



50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

HÍBRIDOS DE MAÍZ TARDÍO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA: RESPUESTA AL COMPLEJO DE ACHAPARRAMIENTO ASOCIADO A *DALBULUS MAIDIS*

LATE-SOWN MAIZE HYBRIDS AND NITROGEN FERTILIZATION: RESPONSE TO THE STUNT COMPLEX ASSOCIATED WITH *DALBULUS MAIDIS*

Scarpin G.; Szwarc D.; Almada, M.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 11 km 773, Santa Fe, Argentina|
scarpin.gonzalo@inta.gob.ar

ABSTRACT

The maize stunt complex, primarily transmitted by *Dalbulus maidis*, is a major phytosanitary threat to maize production in northern Argentina. A field experiment at INTA Reconquista (Santa Fe) evaluated four maize hybrids (SPS2615, SPS2743, BRV8472, and ACA476) and two nitrogen fertilization rates (50 and 100 kg N ha⁻¹) in a split-plot design with four blocks. *D. maidis* abundance increased markedly from V3 to VT and was highest in ACA476, particularly under 50 kg N ha⁻¹. Disease incidence increased with crop development and showed a significant hybrid × nitrogen interaction, whereas severity was mainly affected by sampling stage. At harvest, symptom-free ears ranged from 39.9% in SPS2615 to 68.5% in ACA476, while SPS2615 had the highest proportion of severely damaged ears (32.7%). Mean yield loss was 19.6%, ranging from 17.7% in BRV8472 to 24.1% in SPS2743. Kernel number per ear and thousand-kernel weight decreased with increasing damage severity. Overall, damage severity, rather than hybrid or nitrogen fertilization, was the main determinant of yield loss.

Palabras claves: *Dalbulus maidis*; complejo de achaparramiento del maíz; fertilización nitrogenada; rendimiento de grano.

Keywords: *Dalbulus maidis*; maize stunting complex; nitrogen fertilization; grain yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal más producido a nivel mundial, alimento fundamental para nutrición humana y animal, además de ser utilizado para producir biocombustibles (Pinto et al., 2024). Sin embargo, la productividad de este cultivo enfrenta severas amenazas fitosanitarias, destacándose a *Dalbulus maidis* como vector principal del complejo de achaparramiento del maíz que puede reducir los rendimientos entre 30% y 90% en áreas endémicas de las Américas (Virla, 2024).





50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

En los últimos años, la red nacional de monitoreo de *D. maidis* registró un aumento significativo de densidades de adultos con mayor concentración en las provincias de Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe. A la fecha, se tienen protocolos moleculares de detección y estrategias de manejo tanto del vector como de la enfermedad; no obstante, se requieren validar y fortalecer alternativas tecnológicas que eviten la proliferación del vector y sus patógenos asociados y disminuyan las pérdidas productivas y económicas que genera.

En este contexto, la selección de híbridos con características diferenciales de crecimiento y respuesta frente al estrés biótico podría constituir una herramienta complementaria para reducir el impacto del complejo de achaparramiento del maíz. En particular, atributos asociados a la plasticidad vegetativa, como la capacidad de producir macollos, y a la plasticidad reproductiva podrían modificar la capacidad del cultivo para compensar los daños ocasionados por la enfermedad y sostener el rendimiento (Veenstra et al., 2023; Rotili et al., 2024). Asimismo, la disponibilidad de nitrógeno constituye un factor determinante del crecimiento y desarrollo del maíz, por lo que un adecuado manejo de la fertilización nitrogenada podría influir tanto sobre la respuesta de las plantas al estrés como sobre su capacidad de expresar su potencial productivo bajo condiciones de infección (Virla et al. 2023).

A partir de estas consideraciones, resulta necesario generar información que permita comprender la interacción entre el comportamiento de los híbridos, la nutrición nitrogenada y la incidencia del complejo de achaparramiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del híbrido, la fertilización nitrogenada y su interacción sobre la abundancia de *D. maidis*, la incidencia y severidad del complejo de achaparramiento y las pérdidas de rendimiento asociadas a la enfermedad. Estos resultados permitirán aportar elementos para identificar combinaciones de híbrido y manejo nutricional que contribuyan a reducir las pérdidas productivas asociadas al complejo de achaparramiento del maíz, bajo las condiciones ambientales del norte de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en INTA Reconquista (Santa Fe) bajo un diseño en parcelas divididas, con cuatro bloques completos al azar. La fecha de siembra fue el 23/1/2026 y la densidad de plantas sembradas fue de 45.000 pl ha⁻¹. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió al híbrido, evaluándose cuatro materiales con características contrastantes de plasticidad vegetativa y reproductiva: SPS2615 (macollador), SPS2743 (prolífico), BRV8472 (flex) y ACA476 (prolífico y macollador), pertenecientes a la Red de ultra baja densidad de Maíz de la UBA. Además, en las subparcelas se evaluaron dos niveles de fertilización nitrogenada (50 y 100 kg N ha⁻¹), aplicados en V3, conformando un total de 32 unidades experimentales.

Las evaluaciones referidas tanto a la presencia del insecto como al efecto del complejo del achaparramiento se realizaron sobre 25 plantas dentro de cada una de las parcelas. En primera instancia, la abundancia de adultos de *D. maidis* se

determinó en V3, V7 y VT, mediante observación directa. Luego, la incidencia y severidad del complejo de achaparramiento sobre las plantas fue evaluado en los momentos fenológicos de R3 y R5 mediante escalas visuales de 0 a 4 para plantas (Oleszczuk et al., 2015). Al momento de la cosecha, en el estado de R6, las espigas se clasificaron según la escala de daño de 0 (sin síntomas) a 3 (daño severo) (De Rossi et al. 2024). Asimismo, para cada categoría se determinó el número de espigas, peso y humedad de granos, número de granos por espiga y peso de mil granos.

El rendimiento se calculó a partir del peso corregido de las espigas cosechadas y se estimó la pérdida de rendimiento como la diferencia entre el rendimiento real y un rendimiento potencial, calculado asumiendo que todas las espigas hubieran presentado el peso por espiga correspondiente a la categoría sin daño.

Los efectos de híbrido, fertilización nitrogenada y su interacción se analizaron mediante modelos lineales mixtos, considerando el bloque y la estructura de parcelas divididas como efectos aleatorios. Las medias se compararon mediante Tukey ($\alpha = 0,05$). Todos los análisis estadísticos y la generación de figuras se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2025).

RESULTADOS

La abundancia de *D. maidis* estuvo significativamente afectada por el híbrido ($p = 0,005$), el estado fenológico ($p < 0,001$) y las interacciones Híbrido $\times$ Fertilización ($p = 0,040$) y Híbrido $\times$ Estado ($p < 0,001$). En contraste, la fertilización nitrogenada no presentó un efecto principal significativo ($p = 0,518$), ni se observó interacción triple entre híbrido, fertilización y estado fenológico ($p = 0,221$). La abundancia del vector aumentó marcadamente desde V3 hasta VT (Figura 1). Las diferencias entre híbridos fueron particularmente evidentes en VT, donde ACA476 presentó la mayor abundancia de adultos. La interacción Híbrido $\times$ Fertilización mostró que, con 50 kg N ha⁻¹, ACA476 presentó mayor abundancia de *D. maidis* que el resto de los híbridos, mientras que bajo 100 kg N ha⁻¹ no se observaron diferencias significativas entre materiales (Figura 1).

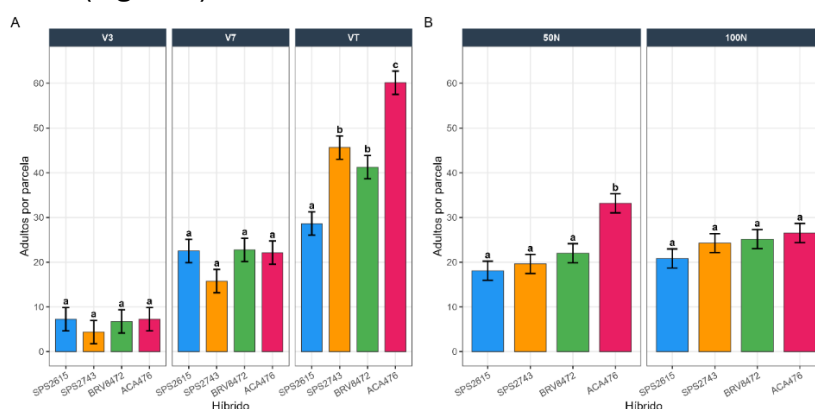


Figura 1. Abundancia de adultos de *Dalbulus maidis* según híbrido de maíz y estado fenológico (A) y según híbrido y nivel de fertilización nitrogenada (B). Los valores representan medias por parcela $\pm$ error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias según Tukey ($\alpha = 0,05$).



50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

Con respecto a la incidencia, el análisis mostró un efecto significativo del momento de evaluación ($p = 0,002$), mientras que no se detectaron efectos significativos del híbrido ($p = 0,557$) ni de la fertilización nitrogenada ($p = 0,748$) (Figura 2). Se observó además una interacción significativa entre híbrido y fertilización nitrogenada ($p = 0,042$). No se detectaron interacciones significativas entre híbrido y momento de evaluación, fertilización y momento de evaluación, ni en la interacción triple ($p > 0,05$).

En relación con la interacción híbrido $\times$ fertilización, la incidencia mostró respuestas contrastantes entre materiales. Con 50 kg N ha^{-1} , los valores oscilaron entre 7,5 y 17,5%, mientras que con 100 kg N ha^{-1} variaron entre 6,5 y 17,0%. SPS2743 y BRV8472 tendieron a reducir la incidencia con el aumento de la fertilización nitrogenada, aunque sin diferencias significativas, mientras que ACA476 mostró una tendencia significativa opuesta (Tukey, $\alpha = 0,05$).

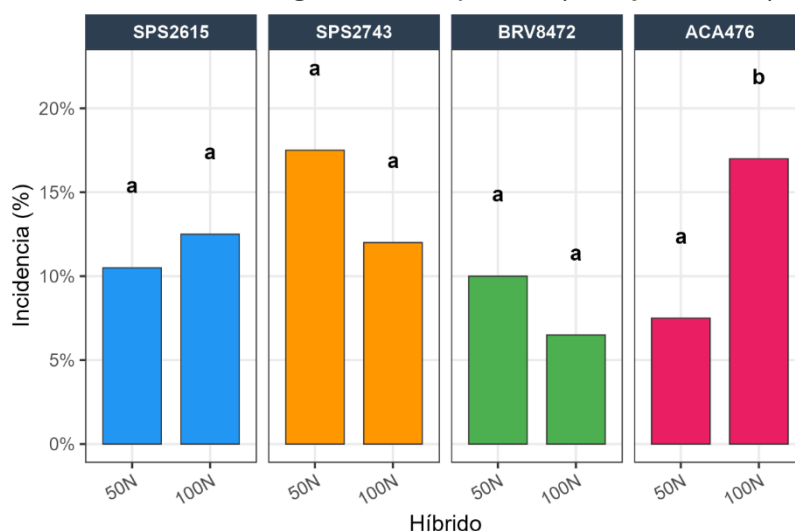


Figura 2. Incidencia del complejo de achaparramiento del maíz según híbrido y nivel de fertilización nitrogenada. Los valores corresponden a medias estimadas $\pm$ error estándar. Las comparaciones se realizaron entre niveles de fertilización dentro de cada híbrido mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Letras diferentes indican diferencias significativas.

A diferencia de la incidencia, la severidad del complejo de achaparramiento no presentó diferencias significativas entre híbridos ($p = 0,673$) ni entre niveles de fertilización nitrogenada ($p = 1,000$) (datos no mostrados). El único efecto significativo correspondió al momento de evaluación ($p < 0,001$), observándose un claro incremento de la severidad a medida que avanzó el ciclo del cultivo (datos no mostrados). No se detectaron interacciones significativas entre híbrido, fertilización y momento de evaluación ($p > 0,05$). La interacción Híbrido $\times$ Fertilización mostró una tendencia a la significancia ($p = 0,060$), aunque no alcanzó el nivel de significancia establecido.

En conjunto, si bien se observaron diferencias entre híbridos en la abundancia de *D. maidis*, particularmente hacia VT, estas diferencias no se tradujeron en cambios consistentes en la severidad del complejo de achaparramiento y solo se asociaron



50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

con variaciones menores en su incidencia. La severidad estuvo principalmente condicionada por el avance del ciclo del cultivo, lo que sugiere que una mayor presencia del vector no necesariamente implicó una mayor expresión de síntomas en las condiciones evaluadas.

La distribución de las espigas entre categorías de daño mostró diferencias entre híbridos (Figura 3). ACA476 presentó la mayor proporción de espigas sin síntomas (categoría 0), con el 68,5% del total, seguido por BRV8472 (61,0%) y SPS2743 (60,2%), mientras que SPS2615 registró la menor proporción de espigas sanas (39,9%) (Figura 3). En cuanto a las categorías de mayor daño, SPS2615 presentó la mayor proporción de espigas clasificadas en la categoría 3 (32,7%), seguido por SPS2743 (26,4%). En contraste, BRV8472 (19,6%) y ACA476 (19,0%) mostraron las menores proporciones de espigas con daño severo. Las categorías intermedias (1 y 2) representaron una fracción relativamente baja del total de espigas en todos los híbridos (entre 4,8 y 14,8%), indicando que la mayor parte de las espigas se concentró en los extremos de la escala de severidad (categorías 0 y 3).

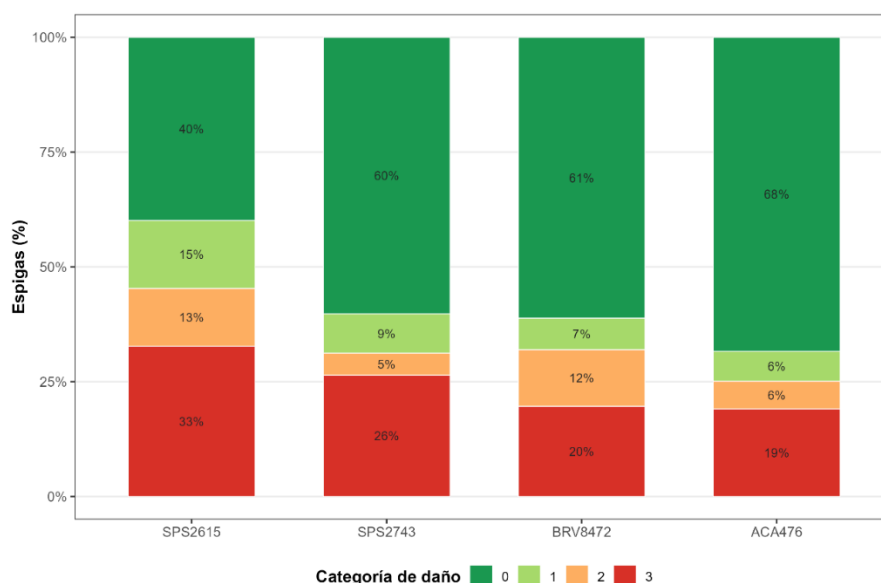


Figura 3. Distribución porcentual de espigas cosechadas por categoría de severidad de daño (0 = sin daño; 3 = daño severo), según híbrido. Los valores representan el porcentaje de espigas de cada categoría sobre el total de espigas evaluadas por parcela, promediado por híbrido sin tener en cuenta la distinción de la aplicación de fertilizante ($n = 8$ parcelas por híbrido).

En cuanto al rendimiento, el promedio general del ensayo fue de 5.693 kg ha^{-1} , frente a un rendimiento teórico potencial (sin daño) de 7.063 kg ha^{-1} , lo que representa una pérdida promedio de 19,6%. Esta pérdida varió entre híbridos, con valores de 17,7% en BRV8472, 17,3% en SPS2615, 18,3% en ACA476 y 24,1% en SPS2743, aunque las diferencias entre híbridos no fueron estadísticamente significativas (Figura 4A). La pérdida de rendimiento tendió además a ser levemente menor bajo 100 kg N ha^{-1} (1.323 kg ha^{-1} en promedio) que bajo 50 kg N ha^{-1} (1.445 kg ha^{-1}), sin diferencias significativas entre híbridos y niveles de fertilización (Figura

4B). Estos resultados son consistentes con lo observado para la severidad: la pérdida de rendimiento estuvo asociada principalmente al nivel de daño alcanzado en cada parcela, más que a diferencias genéticas entre híbridos que además poseen diferentes estrategias de plasticidad vegetativa y/o reproductiva o al manejo de la fertilización nitrogenada evaluado.

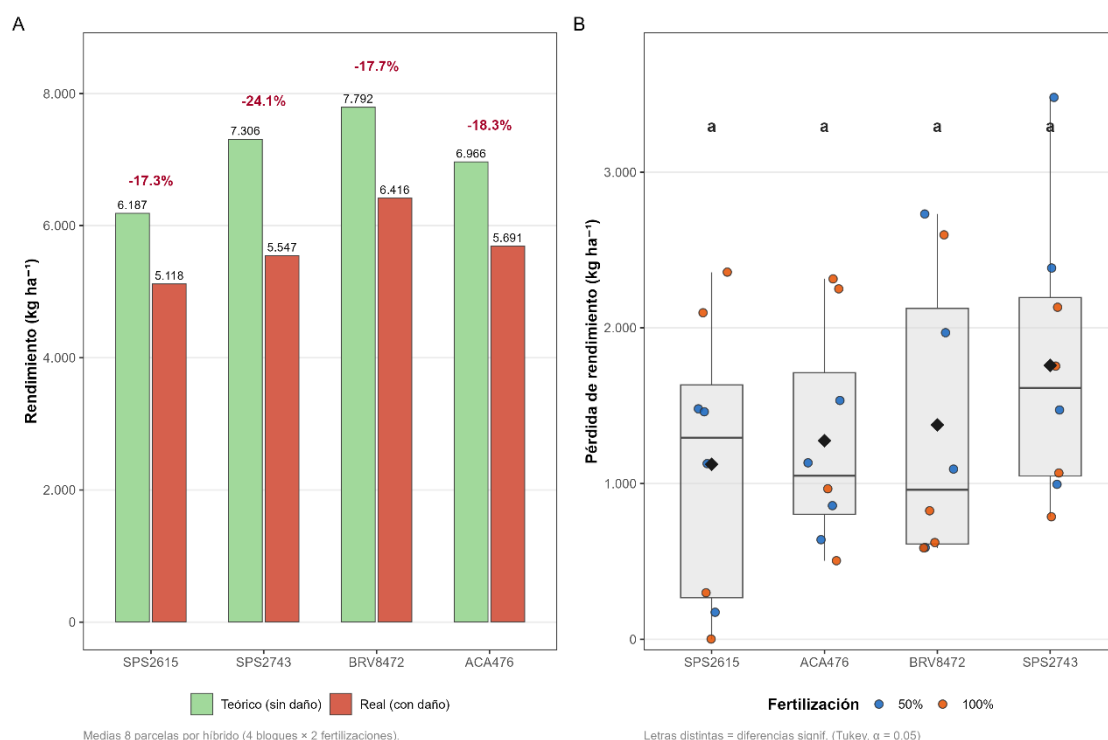


Figura 4. Rendimiento real y teórico (sin daño) por híbrido, con el porcentaje de pérdida de rendimiento indicado sobre cada par de barras (A), y pérdida de rendimiento individual por parcela según híbrido y nivel de fertilización nitrogenada (B). Medias de 8 parcelas por híbrido (4 bloques × 2 niveles de fertilización). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas (Tukey, $\alpha = 0,05$).

Por lo tanto, la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos podría atribuirse, al menos en parte, a la dinámica poblacional y epidemiológica de *D. maidis* durante el ciclo del cultivo. Aunque se registró la presencia del vector, su abundancia fue baja durante el período crítico para la infección del maíz. Asimismo, este estudio no contempló la determinación de la infectividad de las poblaciones de *D. maidis*, por lo que no fue posible establecer si los individuos presentes en esa etapa eran portadores de los patógenos. En consecuencia, es posible que el aumento en la proporción de insectos infectivos haya ocurrido en estadios fenológicos más avanzados, cuando la infección tiene un impacto considerablemente menor sobre el rendimiento del cultivo. Este escenario podría explicar, al menos parcialmente, la baja incidencia de la enfermedad y pérdidas de rendimiento registradas.

La severidad de daño también afectó de manera diferencial a los componentes de rendimiento evaluados a nivel de espiga. El número de granos por espiga se mantuvo relativamente estable entre las categorías 0 y 1 (418,9 y 454,4 granos,

respectivamente) y disminuyó abruptamente en las categorías 2 y 3, alcanzando valores medios de 199,2 y 85,7 granos por espiga (Figura 5A), lo que sugiere la existencia de un umbral de daño a partir del cual se compromete fuertemente la fecundación o el cuajado de granos. El peso de mil granos, en cambio, presentó una disminución más gradual y progresiva con el aumento de la severidad, desde 321,7 g en la categoría 0 hasta 115,6 g en la categoría 3 (Figura 5B), lo que indica una penalización más lineal sobre el llenado de los granos. En ambos casos, las diferencias entre categorías de severidad fueron estadísticamente significativas.

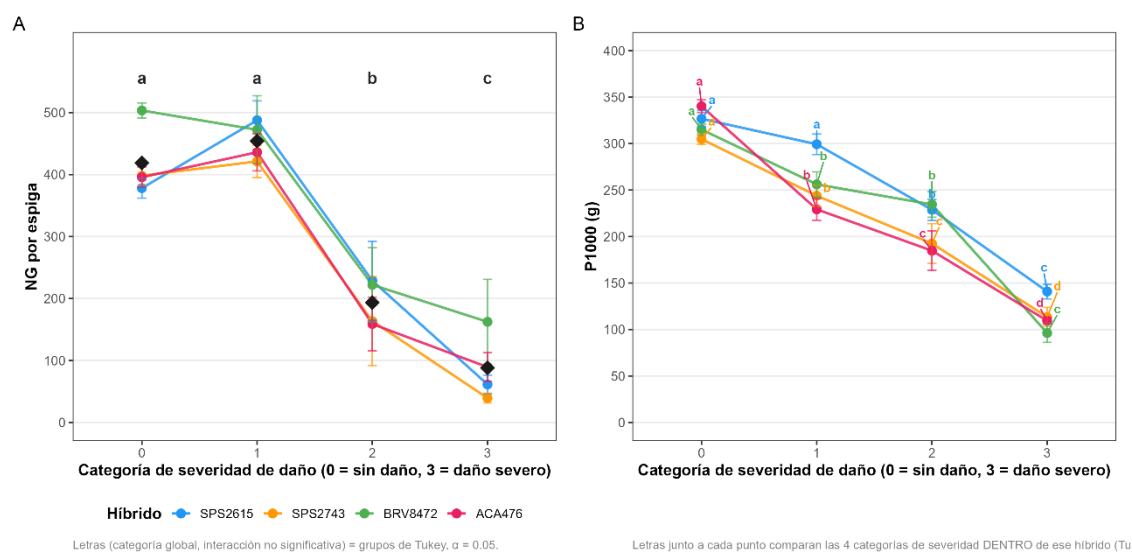


Figura 5. Número de granos por espiga (A) y peso de mil granos (B) según categoría de severidad de daño (0 = sin daño, 3 = daño severo), por híbrido. Los puntos y líneas representan las medias por híbrido $\pm$ error estándar; letras distintas indican diferencias significativas entre categorías de severidad (Tukey, $\alpha = 0,05$).

CONCLUSIONES

En el norte de Santa Fe, el híbrido influyó sobre la abundancia de *D. maidis* —mayor en ACA476, especialmente hacia VT y bajo menor disponibilidad de nitrógeno—, pero no se tradujo en una mayor severidad del complejo de achaparramiento, la cual estuvo principalmente determinada por el avance del ciclo del cultivo y no por el híbrido ni por la fertilización nitrogenada.

Los híbridos ACA476 y BRV8472 presentaron la mayor proporción de espigas sin síntomas, mientras que SPS2615 mostró la mayor proporción de espigas con daño severo, lo que sugiere diferencias entre híbridos en la expresión final del daño que no siempre siguieron el mismo patrón que la abundancia del vector observada durante el estado vegetativo.

La severidad de daño penalizó de manera diferencial a los componentes de rendimiento: el número de granos por espiga se mantuvo estable hasta la categoría 1 y colapsó en las categorías 2 y 3, mientras que el peso de mil granos disminuyó de forma más gradual y progresiva, lo que indica que el daño severo compromete



50 AÑOS
PENSANDO
EL FUTURO

XIII
CONGRESO
NACIONAL
DE MAÍZ

principalmente la fecundación y el cuajado de granos, mientras que el llenado se ve afectado de manera más continua a lo largo de toda la escala de severidad.

La pérdida de rendimiento promedio del ensayo no registró asociación al híbrido ni a la fertilización nitrogenada, lo que refuerza que, en las condiciones agroecológicas evaluadas, el nivel de daño alcanzado por chicharrita fue el principal determinante de las pérdidas productivas y no la genética del híbrido ni el manejo nutricional nitrogenado.

En conjunto, estos resultados aportan evidencia preliminar sobre el comportamiento diferencial de híbridos de maíz tardío frente al complejo de achaparramiento y sugieren la necesidad de continuar evaluando estrategias de manejo genético y nutricional, así como un mayor número de campañas y sitios, que permitan mitigar el impacto de *D. maidis* sobre la producción de maíz en el norte de Santa Fe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Rossi, R. L., Guerra, F. A., Lábaque, M. J., Plazas, M. C., & Guerra, G. D. (2024). Propuestas para la evaluación y estimación de la disminución de rendimiento causada por el Complejo del Achaparramiento del maíz. *Notas de Sanidad Vegetal*, (3).

Pinto, C.B., Carmo, D.d.G.d., Santos, J.L.d., Pimentel, E.d.S., Mota, A.d.S., da Silva, R.S., Picanço, M.C., Sarmiento, R.A., 2024. Optimizing Corn Crop Protection: The First Sampling Plan for Controlling *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Plants* 13, 1779.

R Core Team, 2025. R: A Language and Environment for Statistical Computing.

Rotili, D. H., Micheloud, J. R., Ross, F., Abeledo, L. G., & Maddonni, G. A. (2024). *Does tillering affect the grain yield of maize (Zea mays) A quantitative review*. *Crop and Pasture Science*, 75(7). <https://doi.org/10.1071/CP24064>

Veenstra, R. L., Messina, C. D., Berning, D., Haag, L. A., Carter, P., Hefley, T. J., Prasad, P. V. V., & Ciampitti, I. A. (2023). *Corn yield components can be stabilized via tillering in sub-optimal plant densities*. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1047268. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1047268> [\[frontiersin.org\]](https://frontiersin.org)

Virla, E.G., 2024. *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), vector del “achaparramiento o raquitismo” del maíz: Aspectos biológicos más relevantes, con especial referencia a los conocimientos generados en Argentina. *Miscelanea* 152, 50.

Virla, E.G., Albarracín, E.B.L., Díaz, C. *et al.* Bottom-up effect of nitrogen fertilization on the density of the corn leafhopper and its impact on both disease incidence and natural parasitism. *J Pest Sci* 96, 93–104 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01500-9>.