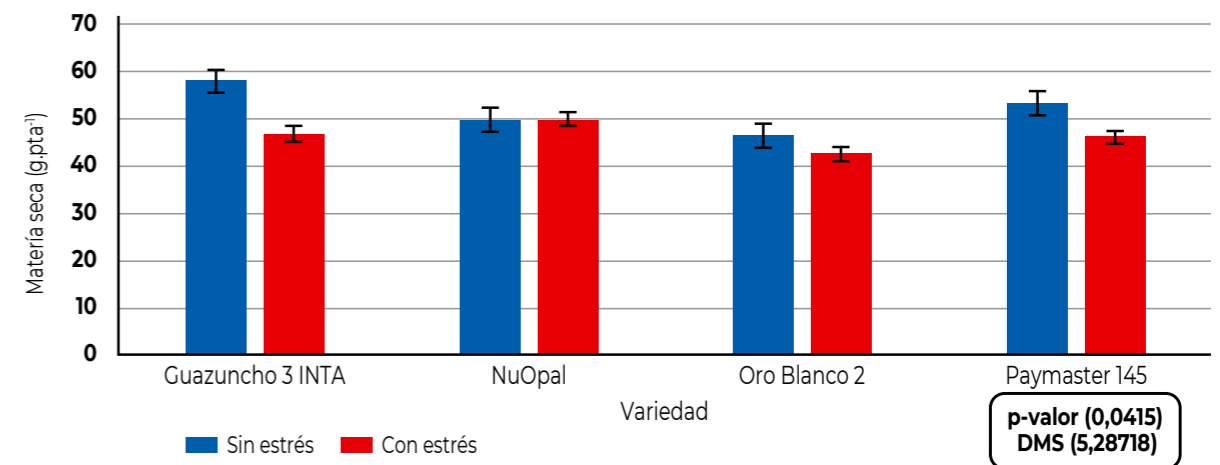
La fotosíntesis, C.Es., CRA, SPAD, temperatura de la planta, entre otros, son parámetros fisiológicos que nos ayudan a determinar un diagnóstico del estado de estrés en el que se encuentra la planta o el cultivo, como también poder diferenciar si existe variabilidad en la respuesta a dicho estrés entre distintos genotipos. Como se observa en la Tabla 2 los resultados indicaron que las condiciones de estrés salino, afectaron de manera negativa todas las variedades evaluadas. Las variables que sufrieron una reducción respecto al testigo fueron:

altura (- 21,8 %) y biomasa (- 10,5%). Con respecto a los parámetros fisiológicos, las variedades bajo estrés salino presentaron una reducción de fotosíntesis (- 35,5%), CRA (- 10,7%) y C.Es. (- 65%). Por otro lado, las mismas registraron un aumento de temperatura en hojas debido al estrés, en promedio, de 1°C. No se registraron diferencias significativas en el desarrollo y en los distintos parámetros de rendimiento. Por último, se observa que el estrés salino afectó significativamente la acumulación de biomasa aérea y la altura de las plantas (Figura 1).

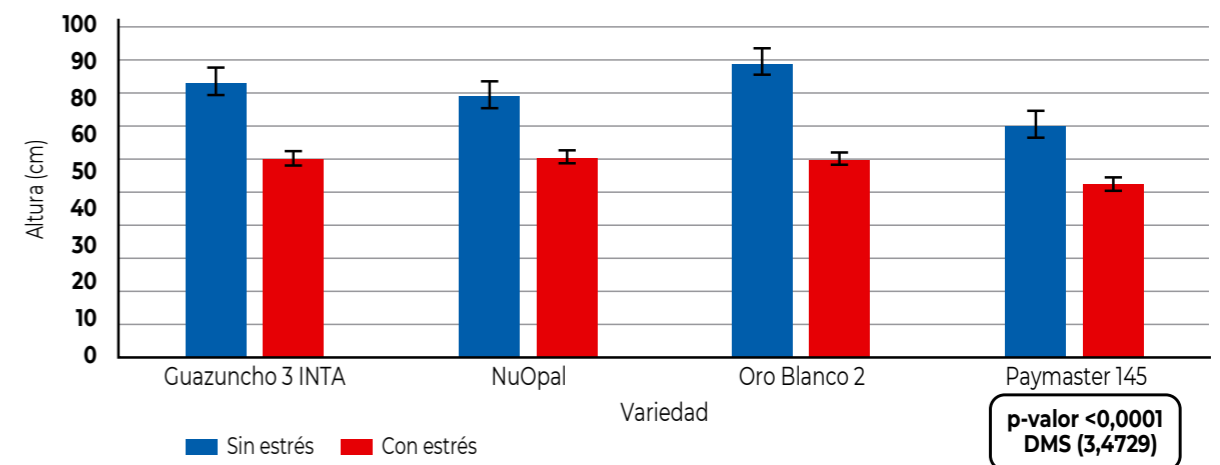
Tabla 2. Promedio de los resultados de las diferentes variables morfológicas, agronómicas y fisiológicas para las cuatro variedades en diferentes condiciones: sin estrés salino (SS) y con estrés salino (CS). Las diferencias significativas se observan en la parte inferior. Referencias: ns = no signif. *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001

| Variedad | Altura (cm) | | Biomasa aérea (g.pta ⁻¹) | | Biomasa radicular (g) | | Rendimiento (gFB.pta ⁻¹) | | Desmote (%) | |
|------------------|--------------|-------|--------------------------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------------------------|-------|-------------|-------|
| | SS | CS | SS | CS | SS | CS | SS | CS | SS | CS |
| Guazuncho 3 INTA | 83,75 | 60,25 | 58,12 | 47,06 | 9,38 | 8,08 | 9,65 | 8,49 | 40,53 | 38,22 |
| NuOpal | 79,5 | 60,88 | 49,88 | 49,97 | 6,83 | 8,57 | 8,62 | 10,99 | 40,66 | 39,9 |
| Oro Blanco 2 | 89,5 | 60,38 | 46,65 | 42,83 | 11,59 | 7,01 | 8,67 | 10,22 | 38,55 | 40,62 |
| Paymaster 145 | 70,5 | 52,63 | 53,56 | 46,31 | 6,79 | 8,78 | 8,81 | 10,7 | 38,55 | 40,41 |
| Variedad | ** | | ns | | ns | | ns | | ns | |
| Tratamiento | *** | | * | | ns | | ns | | ns | |
| Trat*Var | ns | | ns | | ns | | ns | | ns | |
| Variedad | Fotosíntesis | | C.Es. | | CRA | | Temp. hoja | | SPAD | |
| | SS | CS | SS | CS | SS | CS | SS | CS | SS | CS |
| Guazuncho 3 INTA | 22,4 | 11,5 | 0,22 | 0,06 | 91,59 | 80,96 | 35,18 | 36,6 | 40,88 | 40,16 |
| NuOpal | 21,22 | 12,71 | 0,23 | 0,06 | 87,41 | 78,83 | 35,35 | 36,86 | 38,73 | 41,79 |
| Oro Blanco 2 | 17,89 | 12,94 | 0,2 | 0,07 | 91,48 | 81,1 | 35,29 | 35,94 | 39,75 | 41,56 |
| Paymaster 145 | 17,64 | 13,85 | 0,16 | 0,07 | 88,74 | 80,58 | 36,15 | 36,73 | 44,45 | 42,64 |
| Variedad | ns | | ns | | ns | | ns | | ns | |
| Tratamiento | *** | | *** | | *** | | *** | | ns | |
| Trat*Var | ns | | ns | | ns | | ns | | ns | |

Biomasa Aérea



Altura de Plantas



Biomasa Radicular

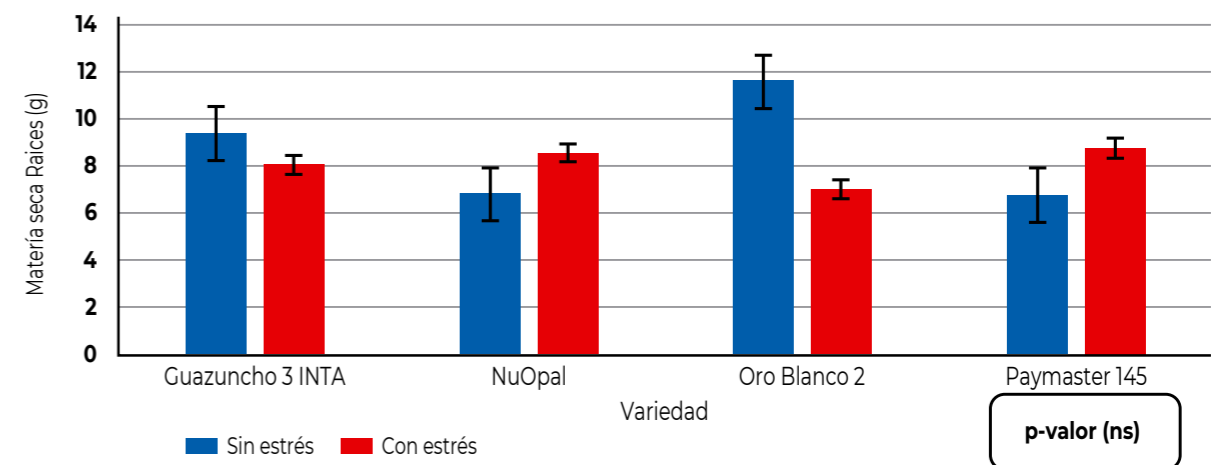


Figura 1. Biomasa aérea (g.pta⁻¹), altura de planta (cm) y biomasa radicular (g) para las cuatro variedades en los distintos tratamientos. En el cuadro posterior se indica el nivel de significancia con test LSD Fisher y las diferencias mínimas significativas DMS.



Calidad de fibra

Algunas de las variables que presentaron mayores efectos adversos debido al estrés salino, fueron los parámetros de calidad de fibra. En la Tabla 3 se observan los resultados de los análisis, viéndose afectados principalmente, el índice de hilabilidad (SCI), la longitud de la fibra (UHML), la uniformidad de longitud (UI), la resistencia y la elongación. Los efectos adversos fueron similares en los distintos genotipos evaluados.

Tabla 3. Resultados de los análisis de calidad de fibra (HVI) para cada genotipo en diferentes condiciones de estrés. (SCI) Índice de hilabilidad, (Mic) Micronaire, (UHML) Longitud de fibra, (UI) Uniformidad de fibra, (SF) Índice de fibra corta, (Str) Resistencia y (Elg) Elongación. Referencias: sin estrés salino (SS) y con estrés salino (CS).

| Variedad | Tratam. | SCI | Micronaire | UHML (mm) | UI (%) | SFI (%) | Resistencia (g.tex ⁻¹) | Elongación (%) |
|------------------|---------|-----|------------|-----------|--------|---------|------------------------------------|----------------|
| Guazuncho 3 INTA | CS | 142 | 3,47 | 30,79 | 82,1 | 7,9 | 31,3 | 6,6 |
| | SS | 147 | 4,60 | 30,57 | 83,5 | 7,3 | 33,2 | 6,4 |
| NuOpal | CS | 153 | 3,66 | 29,53 | 82,5 | 8,9 | 35,0 | 6,8 |
| | SS | 168 | 3,48 | 30,86 | 84,2 | 7,6 | 34,9 | 7,4 |
| Oro Blanco 2 | CS | 116 | 4,68 | 28,01 | 80,8 | 10,2 | 29,4 | 6,3 |
| | SS | 169 | 3,73 | 30,63 | 85,1 | 7,2 | 36,1 | 6,6 |
| Paymaster 145 | CS | 115 | 4,21 | 26,84 | 81,5 | 8,8 | 26,0 | 6,5 |
| | SS | 145 | 3,04 | 28,50 | 82,3 | 7,8 | 30,4 | 7,3 |

Germinación:

Los cuatro genotipos evaluados mostraron un efecto negativo en la variable medida (PG), y como se observa en la Figura 2, PG fue disminuyendo a medida que aumentó la concentración de PEG, es decir al ir aumentando el potencial osmótico hasta una concentración crítica (250 g.L⁻¹ = -0.7 Mpa) en la que la germinación se vio reducida hasta casi un 100%. En esta característica se pudieron observar diferencias entre los distintos genotipos. Según el comportamiento de cada variedad ante el aumento de potencial osmótico, el orden de tolerancia al estrés fue: Guazuncho 3 INTA, Paymaster 145, NuOpal y Oro blanco 2, siendo Guazuncho 3 la que mayor tolerancia presentó.

Es importante aclarar que el polímero de PEG sólo produce un efecto en aumento del potencial osmótico y no tiene un efecto de toxicidad por Na⁺ y Cl⁻.

Curva de Germinación

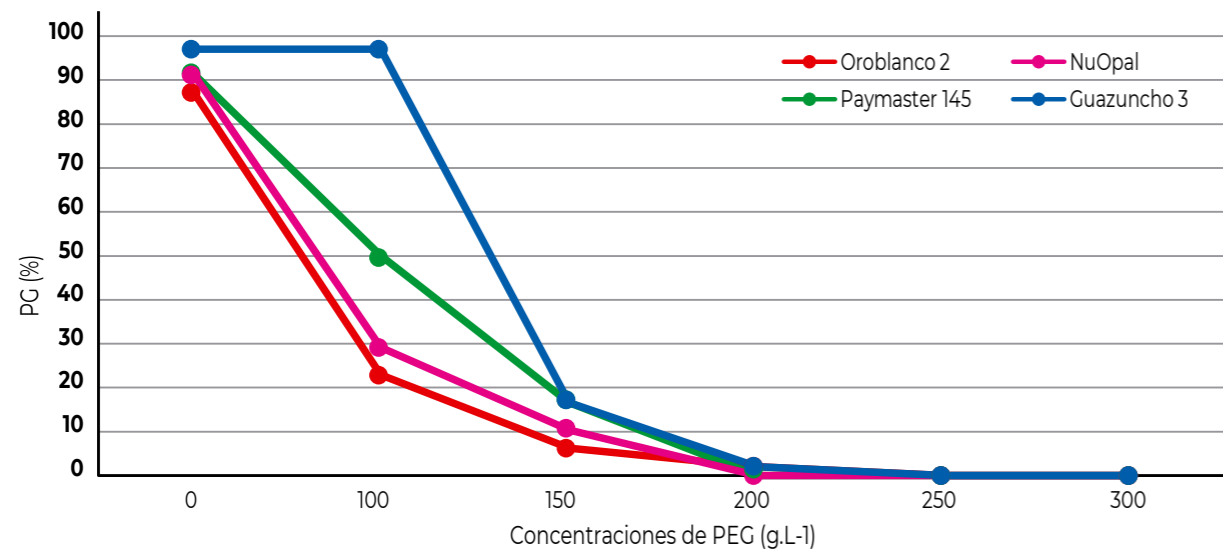


Figura 2. Curva de germinación con diferentes concentraciones de PEG 6000 para las cuatro variedades estudiadas

CONCLUSIONES

Para este ensayo en el que las situaciones de estrés salino fueron simuladas en condiciones semicontroladas, los genotipos evaluados mostraron una respuesta diferencial en algunas de las variables estudiadas, principalmente en las características de acumulación de materia seca, fisiológicas y parámetros de calidad de fibra.

Este tipo de ensayos resulta útil en un programa de mejoramiento para la descripción del comportamiento de diferentes genotipos ante condiciones adversas de estrés abiótico, en este caso por salinidad; y que nos puede permitir seleccionar variedades adaptadas que tengan una mejor respuesta frente a estas condiciones desfavorables.



FOTO 1 Y 2 (ensayo en el invernadero en diferentes estados fenológicos con estrés salino y sin estrés salino)

FOTO 3 (Aplicación del tratamiento. Riego con solución salina y con agua de buena calidad)

FOTO 4 (Ensayo de germinación con diferentes concentraciones de PEG 6000 en bandejas en cámara de crecimiento)

