

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL ACHAPARRAMIENTO, Y EVOLUCIÓN
TEMPORAL Y ESPACIAL DEL VECTOR *DALBULUS MAIDIS* EN MAÍZ DE
SEGUNDA EN EL LITORAL OESTE DE URUGUAY**

por

María Martina ITURBIDE PONCE

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

PAYSANDÚ

URUGUAY

2026

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Biol. (Dra.) Ximena Cibils

Codirector/a:

Ing. Agr. (Mag.) Horacio Silva

Tribunal:

Ing. Agr. (Mag.) Horacio Silva

Ing. Agr. (Dr.) Nicolás Maltese

Ing. Agr. (Mag.) Agustina Armand Pilon

Fecha:

21 de agosto del 2026

Estudiante:

María Martina Iturbide Ponce

AGRADECIMIENTOS

En principio quiero agradecer a mi tutora Biol. MSc. PhD. Ximena Cibils y a mi cotutor Ing. Agr. Mag. Horacio Silva por su orientación y apoyo durante todas las etapas para la creación de este documento.

A INIA por su colaboración tanto de los productores involucrados dentro del dicho trabajo de estudio, como de la parte económica que se requirió para los monitoreos y evaluaciones correspondientes.

A Ing. Agr. Loana lluberas quien está trabajando del tema y está realizando una maestría dentro del marco del achaparramiento, por enseñarme los métodos de medición y procedimientos a seguir dentro de las chacras.

A Facultad de Agronomía de la Universidad de la Republica y al equipo docente por los conocimientos que nos brindaron durante toda la carrera

A los productores involucrados y técnicos a cargo, por darnos los predios para poder realizar el trabajo.

A mi familia por haber sido mi sostén incondicional a lo largo de este camino. Gracias por la paciencia, la confianza y el acompañamiento permanente en cada etapa, especialmente en los momentos de mayor exigencia e incertidumbre. Su apoyo, sus valores y el impulso constante para seguir adelante fueron fundamentales para alcanzar este objetivo por eso este logro también les pertenece.

A mis amigos por acompañarme a lo largo de este proceso, por estar presentes tanto en los momentos de mayor desafío, como en el apoyo mutuo de conocimientos o experiencias.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 COMPLEJO DE ACHAPARRAMIENTO	12
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL VECTOR.....	13
2.3. MÉTODOS DE MUESTREOS	15
2.4. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL ACHAPARRAMIENTO Y FACTORES QUE INFLUYEN	16
2.5. DAÑOS Y CONTROL.....	17
3. OBJETIVO GENERAL	20
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	20
3.2. HIPÓTESIS	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1. SITIOS DE ESTUDIO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
4.2. MONITOREO TEMPORAL Y ESPACIAL DEL VECTOR.....	22
4.3. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL ACHAPARRAMIENTO	22
4.4. EVALUACIÓN DE INDICADORES.....	24
4.5. ESTADÍSTICA.....	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1. VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL (BORDE VS. INTERIOR) DEL VECTOR	26
5.2 INCIDENCIA, SEVERIDAD E ÍNDICE DE ACHAPARRAMIENTO	34
5.3. LIMITACIONES DEL TRABAJO DE ESTUDIO.....	40
6. CONCLUSIONES	41
7. BIBLIOGRAFÍA	43
8. ANEXOS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo biológico de <i>Dalbulus maidis</i> (chicharrita del maíz)	14
Figura 2 Ubicación georreferenciada de las chacras A) chacra Young- 32.6128147, -57.6792657, B) chacra Paysandú- -32.3623948, -58.0083627	22
Figura 3 Metodología de registro de sintomatología realizada en cada chacra (Figura 2)	23
Figura 4 Capturas totales de chicharritas en trampas amarillas. Young (ACEG) y Paysandú (BDFH) por muestreo	30
Figura 5 Relación entre capturas consecutivas de chicharritas (solo representadas las significativas)	32
Figura 6 Capturas promedio ($\pm$ EE) de chicharritas según posición dentro de las chacras	33
Figura 7 Promedio ($\pm$ EE) de la incidencia de plantas con síntomas de achaparramiento	35
Figura 8 Promedio ($\pm$ EE) de la severidad de plantas sintomáticas en las chacras	35
Figura 9 Promedio ($\pm$ EE) del índice de achaparramiento en las chacras	36
Figura 10 A) Promedio de daño en mazorcas atribuible al acaparramiento B) Young C) Paysandú	37
Figura 11 Evolución del NDVI máximo y del promedio de conteos de chicharritas en las chacras.....	38
Figura 12 NDVI correspondiente a cada chacra por muestreo: Young (ACEG) y Paysandú (BDFH)	39

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es el segundo cultivo de verano más sembrado en el país, representando entre un 15 y 20% del área total. En los últimos años, la siembra de segunda ha cobrado mayor relevancia debido al desarrollo de híbridos que permiten alcanzar buenos rendimientos con períodos tardíos de llenado, además de tolerar siembras tardías que favorecen una mejor ubicación del periodo crítico. Estas características posicionan al cultivo como una alternativa rentable y de menor riesgo. En este contexto, ha emergido una problemática creciente asociada al achaparramiento del maíz, enfermedad vinculada a la presencia del vector *Dalbulus maidis*. El objetivo de este trabajo fue comparar la abundancia del vector entre dos chacras de segunda con distintas fechas de siembra, caracterizar su dinámica temporal y su distribución espacial dentro de la chacra, cuantificar la incidencia y severidad del achaparramiento en diferentes etapas del cultivo, y analizar su relación con la aparición y progresión de los síntomas. El estudio se llevó a cabo en dos sitios ubicados en Young y Paysandú durante la zafra 2024/2025. La abundancia del vector se estimó mediante el uso de trampas amarillas distribuidas sistemáticamente, mientras que la incidencia y severidad del achaparramiento se evaluaron a lo largo del ciclo del cultivo, mediante la observación de la sintomatología asociada en muestreos sistemáticos tanto en planta como en mazorca. Los resultados mostraron un incremento progresivo de la población de *D. maidis* hacia etapas avanzadas, también una homogeneización en la distribución espacial dentro de la chacra cuando hubo altas densidades, y una asociación entre la abundancia del vector y la expresión de la enfermedad, particularmente en términos de aparición temprana y progresión de síntomas. Se concluye que la dinámica poblacional del vector y su distribución espacial influyen en el desarrollo del achaparramiento del maíz, destacándose la importancia del monitoreo temprano como herramienta clave para la toma de decisiones en el manejo del cultivo.

Palabras claves: *Dalbulus maidis*, achaparramiento del maíz, dinámica poblacional, *Zea mays*, Uruguay

ABSTRACT

Maize (*Zea mays*) is the second most widely planted summer crop in the country, accounting for 15–20% of the total cultivated area. In recent years, second-crop planting has gained importance due to the development of hybrids capable of achieving high yields with late grain-filling periods and tolerating late planting dates, which allow the crop's critical growth stage to align more favorably with environmental conditions. These characteristics make the crop a profitable, lower-risk alternative. However, a growing problem has emerged regarding maize stunting, a disease linked to the presence of the vector *Dalbulus maidis*. The objective of this study was to compare vector abundance between two second-crop fields with different planting dates; characterize the vector's temporal dynamics and spatial distribution within the field; quantify the incidence and severity of stunting at various crop stages; and analyze the relationship between these factors and the onset and progression of symptoms. The study was conducted at two sites, Young and Paysandú during the 2024/2025 growing season. Vector abundance was estimated using systematically distributed yellow sticky traps, while stunting incidence and severity were assessed throughout the crop cycle by monitoring associated symptoms on both plants and ears. The results showed a progressive increase in the *D. maidis* population as the crop matured, a homogenization of spatial distribution within the field at high population densities, and an association between vector abundance and disease expression, particularly regarding the early onset and progression of symptoms. The study concludes that the vector's population dynamics and spatial distribution influence the development of maize stunting, highlighting the importance of early monitoring as a key tool for decision-making in crop management.

Keywords: *Dalbulus maidis*, maize stunting, population dynamics, *Zea mays*, Uruguay

1. INTRODUCCIÓN

En la agricultura de Uruguay, los cultivos de verano representan el principal componente productivo, destacándose el maíz, que alcanzó una superficie de 259.931 hectáreas en 2024/25, un 10 % más que en la zafra anterior (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2025). Durante la zafra 2023/2024, el rendimiento promedio fue de 6.000 kg/ha; sin embargo, según Pizzanelli (2024), estos valores podrían haber sido mayores, ya que el 58 % del maíz de segunda se vio afectado por una problemática sanitaria emergente: el achaparramiento del maíz (Pizzanelli, 2024). Esta enfermedad compleja y severa es causada por *Spiroplasma kunkelii*, *Candidatus Phytoplasma* y el virus rayado fino del maíz (MRFV) y el virus del mosaico estriado del maíz (MMSV), y es transmitida por *D.maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), conocido como chicharrita del maíz, una plaga de gran relevancia regional (Cibils et al., 2024). *Dalbulus maidis* es un hemíptero picosuctor de savia que actúa como vector persistente: adquiere los patógenos durante la alimentación, estos se multiplican en su organismo, y el insecto puede transmitirlos durante toda su vida (Hruska et al., 1996).

En respuesta a esta amenaza, en noviembre de 2024, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) creó la Red Uruguaya de Monitoreo de Chicharrita (RUMCI). Coordinada por INIA y con participación de instituciones públicas (Facultad de Agronomía) (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], s.f.), Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca) y privadas (Copagran, Union Rural de Flores, Rutilan, Corteva, Pioneer, Bayer, Agroterra, Syngenta, Nidera, NK, Yalfin, PGG Wrightson Sedes, Agrocentro, Procampo, KWS, Agrofuturo y 3Agro) (“Un aporte clave”, 2024), la red instaló 150 puntos de monitoreo a nivel nacional. Desde el 13 de agosto, se implementó un sistema combinado de monitoreo pasivo (trampas amarillas) y activo (red entomológica). El objetivo de RUMCI es identificar fluctuaciones poblacionales de *D. maidis*, caracterizar su distribución temporal y espacial, evaluar el efecto de factores meteorológicos y la variabilidad de patógenos en los vectores, y generar mapas de distribución como sistema de alerta temprana (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024).

Durante la zafra 2023–2024, se observó una expansión significativa del vector desde el norte hacia el sur del país, favorecida por un invierno y primavera cálidos, el aumento del maíz de segunda y ventanas de siembra extendidas (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024). En la zafra 2024-25, RUMCI registró una caída poblacional durante el invierno de 2024, asociada a heladas en junio y julio. No obstante, en diciembre, se detectó un nuevo aumento de *D. maidis* en el norte del país (Red Uruguaya de Monitoreo de Chicharrita [RUMCI], 2024). Análisis de infectividad realizados por INIA confirmaron que el 26 % de los ejemplares portaban al menos un patógeno: 16 % con *Spiroplasma kunkelii*, 10 % con fitoplasma (MBSP) y 10 % con MRFV (RUMCI, 2024). Si bien no se observaron síntomas en las plantas, los datos sugirieron circulación incipiente de la enfermedad. Se recomendó reforzar los

monitoreos, priorizar chacras en estadios vegetativos y utilizar híbridos tolerantes y curasemillas en el norte del país (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024).

Ante el crecimiento poblacional del vector y la detección de patógenos, esta tesis se enfocó en analizar el achaparramiento del maíz y la dinámica de *D. maidis* en dos chacras contrastantes de segunda siembra durante la zafra 2024-25 en el litoral oeste de Uruguay, en el contexto de la expansión observada por RUMCI durante la zafra 2023–2024. El objetivo fue cuantificar la incidencia y severidad de los síntomas en distintas etapas fenológicas mediante evaluaciones visuales y porcentuales. Asimismo, se analizó la distribución espacial y temporal del vector, relacionando su abundancia con la progresión de síntomas y evaluando el efecto de la ubicación dentro de la chacra (borde vs. interior). Esta investigación aporta información clave para comprender la epidemiología del complejo del achaparramiento y contribuir al diseño de estrategias de manejo adaptadas a los sistemas productivos locales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El cultivo de maíz (*Zea mays*) representa uno de los principales pilares de la agricultura nacional, con creciente relevancia tanto en el sector agrícola como para el ganadero, por su rentabilidad y demanda interna en crecimiento para alimentación animal (Pineda, 2026). Cumple un rol fundamental en la rotación de cultivos con soja y pasturas, contribuyendo a la sustentabilidad del sistema mediante el aporte de carbono al suelo y un uso eficiente de recursos. En los últimos años, el maíz de segunda, establecido tras la cosecha de cultivos invernales como trigo o cebada, ha ganado protagonismo, ampliando la superficie total sembrada a través de su integración en esquemas intensivos de producción agrícola (López Sabando et al., 2019).

En los últimos años las siembras tardías de maíz han ido ganando terreno, ya que estas ofrecen mayor estabilidad en los rendimientos, menor variabilidad y un riesgo agrícola más reducido. Como señala Bravo (“Maíz”, 2023), en los sistemas ganaderos con aptitud agrícola que integran cultivos y praderas, la superficie destinada a cultivos de verano como el maíz suele liberarse fuera de la ventana de siembra temprana de la pastura. En este contexto, el maíz tardío encaja a la perfección en la rotación favoreciendo la estabilización del sistema productivo y mejorando la producción del campo. Hoffman menciona que la fecha óptima para el maíz de segunda va desde 8-10 de diciembre hasta los primeros días de enero, siendo la última limitante el riesgo de heladas tempranas que podrían afectar en el desarrollo del cultivo y derivar su destino a silo (“Maíz”, 2023).

La época de siembra representa un desafío crucial, ya que expone al cultivo a diferentes condiciones climáticas. En comparación con las siembras tempranas, los maíces de segunda enfrentarían niveles más bajos de radiación y temperatura durante el período crítico (15 días antes y después de la floración femenina), lo que reduce su techo de rendimiento (Satorre, 2016). No obstante, estas siembras suelen coincidir con mejores condiciones hídricas y térmicas al momento de la implantación, y presentan menor riesgo de déficit hídrico en etapas avanzadas del cultivo (Satorre, 2016). Si bien los rendimientos potenciales y alcanzables del maíz tardío son inferiores a los de siembras tempranas, estas últimas presentan mayor variabilidad interanual, con rendimientos máximos más altos, pero también mínimos muy bajos (Satorre, 2016). Por el contrario, las siembras tardías ofrecen menor variabilidad y una brecha más reducida entre el rendimiento alcanzado y el potencial, lo que se traduce en un menor riesgo económico (Satorre, 2016).

Históricamente, el maíz de segunda enfrentó restricciones climáticas tanto al momento de la siembra como durante la floración. En la siembra, las altas temperaturas pueden acelerar el crecimiento inicial, mientras que en floración y llenado de grano el cultivo se expone a menor radiación y temperaturas descendentes, lo que resulta en granos de menor peso en comparación con siembras tempranas (Cirilo, 2004). Sin embargo, en las últimas zafas, el maíz de segunda se ha consolidado como una alternativa rentable, con rendimientos consistentes entre 6 y 8 t/ha, lo que ha impulsado un aumento del área sembrada en zafas posteriores (“El crecimiento del área de maíz”, 2021).

Entre las limitantes bióticas, las siembras tardías están más expuestas a condiciones de mayor humedad, lo que favorece la proliferación de enfermedades como la roya (*Puccinia sorghi*) y el tizón (*Exserohilum turcicum*) (Satorre, 2016). A esto se suma, en los últimos años, la creciente preocupación por el achaparramiento del maíz, una enfermedad compleja causada por *Spiroplasma kunkelii*, *Candidatus Phytoplasma*, el virus rayado fino del maíz (MRFV) y el virus del mosaico estriado del maíz (MMSV) transmitidos por el insecto vector *Dalbulus maidis*. Este vector presenta una mayor actividad en condiciones asociadas al maíz de segunda, lo que incrementa el riesgo de infección en siembras tardías. Su aparición en etapas tempranas del cultivo puede generar pérdidas significativas de rendimiento, convirtiéndolo en una amenaza relevante para la estabilidad productiva (Asociación Semilleros Argentinos [ASA], 2024; Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024).

2.1 COMPLEJO DE ACHAPARRAMIENTO

En la zafra 23/24, por primera vez a nivel nacional, se observaron síntomas compatibles con la enfermedad del achaparramiento del maíz, transmitida por *Dalbulus maidis*, comúnmente conocida como “chicharrita del maíz”. Los primeros focos fueron en el norte y posteriormente se dispersó hacia el sur, convirtiéndose en una problemática de alcance nacional (Cibils et al., 2024). Esta enfermedad o complejo de enfermedades provoca síntomas característicos como acortamientos de los entrenudos (enanismo), estrías cloróticas en la base de las láminas, doble mazorca en un nudo y enrojecimiento de los bordes en hojas adultas (Cibils et al., 2024). Su impacto es más severo en siembras tardías de maíz, donde las elevadas temperaturas favorecen la infección y la proliferación del vector (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024).

El daño causado por *D. maidis* puede clasificarse en directo e indirecto. El daño directo proviene del insecto mismo, por su alimentación y la secreción de sustancias azucaradas producto de su alimentación en el floema, que favorecen el desarrollo de hongos como la fumagina (Cibils et al., 2024). El daño indirecto, y más relevante, es el que ejerce como vector, al transmitir patógenos como la bacteria *Spiroplasma kunkelii*, que obstruye el floema y detiene el crecimiento de la planta, así como los virus del rayado fino del maíz (MRFV) y el mosaico estriado del maíz (MMSV), estos patógenos, colonizan y obstruyen el correcto funcionamiento vascular afectando así el crecimiento normal de las plantas (Cid, s.f.).

Debido a que el achaparramiento del maíz es una enfermedad compleja causada por varios patógenos que pueden actuar de forma individual o combinada, se genera una amplia variabilidad de síntomas, lo que en ocasiones dificulta su diagnóstico, ya que pueden confundirse con síntomas de estrés abiótico, como deficiencias nutricionales o hídricas. Las plantas afectadas presentan clorosis basal, enrojecimiento foliar, entrenudos acortados, espigas y panojas poco desarrolladas o estériles, macollos en exceso y mazorcas deformadas con bajo contenido de grano (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). La expresión de los síntomas depende de factores como el híbrido

utilizado, las condiciones climáticas, el momento de la infección y la presión de inóculo (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024).

En Argentina se han reportado pérdidas de rendimiento por achaparramiento que varían entre el 10 % y el 90 %, según la severidad de la infección y el momento en que ocurre (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). Las infecciones tempranas suelen ser más perjudiciales. Por ello, el monitoreo constante del cultivo es fundamental, así como la implementación de medidas preventivas y culturales que reduzcan las poblaciones del vector (Cibils et al., 2024). *D. maidis* es un insecto ágil y escurridizo, cuya detección en campo resulta difícil, especialmente en los momentos iniciales de la infestación (“Achaparramiento del maíz”, 2024). Se recomienda realizar los monitoreos durante las primeras horas de la mañana, cuando su actividad es menor, y utilizar herramientas como trampas amarillas que permiten registrar su presencia sin alterarlo (“Achaparramiento del maíz”, 2024).

Según Barriga Rubio (2024), en el plano regional, en Argentina se han desarrollado modelos dinámico-estocásticos que simulan la dinámica poblacional de *D. maidis*, considerando sus distintos estadios y su ciclo de vida; estos modelos buscan ser herramientas útiles para diseñar y evaluar estrategias de manejo que reduzcan la incidencia del achaparramiento a largo plazo.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL VECTOR

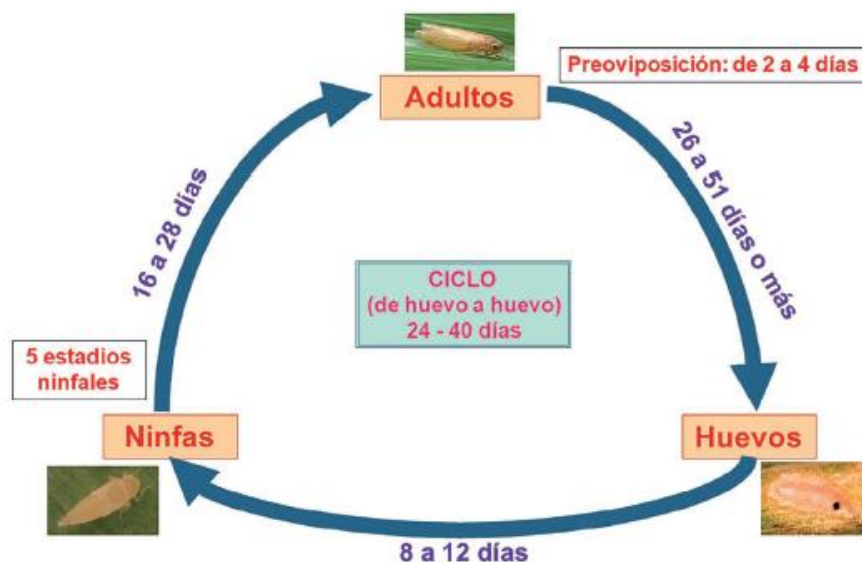
Dalbulus maidis (Hemiptera: Cicadellidae) es un insecto hemimetábolo que atraviesa tres fases: huevo, ninfa y adulto, con un ciclo de vida corto y una gran capacidad reproductiva (Fig. 1). Las hembras colocan entre 400 y 800 huevos a lo largo de su vida, de forma endofítica (dentro de la planta), generalmente en la nervadura central o en la lámina de las hojas del maíz, especialmente en el envés y en hojas desplegadas. Los huevos tardan entre 8 y 15 días en eclosionar, y las ninfas atraviesan cinco estadios antes de llegar al estado adulto, en un período que puede durar entre 17 y 28 días, según la temperatura (Virla, 2024), otra característica no menos importante es la capacidad de dispersión que puede abarcar más de 20 km, lo cual favorece el flujo genético entre individuos sanos y contaminados (Oliveira et al., 2013). Virla et al. (1990) observaron que una hembra de *Dalbulus* puede llegar a oviponer como máximo 820 huevos con un 83% de viabilidad.

Los adultos, son de color amarillento, con variación en el abdomen y presentan manchas oscuras en la cabeza que simulan ojos además presentan un fondo blanquecino en la corona (esta característica no aparece en estadios ninfales), miden entre 3 y 4 mm y presentan una longevidad promedio de 25 a 50 días (Cid, s.f.). Durante los estadios ninfales, los individuos tienen baja movilidad y suelen refugiarse en zonas protegidas como el cogollo de las hojas nuevas en desarrollo (Virla et al., 1990). Además del daño directo por succión de savia, densidades como 10 a 15 individuos por planta ya son suficientes para causar desequilibrio en la planta, las heridas por oviposición y

alimentación pueden causar un severo desequilibrio hídrico, lo que resulta letal en etapas tempranas del cultivo como V3 y V4 (Virla et al., 1990).

Figura 1

Ciclo biológico de Dalbulus maidis (chicharrita del maíz)



Nota. Tomado de Virla (2024).

En cuanto a su alimentación, *D. maidis* se alimenta exclusivamente de savia elaborada, utilizando su aparato bucal picador-suctor para alcanzar el floema de las plantas del género *Zea* (maíz y teocintles) y, en menor medida, *Tripsacum* (Moya-Raygoza & Chacón-Torres, 2022). Su comportamiento de alimentación implica múltiples inserciones de su estilete, lo cual aumenta su eficiencia como vector de patógenos, ya que puede inyectar saliva infectada repetidas veces (Virla, 2024). Las ninfas se alimentan en el envés de las hojas, mientras que los adultos prefieren el cogollo y las hojas jóvenes. En Argentina al igual que Uruguay, el único hospedante válido donde puede completar su ciclo es el maíz (cultivado o voluntario), ya que otras gramíneas no permiten su desarrollo completo (Virla, 2024).

Para pasar el invierno, *D. maidis* no entra en diapausa ni en dormancia, sino que sobrevive como adulto activo refugiado en malezas, montes, cultivos de invierno (como trigo, avena o cebada) y en maíces guachos. Las hembras tienen mayor capacidad de resistir el frío por ser más grandes y pesadas, y muchas presentan una coloración más oscura en otoño, lo que mejora su termorregulación (Virla, 2024). Pueden sobrevivir varias semanas sin alimentarse a temperaturas entre 9 y 17 °C, y hasta algunas horas a -5 °C si han sido aclimatadas previamente (Ebbert & Nault, 1994). Esta capacidad les permite recolonizar los cultivos al inicio de la primavera, actuando además como reservorio de los patógenos que transmiten (Virla, 2024).

La abundancia y distribución de *D. maidis* en los cultivos de maíz está determinada por varios factores ambientales y agronómicos (Oliveira et al., 2013). Entre los principales se destaca la duración del invierno sin disponibilidad de maíz, la presencia de maíz guacho, la intensidad de las heladas, la fecha de siembra y el tipo de vegetación que rodea al chacra, como malezas o cultivos de invierno (Virla, 2024). Cabe destacar que el maíz guacho, en particular, actúa como un importante reservorio del vector y de los patógenos del achaparramiento, facilitando la supervivencia y diseminación del complejo durante la entre-zafra (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Mazzilli, et al., 2024). Además, la temperatura favorece su movilidad, mientras que las lluvias tienden a reducir su actividad. Por otra parte, se ha observado que los síntomas del achaparramiento suelen presentarse con mayor intensidad en los bordes de los chacras; esto está relacionado a que *D. maidis* tiende a concentrarse en las zonas perimetrales del cultivo (Pinedo-Escatel & Moya-Raygoza, 2018) dicha distribución no uniforme explica por qué la sintomatología se manifiesta antes y con mayor severidad en esas áreas (Virla, 2024). Adicionalmente, la literatura reporta que los individuos infectados con los patógenos del complejo del achaparramiento como *Phytoplasma* pueden tener una mayor longevidad que los no infectados, lo cual incrementa su potencial de diseminación dentro del cultivo (Moya-Raygoza & Nault, 1998).

2.3. MÉTODOS DE MUESTREOS

El monitoreo de *Dalbulus maidis*, vector del complejo del achaparramiento, es esencial dentro del enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP). La elección del método de muestreo debe adecuarse al objetivo: conocer la densidad poblacional o detectar la presencia del vector para activar decisiones de manejo (Cuadra & Maes, 1990). El protocolo propuesto por Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Cibils et al., 2024) recomienda realizar monitoreos semanales desde la emergencia hasta V8–V10, siguiendo un recorrido en “V” dentro de la chacra. Es clave realizarlo durante este período fenológico, ya que es cuando el riesgo de transmisión de la enfermedad es mayor. En cada parada se observan 5 plantas consecutivas, camine 5 pasos y de igual manera revisar 5 plantas más, realizando 10 paradas totales (100 plantas), distribuidas en la parcela (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). El umbral de acción sugerido —aún no validado localmente— es de 0,7 individuos por cogollo por planta. No obstante, al tratarse de un insecto vector, este umbral es cuestionado. Alcanzado este umbral durante el período crítico antes mencionado, se recomienda la aplicación de insecticidas foliares autorizados por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca en la Resolución N.º 303 (Dirección General de Servicios Agrícolas, 2024). Asimismo, se enfatiza la necesidad de asegurar una aplicación de calidad, ya que el control químico sobre esta plaga ha mostrado eficacia baja o errática. Esto es similar a lo que sugiere Virla (2024), quien recomienda realizar conteos visuales de adultos en el cogollo del maíz desde el estadio V1 hasta V7–V8, además Pinto et al. (2023) recomendó contar directamente los insectos en la hoja del cogollo ya que es el método que mejor equilibra la precisión. Otro método recomendado es muestrear grupos de 10 plantas, este método se correlaciona con el uso de red entomológica (10 golpes de red) y es menos invasivo para las plantas (Virla, 2024). Se

recomienda hacer el muestreo temprano en la mañana, con temperaturas bajas para minimizar la movilidad del insecto, evitando proyectar sombra sobre el cogollo para no subestimar el conteo (Virla, 2024). También pueden emplearse trampas amarillas pegajosas que permiten estimar la presencia general de insectos, aunque no son específicas; asimismo Castillo y González (2005) evaluaron que la eficacia de captura puede variar según el color de las trampas y la altura.

Para evaluar la sintomatología asociada al achaparramiento a nivel predial el protocolo propuesto por INIA (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024) recomienda realizar dos evaluaciones durante el ciclo del cultivo. La primera se realiza en R4 (grano pastoso), observando hojas sintomáticas en 25 plantas consecutivas en cada una de cinco paradas distribuidas en un recorrido en “V” dentro del chacra, lo que totaliza 125 plantas evaluadas (Fig. 3). La segunda evaluación se realiza en R6 (madurez fisiológica), donde se evalúa el daño en la espiga y se estima el porcentaje de vano (zona sin grano atribuible al achaparramiento; Fig. 4). Para ello se observan también 25 plantas consecutivas en cada una de cinco paradas (125 plantas en total). Para ambas evaluaciones se utilizan escalas visuales que permiten identificar síntomas foliares —como enrojecimiento de bordes, rayado fino, presencia de multiespigas o macollos y muerte de planta— así como el daño en la mazorca, que se cuantifica desde 0 hasta 100 % de área vana (Barontini et al., 2022; De Rossi et al., 2024). Finalmente, es clave recordar que la presencia del vector no implica necesariamente enfermedad en el cultivo, ya que no todos los individuos están infectados. Estudios locales muestran niveles de infectividad del 26 % al menos con un patógeno dependiendo del momento y zona de muestreo (RUMCI, 2024). Sin embargo, la literatura también indica que individuos de *D. maidis* infectados con *Spiroplasma kunkelii* presentan una mayor capacidad de supervivencia durante el invierno en comparación con individuos no infectados, lo que sugiere una ventaja en condiciones ambientales adversas (Ebbert & Nault, 1994).

2.4. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL ACHAPARRAMIENTO Y FACTORES QUE INFLUYEN

En fitopatología, la incidencia y la severidad son herramientas fundamentales para cuantificar el impacto de enfermedades en los cultivos. La incidencia refiere a la proporción de plantas afectadas (enfermas vs sanas), mientras que la severidad indica el grado de daño observado en el tejido vegetal, generalmente expresado como porcentaje (Calviño, 2023). Estas métricas resultan claves para evaluar el avance de enfermedades como el achaparramiento del maíz y definir estrategias de manejo.

Como se menciona en el trabajo de da Cunha et al. (2023), la etapa fenológica del maíz es uno de los principales factores que influyen en la dinámica poblacional de *D. maidis*, la mera presencia del vector infectado, incluso en bajas densidades, es suficiente para asegurar la transmisión eficiente virus rayado fino del maíz (MRFV) y *Candidatus Phytoplasma*, especialmente en cultivos sembrados fuera de temporada. Toffanelli y Bedendo (2002) realizaron un experimento con híbridos susceptibles y comprobaron que

la incidencia y severidad de los síntomas del achaparramiento aumentan con el número de insectos infectados presentes por planta. Con tan solo un insecto infectado, se observan pérdidas del 35 % en el rendimiento, alcanzando reducciones de hasta un 91,3 % con nueve insectos. Este estudio confirma la relación directa entre la cantidad de insectos infectados y la severidad de la enfermedad.

Oleszczuk et al. (2020) evaluaron diversos mecanismos de resistencia de híbridos de maíz frente a *D. maidis* y *Spiroplasma kunkelii*. En este trabajo, los mecanismos fueron clasificados en antixenosis (preferencia del insecto), antibiosis (efectos adversos sobre el desarrollo o supervivencia del vector) y resistencia a la infección. Los autores señalan que los híbridos DK72-10 y DKB390 fueron los más preferidos por *D. maidis*; sin embargo, DK72-10 también redujo la supervivencia del insecto. A pesar de ello, este híbrido resultó altamente susceptible a la enfermedad, al igual que DK670. En contraste, DKB390 mostró resistencia tanto a nivel de infección como en la expresión de síntomas, lo que demuestra que la elección del híbrido puede ser determinante para mitigar el impacto del achaparramiento del maíz.

Melchert et al. (2021) estudiaron la relación entre la fertilización nitrogenada (100, 200 y 300 ppm) y el comportamiento del vector. Encontraron que las hembras prefieren las plantas con mayor contenido de nitrógeno (300 ppm) y depositan más huevos en ellas, cuadruplicando la oviposición en comparación con plantas con dosis más bajas. Este hallazgo resalta la necesidad de balancear la fertilización como medida complementaria en el manejo integrado del vector.

2.5. DAÑOS Y CONTROL

Como fue mencionado anteriormente, *D. maidis* causa dos tipos de daños en el cultivo de maíz: directos e indirectos. El daño directo incluye lesiones mecánicas en la epidermis de la planta, producto de la oviposición y la alimentación, así como la secreción de sustancias azucaradas que favorecen el desarrollo de hongos saprófitos como la fumagina. Sin embargo, el daño más relevante es el indirecto, ya que este insecto actúa como vector eficiente de los patógenos del complejo del achaparramiento, incluyendo *Spiroplasma kunkelii*, *Candidatus Phytoplasma* y el virus rayado fino del maíz (MRFV) y el virus del mosaico estriado del maíz (MMSV). Estos patógenos obstruyen el floema, interfieren con el transporte de nutrientes, reducen el crecimiento, afectan la eficiencia fotosintética y provocan deformaciones severas en espigas y granos (Cid, s.f.).

El trabajo realizado por Silva de Andrade et al. (2024) evidencia que la infección por MRV genera alteraciones significativas en el metabolismo y la fisiología de las plantas de maíz. Los resultados muestran modificaciones en la composición de compuestos bioquímicos también en la concentración de elementos minerales y en los perfiles metabólicos, asociados tanto al metabolismo primario como a respuestas de estrés. Estas alteraciones reflejan un desbalance fisiológico general en plantas infectadas, permitiendo comprender el impacto de la infección viral sobre el funcionamiento normal

del cultivo, sin abordar aspectos vinculados a la transmisión del patógeno ni a la dinámica del vector.

En respuesta al aumento poblacional del vector y a la aparición de síntomas asociados al achaparramiento del maíz en distintas zonas del país, INIA implementó en 2024 la red de monitoreo (RUMCI, 2024). Esta red permite realizar un seguimiento detallado de la dinámica poblacional de *D. maidis* a nivel nacional, identificar focos de alta incidencia y coordinar estrategias de manejo y alerta temprana para contener el avance de la enfermedad (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024).

El control del complejo del achaparramiento se basa en un enfoque integrado y preventivo, combinando medidas culturales, químicas y una estrecha coordinación entre actores del sistema productivo. Entre las principales estrategias culturales se destaca la eliminación de maíces guachos y malezas hospederas al menos 90 días antes de la siembra, con el fin de interrumpir el ciclo del vector. También se recomienda evitar siembras escalonadas, que prolongan la presencia de cultivos en estadios susceptibles, y priorizar siembras tempranas que permiten escapar a los períodos de mayor presión del vector. La selección de híbridos tropicales, que presentan mayor tolerancia al complejo de patógenos, resulta clave, así como la coordinación regional de fechas de siembra entre predios cercanos, manteniendo diferencias de 20 a 30 días para evitar la coincidencia de etapas vulnerables en el cultivo (Virla, 2021).

Desde el punto de vista químico, el uso de curasemillas se considera fundamental para proteger las plantas en los primeros estadios fenológicos (V3 a V5), cuando son más susceptibles a la infección (Neves et al., 2022). En casos donde se justifique, se recomienda aplicar insecticidas combinando productos sistémicos y de contacto, preferentemente durante la mañana o al anochecer, momentos en los que el vector presenta menor movilidad. La calidad de la aplicación es crítica, dado que *D. maidis* se refugia en el cogollo del maíz, una zona de difícil acceso. Además, como las hojas nuevas que emergen no conservan la protección de tratamientos previos, se vuelve imprescindible realizar un monitoreo continuo y mantener activas las medidas preventivas durante todo el ciclo del cultivo.

La experiencia nacional e internacional demuestra que ninguna de estas prácticas por sí sola es suficiente. Solo mediante la implementación coordinada de estas estrategias por parte de productores, técnicos e instituciones es posible reducir significativamente el impacto del achaparramiento. Según la Cartilla INIA 108 (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024), las acciones prioritarias deben incluir el monitoreo periódico, el uso de híbridos con tolerancia comprobada, la eliminación eficiente del maíz guacho —reservorio clave para el vector y los patógenos—, el tratamiento de semillas, la concentración de fechas de siembra, y en fechas tardías la inclusión de cultivos alternativos como el sorgo, que no es afectado por *D. maidis*. Además, la cartilla establece que el umbral para la aplicación de insecticidas en estadios vegetativos debe ser de 0,7

chicharritas por cogollo, reforzando la necesidad de una vigilancia activa y técnica sobre la plaga (Pinto et al., 2024).

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar la dinámica poblacional de *Dalbulus maidis* y el desarrollo del achaparramiento del maíz en dos chacras contrastantes de maíz de segunda siembra pertenecientes al RUMCI, en el litoral oeste del Uruguay.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Comparar la abundancia del vector *Dalbulus maidis* entre dos chacras de maíz de segunda siembra con fechas de siembra contrastantes.
2. Caracterizar la dinámica temporal de la población del vector a lo largo de la zafra en ambas chacras.
3. Describir el patrón de distribución espacial del vector dentro de la chacra (bordes vs. interior) bajo diferentes niveles de abundancia poblacional.
4. Cuantificar la incidencia, la severidad y el índice del achaparramiento en distintas etapas fenológicas en dos chacras de maíz de segunda siembra.
5. Relacionar la abundancia del vector con la aparición y progresión de los síntomas.

3.2. HIPÓTESIS

H1: La abundancia de *Dalbulus maidis* difiere entre chacras de maíz de segunda siembra con fechas de siembra contrastantes, siendo mayor en la chacra sembrada en forma más tardía.

H2: La población de *Dalbulus maidis* presenta un incremento progresivo a lo largo de la zafra en ambas chacras, con diferencias en la magnitud del aumento entre sitios.

H3: *Dalbulus maidis* presenta una mayor concentración en los bordes del chacra en comparación con el interior, mientras que en situaciones de alta abundancia la distribución tiende a homogeneizarse.

H4: La incidencia, severidad e índice del achaparramiento del maíz aumentan a medida que avanza el ciclo del cultivo y difieren entre chacras con fechas de siembra contrastantes.

H5: Una mayor abundancia de *Dalbulus maidis* se asocia con una aparición más temprana y una mayor progresión de los síntomas de achaparramiento del maíz.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. SITIOS DE ESTUDIO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se llevó a cabo en dos chacras de maíz de segunda siembra ubicadas en el litoral oeste de Uruguay: una en la zona rural de Young (departamento de Río Negro) y otra en Costas del Sacra (departamento de Paysandú). Ambas chacras correspondieron a maíces de segunda, con la particularidad de que la de Paysandú fue sembrada significativamente más tarde que la de Young, lo cual permitió comparar situaciones contrastantes en cuanto a la dinámica del vector y la expresión de síntomas.

La chacra 1 se encuentra en Young, en las coordenadas -32.6128147, -57.6792657. El cultivo fue sembrado el 10 de diciembre de 2024 utilizando el híbrido NK842, de ciclo intermedio-largo con buen comportamiento frente al achaparramiento. Este cultivar presenta alta estabilidad y rendimiento en siembras tardías, junto con buen comportamiento sanitario frente a enfermedades como tizón, roya y manchas. Además, incorpora tecnología Bt (AgrisureViptera 3) para el control de lepidópteros, específicamente *Spodoptera frugiperda*. La fertilización se realizó en dos etapas: en estado fenológico V2 se aplicaron 150 kg/ha de urea azufrada y 50 kg/ha de KCl; y en V6 se aplicaron 200 kg/ha de urea azufrada. El 22 de enero se aplicó una mezcla de agroquímicos para el control integrado de malezas, plagas y enfermedades. Esta incluyó Convey (Topramezone) a razón de 0,1 L/ha como herbicida de gramíneas y hojas anchas, glifosato (3 L/ha), Fanafol (2 L/ha) como fertilizante foliar con bioestimulantes, Break Thru (30 cc/ha) como coadyuvante, y Selenium (Clorantraniliprole, 30 g/ha) como insecticida específico para lepidópteros, el cual no está registrado para el control de *D. maidis*.

La chacra 2 está ubicada en Costas del Sacra, Paysandú, en las coordenadas -32.3623948, -58.0083627. Allí se sembró maíz de segunda el 18 de enero de 2025, utilizando el híbrido P2297 PWUE. Este cultivar, también de ciclo intermedio-largo, cuenta con tecnología Bt (PWUE), que le otorga resistencia a *S. frugiperda* y tolerancia a herbicidas como glifosato y glufosinato de amonio, características que lo hacen adecuado para ambientes de siembras tardías y condiciones de alta presión de estrés biótico. La fertilización se aplicó en dos momentos: en V6 se aplicaron 80 kg/ha de urea y en V9, 120 kg/ha adicionales. En cuanto al manejo fitosanitario, se realizaron tres aplicaciones: el 11 de febrero se utilizó Azerto (dinotefuran y bifentrin 400 cc/ha), un insecticida sistémico y de contacto; el 15 de febrero se reforzó con Choke (tiametoxan y bifentrin, 200 cc/ha), y finalmente el 19 de febrero se aplicó Acelan Pro (acetamiprid y bifentrin), estas aplicaciones de insecticidas de amplio espectro se efectuaron para el manejo de *D. maidis*.

4.2. MONITOREO TEMPORAL Y ESPACIAL DEL VECTOR

El monitoreo de *D. maidis* se realizó cada 15 días desde R3 en adelante, (no se realizaron monitoreos del vector en etapas tempranas) utilizando trampas pasivas amarillas con adhesivo, sin atrayentes químicos, cuya efectividad se basa en la atracción visual del color. Las trampas fueron colocadas el 22 de marzo de 2025 sobre varillas de un metro de altura distribuidas en distintas zonas del cultivo. En cada chacra se instalaron 20 trampas, distribuidas en sectores, que incluían cuatro ubicadas en cada borde (0.5 metros por fuera del cultivo) y cuatro en el interior del cultivo, dispuestas en forma de transectos (Figura 2). Tras cada período de exposición, las trampas fueron retiradas, conservadas en una conservadora con hielo, y posteriormente almacenadas en freezer hasta su procesamiento. La variable principal registrada fue la cantidad de individuos de *D. maidis* capturados por trampa, la identificación fue visual y basado en conocimientos aportados por la participación de una gira de la RUMCI en el 2024. Paralelamente, se identificaron plantas enfermas en cada chacra, registrando síntomas visuales compatibles con el achaparramiento, pero no se realizó confirmación molecular en planta (ver sección 4.3 por detalles).

Figura 2

Ubicación georreferenciada de las chacras **A)** chacra Young- 32.6128147, -57.6792657, **B)** chacra Paysandú- -32.3623948, -58.0083627

A)



B)



Nota. Adaptado de Google (2026a, 2026b).

4.3. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL ACHAPARRAMIENTO

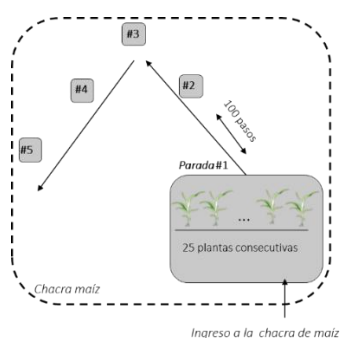
La evaluación de la incidencia y severidad del achaparramiento se realizó de R3 en adelante siguiendo las escalas propuestas por INIA, las cuales incluyen un protocolo de muestreo adaptado del que se describe en la cartilla 108 del INIA (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). Específicamente, en cada chacra, se comenzó la recorrida por el borde y se examinaron al azar 25 plantas en cinco paradas, distribuidas en forma de "V" a lo largo de la chacra (Figura 3). Para cada planta individual se estimó el grado de síntoma foliar visibles siguiendo la escala adaptada (escala adaptada de

Barontini et al., 2022; Oleszczuk et al., 2020) (Figura 3B). En etapas más avanzadas, como R6 o madurez fisiológica, se realizó un muestreo destructivo de las mazorcas de las 125 plantas seleccionadas al azar bajo el mismo esquema de monitoreo (Figura 3A). A cada mazorca se le asignó un grado de daño según la severidad observada (De Rossi et al., 2024) (Figura 3C-D), el cual se asoció posteriormente a un porcentaje estimado de pérdida de rendimiento atribuible al achaparramiento. Este enfoque permitió vincular síntomas visuales con pérdidas productivas esperadas. El posible efecto del estrés hídrico sobre la sintomatología observada no fue considerado en este estudio, ya que no se contó con registros pluviométricos específicos de las chacras que permitieran realizar un balance hídrico. Aunque las precipitaciones promedio acumuladas durante los períodos 2 y 3 se clasificaron entre moderadas y altas (INIA, 2025), estos datos generales no permiten descartar la ocurrencia de déficits hídricos locales. Esta limitación debe tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

Figura 3

Metodología de registro de sintomatología realizada en cada chacra (Figura 2)

A)



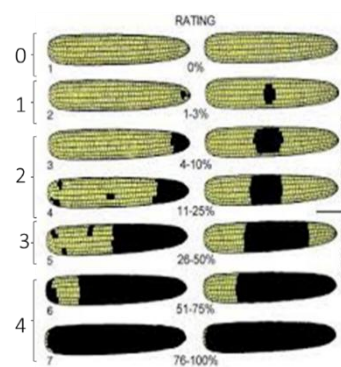
B)

Grado	Espiroplasma	Virus rayado fino	Síntomas
0	Sin síntomas		
1	Borde foliar enrojecido	Punteado clorótico a lo largo de la nervadura	
2	Veteado rojo-amarillo verde	Leve rayado fino a lo largo de la nervadura	
3	Estrias amarillas irregulares (foto izquierda)	Rayado fino a lo largo de la nervadura (foto derecha)	
4	Multiespigas y/o macollos secundarios y/o plantas enanas.	Falta de granos, plantas enanas.	
5	Plantas muertas		

C)

Daño *	% vano
0	0
1	0-3%
2	4-25%
3	26-50%
4	51-100%

D)



Nota. Adaptado de Barontini et al. (2022) y Oleszczuk et al. (2020). La escala de daño en mazorca fue adaptada de Ponso (De Rossi et al., 2024).

4.4. EVALUACIÓN DE INDICADORES

Los datos de abundancia del vector *D. maidis* se obtuvieron mediante el conteo de individuos por trampa y se analizaron en función del tiempo, la ubicación dentro de la chacra (borde vs. interior) y la fecha de recambio.

En primer lugar, los síntomas observados se categorizaron según la escala de sintomatología (Figura 3). Posteriormente, se cuantificó la incidencia sobre los 125 individuos evaluados (cinco paradas de 25 plantas), registrando qué plantas presentaban síntomas y cuáles no (sano/enfermo). La incidencia se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ de plantas con síntomas} / \text{N}^\circ \text{ total de plantas evaluadas}) \times 100$$

Luego, para interpretar el impacto de la enfermedad dentro de cada chacra, se calculó la severidad de los síntomas considerando únicamente las plantas enfermas. Este indicador permitió comparar el nivel de daño entre chacras según cada sintomatología observada. La severidad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad (\%)} = (\text{Promedio de plantas enfermas por parada} / \text{N}^\circ \text{ de paradas}) \times 100.$$

A partir de estos indicadores se estimó el Índice de Enfermedad (IE), nombrado a continuación como “Índice de achaparramiento” que relaciona la incidencia con la severidad, que se calculó con la siguiente fórmula:

$$IE = \text{Incidencia} \times \text{Severidad}$$

Estos indicadores se calcularon tanto para síntomas en hojas como en mazorcas durante la etapa reproductiva, ya que permiten estimar el impacto potencial de la enfermedad sobre el rendimiento, uno de los efectos más relevantes del achaparramiento. Los cálculos se realizaron individualmente por chacra y por fecha de evaluación, con el objetivo de analizar posteriormente los resultados mediante herramientas estadísticas y determinar su significancia.

4.5. ESTADÍSTICA

Los datos se expresaron como media $\pm$ error estándar y fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA). Las variables respuesta incluyeron la abundancia de *D. maidis*, el daño en mazorca, así como la incidencia, severidad e índice del achaparramiento del maíz.

Se realizaron ANOVA de una vía para evaluar el efecto de la localidad (Paysandú y Young) como factor fijo, y ANOVA de dos vías para analizar los efectos de la localidad en combinación con la fecha de muestreo o la posición dentro del chacra (borde vs. centro), incluyendo sus respectivas interacciones.

Previamente a los análisis, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. El nivel de significancia utilizado fue $\alpha = 0,05$. Cuando los efectos no resultaron significativos ($p > 0,05$), no se realizaron comparaciones múltiples entre medias. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R.

Para estudiar la estabilidad en la distribución espacial entre fechas consecutivas se realizaron modelos generalizados con la distribución binomial negativa (log) como función de enlace. Para cada punto (trampa) la variable de respuesta fue la fecha $t+1$ y la variable predictora la fecha previa t . Para chequear el cumplimiento de los supuestos del modelo se utilizó la simulación de residuos ($n:999$) las funciones `simulateResiduals()`, `plot(simulationOutput)`, y `testResiduals()` del paquete DHARMA.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL (BORDE VS. INTERIOR) DEL VECTOR

Durante el periodo de evaluación se cuantificaron en total 44.463 individuos de *D. maidis*, de los cuales 7.635 correspondieron a la chacra ubicada en el departamento de Río Negro y 36.828 individuos pertenecieron a la chacra ubicada en el departamento de Paysandú. La chacra situada más al norte del país presentó poblaciones del vector 4,7 veces superiores a las observadas en Young ($p < 0,05$). Este resultado confirma la hipótesis 1, que planteaba que la chacra sembrada más tardíamente presentaría una mayor abundancia de *D. maidis* durante el período de muestreo. Las siembras tardías presentan plantas en estados fenológicos favorables para el desarrollo del insecto en un momento en que la abundancia del vector ya es elevada, debido al desarrollo poblacional previo en maíces sembrados más tempranamente. De esta forma, estos cultivos pueden alcanzar mayores abundancias del insecto (Virla et al., 2003).

Con el transcurrir de la zafra se observó un aumento poblacional en las capturas del vector en ambas localidades lo que resulta consistente con la hipótesis 2 que establecía que la abundancia del vector iba a aumentar gradualmente durante la zafra en ambas chacras (Figura 4). Esta abundancia creciente puede ser causa de la duración del ciclo de vida que resulta relativamente largo, de entre 40 y 50 días en promedio según diversos autores (Valarezo et al., 2013; Waquil et al., 1999) y su alta capacidad de reproducción (De Remes Lenicov & Virla, 1993; Van Nieuwenhove et al., 2016). Asimismo, este patrón de aumento podría estar asociado a la susceptibilidad de los híbridos utilizados, su estadio fenológico (más temprano) y la siembra más tardía lo cual expone al cultivo en un entorno con más vector, lo que favorecería el establecimiento y crecimiento de las poblaciones; sin embargo, este aspecto no fue evaluado en el presente estudio.

Los híbridos utilizados fueron NK 842 y P2297 PWUE, ambos templados. El NK presenta mejor comportamiento frente al achaparramiento (Agrositio, 2024), mientras que el P2297 se destaca por su alta estabilidad en siembras de segunda y su gran potencial productivo (*Catálogo 2023 de híbridos de maíz*, 2023). A su vez, ambos híbridos fueron evaluados mediante el índice de severidad (IS), donde el P2297 presentó el menor IS en el año evaluado, mientras que el NK mostró un IS intermedio (Simón & Garfagnoli, 2024). En este trabajo, los híbridos se comportaron de forma distinta, lo cual puede estar relacionado con que el P2297 fue implantado en fechas más tardías, exponiéndose a mayores fuentes de inóculo en estados fenológicos V1–V2. Esto es clave, ya que la incidencia tiende a ser mayor en siembras tardías (da Costa et al., 2019). Además, debe considerarse que el fenotipo resulta de la interacción entre genotipo y ambiente (Araujo et al., 2025), por lo que cada híbrido puede modificar su desempeño relativo según las condiciones en las que se desarrolle (Simón & Garfagnoli, 2024).

La ocurrencia de *D. maidis* tiene como característica seguir un gradiente en el Cono Sur. Los cultivos de maíz ubicados más al norte suelen presentar la especie mayor frecuencia (Bentancourt & Scatoni, 2010) y con mayores poblaciones. Además de la temperatura, y la disponibilidad de maíces como fuente de alimento, responsables de la colonización de los cultivos (Meneses et al., 2016; Nault, 1998), las precipitaciones se han reportado como un factor que puede disminuir el alcance de la plaga en la región (Foresti et al., 2022). Las condiciones ambientales y climáticas durante la zafra estudiada resultaron intermedias para el establecimiento de la especie, lo que explica que las poblaciones hayan sido particularmente altas y que se detectaran elevadas abundancias en los muestreos (Virla et al., 2013).

Según especialistas argentinos, los maíces de segunda ubicados al sur del paralelo 30° presentarían un bajo impacto de la plaga (*La detección temprana*, 2026). Dado que Uruguay se extiende aproximadamente entre los paralelos 30° y 35° S (Instituto Geográfico Militar [IGM], s.f.), esta afirmación debería contrastarse con la información nacional. Durante esa zafra, la RUMCI (2026) registró un gradiente latitudinal en la abundancia del vector. En el norte se observaron 0,92 individuos por planta, específicamente en el cogollo, y presencia del vector en el 10 % de las plantas evaluadas. En el sur se registraron 0,43 individuos por planta y presencia en el 0,3 % de las plantas.

El elevado número de individuos capturados en las trampas se constató a pesar de que su instalación se realizó de manera tardía. Idealmente, las trampas y el monitoreo deberían haberse implementado al momento de la siembra para contar con un panorama más completo de la dinámica poblacional del vector a lo largo de la zafra. En los años de mayor abundancia de *Dalbulus*, en la región, los ataques pueden iniciarse desde emergencia (Ferreira et al., 2026), sin embargo, las mayores poblaciones suelen registrarse luego de transcurrido cierto tiempo. Según un estudio de Meneses et al. (2016) realizado en regiones maiceras de Brasil, los picos de abundancia se presentan aproximadamente 77 días después de la emergencia. Dado que las zonas donde se realizaron dichos registros se encuentran más al norte, podría esperarse que en Uruguay ese valor sea mayor.

La alta severidad observada en el híbrido P2297 se explica por la coincidencia de su estadio de plántula con el pico poblacional del vector. Según Toffanelli y Bedendo (2001), la inoculación del fitoplasma en plantas jóvenes (10 días de edad V1-V2) provoca reducciones de hasta el 70% en la producción de granos y una marcada disminución en la altura de la planta. Esto sugiere que la presión de inóculo recibida por el P2297 en sus etapas iniciales disminuyó cualquier ventaja genética de tolerancia, mientras que el NK 842, al ser sembrado más temprano, atravesó esta 'ventana de susceptibilidad' con una presión de vector significativamente menor, como ventaja de escape. En cambio, el efecto de una presión de inóculo en etapas más avanzadas, causa menores daños. Massola et al. (1999) demostraron que plantas infectadas en estadios más avanzados (V6-V8 en adelante) no presentan pérdidas significativas en los componentes del rendimiento. Esto permite plantear que el desempeño del híbrido NK 842 podría no responder

exclusivamente a una superioridad genética intrínseca, sino también a un mecanismo de escape: su siembra más temprana le habría permitido superar la etapa de mayor susceptibilidad antes de que las poblaciones infectivas del vector alcanzaran niveles críticos en el área de estudio. Sin embargo, debido al diseño y al alcance de este trabajo, no fue posible separar el efecto de la fecha de siembra del efecto del genotipo ni evaluar las diferencias entre los híbridos en su respuesta al achaparramiento.

Desde el punto de vista del manejo agronómico, ambas chacras presentaron diferencias en la fecha de siembra, con 39 días de diferencia, partiendo desde el 10 de diciembre, en la cual fue sembrada Young. En el ámbito de las fertilizaciones en Young se aplicaron 350 kg/ha de urea azufrada, y en Paysandú 200 kg/ha. Además, desde el punto de vista fitosanitario en Young solamente se aplicó una vez insecticida y no para chicharrita. En Paysandú, en cambio se aplicaron 3 veces, todas tienen en común que incluyeron el principio activo bifentrin; en la primera aplicación combinado con dinotefuran, en la segunda con tiametoxan, y la tercera con acetamiprid. Según Machado (2025) en Brasil se ha reportado una resistencia autosómica incompletamente dominante y poligénica hacia el principio activo bifentrin, por lo que la decisión de usar este insecticida debería ser más cuidadosa.

En relación con la temperatura, se observó que mayo de 2025 presentó una anomalía positiva respecto a la media histórica nacional, con un aumento de 1,4 °C (Instituto Uruguayo de Meteorología [INUMET], 2025b). Esta condición pudo haber favorecido la dinámica poblacional del insecto, ya que las mayores abundancias se registraron durante ese mes. Los valores más altos se observaron en Paysandú, lo que determinó temperaturas medias más elevadas, así como máximas superiores y mínimas menos bajas en comparación con Young. Según Foresti et al. (2022), estas condiciones presentan una correlación positiva con la reproducción activa de la especie. Asimismo, Van Nieuwenhove et al. (2016) determinaron que *D. maidis* puede formar poblaciones permanentes en regiones templadas cuando la temperatura media anual mínima es de aproximadamente 17 °C. Uruguay presenta una temperatura media anual cercana a 17,5 °C (INUMET, s.f.), lo que sugiere que las condiciones climáticas del país podrían permitir el establecimiento estable de la especie. Además, estos autores estimaron la temperatura base para el desarrollo de la especie en 4,9 °C y calcularon que el insecto requiere aproximadamente 648 grados-día (GD) para completar su ciclo desde huevo hasta adulto.

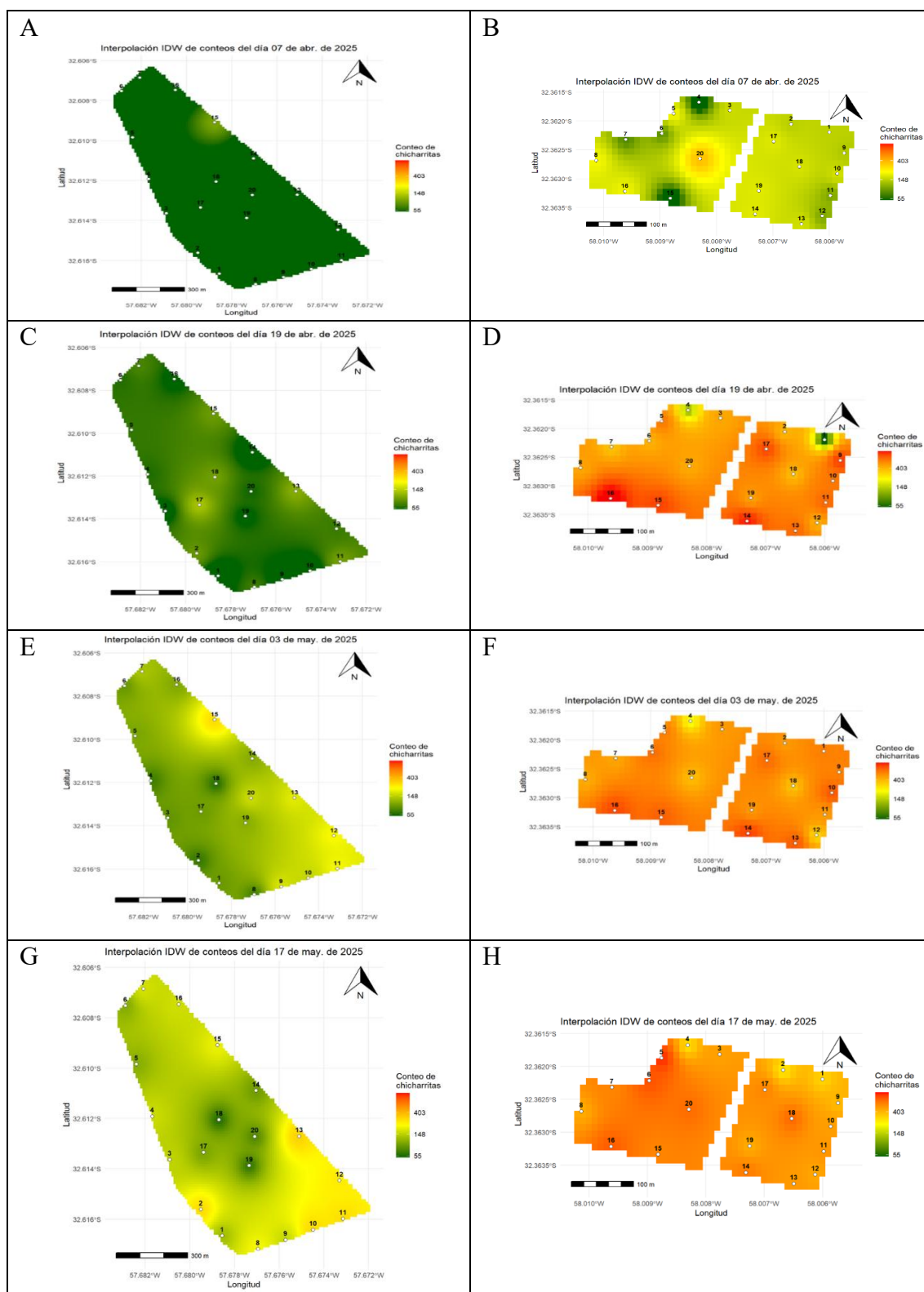
Desde el punto de vista de las precipitaciones, abril y mayo de 2025 presentaron valores elevados. En abril se registraron 35 mm en Paysandú, mientras que en Young las precipitaciones alcanzaron 80 mm. Posteriormente, en mayo —mes en el que se registró la mayor abundancia del insecto— Paysandú presentó una precipitación mensual de 188 mm, mientras que en Young se registraron 170 mm (INUMET, 2025b). En este caso, la mayor precipitación no mostró una relación negativa con la abundancia del insecto, como fue reportado por Foresti et al. (2022), ya que en Paysandú se registraron simultáneamente mayores precipitaciones y mayores abundancias del vector. Según de Carvalho et al. (2026) *D. maidis* tiene preferencia por plantas jóvenes y tejidos en activo crecimiento ya

que presentan mejor valor nutricional y accesibilidad al floema, lo cual en este caso para el maíz de Paysandú (el más tardío), se encontraba en estadio menor que el de Young por lo tanto su respuesta por parte de su biomasa fue mayor que la de Young (más temprana).

Este resultado podría asociarse al estado fenológico del cultivo de maíz, puesto a que se ha demostrado que las hembras de *D. maidis* prefieren plantas vigorosas para la oviposición (Melchert et al., 2023). En este estudio, durante el mes de mayo el cultivo en Paysandú se encontraba en estado R4 (grano pastoso), mientras que en Young el cultivo ya había alcanzado la madurez fisiológica (R6). De acuerdo con lo señalado por Melchert et al. (2023), las condiciones fisiológicas del cultivo en Paysandú habrían sido más favorables para la oviposición y el desarrollo del insecto, lo que podría explicar las mayores abundancias registradas en ese sitio.

Figura 4

Capturas totales de chicharritas en trampas amarillas. Young (ACEG) y Paysandú (BDFH) por muestreo

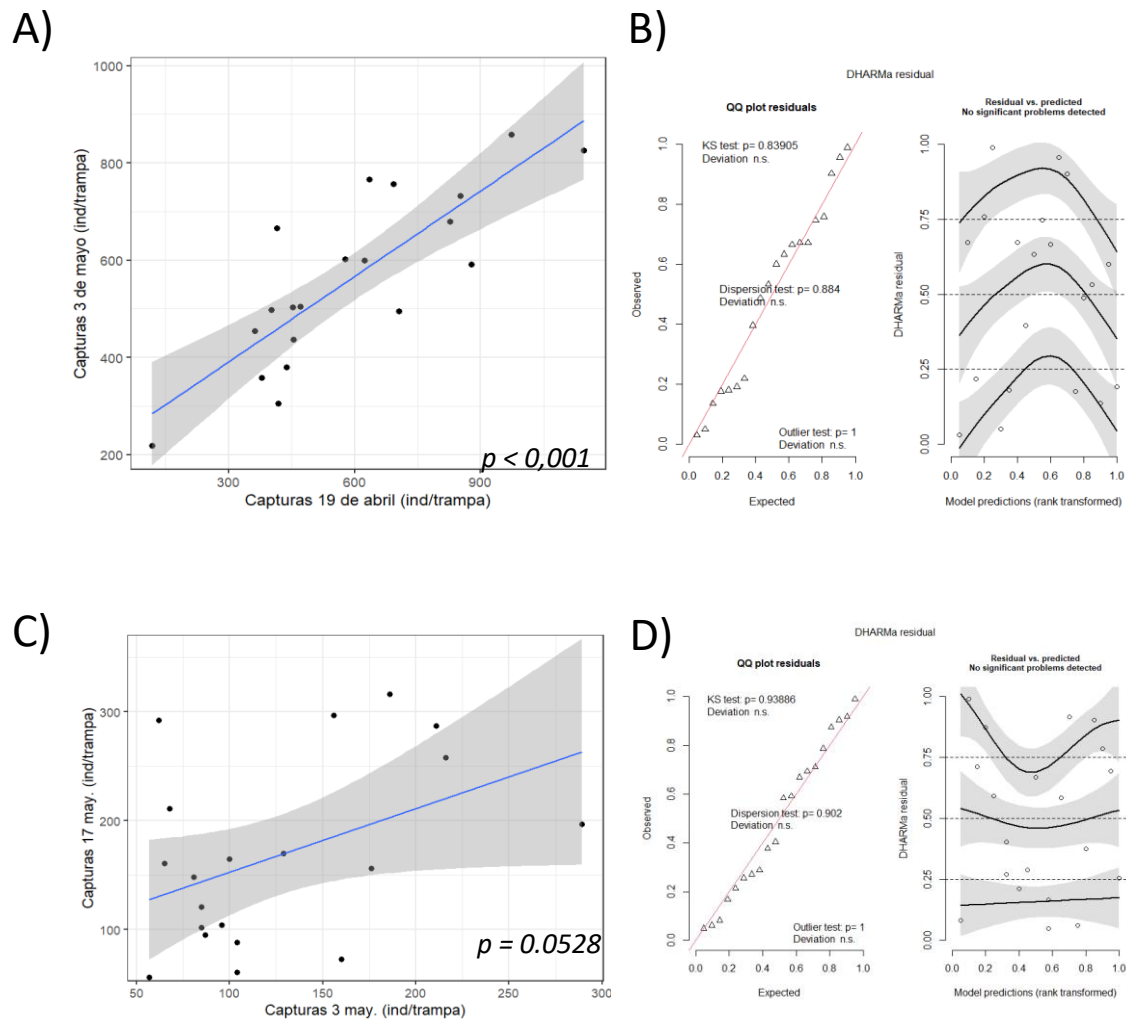


En la chacra de Young (Figura 5C-D) se observa una relación positiva entre las capturas del 19 de abril y las del 3 de mayo, lo que indica que los sectores con mayor abundancia en la primera fecha tendieron a mantener mayores niveles poblacionales en la fecha posterior. La pendiente positiva del modelo sugiere una persistencia espacial del patrón poblacional; sin embargo, la significancia estadística es marginal ($p = 0,0528$) (ver ANEXO A), lo cual podría explicarse por la menor densidad total del vector registrada en este sitio y la mayor variabilidad entre trampas. Este comportamiento coincide con lo observado en los mapas de abundancia, donde bajo condiciones de baja presión poblacional el vector presenta una distribución espacial más estructurada, con concentraciones más definidas y una progresión temporal detectable (Ribeiro et al., 2021).

En este contexto, la estabilidad espacial permite identificar con mayor claridad los gradientes de abundancia dentro de la chacra, lo que aporta evidencia a favor de la hipótesis que plantea un incremento progresivo de la población a lo largo de la zafra. En la chacra de Paysandú (Figura 5A-B), la relación entre las capturas del 19 de abril y las del 3 de mayo es fuerte, positiva y altamente significativa ($p < 0,001$). La elevada pendiente del modelo indica que los sectores con mayor abundancia inicial mantuvieron poblaciones relativamente altas en la fecha posterior, lo que evidencia cierta persistencia espacial en la distribución del vector. Este comportamiento refleja una situación de alta presión poblacional, en la cual el crecimiento del vector ocurre de manera generalizada dentro de la chacra, aunque algunos sectores pueden mantener niveles más elevados de abundancia durante determinados momentos. La consistencia del patrón entre fechas sugiere un proceso de incremento poblacional sostenido y refuerza la hipótesis de que se presentan mayores densidades en la chacra sembrada más tardíamente (ASA, 2024). Asimismo, la elevada abundancia observada en Paysandú contribuye a explicar la homogeneización espacial descrita previamente, ya que altas densidades del vector dificultan la identificación de diferencias claras entre bordes y centro del chacra.

Figura 5

Relación entre capturas consecutivas de chicharritas (solo representadas las significativas)



El promedio de chicharritas capturadas en los bordes y en el centro del cultivo mostró diferencias entre las chacras evaluadas (Figura 6) (ver ANEXO B). En la chacra de Young, el promedio de capturas fue mayor en los bordes que en el centro de la chacra, con una baja variabilidad entre muestreos, lo que sugiere un patrón espacial relativamente consistente.

La presencia de un efecto borde en la chacra de Young de *D. maidis* puede explicarse principalmente por procesos de dispersión desde cultivos de maíz adyacentes, dado el alto grado de especialización de la especie por este hospedante (Virla, 2024). En este sentido, los bordes funcionarían como zonas iniciales de colonización, generando gradientes de abundancia hacia el interior del cultivo. Sin embargo, la vegetación circundante, como gramíneas presentes en campo natural podría contribuir a la continuidad de recursos y actuar como corredor biológico para organismos asociados al sistema (Moya-Raygoza, 2024). A su vez, las diferencias observadas entre borde e interior

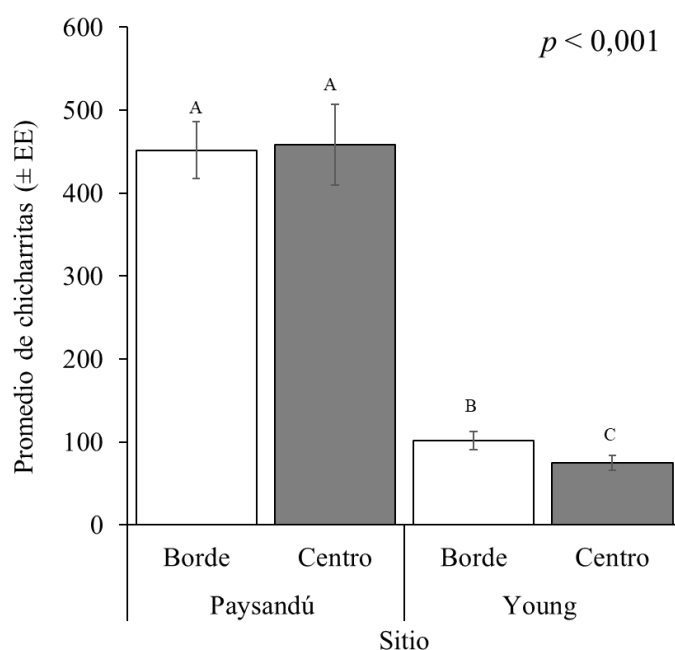
también pueden estar influenciadas por la distribución diferencial de enemigos naturales, los cuales pueden presentar mayor actividad dentro del cultivo (Becerra-Chiron & Moya-Raygoza, 2018). Finalmente, la distribución espacial de la plaga no es estática, sino que varía con la dinámica poblacional tendiendo a concentrarse en bordes a bajas densidades, y a homogeneizarse a medida que aumenta la abundancia (Meneses et al., 2016)

En la chacra de Paysandú, los valores promedio de capturas fueron considerablemente más altos que en Young, lo cual es consistente con lo esperado para localidades ubicadas más al norte, donde se reportan mayores abundancias del vector (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). Sin embargo, en este caso las medias de borde y centro fueron similares y los errores estándar más amplios (ver ANEXO C), especialmente en el centro de la chacra, lo que refleja una mayor variabilidad entre muestreos.

En este sentido, los resultados apoyan la hipótesis H3, que plantea que *D. maidis* presenta una mayor concentración en los bordes del chacra en comparación con el interior, mientras que en situaciones de alta abundancia la distribución tiende a homogeneizarse. Este patrón se observa en la chacra de Young, donde la menor abundancia permitió identificar una mayor concentración en los bordes. Por el contrario, en Paysandú la elevada abundancia poblacional favoreció una distribución más homogénea dentro del cultivo. Asimismo, las diferencias significativas entre borde y centro solo se observaron en la chacra de Young, lo que podría estar asociado a la presencia de maíces vecinos en los bordes del chacra, favoreciendo una mayor acumulación de individuos en esos sectores (Figura 2).

Figura 6

Capturas promedio ($\pm$ EE) de chicharritas según posición dentro de las chacras



5.2 INCIDENCIA, SEVERIDAD E ÍNDICE DE ACHAPARRAMIENTO

En la chacra de Young, caracterizada por una menor abundancia general de *D. maidis* a lo largo de la zafra, se observa una diferencia entre plantas con síntomas de achaparramiento y aquellas que no presentan síntomas visibles. Sin embargo, la abundancia del vector no se relaciona directamente con la incidencia de la enfermedad en el chacra, ya que la expresión de la enfermedad depende no solo de la abundancia del insecto, sino también de la prevalencia de individuos infectivos dentro de la población (Ferreira et al., 2026). Además, los patógenos transmitidos poseen las características de ser persistente propagativos, es decir que el individuo que contrae el patógeno es infectivo durante toda su vida, los demás deben de alimentarse de una planta enferma para ser portadores del patógeno (Giménez Pecci et al., 2012).

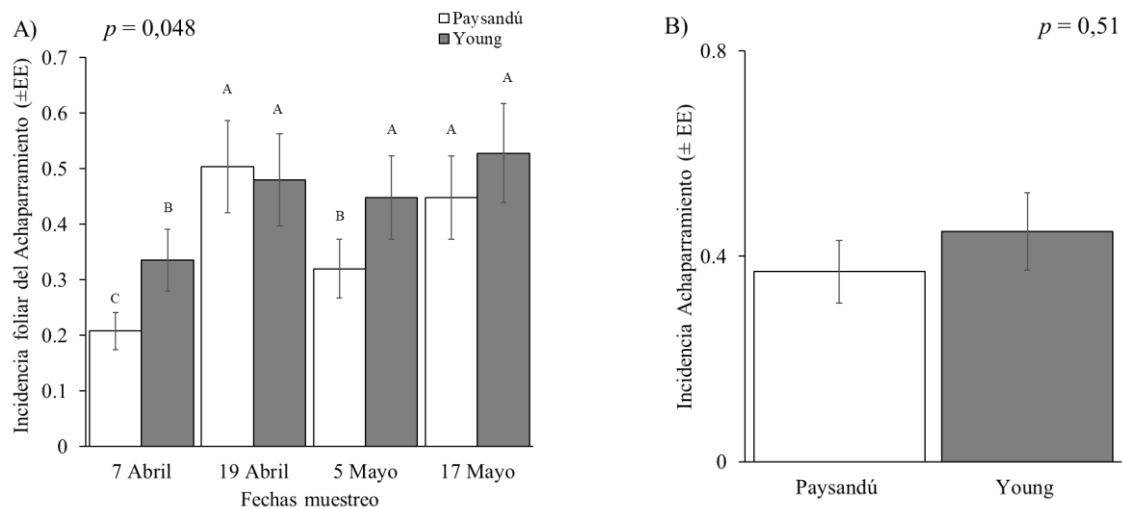
La incidencia del achaparramiento registrada en la chacra de Young fue mayor que la observada en Paysandú y mostró una progresión temporal a lo largo de los muestreos (Figura 7A) (ver ANEXO C). En ambas chacras se observó un aumento de la incidencia hacia la segunda quincena de abril, momento en el que se registró un pico de la enfermedad. Este patrón podría estar asociado a las condiciones térmicas del período, con temperaturas máximas cercanas a 28 °C y mínimas entre 3,7 y 5 °C (INUMET, 2025a). Este comportamiento respalda la hipótesis 4 que plantea que la incidencia de la enfermedad aumenta con el avance del ciclo del cultivo y puede diferir entre chacras con fechas de siembra contrastantes. No obstante, al analizar el promedio general de incidencia por chacra, no se detectaron diferencias significativas entre sitios (Figura 7B).

Por otra parte, en la chacra de Paysandú se registró un aumento progresivo en la abundancia de *D. maidis* a lo largo de la zafra, alcanzando valores considerablemente superiores a los observados en Young. Sin embargo, este incremento poblacional no se tradujo en un aumento proporcional de la incidencia del achaparramiento. Este resultado sugiere que la relación entre abundancia del vector e incidencia de la enfermedad no es necesariamente directa, ya que depende de la proporción de individuos infectivos presentes en la población (Ferreira et al., 2026). En este sentido, Valarezo et al. (2013) demostraron que *D. maidis* posee una alta capacidad para adquirir y transmitir los patógenos asociados al complejo del achaparramiento; sin embargo, incluso poblaciones reducidas pueden generar altos niveles de infección si la prevalencia del patógeno es elevada, mientras que poblaciones abundantes sin patógenos pueden no producir enfermedad.

Finalmente, el análisis conjunto de la abundancia del vector y de la incidencia del achaparramiento indica que los sitios y momentos con mayor abundancia de *D. maidis* no necesariamente presentan mayores niveles de incidencia de la enfermedad. Esto refuerza la idea de que la relación entre ambas variables depende de la prevalencia del patógeno en la población del vector.

Figura 7

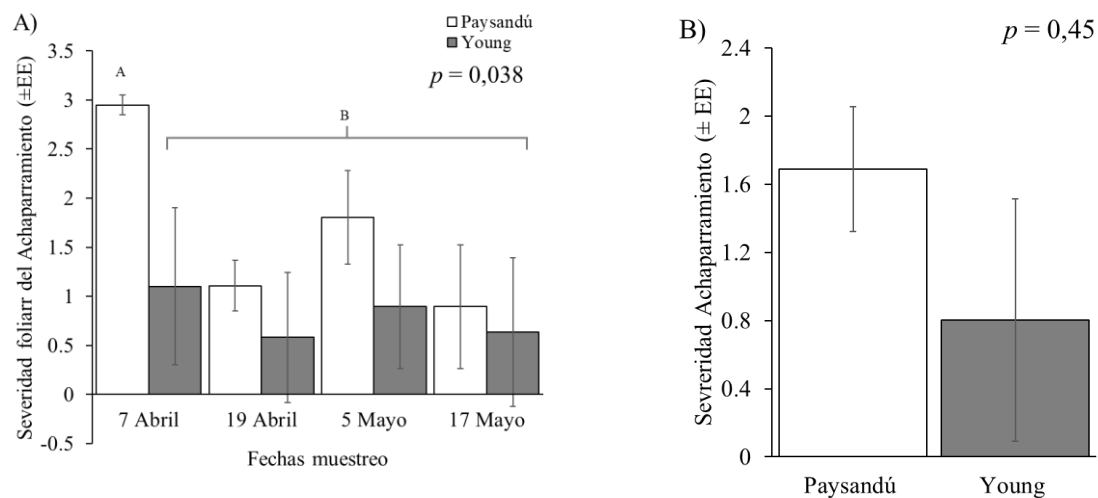
Promedio ($\pm$ EE) de la incidencia de plantas con síntomas de achaparramiento



La Figura 8 permite visualizar la severidad del achaparramiento del maíz en las dos chacras evaluadas, considerando tanto su evolución temporal durante los distintos momentos de evaluación (Figura 8A) como el promedio general de severidad por chacra (Figura 8B). En el panel A se observa que en la chacra de Paysandú se registraron valores promedio de severidad foliar superiores a los de Young en la mayoría de las fechas de evaluación. Sin embargo, la diferencia entre chacras solo resultó estadísticamente significativa el 7 de abril (ver ANEXO D), en el resto de los muestreos, si bien Paysandú mantuvo una tendencia a presentar mayor severidad, las barras de error se superponen (Figura 8A).

Figura 8

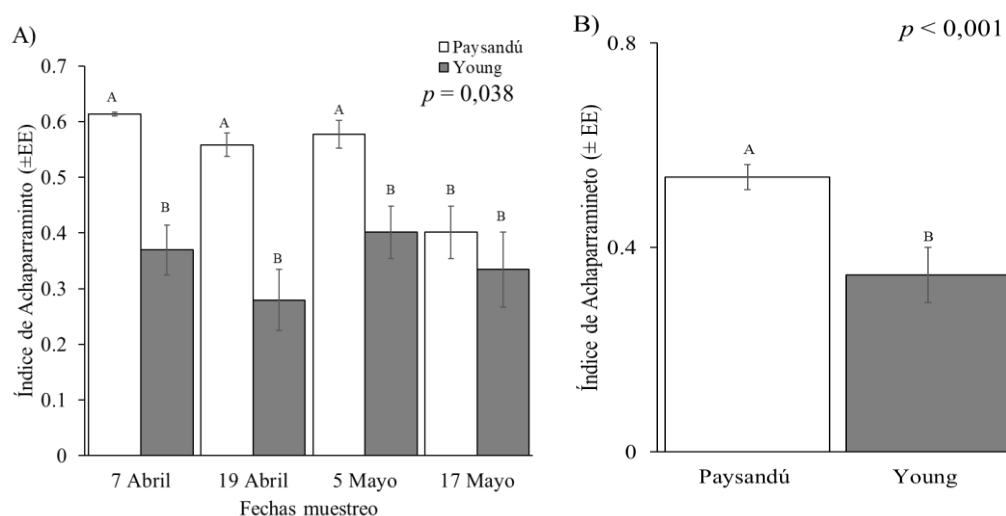
Promedio ($\pm$ EE) de la severidad de plantas sintomáticas en las chacras



Sin embargo, para el índice de achaparramiento los resultados indican que existen diferencias significativas entre la mayoría de las fechas evaluadas (ver ANEXO E), con excepción del último muestreo realizado el 17 de mayo, en el cual no se detectaron diferencias (Figura 9A). Al analizar el promedio por chacra (Figura 9B), el índice de achaparramiento mostró diferencias significativas, a diferencia de lo observado de forma independiente para la incidencia y la severidad. En este sentido, la chacra de Paysandú presentó valores promedio de índice de achaparramiento superiores a los registrados en Young. Esto sugiere que el índice de achaparramiento constituye una herramienta más robusta para evaluar la intensidad de la enfermedad, ya que integra simultáneamente la información de incidencia y severidad.

Figura 9

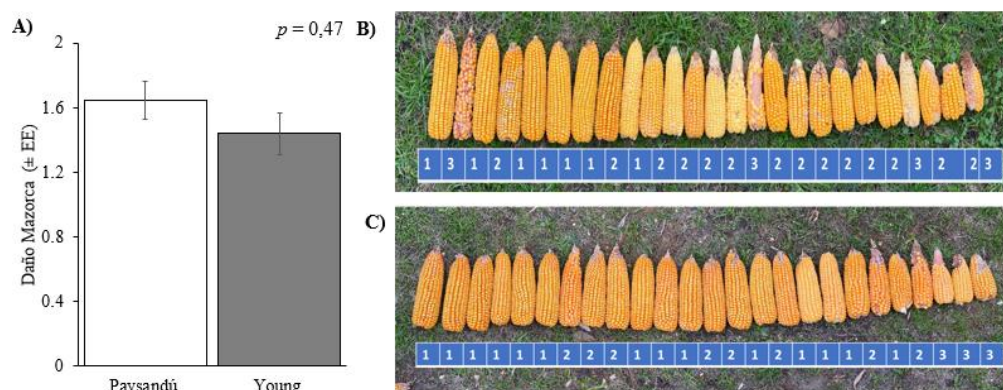
Promedio ($\pm$ EE) del índice de achaparramiento en las chacras



Asimismo, cuando se analizó la relación entre el daño en la mazorca y la chacra evaluada (Figura 10), con el objetivo de determinar si el sitio con mayor índice de achaparramiento se asociaba a un mayor grado de daño en la mazorca, los resultados indicaron que no existen diferencias significativas (ver ANEXO F) en el daño de mazorca entre ambas chacras, independientemente de las diferencias observadas en el índice de achaparramiento, el cual fue significativamente mayor en Paysandú (Figura 9).

Figura 10

A) Promedio de daño en mazorcas atribuible al achaparramiento B) Young C) Paysandú



En conjunto, estos resultados aportan evidencia parcial a la hipótesis 4, que plantea que la incidencia, la severidad y el índice del achaparramiento aumentan a medida que avanza el ciclo del cultivo. No obstante, los datos también sugieren que no existe una relación lineal directa entre el número de individuos de *D. maidis* y la intensidad de la sintomatología observada en las plantas. En este sentido, los resultados no respaldan completamente la hipótesis 5, que plantea que una mayor abundancia de *D. maidis* se asocia con una aparición más temprana y una mayor progresión de los síntomas de achaparramiento del maíz. Si bien se observaron mayores abundancias del vector en la chacra de Paysandú, esto no se tradujo en un incremento proporcional de la sintomatología, lo que sugiere que la expresión de la enfermedad también depende de otros factores, como la prevalencia del patógeno en la población del vector.

La Figura 11 muestra la evolución temporal del NDVI en dos chacras de maíz de segunda (Young y Paysandú), junto con las fechas de muestreo de chicharritas indicadas mediante líneas verticales. El NDVI se utilizó como indicador del vigor y de la cobertura vegetal del cultivo, con el objetivo de evaluar indirectamente la evolución de los síntomas asociados con cambios en la pigmentación de las plantas y complementar la determinación del estado fenológico de ambas chacras. Sin embargo, este índice puede saturarse en condiciones de alta biomasa o durante etapas avanzadas del desarrollo del cultivo (Gitelson & Merzlyak, 1998). En la chacra de Young, sembrada más tempranamente, el NDVI alcanza valores máximos cercanos a 0,85 y luego presenta una caída marcada durante el período de muestreo, reflejando un cultivo en etapas fenológicas más avanzadas. En contraste, en Paysandú el NDVI muestra un incremento progresivo y se mantiene elevado durante las fechas de muestreo, indicando un cultivo con mayor vigor vegetativo debido a su siembra más tardía. Esta condición podría estar asociada a la mayor abundancia de *D. maidis* registrada en esta chacra (Meneses et al., 2016). En conjunto, las diferencias en el NDVI entre ambas chacras reflejan principalmente el estado fenológico y vigor del cultivo y las fechas de siembra contrastantes. Sin embargo, no se observó una relación clara entre los valores de NDVI y la aparición o intensidad de los síntomas de achaparramiento registrados en las plantas (Figura 12), al no haberse

constatado focos significativos de achaparramiento en la chacra, las zonas de diferentes NDVI pueden estar mostrando simplemente el estado hídrico del cultivo en diferentes sectores del campo.

Si bien el NDVI es un indicador ampliamente utilizado para evaluar el vigor del cultivo, presenta limitaciones en etapas reproductivas avanzadas (R4-R6). Su saturación en doseles densos ($LAI > 3$) y su sensibilidad principalmente al contenido de clorofila (*Normalized Difference Vegetation Index (Classic)*, 2025) pueden enmascarar síntomas del achaparramiento como el enrojecimiento foliar o el acortamiento de entrenudos, que no necesariamente se traducen en una disminución de la biomasa verde. Índices alternativos como el NDRE o el EVI, que son menos susceptibles a la saturación (Huete et al., 2002), podrían ser más adecuados para detectar daños en estas etapas.

Figura 11

Evolución del NDVI máximo y del promedio de conteos de chicharritas en las chacras

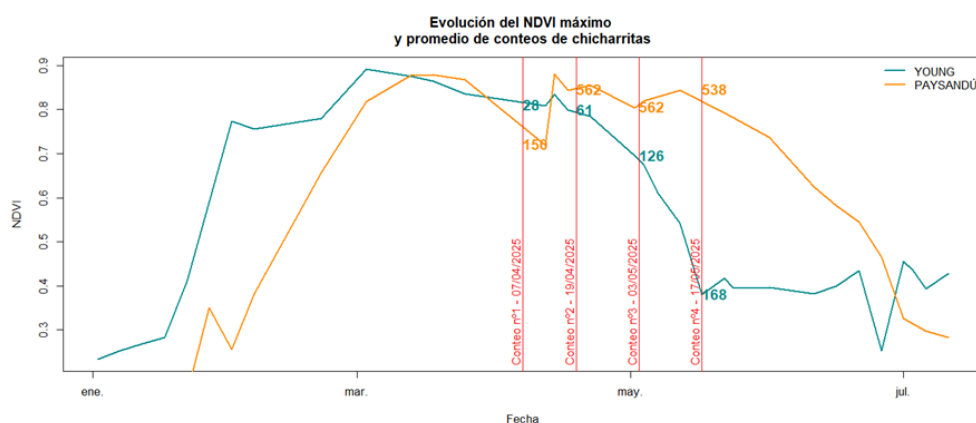
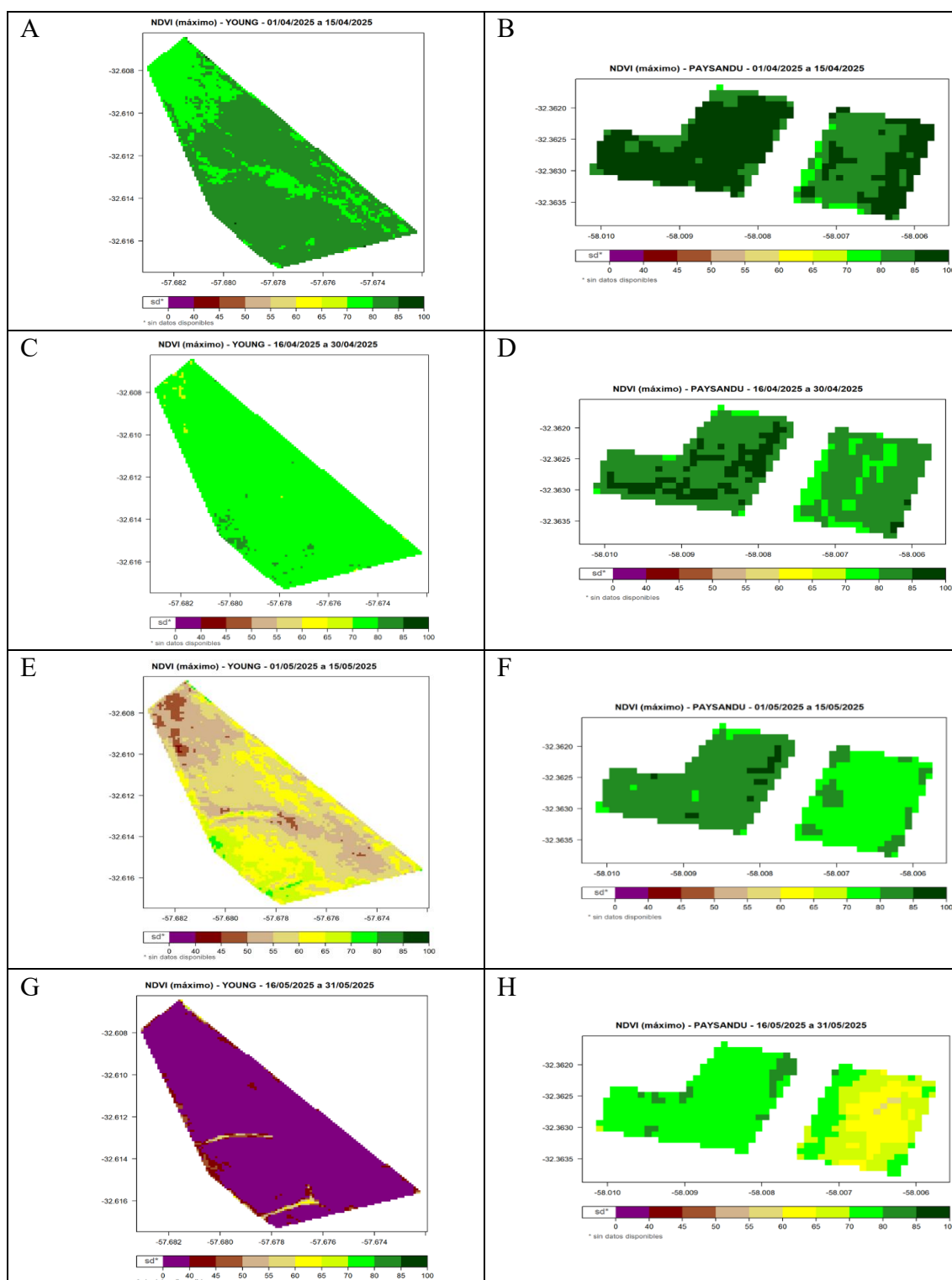


Figura 12

NDVI correspondiente a cada chacra por muestreo: Young (ACEG) y Paysandú (BDFH)



5.3. LIMITACIONES DEL TRABAJO DE ESTUDIO

A pesar de que los resultados obtenidos aportan información valiosa sobre el comportamiento de *Dalbulus maidis* y el complejo del achaparramiento en el litoral oeste de Uruguay, es necesario reconocer ciertas limitaciones que pudieron haber condicionado el alcance de la investigación. Una de ellas fue que debido a que el monitoreo comenzó cuando el cultivo ya se encontraba en estadios de desarrollo iniciales (pero no desde la emergencia absoluta), existe la posibilidad de que se haya subestimado la magnitud de la colonización temprana del vector. Dado que *D. maidis* suele presentar sus picos de llegada en los momentos de mayor susceptibilidad del cultivo (V1-V4), la ausencia de datos en los días inmediatos a la emergencia podría ocultar información sobre la presión de inóculo inicial. Esta limitación implica que las curvas de dinámica poblacional presentadas deben interpretarse como la evolución del insecto durante el ciclo.

El presente estudio se limitó a la evaluación de dos localidades (Young y Paysandú) durante una única zafra agrícola (2024/25). Si bien los sitios son representativos de la zona de mayor presencia de maíz del litoral, la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores está fuertemente influenciada por la variabilidad climática interanual (temperaturas y precipitaciones). Por lo tanto, los datos obtenidos constituyen un aporte relevante para el contexto epidemiológico actual, pero no se deben extrapolar estos resultados como un patrón fijo para otras regiones del país o para zafras con condiciones ambientales diferentes a las de dicha zafra.

El análisis espacial presentado (Figura 5), aunque permite visualizar la tendencia de colonización y el efecto borde, está sujeto a la densidad de los puntos de muestreo definidos en la metodología. Si bien el modelo de interpolación sugiere que en situaciones de alta presión poblacional la distribución tiende a la homogeneidad, este hallazgo es específico para las dimensiones de las parcelas evaluadas. Para el diseño de programas de monitoreo dirigido a escala de chacras comerciales extensas, se recomienda complementar estos resultados con estudios que abarquen una mayor superficie, con el fin de validar si la predictibilidad del modelo se mantiene ante una mayor heterogeneidad del paisaje. Dependencia de la densidad poblacional: Los resultados indican que la eficacia de un "monitoreo dirigido" (por ejemplo, centrado solo en los bordes) depende de la presión de la plaga. El modelo muestra que, con poblaciones bajas, el efecto borde es nítido, pero a medida que la población aumenta (como se vio en Paysandú), la distribución se vuelve aleatoria u homogénea. Esto implica que un esquema de monitoreo basado en este modelo podría fallar en detectar focos internos si la población es baja y solo se muestrea el centro, o viceversa.

6. CONCLUSIONES

Con todas las limitantes anteriormente discutidas, los resultados obtenidos permitieron evaluar las hipótesis inicialmente planteadas. Específicamente, la hipótesis H1, que planteaba que la abundancia de *Dalbulus maidis* difiere entre chacras de maíz de segunda con fechas de siembra contrastantes y que sería mayor en la chacra sembrada más tardíamente, fue confirmada, ya que la chacra de Paysandú (siembra: 18/01/24) presentó abundancias considerablemente mayores que la chacra de Young (siembra 10/12/24). La hipótesis H2, que proponía un incremento progresivo de la población del vector a lo largo de la zafra en ambas chacras, también fue respaldada por los resultados, observándose un aumento de las capturas con el avance del ciclo del cultivo, aunque con una magnitud mayor en Paysandú.

Respecto a la hipótesis H3, que planteaba una mayor concentración del vector en los bordes del chacra en comparación con el interior, con una tendencia a la homogeneización en situaciones de alta abundancia, los resultados la apoyan parcialmente. En la chacra de Young, donde la abundancia fue menor, se observó una mayor concentración de individuos en los bordes del chacra. En cambio, en la chacra de Paysandú, caracterizada por una mayor densidad poblacional, la distribución espacial del vector tendió a homogeneizarse, dificultando la identificación de diferencias claras entre borde e interior. Desde el punto de vista metodológico, para evaluar con mayor precisión esta hipótesis habría sido conveniente instalar las trampas desde el momento de la siembra, lo que habría permitido registrar condiciones iniciales de baja o nula presencia del vector y seguir la dinámica poblacional desde las primeras etapas del cultivo.

En cuanto a la hipótesis H4, que indicaba que la incidencia, severidad e índice de achaparramiento del maíz aumentarían con el avance del ciclo del cultivo y diferirían entre chacras con fechas de siembra contrastantes, los resultados mostraron un respaldo parcial. Se observó un aumento temporal de la enfermedad durante los muestreos; sin embargo, las diferencias entre chacras no fueron consistentes para todos los indicadores. Mientras que la incidencia y la severidad no mostraron diferencias significativas entre sitios en el promedio general, el índice de achaparramiento sí evidenció diferencias entre chacras.

Finalmente, la hipótesis H5, que proponía que una mayor abundancia de *Dalbulus maidis* se asociaría con una aparición más temprana y una mayor progresión de los síntomas de achaparramiento del maíz, no fue claramente confirmada. Los resultados indican que los indicadores de incidencia y severidad no se asociaron directamente con mayores abundancias del insecto ni con una aparición más temprana de la enfermedad. Sin embargo, el índice de achaparramiento sí reflejó con mayor claridad la dinámica de infestación, evidenciando una manifestación más temprana del problema en la chacra de Paysandú. Asimismo, una de las limitantes es que no contamos con datos confirmatorios de diagnóstico de la enfermedad.

Por otra parte, la dinámica poblacional de *Dalbulus maidis* también se encuentra condicionada por factores ambientales y de manejo. La formación de poblaciones permanentes depende en gran medida de la temperatura media anual (Van Nieuwenhove et al., 2016) y de la continuidad del hospedero (Virla et al., 2003). En este sentido, la expansión del maíz de segunda en Uruguay como alternativa productiva rentable (“El crecimiento del área”, 2021), junto con el manejo inadecuado de hospedantes inter zafra, como los maíces guachos, puede favorecer la persistencia del vector en el sistema productivo (Cibils-Stewart, Baráibar, Maltese, Stewart, et al., 2024). Asimismo, las condiciones climáticas recientes podrían haber influido en la dinámica poblacional del vector. Durante los dos últimos inviernos se registraron heladas de gran magnitud, lo que probablemente contribuyó a la mortalidad de individuos infectados de *Dalbulus maidis*. Este factor podría explicar, al menos en parte, la menor abundancia observada en chacras durante los dos últimos veranos en comparación con la zafra 2023/24.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Achaparramiento del maíz: Abordaje y reporte de síntomas en Uruguay. (2024, 10 de junio). *Revista Verde*. <https://verdenews.com.uy/noticias/achaparramiento-del-maiz-abordaje-y-reporte-de-sintomas-en-uruguay/https://revistaverde.com.uy/agricultura/achaparramiento-del-maiz-abordaje-y-reporte-de-sintomas-en-uruguay/>
- Agrositio. (2024, 27 de agosto). *Híbridos tropicales y templados: El aporte genético de NK para mitigar el achaparramiento en maíz*. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/237083-hibridos-tropicales-y-templados-el-aporte-genetico-de-nk-para-mitigar-el-achaparramiento-en-maiz.html>
- Araujo, L., Druetta, M., Torrico, K., Giménez Pecci, M. P., & Barontini, J. (2025). Behavior of maize hybrids against corn stunting caused by *Spiroplasma kunkelii* in the northwest region of Argentina (NOA): 2023-2024 season. *AgriScientia*, 42(1), 1-7. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v42.n1.46410>
- Asociación Semilleros Argentinos. (2024, 12 de abril). *Complejo de achaparramiento del maíz: Situación campaña 2023-2024*. <https://asa.org.ar/index.php/actualidad/77-complejo-de-achaparramiento-del-maiz-situacion-campana-2023-2024>
- Barontini, J. M., Peña Malavera, A., Ferrer, M., Torrico, A. K., Maurino, M. F., & Giménez Pecci, M. de la P. (2022). Infection with *Spiroplasma kunkelii* on temperate and tropical x temperate maize in Argentina and development of a tool to evaluate germplasm. *European Journal of Plant Pathology*, 162(2), 455-463. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02415-4>
- Barriga Rubio, R. H. (2024). *Modelado de la dinámica temporal de Dalbulus maidis, vector del achaparramiento del maíz* [Disertación doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital FCEN-UBA. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7624_BarrigaRubio.pdf
- Becerra-Chiron, I. M., & Moya-Raygoza, G. (2018). Egg parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) within maize agroecosystems and in the edge zones of maize fields, and on maize varieties during the wet season in Mexico. *Journal of Insect Science*, 18(6), Artículo e14. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey116>
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (2010). *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay* (3ª ed. rev. ampl.). Universidad de la República.
- Calviño, F. (2023, 2 de agosto). *Incidencia y severidad en cultivos: Claves para estimar pérdidas de rendimiento*. Cultiva. <https://blog.sima.ag/2023/incidencia-y-severidad-en-cultivos/>
- Castillo, N., & González, C. (2005). Effect of color and height of traps on the capture of cicadellids in the intercropping bean and maize. *Revista de Protección Vegetal*, 20(2), 128-131.

- Catálogo 2023 de híbridos de maíz: Características de nuestros híbridos para climas templados y subtropicales e híbridos hiperprecoces.* (2023). Corteva Agriscience. https://www.pioneer.com/content/dam/dpagco/pioneer/la/ar/es/files/Catalogo_maizPioneer_2023.pdf
- Cibils, X., Baráibar, N., Maltese, N., Mazzilli, S., & Stewart, S. (2024, 18 de abril). *Achaparramiento del maíz chicharrita en Uruguay*. INIA. <https://inia.uy/noticias/achaparramiento-del-maiz-chicharrita-en-uruguay>
- Cibils-Stewart, X., Baráibar, N., Maltese, N., Mazzilli, S., Giambiasi, M., Rodríguez, M., & Stewart, S. (2024). Achaparramiento del maíz en Uruguay: Análisis del estado actual y estrategias de mitigación. *Revista INIA*, (78), 23-28. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17832/1/Revista-INIA-78-Setiembre-2024-6.pdf>
- Cibils-Stewart, X., Baráibar, N., Maltese, N., Stewart, S., & Silva, H. (2024). *Monitoreo y manejo de la chicharrita del maíz vector del achaparramiento*. INIA; Universidad de la República. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17753/1/Cartilla-INIA-108-2024.pdf>
- Cid, R. E. (s.f.). *Chicharrita del maíz – Dalbulus maidis*. INTA. https://es.scribd.com/document/791687842/chicharrita-del-maiz-instituto-de-ingenieria-rural-cid#google_vignette
- Cirilo, A. G. (2004). Fecha de siembra y rendimiento en maíz. *IDIA XXI*, 4(6), 122-127.
- Cuadra, P., & Maes, J. M. (1990). Problemas asociados al muestreo de *Dalbulus maidis* Delong & Wolcott en maíz en Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Entomología*, 13, 29-55. <http://www.bio-nica.info/revnicaentomo/13-dalbulus.pdf>
- da Costa, R. V., Da Silva, D. D. da, Cota, L. V., Campos, L. J. M., De Almeida, R. E. M., & Bernardes, F. P. (2019). Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54, Artículo e00872. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00872>
- da Cunha, T. G., Veloso, R. V. dos S., de Araújo, M. M. M., Tavares, L. G., Ribeiro, L. F. B., Tormen, G. P., Campos, D. S., Picanço, M. C., Lopes, E. A., Pereira, R. R., Soares, M. A., & da Silva, R. S. (2023). Distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) and incidence of maize rayado fino virus and Candidatus *Phytoplasma asteris* in corn succession planting systems. *Pest Management Science*, 79(7), 2325-2337. <https://doi.org/10.1002/ps.7408>
- de Carvalho, T. B., Lopes, M. C., da Silva, G. Z., Dias, R. C., Picanço, M. C., do Carmo, D. G., & de Andrade Silva, R. S. (2026). Colonization and age structure of *Dalbulus maidis* population in maize crops during the growing season. *Neotropical Entomology*, 55, Artículo e41. <https://doi.org/10.1007/s13744-026-01388-5>

- De Remes Lenicov, A. M. M. de, & Virla, E. G. (1993). Aportes al conocimiento de la biología de *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) en condiciones de laboratorio. *Neotropica*, 39(101-102), 103-109.
- De Rossi, R. L., Guerra, F. A., Lábaque, M. J., Plazas, M. C., & Guerra, G. D. (2024, 14 de marzo). Propuestas para la evaluación y estimación de la disminución de rendimiento causada por el complejo del achaparramiento del maíz. *Notas de Sanidad Vegetal*, (3).
<https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/NSV/article/view/5564/7376>
- Dirección General de Servicios Agrícolas. (2024). *Resolución N° 303: Autorización excepcional de productos fitosanitarios para el control preventivo de la chicharrita del maíz (Dalbulus maidis)*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-303024-autorizar-uso-forma-excepcional-para-chicharrita-del>
- Ebbert, M. A., & Nault, L. R. (1994). Improved overwintering ability in *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) vectors infected with *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae). *Environmental Entomology*, 23(3), 634-644.
- El crecimiento del área de maíz de segunda se consolida en Uruguay. (2021, 4 de noviembre). *Revista Verde*. <https://verdenews.com.uy/noticias/el-crecimiento-del-area-de-maiz-de-segunda-se-consolida-en-uruguay/>
<https://revistaverde.com.uy/agricultura/el-crecimiento-del-area-de-maiz-de-segunda-se-consolida-en-uruguay/>
- Ferreira, J., Silva de Andrade, M. V., Gorayeb, E. S., Zinger, L. K. C. R., Savaris, D. M., de Cól, M. C., Del Ponte, E. M., da Silva, F. N., Ribeiro, L. do P., & Canale, M. C. (2026). *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) spatio-temporal dynamics and infection prevalence with the corn stunt mollicutes and virus in Santa Catarina, Brazil. *Crop Protection*, 202, Artículo 107510.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2025.107510>
- Foresti, J., Pereira, R. R., Santana, P. A., Jr., das Neves, T. N., da Silva, P. R., Rosseto, J., Istchuk, A. N., Ishizuka, T. K., Harter, W., Schwertner, M. H., & Picanço, M. C. (2022). Spatial-temporal distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and factors affecting its abundance in Brazil corn. *Pest Management Science*, 78(6), 2196-2203. <https://doi.org/10.1002/ps.6842>
- Giménez Pecci, M. de la P., Laguna, I. G., & Lenardon, S. (Eds.). (2012). *Enfermedades del maíz producidas por virus y mollicutes en Argentina*. INTA.
- Gitelson, A. A., & Merzlyak, M. N. (1998). Remote sensing of chlorophyll concentration in higher plant leaves. *Advances in Space Research*, 22(5), 689-692. [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(97\)01133-2](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(97)01133-2)

- Google. (2026a). [Imagen satelital de la chacra de Paysandú, Uruguay. Mapa]. Recuperado el 4 de julio de 2026, de https://maps.app.goo.gl/HHUNm2LeCaCMAztp7?g_st=iw
- Google. (2026b). [Imagen satelital de la chacra de Young, Río Negro, Uruguay. Mapa]. Recuperado el 4 de julio de 2026, de <https://maps.app.goo.gl/6j3JeBdyKTxxUTGY8>
- Hruska, A. J., Gladstone, S. M., & Obando, R. (1996). Epidemic roller coaster: Maize stunt disease in Nicaragua. *American Entomologist*, 42(4), 248-252.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 195-213. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2)
- Instituto Geográfico Militar. (s.f.). *Situación geográfica*. <https://igm.gub.uy/situacion-geografica/>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (s.f.). *Red uruguaya de monitoreo de la chicharrita*. <https://www.inia.uy/red-uruguaya-de-monitoreo-de-la-chicharrita>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2025). *Caracterización climática: cultivos de verano*. INIA. <https://inia.uy/gras-caracterizacion-climatica-cultivos-verano>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (s.f.). *Características climáticas*. <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/caracteristicas-climaticas>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (2025a). Abril 2025. *Boletín climático*, (4). https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2026-02/Boletin%20Abril_2025.pdf
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (2025b). Mayo 2025. *Boletín climático*, (5). https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2025-06/Boletin%20Mayo_2025_0.pdf
- La detección temprana ordena el manejo de la chicharrita del maíz*. (2026). INTA. <https://intainforma.inta.gob.ar/la-deteccion-temprana-ordena-el-manejo-de-la-chicharrita-del-maiz/>
- López Sabando, M., Erreguerena, J., Besteiro, I., Lanzavecchia, L., & Cerrudo, A. (2019). Importancia y manejo del cultivo de maíz. *Horizonte A*, (115), 16-17. https://issuu.com/horizonteadigital/docs/ha_115_digital/16
- Machado, E. P. (2025). *Basis for insecticide resistance management in Dalbulus maidis (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazil* [Disertación doctoral, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://doi.org/10.11606/T.11.2025.tde-17092025-171253>

- Maíz: Se consolidan las siembras tardías impulsando el crecimiento del área. (2023, 18 de enero). *Revista Verde*. <https://verdenews.com.uy/noticias/se-consolidan-las-siembras-tardias-impulsando-el-crecimiento-del-area/> <https://revistaverde.com.uy/agricultura/se-consolidan-las-siembras-tardias-impulsando-el-crecimiento-del-area>
- Massola, N. S., Bedendo, I. P., Amorim, L., & Lopes, J. R. S. (1999). Efeito da época de inoculação de *Spiroplasma kunkelii* em milho sobre componentes de produção. *Fitopatologia Brasileira*, 24(4), 571-573.
- Melchert, A. N., Manzano, C., Luft Albarracin, E. B., & Virla, E. G. (2021). Estudio del efecto de la fertilización nitrogenada en la respuesta olfativa de la chicharrita del maíz, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). En Asociación de Biología de Tucumán (Ed.), *Libro de resúmenes de las XXXVII Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán* (p. 30). https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/194898/CONICET_Digital_Nro_f166a55e-8347-4e37-9caf-55e10fc6adbc_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Melchert, N. A., Manzano, C., Virla, E. G., & Luft Albarracin, E. B. (2023). On how nitrogen fertilization affects the host election and oviposition behavior of the corn stunt spiroplasma vector, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Arthropod-Plant Interactions*, 17, 621-628. <https://doi.org/10.1007/s11829-023-09983-8>
- Meneses, A. R., Querino, R. B., Oliveira, C. M., Maia, A. H. N., & Silva, P. R. R. (2016). Seasonal and vertical distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazilian corn fields. *Florida Entomologist*, 99(4), 750-754. <https://doi.org/10.1653/024.099.0428>.
- Moya-Raygoza, G. (2024). Temporal resource continuity for egg parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) during winter on irrigated maize crops and edge grasses. *Journal of Insect Science*, 24(4), Artículo e14. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieae079>
- Moya-Raygoza, G., & Chacón-Torres, N. M. (2022). Abundance of tended and non-tended *Dalbulus* leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) and their parasitoids within the gamagrass *Tripsacum* habitat. *Florida Entomologist*, 105(4), 295-297. <https://doi.org/10.1653/024.105.0405>
- Moya-Raygoza, G., & Nault, L. R. (1998). Transmission biology of maize bushy stunt phytoplasma by the corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 91(5), 668-676. <https://doi.org/10.1093/aesa/91.5.668>
- Nault, L. R. (1998). *Dalbulus maidis*: Identification, biology, ecology and pest status. En C. Casela, R. Renfro, & A. F. Krattiger (Eds.), *Diagnosing maize diseases in Latin America* (pp. 18-21). ISAAA.

- Neves, T. N. C., Foresti, J., Silva, P. R., Alves, E., Rocha, R., Oliveira, C., Picanço, M. C., & Pereira, E. J. G. (2022). Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. *Pest Management Science*, 78(4), 1482-1491. <https://doi.org/10.1002/ps.6766>
- Normalized Difference Vegetation Index (Classic)*. (2025). Geopera. https://docs.geopera.com/spectral-indices/ndvi_classic?sensor=gaofen-2
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2025, 4 de agosto). *Resultados de la Encuesta Agrícola "Invierno 2025"*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/comunicado_prensa_inv_2025.pdf
- Oleszczuk, J. D., Catalano, M. I., Dalaisón, L., Di Rienzo, J. A., Giménez Pecci, M. de la P., & Carpane, P. (2020). Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. *PLOS ONE*, 15(10), Artículo e0234454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234454>
- Oliveira, C. M., Lopes, J. R. S., & Nault, L. R. (2013). Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 147(2), 141-153.
- Pineda, A. S. (2026, 1 de junio). *¿Por qué el maíz podría superar las 300.000 hectáreas en Uruguay?* AgroLatam. <https://www.agrolatam.com/agricultura-latam/uruguay-maiz-superar-300-mil-hectareas-campana-2026-2027/>
- Pinedo-Escatel, J. A., & Moya-Raygoza, G. (2018). Diversity of leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) associated with border grasses and maize during the wet and dry seasons in Mexico. *Environmental Entomology*, 47(2), 282-291. <https://doi.org/10.1093/ee/nvx204>
- Pinto, C. B., do Carmo, D. das G., dos Santos, J. L., Picanço Filho, M. C. P., Soares, J. M., Sarmento, R. A., Lima, E., Bacci, L., & Picanço, M. C. (2023). Sampling methodology of a key pest: Technique and sampling unit for evaluation of leafhopper *Dalbulus maidis* populations in maize crops. *Agriculture*, 13(7), Artículo e1391. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071391>
- Pinto, C. B., do Carmo, D. das G., dos Santos, J. L., Pimentel, E. de S., Mota, A. da S., da Silva, R. S., Picanço, M. C., & Sarmento, R. A. (2024). Optimizing corn crop protection: The first sampling plan for controlling *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Plants*, 13(13), Artículo e1779. <https://doi.org/10.3390/plants13131779>
- Pizzanelli, M. (2024). Maíz y sorgo: Análisis de tendencias y oportunidades. En *Anuario OPYPA 2024*. MGAP. https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuario_opypa2024/CP/10/CP10web/CP10-Maizysorgositucion.pdf

- Red Uruguay de Monitoreo de Chicharrita. (2024). *Informe sobre infectividad de Dalbulus maidis recolectada en el norte del país*. INIA.
https://inia.uy/sites/default/files/pdf/INIA_%20Informe%20estado%20de%20situaci%C3%B3n%20de%20Chicharrita%20-%20Infectividad.pdf?_gl=1*1firlyq*_ga*NTkxNjY0NTAyLjE3NjQ4OTIxMTM.*_ga_HXQGFxLPFR*czE3ODM2MDU2MzQkbzI1JGcwJHQxNzgzNjA1NjU1JGozOSRsMCRoMA
- Red Uruguay de Monitoreo de Chicharrita. (2026). *Situación actual de Dalbulus maidis en el país*. INIA. https://www.inia.uy/sites/default/files/pdf/Informe%204_%20Estado%20de%20situacio%CC%81n%20Chicharrita_Febrero_06_0.pdf
- Ribeiro, G. C. D., Martins, I. C. F., Campos, L. D., Mello, M. N., & Mejdalani, G. (2021). Spatial and temporal distribution of leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) in a corn field. *Neotropical Entomology*, 50(4), 630-642.
<https://doi.org/10.1007/s13744-021-00880-4>
- Satorre, E. H. (2016). Claves del manejo agronómico del maíz tardío: Oportunidades para crecer y consolidar el sistema de cultivo. En L. Borrás & S. Uhart (Eds.), *El mismo maíz, un nuevo desafío: Compendio del 1º Congreso de Maíz Tardío* (pp. 104-109). Dow Agrosiences Argentina.
- Silva de Andrade, M. V., Pompelli Manica, M. A., Silva, M. do C. C., Venceslau de Carvalho, R., Castilhos, R. V., Ferreira, A. G., & Canale, M. C. (2024). Comprehensive analysis of biochemical compounds, chemical elements and metabolites modifications in maize plants infected with maize rayado fino virus (MRFV). *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 134, Artículo e102457. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2024.102457>
- Simón, C., & Garfagnoli, R. (Coords.). (2024). *Informe de la Red de Maíz NEA: Resultados campaña 2023-2024*. AAPRESID.
<https://www.aapresid.org.ar/archivos/informes/675721678904c.pdf>
- Toffanelli, C. M., & Bedendo, I. P. (2001). Efeito da inoculação do fitoplasma do enfezamento sobre o desenvolvimento e produção de híbridos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, 26(4), 756-760.
- Toffanelli, C. M., & Bedendo, I. P. (2002). Efeito da população infetiva de *Dalbulus maidis* na produção de grãos e no desenvolvimento de sintomas do enfezamento vermelho do milho. *Fitopatologia Brasileira*, 27(1), 82-86.
<https://doi.org/10.1590/S0100-41582002000100013>
- Un aporte clave del INIA con el foco en el maíz: Red Uruguay de Monitoreo de chicharrita ¿cómo funciona? (2024, 4 de noviembre). *El Observador*.
<https://www.elobservador.com.uy/agro/un-aporte-clave-del-inia-foco-el-maiz-red-uruguay-monitoreo-chicharrita-como-funciona-n5968273>
- Valarezo, O., Intriago, M., & Muñoz, X. (2013). Biología de la “chicharrita” *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) y confirmación de su capacidad como vector del complejo viral de la Cinta Roja del maíz. *La Técnica*, (9), 3639.

- Van Nieuwenhove, G. A., Frias, E. A., & Virla, E. G. (2016). Effects of temperature on the development, performance and fitness of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*: A vector of maize pathogens. *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/afe.12118>
- Virla, E. G. (2021). *Spiroplasma kunkelii* y su vector: ¿Aliados para boicotear la producción de maíz en el norte argentino? En E. Galdeano (Ed.), *Libro de resúmenes: 5° Congreso Argentino de Fitopatología: 59° Reunión APS División Caribe* (pp. 1-4). AAF. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/181325>
- 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. Fundación Miguel Lillo. <https://www.lillo.org.ar/editorial/index.php/publicaciones/catalog/view/479/512/138>
- Virla, E. G., Marino de Remes, A. M., & Paradell, S. L. (1990). Presencia de *Dalbulus maidis* (Insecta, Homoptera, Cicadellidae) sobre el maíz y teosinte en la Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 66-67, 23-30.
- Virla, E. G., Moya-Raygoza, G., & Luft-Albarracin, E. (2013). Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*, in the southernmost area of its distribution range. *Journal of Insect Science*, 13, Artículo e10. <https://doi.org/10.1673/031.013.1001>.
- Virla, E. G., Paradell, S. L., & Diez, P. (2003). Estudios bioecológicos sobre la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (Insecta - Cicadellidae) en Tucumán (Argentina). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 29, 17-25.
- Waquil, J. M., Viana, P. A., Cruz, I., & Santos, J. P. (1999). Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28(3), 413-420.

8. ANEXOS

Anexo A

Valores de Z y p valor de los modelos de relación de abundancia entre fechas

Sitio	Predictor (f-n)	Respuesta (f)	Z value	Pr(> z)
Young (20 puntos)	F1	F2	1,879	0,062
	F1	F3	1,769	0,0769
	F1	F4	-0,547	0,584
	F2	F3	0,81	0,418
	F2	F4	1,032	0,302
	F3	F4	1,937	0,0528.
Paysandú (20 puntos)	F1	F2	0,892	0,372
	F1	F3	0,484	0,628
	F1	F4	1,381	0,167
	F2	F3	5,869	<0,001***
	F2	F4	1,424	0,155
	F3	F4	1,572	0,116

Nota. Los modelos se construyen utilizando los datos obtenidos en los 20 puntos de muestreo de cada chacra. Distribución binomial negativa (log) Asociada a la Figura 5.

Anexo B

Análisis de varianza (ANOVA) para la abundancia de Dalbulus maidis

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Localidad	1	26,7	5,3	45,3	0,0001
Posición	1	22,1	5,4	1,57	0,003
Interacción LxP	28	11,5	3,4	8,25	0,001
Error	31	5,6			

Nota. Calculada en función del sitio (Paysandú y Young), la posición dentro del chacra (borde vs. centro) y su interacción. Asociada a la Figura 6.

Anexo C*Análisis de varianza (ANOVA) para la incidencia del achaparramiento*

	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
A	Localidad	1	2,4	0,8	5,33	0,006
	Fecha	1	3,1	3,1	20,67	0,002
	Interacción LxF	2	1,2	0,4	2,67	0,048
	Error	24	3,6			
B	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
	Localidad	1	3,21	7,2	4,2	0,51
	Error	6	5,3	3,4		

Nota. Calculada en función del sitio (Paysandú y Young), la fecha de monitoreo.
Asociada a la Figura 7.

Anexo D*Análisis de varianza (ANOVA) para la severidad del achaparramiento*

	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
A	Localidad	1	2,1	0,7	7,85	0,009
	Fecha	1	3,5	3,5	20,67	0,001
	Interacción LxF	2	1,4	0,5	3,1	0,038
	Error	24	3,8	0,16		
B	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
	Localidad	1	1,34	3,4	3,2	0,45
	Error	6	2,8	2,1		

Nota. Calculada en función del sitio (Paysandú y Young), la fecha de monitoreo.
Asociada a la Figura 8.

Anexo E*Análisis de varianza (ANOVA) para el índice del achaparramiento*

	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
A	Localidad	1	2,4	0,8	5,33	0,006
	Fecha	1	3,1	3,1	20,67	0,0002
	Interacción LxF	2	1,2	0,4	2,67	0,038
	Error	24	3,6	0,15		
B	Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
	Localidad	1	0,65	0,65	6,5	0,001
	Error	18	1,8	0,1		

Nota. Calculada en función del sitio (Paysandú y Young), la fecha de monitoreo.
Asociada a la Figura 9.

Anexo F*Análisis de varianza (ANOVA) para el daño de mazorca*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Localidad	1	0,08	0,08	0,53	0,47
Error	18	2,72	0,151		

Nota. Calculada en función del sitio (Paysandú y Young). Asociada a la Figura 10.