



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO MITIGA LAS PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO OCASIONADOS POR CORN STUNT SPIROPLASMA

**HYDROGEN PEROXIDE MITIGATES YIELD LOSSES
CAUSED BY CORN STUNT SPIROPLASMA**

Hugo Martín Avila Poletti

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

Germán Luis Pérez

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

Celsa Noemí Balbi

Universidad Nacional del Chaco, Argentina

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10733

El Peróxido de Hidrógeno Mitiga las Pérdidas de Rendimiento Ocasionados por Corn Stunt Spiroplasma

Hugo Martín Avila Poletti¹

hugomavpoletti@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4444-8084>

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste
Corrientes Capital, Corrientes
República Argentina
Argentina

Germán Luis Pérez

glp@comunidad.unne.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0004-6571-1759>

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste
Instituto Agrotécnico
Universidad Nacional del Nordeste
Resistencia, Chaco, República Argentina
Argentina

Celsa Noemí Balbi

cnbalbi@agr.unne.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-7948-2350>

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes
Universidad Nacional del Chaco Austral
Presidencia Roque Sáenz Peña,
Chaco, República Argentina
Argentina

RESUMEN

El estudio investigó el impacto del peróxido de hidrógeno y los insecticidas en el cultivo de maíz bajo condiciones de estrés por la enfermedad Corn Stunt Spiroplasma (CSS), transmitida por *Dalbulus maidis*. Se llevaron a cabo dos experimentos en diferentes fechas de siembra en el noreste argentino, utilizando distintos tratamientos aplicados en varias etapas del ciclo del cultivo. Los resultados revelaron que los tratamientos con insecticidas redujeron la incidencia de la enfermedad CSS, mientras que el peróxido de hidrógeno promovió la producción de biomasa aérea total y el rendimiento de grano. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y las fechas de siembra en relación con la biomasa aérea total, el rendimiento de grano y el índice de cosecha. Además, el peróxido de hidrógeno mostró ser efectivo en el aumento de los componentes numéricos del rendimiento, como el número de granos y el peso de mil granos. En conclusión, el estudio sugiere que la aplicación de peróxido de hidrógeno en etapas tempranas del cultivo de maíz podría ser una estrategia valiosa para mitigar las pérdidas de rendimiento asociadas con la enfermedad CSS, al mismo tiempo que fomenta un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo.

Palabras clave: maíz, dalbulus maidis, spiroplasma kunkelli, componentes de rendimiento, índice de cosecha

¹ Autor principal

Correspondencia: cnbalbi@agr.unne.edu.ar

Hydrogen Peroxide Mitigates Yield Losses Caused by Corn Stunt Spiroplasma

ABSTRACT

The study investigated the impact of hydrogen peroxide and insecticides on maize cultivation under stress conditions from Corn Stunt Spiroplasma (CSS) disease, transmitted by *Dalbulus maidis*. Two experiments were carried out on different planting dates in northeastern Argentina, using different treatments applied at various stages of the crop cycle. The results revealed that insecticide treatments reduced the incidence of CSS disease, while hydrogen peroxide promoted total aboveground biomass production and grain yield. Significant differences were found between treatments and planting dates in relation to total aboveground biomass, grain yield and harvest index. In addition, hydrogen peroxide was shown to be effective in increasing numerical components of yield, such as the number of grains and the weight of a thousand grains. In conclusion, the study suggests that the application of hydrogen peroxide in early stages of maize cultivation could be a valuable strategy to mitigate yield losses associated with CSS disease, while also encouraging better crop growth and development.

Keywords: maize, dalbulus maidis, spiroplasma kunkelli, yield components, harvest index

Artículo recibido 28 febrero 2024
Aceptado para publicación: 25 marzo 2024



INTRODUCCIÓN.

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo de mayor producción en Argentina, donde en la campaña 2020/21 se produjeron 58,5 Millones de toneladas (Departamento de estimaciones agrícolas, 2024).

Esta producción fue creciendo gracias a la inclusión de ambientes de menor productividad (Satorre y Andrade, 2021), entre ellos el noreste argentino (NEA), considerada zona marginal para el cultivo (Maddonni *et al.*, 2021).

Entre las adversidades a las que se enfrenta están las enfermedades, siendo una de las más importantes corn stunt spiroplasma (CSS), cuyo agente causal es *Spiroplasma kunkelli* (Morand *et al.*, 2020), el cual tiene el potencial de causar pérdidas totales (Oliveira *et al.*, 2003). El único vector conocido de esta enfermedad es *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), no pudiendo ser transmitida de otro modo (Kunkel, 1946) razón por la cual el control de la enfermedad es mediante el control de dicho vector (Casuso, 2017). Actualmente, no existen insecticidas registrados para su control (CASAFE, 2024), aunque pueden utilizarse los recomendados por Morand *et al.* (2020).

En este contexto, otras sustancias son cada vez más utilizadas, una de ellas es el peróxido de hidrógeno, que en los últimos años se ha probado que tiene efectos positivos en el crecimiento (Juarez Santillán *et al.*, 2023), sanidad (Fernández, 2021) y en la mitigación del estrés (Sogah *et al.*, 2020).

El objetivo del presente trabajo es comparar el efecto de la aplicación de peróxido de hidrógeno e insecticidas sobre la sanidad del cultivo, el rendimiento, y sus componentes numéricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y condiciones de crecimiento

Los experimentos fueron conducidos en el campo experimental de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) en Corrientes, Argentina (27° 28' 27.23''S, 58° 47' 00.66''O; 60 m sobre el nivel del mar), en un suelo franco-arenoso (Escobar *et al.*, 1994). La región posee un clima mesotérmico, cálido templado, sin estación seca y con período libre de heladas de 340 a 360 días (Murphy, 2008)

Se realizaron dos experimentos, uno en fecha de siembra temprana (STE), sembrado el 20 de septiembre de 2022, y uno en fecha de siembra tardía (STA), sembrado el 21 de diciembre de 2022. Estas fechas fueron elegidas debido a que son los dos períodos del año en los cuales se siembra el cultivo de maíz en el NEA. El híbrido elegido fue P2089VY perteneciente a la compañía PIONEER, caracterizado como

un híbrido templado. Dicho híbrido fue elegido debido a que es frecuentemente usado por los agricultores en el noreste de Argentina.

Los experimentos se plantaron a mano a razón de tres semillas por hoyo y se procedió al aclareo en la fase V3 (Ritchie & Hanway, 1982), hasta alcanzar una población final de plantas de 6,63 pl. m⁻² con 0,52 m entre hileras. A lo largo del ciclo, el agua se suministró mediante riego por goteo con una frecuencia de tres veces por semana, que en conjunto con las precipitaciones se suministraron 612,76 mm y 631,14 mm de lámina de agua para STE y STA respectivamente. La radiación global incidente fue de 2350 MJ.m⁻² y 2140 MJ.m⁻² para STE y STA respectivamente. La fertilización se hizo en V3, con una dosis de 100 kg. ha⁻¹ N y 0,06 kg. ha⁻¹ Zn, aplicados al suelo y foliar respectivamente. Además de esto, se controlaron malezas, plagas y enfermedades que pudieran afectar el rendimiento.

Diseño experimental.

Tanto STE como STA se condujeron con una estructura factorial de tratamientos, con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

La parcela principal fue el bloque, cuyo factor de variabilidad se atribuyó a la pendiente en sentido N-S, siendo las subparcelas las unidades donde se aplicaron los distintos tratamientos de agroquímicos. Las mismas tuvieron diez líneas de plantación, por lo cual sus dimensiones fueron 5,2 m de ancho, con una longitud de 7 m.

Los tratamientos empleados fueron: Testigo con aplicación de agua (T1); Peróxido de hidrógeno 200 Vol., dosis: 1,5% V/V (T2); Peróxido de hidrógeno 200 Vol., dosis: 1,5% V/V + Lambdacialotrina 25% CS, dosis 35 cm³. ha⁻¹; Lambdacialotrina 25% CS, dosis: 35 cm³. ha⁻¹ (T4). Estos tratamientos se aplicaron en cinco momentos del ciclo: V4, V6, V8, V10 y V12, esto debido a que la ventana entre V4-V12 es la que presenta mermas significativas de rendimiento en caso de ocurrir la transmisión de la enfermedad por parte del vector *D. maidis* (Giménez Pecci *et al.*, 2012). Las aplicaciones se hicieron mochila pulverizadora de la marca Stihl, modelo SG51, aplicando a una presión de 2,5 bares con un caudal de aplicación de 209,09 L. ha⁻¹.

Evaluaciones agronómicas.

Las evaluaciones sanitarias se realizaron en R4, esto debido a que en dicha etapa se encuentra el momento óptimo (Barontini *et al.*, 2021). Se evaluó la incidencia tomando como positiva aquella planta

que presente sintomatología de la enfermedad en cualquiera de sus órganos, se muestrearon diez plantas por repetición. Además, se evaluó la severidad de la sintomatología usando la escala de Oleszczuk *et al.* (2015). Finalmente, para estimar la severidad de cada una de las enfermedades a nivel de la repetición, se utilizó un índice de severidad, cuya determinación se presenta en la Ecuación 1 (Adaptado de Barontini *et al.*, 2021).

$$\begin{aligned} \text{Índice de severidad} = & 0 \times (\text{n}^\circ \text{ plantas asintomáticas}) + 0,25 \times & \text{Ecuación 1} \\ & (\text{n}^\circ \text{ plantas con sintomatología 1}) + 0,50 \times (\text{n}^\circ \text{ plantas con} \\ & \text{sintomatología 2}) + 0,75 \times (\text{n}^\circ \text{ plantas con sintomatología 3}) + 1 \\ & \times (\text{n}^\circ \text{ plantas con sintomatología 4}) \end{aligned}$$

El experimento se cosechó en ambos casos cuando los granos se encontraban en madurez fisiológica, el 5 de enero y 10 de abril para STE y STA respectivamente. Se estimó la biomasa aérea total (BAT) y el rendimiento en grano (RG) cosechando diez plantas representativas por subparcela (1,50 m²) de las dos hileras centrales. Las muestras cosechadas se separaron en espigas y biomasa de brotes, y se secaron en estufa a 80°C hasta peso constante. El número total de granos por espiga se determinó mediante recuento manual y luego se expresó por unidad de superficie, expresándose como número de granos por m² (NG). El peso individual de los granos se calculó como el cociente entre RG y NG, expresándose como el peso de mil granos (P1000).

Análisis estadístico.

Los datos fueron analizados utilizando el siguiente modelo lineal :

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + c_k + e$$

μ describe la media global, a describe el efecto principal de la fecha de siembra, b describe el efecto principal del tratamiento, ab describe la interacción entre ellos, c describe el efecto bloque y el término del error. Los datos se analizaron mediante la prueba ANOVA y la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher a un nivel de probabilidad de 0,05 para comparar las medias. Todos los cálculos se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados indicaron que el modelo lineal no fue significativo para la variable incidencia en cuanto a fecha de siembra (p -valor = 0,14), fecha de siembra x tratamiento (p -valor = 0,39), y para el índice de severidad tanto en fecha de siembra (p -valor = 0,72), tratamiento (p -valor = 0,72) y fecha de siembra x tratamiento (p -valor = 0,48). En tanto para la variable incidencia, se aceptó el modelo y el tratamiento que presentó los mayores valores de CSS fue T1, en tanto que T4, presentó los menores valores (Tabla 1). La reducción de la incidencia en los tratamientos que incluyeron insecticida pudo deberse a que el control temprano, es decir, entre VE y V8 efectuado tanto por el curasemillas como por las sucesivas aplicaciones de lambdacialotrina evitaron infecciones secundarias al controlar los insectos durante el período de latencia de los mismos (Bedendo & Lopes, 2019).

Table 1. Incidencia CSS en las fechas de siembra realizadas. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$). * p -valor $< 0,05$.

Tratamiento	Incidencia (%)
T1	86.67 a
T2	78.33 ab
T3	57,14 c
T4	64.29 bc
p-valor	*

En la variable biomasa aérea total (BAT), no se encontró significancia en el modelo lineal entre las diferentes fechas de siembra (p -valor = 0,51), pero si para los diferentes tratamientos (p -valor = 0,0120) y para la interacción tratamiento x fecha de siembra (p -valor = 0,0129).

T2 fue el tratamiento que presentó los mayores valores de BAT, diferenciándose significativamente de T1, T3 y T4, en tanto que estos últimos no se diferenciaron significativamente entre sí (Figura 1); previamente, se ha encontrado que el uso de peróxido de hidrógeno permite incrementar la producción de BAT en el cultivo de maíz (Guzel & Terzi, 2013). En el caso de la interacción fecha de siembra x tratamiento, T1 presentó una interacción entre STEy STA, esto debido a que en STA presentó una producción un 25% superior, presentado diferencias significativas; T3 y T4 en cambio presentaron producciones superiores en STE, siendo dicho incremento de producción un 15,06% y 9,46% respectivamente, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre fechas de siembra para

dichos tratamientos. En tanto para T2, tanto en STE como en STA los valores de BAT presentaron valores muy similares (Figura 2).

Figura 1. Biomasa aérea total para los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).

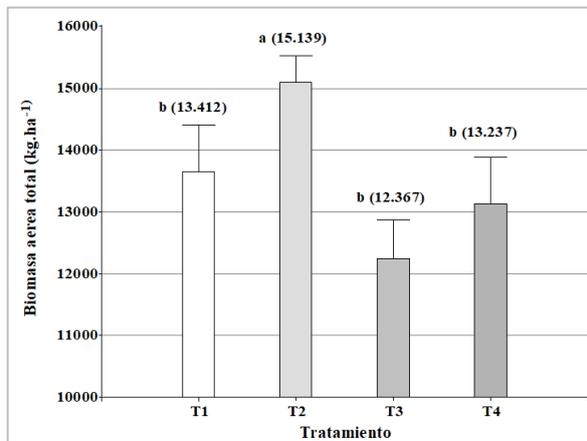
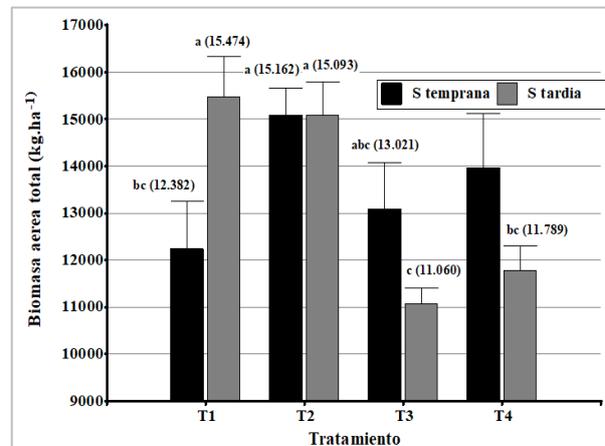


Figura 2. Producción de biomasa aérea total en las diferentes fechas de siembra y tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).



En cuanto a la variable RG no se encontró significancia en el modelo lineal en la interacción tratamiento x fecha de siembra (p -valor = 0,12), pero si para los diferentes tratamientos (p -valor $< 0,0001$) y para las diferentes fechas de siembra (p -valor $< 0,0001$).

STE fue la fecha de siembra que mayores rendimientos presentó (Figura 3), esto pudo deberse a las mejores condiciones ambientales en relación a radiación incidente y amplitud térmica (Andrade *et al.*, 2023). En el caso de los diferentes tratamientos, T2 fue el tratamiento que presentó los mayores valores, diferenciándose significativamente de T1, T3 y T4 (Figura 4). Estos resultados permitirían inferir que mediante la aplicación de peróxido de hidrógeno la planta tuvo una respuesta diferencial frente al estrés generado por la enfermedad. Dicho comportamiento fue reportado previamente ante estrés por salinidad, en donde el cultivo incrementó la actividad fotosintética de las hojas (Dias de Azevedo *et al.*, 2005; Ashraf *et al.*, 2014, Ritchie *et al.*, 2023), esto debido al aumento de la concentración de clorofila en las hojas, incrementándose también el crecimiento de raíces (Santillán *et al.*, 2023) y en arroz (Sohag *et al.*, 2020).

Figura 3. Producción de granos en las diferentes fechas de siembra. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).

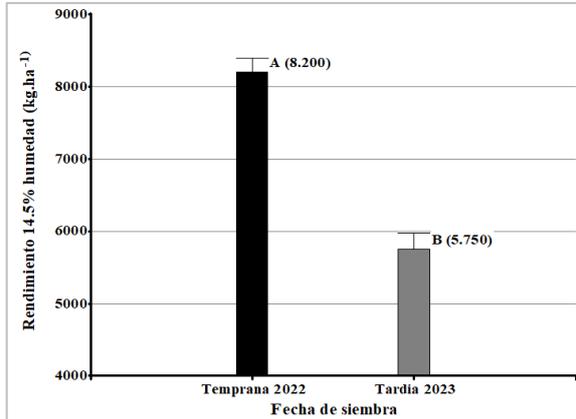
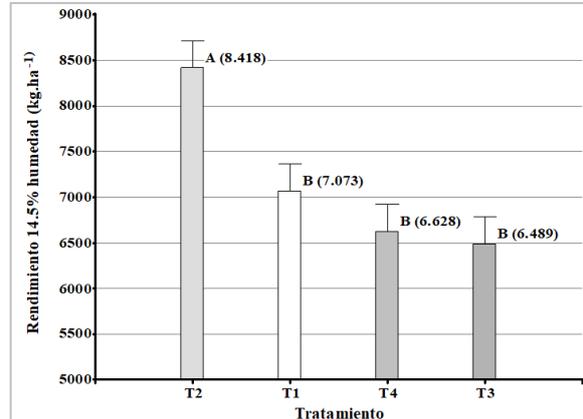


Figura 4. Producción de granos en los distintos tratamientos aplicados. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).



Para la variable índice de cosecha, se encontró significancia en el modelo lineal para los diferentes tratamientos (p -valor = 0,02), la fecha de siembra (p -valor < 0,0001), y para la interacción tratamiento x fecha de siembra (p -valor = 0,01). T2 y T1 fueron los tratamientos que presentaron los mayores índices de cosecha, T2 se diferenció significativamente de T3 y T4, pero no de T1 (Figura 5). En el caso de la fecha de siembra, STE fue la que presentó los mayores índices de cosecha (Figura 6). Para la interacción tratamiento x fecha de siembra, se observó que todos los tratamientos presentaron mayor índice de cosecha (IC) en fecha de siembra temprana; T2 presentó los mayores IC en fecha de siembra temprana, pero se diferenció significativamente solo de T4, en tanto que para STA, T1 presentó los mayores valores de IC diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos (Figura 7).

Figura 5. Índice de cosecha para los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).

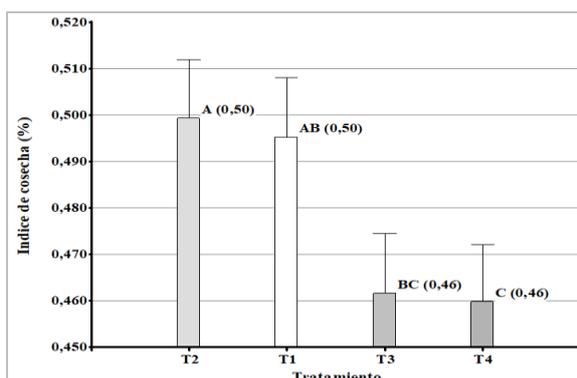


Figura 6. Índice de cosecha para las diferentes fechas de siembra. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).

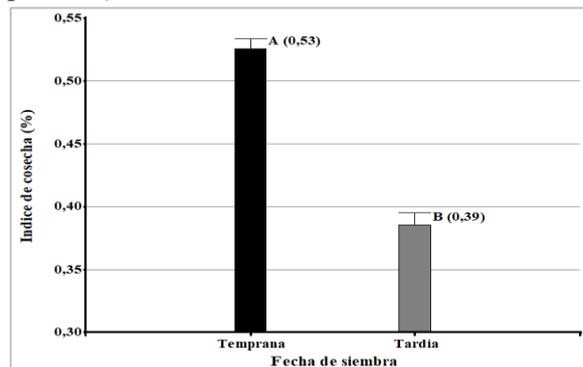
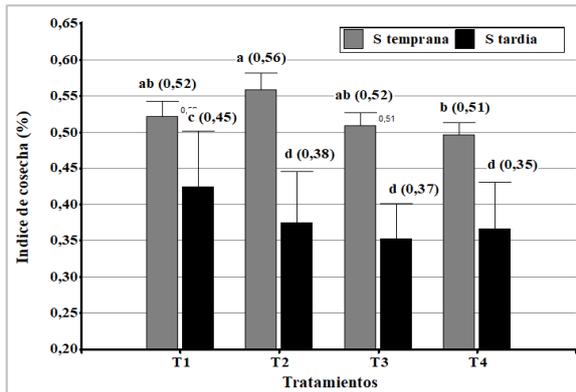


Figura 7. Índice de cosecha en las diferentes fechas de siembra y tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$).



El NG es el componente numérico de rendimiento que explica en mayor medida el rendimiento de granos (Andrade *et al.*, 1996). Los resultados del ensayo indicaron que la fecha de siembra temprana tuvo los mayores valores tanto para NG como para P1000 (Tabla 2). En cuanto a los diferentes tratamientos, para la variable NG, T2 presentó los mayores valores, diferenciándose significativamente solo de T1, tratamiento que presentó los menores valores; para la variable P1000, T2 también presentó los mayores valores, no diferenciándose de T1 pero si de T3 y T4 (Tabla 2). En tanto, la interacción fecha de siembra x tratamiento no fue significativa para la variable P1000 pero si para la variable NG, en la cual pese a que STE presentó en promedio valores más elevados, T2 y T3 en STA alcanzaron valores tales que no se diferenciaron estadísticamente de todos los tratamientos de STE, pero si de T1 en STA, combinación que presentó los valores más bajos (Tabla 2).

Tabla 2. Componentes numéricos de rendimiento asociados a fecha de siembra, tratamientos y fecha de siembra x tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (LSD, $p < 0,05$). * p -valor $< 0,05$ ** p -valor $< 0,01$ *** p -valor $< 0,001$.

Fecha de siembra	Tratamientos	NG (granos por m ²)	P1000 (g)
STE		3452 a	197.82
STA		3160 b	137.99
p-valor		*	***
	T1	3078 b	177.53 ab
	T2	3607 a	190.23 a
	T3	3316 ab	161.49 bc
	T4	3306 ab	159.46 c
p-valor		*	**
STE	T1	3367 ab	203.11
	T2	3537 a	212.39
	T3	3314 ab	191.98
	T4	3591 a	193.79
STA	T1	2693 c	143.42
	T2	3701 a	160.7
	T3	3318 ab	120.83
	T4	2924 bc	127.01
p-valor		*	ns

CONCLUSIONES

En el aspecto sanitario del cultivo, los tratamientos que incluyeron insecticidas permitieron una disminución de la incidencia de CSS.

La producción de BAT se vió favorecida por la aplicación de peróxido de hidrógeno, ocurriendo lo mismo para la variable de RG. En cuanto al IC, los tratamientos testigo y con aplicación de peróxido de hidrógeno no alcanzaron a diferenciarse estadísticamente, pero sí se diferenciaron de los tratamientos que incluyeron aplicación de insecticidas.

En cuanto a los componentes numéricos del rendimiento, para la variable NG el tratamiento con peróxido de hidrógeno permitió alcanzar los valores más elevados, sin embargo, sólo se diferenció significativamente del tratamiento testigo; en tanto, para la variable P1000, el tratamiento con peróxido de hidrógeno permitió los valores más elevados, no diferenciándose significativamente del tratamiento testigo pero sí de los tratamientos que incluyeron insecticida solo o combinado.

Se concluye de esta manera que la aplicación de peróxido de hidrógeno en cultivos de maíz en estadios iniciales podría ser una herramienta valiosa para mitigar las pérdidas de rendimiento asociadas a CSS.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, F. H., Cirilo, A., Uhart, S., & Otegui, M. E. (1996). Ecofisiología del cultivo de maíz. República Federal Argentina, Editorial La Barrosa.
- Andrade, F. H., Otegui, M. E., Cirilo, A., & Uhart, S. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. República Federal Argentina, Asociación Civil MAIZAR, (pp. 311-328).
- Ashraf, M. A., Rashid, R., Husain, A., Iqbal, M., Haider, M. Z., Parveen, S., & Sajid, M.A. (2014). Hydrogen peroxide modulates antioxidant system and nutrient relation in maize (*Zea mays* L.) under water-deficit conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(4), 507-523.
- Barontini, J. M., Peña Malavera, A. M., Ferrer, M., Torrico, A. K., Maurino, M. F., & Giménez Pecci, M. P. (2021). Infection with *Spiroplasma kunkelli* on temperate and tropical x temperate maize in Argentina and development of a tool to evaluate germoplasm. *European Journal of Plant Pathology*, 162, 455-463.
- Bedendo, I. P. & Lopes, J. R. S. (2019). Sustainable management of phytoplasma diseases in crops grown in the tropical belt. En Suiza, Springer, (pp. 251-268).



- CASAFE. (2024). Guía Online de Productos Fitosanitarios. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Recuperado de <https://guiaonline.casafe.org/>
- Casuso, M. (2017). *Dalbulus Maidis* (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae): Una Plaga Que Va Cobrando Importancia En Los Maíces Del Sudoeste Chaqueño. Recuperado de <https://aws.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/inta->
- Departamento de estimaciones agrícolas.(2024). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado de <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>
- Dias de Azevedo, A., Tarquinio, P., Enéas-Filho, J., Medeiros, J. V. R., & Gomes-Filho, E. (2005). Hydrogen peroxide pre-treatment induces salt-stress acclimation in Maize plants. *Journal of Plant Physiology*, 162(10), 1114-1122.
- Fernández, E. J. C. (2021). Efecto de peróxido de hidrógeno como agente preventivo en enfermedades de pimiento (*Capsicum annuum*). Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CULQUE%20FERNANDEZ%20ELVIS%20JOEL.pdf>
- Giménez Pecci, M. P., Laguna, I. G., & Lenardon, S. L. (2012). Enfermedades del maíz producidas por virus y mollicutes en Argentina. En República Federal Argentina, INTA Ediciones, (pp. 57-84).
- Guzel, S., Terzi, R. (2013). Exogenous hydrogen peroxide increases dry matter production, mineral content and level of osmotic solutes in Young Maize leaves and alleviates deleterious effects of copper stress. *Botanical Studies*, 54(26).
- Juárez Santillán, L. F., López García, S. A., & Heriberto, E. B. (2023). Uso de peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Ciencia Latina*, 7(1).
- Kunkel, L. O. (1946). Leafhopper Transmission of Corn Stunt. *PNAS*, 32(9), 246-247.
- Maddonni, G. A., Parco, M., & Rotili, D. H. (2021). Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de la Argentina. *Agronomía & Ambiente*, 41(2), 84-99.
- Morand, V., Ruiz, A., Madias, A., & Uhart, S. (2020). Achaparramiento de maíz por Spiroplasma: nuevamente una preocupación en el Norte Argentino. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Siembra Directa*, Revista técnica maíz 2020, 82-89.



- Murphy, G. M. (Ed.). (2008). Atlas agroclimático de Argentina. República Federal Argentina, Editorial Facultad de Agronomía.
- Oleszczuk, J. D., Giménez Pecci, M. P. Ferrer, M., Catalano, M. I., Virla, E., & Carpane, P. D. (2015). Resistencia al achaparramiento del maíz causado por *Spiroplasma kunkelii* y su vector *Dalbulus maidis* en híbridos templados y tropicales de la región subtropical argentina. En XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Santa Fe, F97. Res: 113.
- Oliveira, E., Resende, R., Giménez Pecci, M. P., Laguna, I., Herrera, P., & Cruz, I. (2003). Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por molicutes em milho no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38, 19–25.
- Ritchie, S. W., & Hanway, J. J. (1982). How a Corn Plant Develops. Special Report N°. 48, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service.
- Ritchie, L., García, S., & Benito, H. (2023). Uso de peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7, 9452-9461.
- Satorre, E. H., & Andrade, F. H. (2021). Cambios productivos y tecnológicos de la agricultura extensiva argentina en los últimos quince años. Ciencia Hoy, 29(173), 18-27.
- Sohag, A. A. M., Tahjib-Ul-Arif, M., Brestič, M., Afrin, S., Sakil, M. A., Hossain, M. T., & Hossain, M. A. (2020). Exogenous salicylic acid and hydrogen peroxide attenuate drought stress in rice. Plant, Soil and Environment, 66(1), 7-13.