

Revista MDA

CONOCIMIENTO PARA PRODUCIR MEJOR

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Septiembre 2025
La Plata, Argentina

Vol. 6 Nro. 2

TEMA DE DEBATE EN ESTE NÚMERO

GENÉTICA Y TECNOLOGÍA: CLAVE PARA EL FUTURO DE LOS CULTIVOS ESTIVALES

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

Monitoreo del pulgón amarillo del sorgo (Hemiptera, Aphididae): validación de protocolos de estimación de la densidad en el noreste de Buenos Aires

Evaluación de *Kosakonia cowanii* como promotor de crecimiento en soja

Asociación de hongos micorrícicos del suelo con líneas de maíz y su impacto en la producción

Revista MDA

Publicación del Ministerio
de Desarrollo Agrario
Provincia de Buenos Aires

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Vol. 6, N.º 2, septiembre 2025
La Plata, Argentina

INSTITUCIÓN EDITORA

Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA)
del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Impreso en Imprentas del Estado Bonaerense.

Periodicidad cuatrimestral

SEDE EDITORIAL

Av. 51, esquina 12. Torre Gubernamental 1, piso 5to.
Ciudad de La Plata. Provincia de Buenos Aires.
Tel. (0221) 429 – 5341
ediciones.mda@gmail.com
https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario

Autoridades

GOBERNADOR
Dr. Axel KICILLOF

MINISTRO
Dr. Javier RODRÍGUEZ

Jefe de Gabinete
Abg. Viviana DI MARZIO

**Subsecretaria de Agricultura,
Ganadería y Pesca**
Lic. Carla SEAIN

**Subsecretario de Desarrollo Agrario
y Calidad Alimentaria**
Lic. Cristian AMARILLA

Subsecretario Técnico, Administrativo y Legal
Abg. Leonardo LAGUNA WEINBERG

Staff Revista

Comité Editorial

PRESIDENTE
Javier Rodríguez

VOCALES
Cristian Amarilla
Carla Seain
Viviana Di Marzio
Carolina Collazo
Tomás Tellechea
Pablo García

Comité Asesor Científico - Técnico

Natalia Carrasco
Eduardo Lacentre
Alejandro Giaquinta
Julio Hollmann
Ariel Melin
Matías Bailleres
Inti Ganganelli
María De Estrada
Aylin Gollo
Emiliano Pérez
Franco Zabala
Valeria Cataldi
Juan Carlos Dotta
Luciana Matone
Juan Antenao
Juan Francisco Almada

Equipo Editorial

DIRECTOR
Emiliano Cucciuffo

EDITORA GENERAL
Yanina Zárate

EDITORES ASOCIADOS
Analía Scarselletta
Juan Carlos Lagler

SECRETARIA EDITORIAL
Rocío Godoy

ASISTENTES EDITORIALES
Gustavo Ciuffo
Victoria Lucesoli

DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL
Jessica Agudo

La Revista MDA es una publicación electrónica cuatrimestral perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Presenta una sección destinada a propiciar debates de temas de interés para el desarrollo agrario, con foco en sus aspectos sociales, económicos, políticos y culturales. Publica artículos técnicos y científicos de profesionales que integran las Chacras Experimentales y de otras instituciones que conforman el sistema científico y tecnológico provincial y nacional.

Lo expresado por autores, corresponsales o columnistas no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial, de la revista o de su institución editora.

TEMA DE DEBATE

EDITORIAL

- 4**
Editorial
 POR DR. JAVIER RODRÍGUEZ

NOTAS

- 7**
Cultivos de grano grueso: situación actual y perspectivas
 POR RAMÓN CAMPOMANE, MARIANO PINEDO Y YANINA ZÁRATE
- 14**
Información meteorológica: monitoreo y pronóstico para la campaña de verano
 POR MARÍA DE ESTRADA Y FABIÁN JARAS
- 22**
El cultivo de maní en la provincia de Buenos Aires
 POR MARIANO PINEDO
- 27**
Programa de Mejoramiento Genético de Maíz no OGM
 POR PABLO RUSH, FACUNDO ROSETTI GODOY, MARCELO SAWA, RAÚL AMADO CATTANEO Y GUSTAVO E. SCHRAUF
- 32**
Agregado de valor: girasol confitero y maíz pisingallo como alternativas industriales en grano grueso
 POR NICOLÁS ROSELLI
- 36**
Evaluación de bioestimulantes en tratamientos de semilla en soja
 POR DIEGO L. BUSCHITTARI
- 41**
Insectos del acopio: una nueva amenaza para las espigas maduras
 POR ADRIÁN RANZUGLIA
- 44**
Almacenamiento y acondicionamiento de girasol
 POR RICARDO BARTOSIK ; BERNADETTE ABADÍA; LEANDRO CARDOSO; DIEGO DE LA TORRE; GISELE MACIEL
- 50**
El impacto de las plagas de vertebrados en la agricultura bonaerense
 POR BRUNO CARPINETTI ; RAMÓN CAMPOMANE; ÁGUEDA GAZOVIC
- 56**
Tecnología silenciosa contra una plaga ruidosa: el poder del ARN y el mejoramiento genético
 POR MARÍA INÉS CATALANO

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

- 63**
Asociación de hongos micorrízicos del suelo con líneas de maíz y su impacto en la producción
 PAGANINI, R.; COPIA, P.; BERIBE, M. J.; FARRONI, A.; LOREA, R.
- 68**
Efectos de la inclusión de cultivo de cobertura como antecesor de maíz sobre las malezas y el rendimiento
 ESTELRRICH, C.; PÉREZ, G.; GILES GARCÍA, P.
- 74**
Tolerancia de líneas de girasol a cancro del tallo y podredumbre seca del capítulo (*Diaporthe helianthi*/*Phomopsis helianthi*)
 DEPERI, S.I.; TROGLIA, C.B.; LLORENS, M.C.
- 81**
Efecto de la alcalinidad y profundidad del horizonte arcilloso sobre el rendimiento relativo de maíz y soja
 GARELLO, F.J.; LARREA, G.; CICCHINO, M.; MELANI, E.M.
- 86**
La calidad de soja en Argentina: análisis y mapas nacionales de proteína, aceite y aminoácidos
 ACCORONI, C.; CHIALVO, E.; GALLARDO, M.; ZELAYA, D.K.; CONDE, M.B.; ENRICO, J.M.; MAGNANO, L.; MIR, L.R.; SANTOS, D.J.; ROSSI, R.
- 92**
Resultado económico de la utilización de verdeos de avena y vicia con ensilaje de maíz en recría en el sudoeste bonaerense
 MELÍN, A. A.
- 97**
Monitoreo del pulgón amarillo del sorgo (Hemiptera, Aphididae): validación de protocolos de estimación de la densidad en el noreste de Buenos Aires
 CASALONGA, S.; RIZZO, F.; DETTLER, A.; BARRIENTOS, G.; ANSA, A.; VAZQUEZ, F. ; MARTÍNEZ, E.; SANTADINO, M.; RIQUELME V., M.
- 102**
Evaluación de *Kosakonia cowanii* como promotor de crecimiento en soja
 JECKE, F.; SANTIA, G.; MOUSEGNE, F.; FERNÁNDEZ, C.

RESEÑAS

- 108**
Treinta años de cultivos transgénicos en la Argentina: miradas, debates y aprendizajes
 POR RAMÓN CAMPOMANE
- 114**
Red Sur Sorgo: dos décadas compartiendo conocimiento desde el sur bonaerense
 POR ARIEL ALEJANDRO MELIN

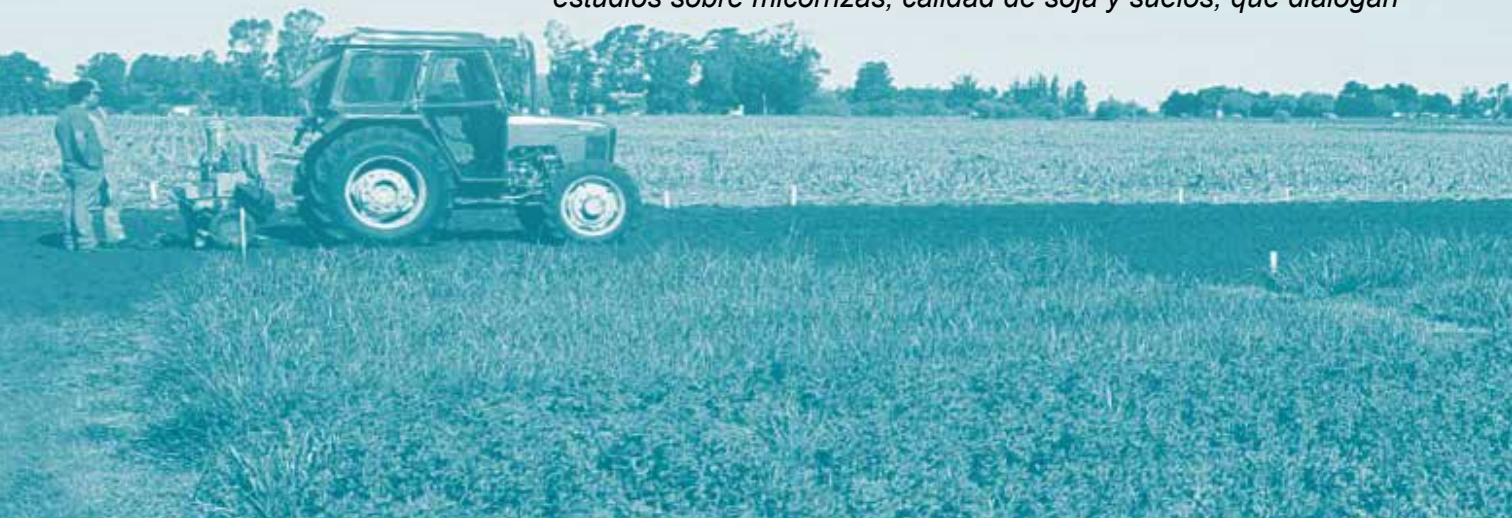
Editorial

POR DR. JAVIER RODRÍGUEZ
MINISTRO DE DESARROLLO AGRARIO
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Los cultivos de verano constituyen el núcleo de la producción agrícola y, al mismo tiempo, un terreno fértil para la innovación, la investigación y la articulación entre actores. En cada campaña se pone a prueba no solo la capacidad productiva de nuestros suelos, sino también el conocimiento científico, la creatividad y la cooperación entre instituciones y productores.

En este número reunimos aportes que recorren distintos aspectos clave de la campaña estival y del entramado productivo de estos cultivos. Desde la situación actual, las perspectivas y las políticas públicas de la provincia hasta las oportunidades que ofrecen cultivos como la soja, el maíz, el girasol, el sorgo y el maní. También se incluyen los avances en mejoramiento genético que abren nuevas posibilidades para contar con variedades mejor adaptadas y más productivas, junto con las estrategias de agregado de valor que permiten diversificar mercados y fortalecer la competitividad de nuestras cadenas productivas.

La innovación ocupa un lugar destacado: el mejoramiento genético se presenta con su historia, sus logros y sus proyecciones, mientras que nuevas herramientas como el ARN para el control de plagas, los bioestimulantes o el uso de bacterias promotoras de crecimiento marcan el pulso de la investigación aplicada. En paralelo, se incluyen los pronósticos meteorológicos para las próximas campañas, fundamentales para la planificación y la toma de decisiones. A su vez, se analiza el impacto de plagas y enfermedades, tanto en el campo como en el almacenamiento de granos, cuya prevención y manejo resultan esenciales para resguardar la producción. Estos enfoques se complementan con estudios sobre micorrizas, calidad de soja y suelos, que dialogan



con prácticas sostenibles como el uso de cultivos de cobertura y propuestas integradas de producción animal.

Parte de los trabajos presentados se desarrollan en nuestras Chacras Experimentales, nodos estratégicos que centralizan la investigación, promueven la articulación entre distintos sectores y permiten trasladar resultados y aprendizajes directamente al campo, fortaleciendo y consolidando la producción en la provincia.

A 30 años de la aprobación de los OGM en Argentina, este hito nos invita a revisar la trayectoria recorrida y a reconocer tanto los aportes de las nuevas biotecnologías como los debates abiertos en torno a sus alcances, sus límites y los aprendizajes que orientan la construcción de la agricultura del futuro.

No tenemos duda que los efectos del cambio climático condicionan la producción, redefinen la forma de producir y nos convocan a repensar la agricultura con responsabilidad y compromiso intergeneracional. Frente a este escenario, el trabajo colaborativo entre la investigación pública y el sector privado se reafirma como el camino indispensable para superar estos desafíos. En este sentido y en un contexto donde el gobierno nacional desfinancia instituciones clave como las Universidades, el INTA y el CONICET, desde la provincia reafirmamos nuestro compromiso con la innovación como motor del desarrollo agrario, fortaleciendo los lazos y el apoyo al sistema científico tecnológico.

En este número, los invitamos a compartir conocimiento, experiencias y herramientas para la agricultura bonaerense.





TEMA DE DEBATE

GENÉTICA Y TECNOLOGÍA: CLAVE PARA EL FUTURO DE LOS CULTIVOS ESTIVALES



POLÍTICAS PÚBLICAS

Cultivos de grano grueso: situación actual y perspectivas

Nuestra provincia continúa consolidando su papel estratégico en la producción agroindustrial argentina, siendo un actor clave en las cadenas de soja, maíz y girasol. Su aporte resulta decisivo para las exportaciones nacionales, tanto en volumen como en valor. La presencia activa del Estado constituye el eje de una visión más justa, inclusiva y con mayor potencial económico para toda la región.

POR RAMÓN CAMPOMANE ^A MARIANO PINEDO ^B Y YANINA ZÁRATE ^C

^A DIRECTOR DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (MDA).

^B DIRECTOR PROVINCIAL DE AGRICULTURA (MDA).

^C DIRECTORA DE INNOVACIÓN PRODUCTIVA Y EXTENSIÓN (MDA).

La provincia de Buenos Aires, motor productivo de Argentina, es una región estratégica para los cultivos de verano. Soja, maíz y girasol dominan el paisaje rural entre diciembre y julio y su siembra (conocida como “gruesa”) constituye un pilar de la economía nacional y de las exportaciones agroindustriales. Su historia técnica y social refleja la trayectoria de un sector que sigue adaptándose a los desafíos productivos, ambientales y sociales.

De la labranza tradicional a la siembra directa

La transformación agrícola bonaerense de las últimas tres décadas no puede comprenderse sin la adopción masiva de la siembra directa, práctica conservacionista que evita la remoción del suelo. Fue desarrollada en Argentina desde fines de los años 60 como respuesta a la erosión hídrica y eólica (Casas & Carfagno, 2025) y tuvo un hito en la primera reunión técnica sobre cultivos sin labranza (Córdoba, 1977). Hoy, cerca del 95 % de la superficie cultivada del país utiliza este sistema, en especial en soja y maíz, lo que posiciona a Argentina como referente global. En Buenos Aires, la técnica permitió aumentar rendimientos y preservar la fertilidad, aunque también generó nuevos problemas derivados de malas prácticas.

La expansión de la soja y el papel de los transgénicos

Si bien la soja estaba presente desde los años 60, su despegue llegó en 1996 con la aprobación de la soja RR (resistente al glifosato). La combinación con la siembra directa conformó un “paquete tecnológico” que redujo costos, simplificó manejos y expandió la frontera agrícola. Argentina fue pionera en

establecer un marco regulatorio para organismos genéticamente modificados, consolidado en 1991 con la creación de la CONABIA, que fijó protocolos de evaluación de riesgos y favoreció una adopción rápida pero regulada. Este año se cumplen tres décadas del primer evento transgénico en el país, tema que se desarrolla en la sección Reseñas de esta edición de MDA. Actualmente, Argentina es el tercer productor mundial de cultivos transgénicos, con más de 24 millones de hectáreas sembradas (McGrigor, 2022), muchas de ellas en el núcleo agrícola bonaerense.

Panorama agrícola y proyecciones de la provincia de Buenos Aires hacia la campaña 2025/26

La provincia de Buenos Aires continúa consolidando su papel estratégico en la producción agroindustrial argentina, siendo un actor clave en las cadenas de soja, maíz y girasol. Su aporte resulta decisivo para las exportaciones nacionales, tanto en volumen como en valor.

Soja

De cara a la campaña 2024/25,

se proyecta un crecimiento de la producción nacional a 49,9 millones de toneladas (MT), con una molienda estimada de 42 MT y mejoras en las exportaciones de aceite (+17% interanual) y harinas (+17%). Buenos Aires, como parte central del polo agroexportador del país, seguirá siendo clave en este repunte, tras una fuerte recuperación en la campaña 2023/24. A nivel global, se espera una producción récord de 422 MT, impulsada por Estados Unidos y Brasil.

Maíz

La provincia también sostuvo una participación destacada en la cadena de maíz, con una producción nacional de 50 MT y exportaciones estimadas en 35,5 MT (+14% interanual). A nivel mundial, la producción se mantuvo estable, pero los stocks cayeron un 10%, lo que podría generar oportunidades comerciales para Argentina. De cara a la campaña 2025/26, se anticipa una mayor competencia internacional, especialmente por parte de EE.UU.

Girasol

El girasol muestra una marca-





da recuperación, con una producción nacional de 5,1 MT en la campaña 2024/25 (+31% interanual), mientras que las exportaciones de aceite alcanzaron 1,28 MT. Buenos Aires, junto con el sur del país, lideró el área sembrada. Los precios internacionales se mantuvieron firmes, impulsados por la menor oferta global.

Perspectivas y proyección a futuro: hacia una agricultura más resiliente e inclusiva

Las proyecciones para la campaña 2025/2026 son alentadoras: se espera una cosecha récord gracias a condiciones climáticas favorables y al uso consolidado de tecnologías de precisión que vienen transformando la producción desde años anteriores. Sensores, mapeo satelital, drones y nuevas variedades mejoradas conforman un escenario productivo cada vez más sofisticado.

No obstante, expertos y organizaciones sociales enfatizan la necesidad de avanzar hacia un modelo más equilibrado, que integre prácticas agroecológicas, diversificación productiva y mayor prota-

gonismo de pequeños productores y cooperativas. La sostenibilidad, advierten, no debe basarse únicamente en innovación tecnológica, sino en una mirada integral con enfoque territorial y social.

En este contexto, el desempeño de la provincia se ve favorecido por mayor producción, precios más estables y una recomposición del comercio internacional. Con infraestructura consolidada y una cadena agroindustrial dinámica, Buenos Aires se proyecta como un motor central del agro argentino de cara a la campaña 2025/26 y más allá.

Políticas públicas: más producción con más productores, nuevas tecnologías, sustentabilidad ambiental y agregado de valor en origen.

La provincia de Buenos Aires impulsa un modelo agropecuario basado en “más producción con más productores”, combinando crecimiento, innovación y presencia territorial con sustentabilidad ambiental. El acceso equitativo al crédito y a la tecnología es central: no solo se busca que los peque-

ños y medianos productores dispongan de herramientas adaptadas a su escala, sino también que las innovaciones de punta sean accesibles en todo el territorio.

Para ello, el Ministerio de Desarrollo Agrario tiene un Sistema de Chacras Experimentales, donde se desarrollan investigación, innovación y extensión, que articula con el sistema de CyT (INTA, Universidades, CIC, CONICET). Asimismo, programas como Buenas Prácticas Agrícolas – Suelos Bonaerenses promueven el uso responsable de agroquímicos, la rotación de cultivos y la agroecología en todos los sistemas productivos, garantizando la conservación y recuperación de los suelos.

Por último, las políticas provinciales fomentan el agregado de valor en origen mediante industrialización, diversificación y segregación por calidad, adaptadas a cada región y tipo de producción, asegurando un desarrollo equilibrado y sostenible del sector agroindustrial. No obstante, persisten desafíos estructurales: la concentración de tierras, la dependencia tecnológica, los impactos socioambientales del modelo productivo y los efectos del cambio climático, que afectan el rendimiento de las campañas agrícolas.

Políticas y programas para una agroindustria sostenible

Los cultivos de verano son clave en Buenos Aires. Frente a los desafíos tecnológicos y ambientales, el gobierno provincial impulsa políticas públicas que promueven sistemas de producción más sostenibles, eficientes e inclusivos, integradas en el Plan Bonaerense de Desarrollo Rural, que fortalece la ruralidad mediante asistencia

técnica, financiamiento e incentivos para agregar valor a la producción

Programa BPA – Suelos Bonaerenses

El Programa de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) promueve la adopción de técnicas que favorezcan la conservación del suelo y reduzcan los impactos ambientales en sistemas agroproductivos.

Beneficios principales:

- Hasta cuatro análisis de suelo gratuitos por productor/a.
- Asesoría técnica para el desarrollo de un Plan de Manejo Trienal con prácticas como rotación, cobertura vegetal y uso racional de insumos.

- Acceso a un Aporte No Reinintegrable (ANR), equivalente a entre el 3 % y el 10 % del impuesto inmobiliario rural.

- Certificación de BPA en función de los requisitos establecidos por el programa (Res MDA 48/2021). La certificación BPA también funciona como sello de trazabilidad ambiental, mejorando la competitividad del productor en los mercados.

- Acceso a líneas de financiamiento del fondo agrario (línea agrosustentable)

Plan Estratégico de Caminos Rurales – Segunda Etapa

La infraestructura vial rural es clave para garantizar el acceso a insumos y la salida de la producción.

El plan contempla:

- Mejoras en rutas estratégicas para el transporte de soja, maíz y girasol.

- Obras hídricas complementarias que previenen inundaciones y garantizan la transitabilidad.

Estas obras también impactan positivamente en la conectividad de escuelas rurales y centros de salud.

Líneas de financiamiento productivo

A través de convenios con el **Banco Provincia** y con **Provincia Microcréditos**, se han puesto en marcha líneas de crédito destinadas a cultivos de verano. En todos los casos, la Provincia aporta re-



cursos para subsidiar la tasa de interés, permitiendo que los productores accedan a financiamiento con una tasa bonificada.

- **Agro Sustentable:** para prácticas productivas de bajo impacto ambiental.

- **Inversión para el Desarrollo Agrario:** orientada a infraestructura productiva.

- **Provincia Microcréditos:** destinada a pequeños productores y cooperativas.

- **Agricultura Familiar y Agroecología:** con foco en soberanía alimentaria y arraigo rural.

De esta manera, se amplía el acceso al crédito tanto para productores tradicionales como para nuevos actores del sector.

Impulso Joven Rural: semibrando futuro

El programa **Impulso Joven Rural** busca fomentar la permanencia de jóvenes en el campo mediante proyectos productivos con apoyo económico y técnico.

- Hasta \$875.000 por proyecto individual.

- Hasta \$4.200.000 por proyectos colectivos.

- Acompañamiento técnico durante todo el proceso.

Este programa fortalece el intercambio generacional y promueve nuevas formas de producción con perspectiva juvenil.

Producción agroecológica: hacia una diversificación sostenible

La provincia impulsa también

una línea específica para la agroecología, que incluye:

- Acompañamiento técnico para el diseño de sistemas productivos sostenibles.

- Registro de predios con requisitos específicos.

- Promoción de circuitos cortos de comercialización y productos diferenciados, como soja no transgénica, maíz agroecológico y hortalizas de verano.

Sistema de innovación del MDA: líneas de trabajo desde las Chacras Experimentales (CE)

CEI Barrow MDA-INTA: con una trayectoria de más de 100 años, la Chacra trabaja dentro del campo de la investigación para el desarrollo tecnológico en cultivos extensivos que contribuyan a mejorar la adaptación de los mismos a la variabilidad ambiental a través de distintos ensayos como la evaluación del comportamiento y adaptación de variedades e híbridos comerciales, y no comerciales generados en los planes de mejoramiento de INTA y del MDA para maíz, soja, sorgo, girasol, arveja, crotalaria, dentro de redes vinculadas a asociaciones de promoción y desarrollo de los cultivos, tales como ASAGIR, ACSOJA, y empresas semilleras. También, realiza ensayos de experimentación en campos de productores sobre fertilización mineral estratégica en combinación con bioinsumos en los distintos cultivos y ensayos de larga duración, comparando distintas rotaciones e intensidad de secuencias de cultivos, en siembra convencional y directa, para la creación de nuevas variedades vegetales resistentes adaptadas a las condiciones y necesidades de cada región. De esta

manera, genera conocimiento, innovación y capacitación en sistemas productivos con diferentes niveles de intensificación, aplicando abordajes interdisciplinarios y sistémicos, dentro de redes público/privada, y cumplir con el objetivo de lograr que los productores tengan acceso a herramientas científico-tecnológicas para eficientizar sus producciones y agregar valor a sus productos.

CE Bellocq: La CE Bellocq fue la primera Chacra del Sistema en inscribirse al programa de BPA en 2022. De acuerdo a esto, desde septiembre de 2024 se lleva adelante un módulo demostrativo de rotaciones de cultivos donde se priorizan prácticas que tiendan a la disminución de insumos e incorporan cultivos con destino forrajero y a la producción de grano como soja, maíz, sorgo, que busca generar información sobre esquemas de diferentes secuencias de cultivos en planteos mixtos agrícola-ganaderos con el objetivo de generar un impacto positivo sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. También, en octubre de 2024, se inició un nuevo ensayo, de manera conjunta con INTA Castelar donde se evaluaron 5 materiales de Cáñamo para grano/industria, en 2 fechas de siembra diferentes, en distintas parcelas, con una distancia temporal de un mes, con la finalidad de conocer el comportamiento agronómico, fenológico y potencial de rendimiento.

CE Blanca Grande: la Chacra realiza trabajos de agricultura en dos lomas muy acotadas en superficie con dos objetivos principales: alimentación animal directa o diferida y ensayos. En cuanto a la labor en investigación la Experimental lleva adelante ECR, pertenecientes a la Red Sur Sorgo y



en coordinación con la CE Coronel Suárez, con el objetivo de evaluar los rendimientos de híbridos de diferentes tipos de sorgos en diferentes localidades donde se contrastan diversos ambientes. Estos ensayos dan información útil para evaluar el comportamiento y la adaptabilidad de cada material en la región. También, la Chacra forma parte de la Red de ECR de Maíz no OGM coordinado por el Programa de Mejoramiento Genético Vegetal del MDA y realizado en 8 Chacras Experimentales, con el objetivo de identificar materiales adaptados a planteos agroecológicos y/o ambientes marginales para la agricultura tradicional, orientado a productores de mediana escala. Además, en la campaña 2024/2025 se realizó por primera vez un ECR de maíces RR sembrados en baja densidad junto con la Chacra de Coronel Suárez.

CE Coronel Suárez: la Chacra realiza distintos trabajos de experimentación en diferentes cultivos como el uso de biológicos en maíz, sorgo y girasol. Dentro de ésta línea de trabajo se llevan adelante ensayos de evaluación de aplicación de inoculantes en semillas de maíz tardío, ensayos sobre el efecto del biofertilizante CKC Rhizoflo (*Azospirillum brasilense*) en el rendimiento de grano en los tres cultivos estivales, evaluación de biofertilizantes Rizobacter Argentina en maíz y evaluación de ino-

culación con micorrizas en maíz. También, desarrolla un módulo de maíz donde se evalúa el manejo de densidad y fecha de siembra; se realizan ECR de maíz tardío para grano y de maíz no GM con el objetivo de analizar el comportamiento productivo, la estabilidad de rinde y la sanidad de cultivares de maíz no transgénicos, identificar materiales adaptados a planteos agroecológicos y/o ambientes marginales para la agricultura tradicional; ensayos de evaluación de biológicos foliares y tratamiento de semilla, y, ensayos del impacto de los cultivos de servicio sobre maíz tardío, prácticas de manejo y evaluación de densidades. Además, pertenece a la Red Sur Sorgo, para la que realiza ensayos de manejo y ECR de sorgos graníferos y ensayos de evaluación de distintas densidades.

CE Chascomús: la Chacra desarrolla distintos trabajos de investigación. Uno de ellos es la evaluación en agricultura convencional con un ensayo de larga duración en el que se realiza la comparación de labranzas en siembra directa y convencional contrastando los efectos de ambos tipos focalizados en los rendimientos de los cultivos y el suelo. También se llevan a cabo ensayos en diferentes cultivos con varias densidades de siembra y distintas fechas de siembra y fertilizaciones. En el módulo de soja se evalúa el efecto de

distintas fechas de siembra. En el módulo de maíz se realizan ECR de híbridos de maíz tardío para grano, donde se evalúan distintas estrategias de manejo que involucran la utilización de densidades contrastantes, fertilización nitrogenada y elección del fenotipo buscando mecanismos de compensación a la falta de plantas. También, se realiza la medición fenológica, intercepción de la radiación y rendimiento. Además, la Chacra analiza la eficiencia del uso del agua en agricultura agroecológica y agricultura convencional. Para ello, se desarrolla un módulo de producción de grano en transición en el que se planteó una secuencia de cultivos con mayor biodiversidad buscando generar una cobertura permanente, aumentar la captación de agua, nutrientes y, un control de malezas, durante el período de barbecho entre dos cultivos de verano.

CE Miramar: la Chacra realiza numerosos ensayos en cultivos de verano articulando con la Facultad de Cs. Agrarias de UNMdP; INTA Otamendi, Bordenave, Marco Juárez y Balcarce y ASAGIR. En maíz realiza la comparación genética de híbridos comerciales, en dos fechas de siembra, usando distintos ciclos en fecha temprana y tardía. También, lleva adelante un ensayo de secado de maíz tardío, con el que se construye una curva de maíces sembrados

tardíamente. En soja se realiza la comparación genética de cultivares de los grupos 3 y 4 comerciales y un ensayo de mejoramiento genético de cultivares de INTA. Y en girasol se compara genéticamente, dentro de la Red Nacional de Girasol, distintos híbridos comerciales y experimentales y sanitariamente materiales de diferentes empresas, al cancro del tallo y a la podredumbre del capítulo generada por *phomopsis*. Asimismo, desarrolla módulos agroecológicos donde se está evaluando, hace 5 años, un módulo de rotación agrícola con intensificación ecológica (enfocada en procesos y restricción de insumos) e intensificación sostenible (procesos altos con insumos mínimos) con la implementación de corredores biológicos.

campo Piloto CORFO: en el año 2024 inició un plan trienal de agroecología, acompañando esta alternativa sostenible que implica prácticas adaptadas, menor uso de agroquímicos, mejor fertilidad del suelo y un uso eficiente del agua, impulsando la producción de alimentos más saludables y a menor costo. Este proyecto abarca 5 ha en transición agroecológica. El manejo del suelo incluyó la implantación de vicia como cultivo antecesor al cultivo de verano, seguida de la distribución de guano de gallina para aumentar la fertilidad. Además, se realizan análisis de suelo y monitoreos de la biodiversidad. En octubre de 2024, la vicia se pastoreó y luego se incorporaron los restos vegetales para mejorar la materia orgánica del suelo. Para la campaña 24/25 se sembró maíz 100% agroecológico, para comparar los rendimientos y beneficios económicos que se obtengan, con el cultivo tradicional, y a su vez, evaluar su impacto en la salud del suelo. Previamente,

se realizó un riego en presiembra. Además, se trabajó en dividir la semilla en dos sectores para evaluaciones específicas y se implementaron bordos y trabas que permiten un eficiente riego por gravedad.

CE Napostá: la Chacra trabaja en articulación con la UNS, generando información útil para la región. En 2024 inició un ensayo de cártamo, este cultivo oleaginoso adaptado a zonas semiáridas, despierta mucho interés entre las empresas y organizaciones del sector, como la Bolsa de cereales de Bahía Blanca. En la Chacra se vienen realizando, por parte de equipos de la UNS, introducciones de material genético, inscripción de variedades en INASE y ensayos comparativos de rendimiento. En mayo de 2024 se sembraron 2 ha mediante siembra directa, con un barbecho químico previo utilizando 1,6 lts de cletodim y 7,5 gs. de metsulfuron. En enero de 2025 se cosechó con un rendimiento de 1200 kg/ha.

CE Rojas: este año 2025 la Chacra recibió el certificado de BRA. Dentro de este marco, la Experimental, en 2023 inició un ensayo de mediana a larga duración de cultivos extensivos en macro parcelas con la utilización de bioinsumos para la fertilización y regeneración de suelo. El objetivo de dicho ensayo se centra en evaluar la mejora edáfica y respuestas del cultivo a través del aporte de insumos biológicos regeneradores. Para esto, en la

campaña 2024/2025, se realizaron tratamientos de fertilización convencional, biológico y mixto, con diferentes dosis y un testigo convencional en cultivo de maíz. Este trabajo se realiza acompañado por INTA Rojas y UNNOBA. Además, se realiza un trabajo de producción sustentable de granos con cultivos de cobertura, donde se implanta un cultivo de cobertura multiespecie con el objetivo de prevenir la erosión del suelo, mejorar sus condiciones y reducir las aplicaciones de agroquímicos, entre otras. Como resultado de esta experiencia se observaron mejoras organolépticas, buena estructura y aireación, diversidad de raíces y conservación de humedad del suelo. Como cultivo de verano se implanta soja para evaluar rendimientos.

Un futuro sostenible y justo para la producción agropecuaria

Más allá de las particularidades de cada cultivo y producción, la provincia apuesta a un modelo productivo integrado que aproveche la diversidad de su territorio (suelos, climas y capacidades de productores y trabajadores) como motor de desarrollo.

La presencia activa/inteligente del Estado, que acompaña el crecimiento y garantiza que más productores accedan a crédito, tecnología, oportunidades y cadenas de valor, constituye el eje de una visión más justa, inclusiva y con mayor potencial económico para toda la región.

BIBLIOGRAFÍA

CASAS, R. R., y CARFAGNO, P. F. (2025). Conservación del suelo: Historia, logros y protagonistas. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

MCGRIGOR, I. (2022). El viento sopla a favor de los cultivos transgénicos de Argentina. Buenos Aires Times. <https://www.batimes.com.ar/news/argentina/wind-blows-in-favour-of-argentinan-gm-crops.phtml>

TOMA DE DECISIONES

Información meteorológica: monitoreo y pronóstico para la campaña de verano

Este artículo identifica algunos puntos resaltantes del funcionamiento y dinámica del sistema atmosférico y su incidencia en los cultivos. Conocer qué herramientas tenemos disponibles para la predicción aplicada a la actividad agropecuaria y monitorear las condiciones actuales son clave para saber qué podemos esperar para la próxima campaña de verano.

POR **MARÍA DE ESTRADA** ^A ; **FABIÁN JARAS** ^B

^A RESPONSABLE DE CHACRA EXPERIMENTAL MIRAMAR (MDA).

^B DIRECTOR DE SUSTENTABILIDAD, RIESGOS Y EMERGENCIAS AGROPECUARIAS (MDA).

Introducción

La atmósfera es, por definición, un sistema caótico. Pero un sistema caótico que ocurre por leyes físicas y procesos cuya dinámica tiene una regularidad (lo que conocemos como clima), así como variaciones y momentos extremos, en sus máximos y en sus mínimos.

Los principales sistemas agropecuarios y con ellos la vida de miles de familias productoras y de trabajadores del sector, el precio de los alimentos y el volumen de exportaciones a nivel país dependen mayoritariamente de este sistema caótico.

Las condiciones climáticas son el principal factor que condiciona el crecimiento y desarrollo de los cultivos y se les puede atribuir hasta en un 50% de incidencia, al factor suelo 23%, la elección de las variedades y cultivares 13% y el manejo agrícola que se lleve adelante incluyendo el control de plagas y malezas 14% (Embrapa, 2025). Si bien cada sistema productivo tiene una susceptibilidad diferente a las variaciones de temperatura, lluvias, vientos, humedad o heliofanía, todos son fuertemente afectados por lo que ocurra en el ciclo.

A esta gran dependencia se le suma el incremento tanto en la variabilidad climática (todos extrañamos de alguna manera la forma en que llovía “normalmente”), como la ocurrencia de eventos extremos: sequías, inundaciones, tormentas severas, heladas tempranas o tardías, en un contexto de aumento sostenido de las temperaturas medias generado por el cambio climático.

Uno de los puntos que sí tenemos a nuestro favor, frente a tanta incertidumbre y variación, además

de la capacidad histórica de los productores de generar estrategias para disminuir este impacto, es el desarrollo de un gran volumen de información y la mejora en la calidad de estos datos. Esto se lo debemos al fuerte desarrollo científico-técnico al respecto, así como la instalación de sólidas redes de monitoreo que colectan y procesan un gran volumen de datos a nivel global.

Hoy el desafío reside mucho más en usar adecuadamente la información disponible que en la existencia de la información en sí misma. En el mundo científico esto se conoce como “última milla” y es un proceso complejo que hace referencia a la usabilidad de la información: conocer qué datos se generan, cuál es la confiabilidad de los mismos, adaptarlos a la realidad de nuestras unidades y principalmente tomar decisiones acertadas en los momentos oportunos: fechas de siembra, densidades, elección de variedades de acuerdo a las previsiones, momento de las labores, entre muchas otras.

En el próximo apartado analizaremos las condiciones ocurridas en el otoño y lo que va del invierno en la provincia de Buenos Aires a escala regional; identificaremos y analizaremos herramientas para el uso de pronósticos considerando diferentes escalas temporales y las posibles decisiones.

Monitoreo

El otoño de esta campaña ocurrió en general con oscilaciones entre períodos de lluvia intensos que saturaron los suelos y generaron excesos hídricos y meses secos con acumulados de lluvia bajos. El centro y centro-oeste de la provincia fueron las zonas más afectadas por la recurrencia de



lluvias que produjeron retrasos en siembras, pérdida de lotes sin cosechar, falta de piso para el ingreso de maquinaria, caminos rurales con mala transitabilidad, entre otros impactos. En el mes de junio se registraron numerosas heladas agrometeorológicas, destacándose el día 29 la nevada registrada en diferentes localidades de la provincia. Por el contrario, el sur de la provincia está atravesando un otoño e invierno con déficits de lluvias.

Para el análisis simplificado, dividimos a la provincia por "regiones estadísticas", tanto por la información de estaciones meteorológicas disponible, como por el perfil productivo de cada una de ellas. El otoño registró precipitaciones acumuladas para la región Centro y Noroeste de 249 mm y 208 mm respectivamente, por encima de los registros históricos, esto es, que llovió más de 200 mm entre el verano y otoño en comparación con años normales. Estas precipitaciones abundantes generaron excesos hídricos en varias locali-

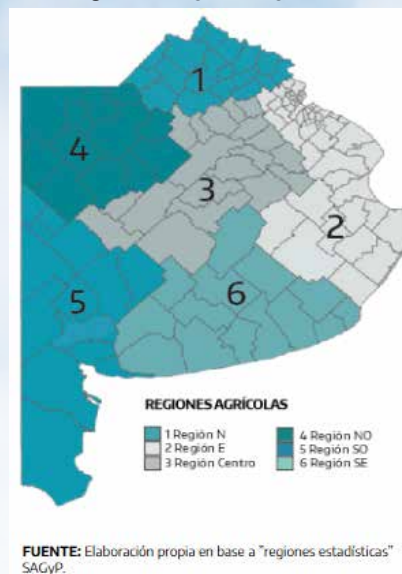
dades, donde más de 25 partidos bonaerenses fueron declarados en emergencia agropecuaria por inundación, cuyos eventos más visibilizados fueron las inundaciones de las ciudades de Zárate y Salto entre otras, por las lluvias extraordinarias de mayo.

El invierno también se caracterizó por oscilaciones entre períodos de lluvia intensos que incrementaron los problemas de saturación de suelo, y meses secos como junio.

En cuanto a estas inundaciones, el siguiente gráfico de evolución de superficies (ha) de excesos hídricos para la provincia de Buenos Aires nos indica al inicio del otoño una tendencia a disminuir y normalizar la situación, pero esa tendencia fue quebrada llevando las superficies a picos máximo en mayo, julio y finalmente agosto con más de 1.400.000 ha posterior a las lluvias del 18-19 agosto.

Algunas localidades, como por ejemplo 9 de Julio, alcanzó en

Figura 1. Regiones agrícolas.



agosto los 1059 mm de precipitaciones acumuladas, siendo el valor anual promedio de la localidad 1013 mm.

Estas condiciones se pueden ver reflejadas en el siguiente mapa, con los 20 partidos más afectados por excesos hídricos en invierno, en las zonas central de la provincia.



Figura 2. Excesos hídricos.

Pronóstico

¿Cómo mirar los pronósticos y hacernos una idea de lo que puede ocurrir? Es importante saber que los pronósticos son probabilísticos. Esto es así, no son verdades determinantes, sino que son informaciones con rangos de probabilidad de ocurrencia y, por ende, de no ocurrencia también. Los pronósticos son resultado de modelos matemáticos muy complejos cuyos resultados se actualizan (y muchas veces varían) con distintas frecuencias, algunos se corren cada tres horas, otros una vez por día, otros una vez por mes.

Es importante subrayar que mientras mayor sea la escala temporal y espacial del pronóstico, mayor el rango de error. Es decir,

los pronósticos son más certeros en el corto plazo y para el lugar donde se corre. Esta fiabilidad disminuye a medida que nos distanciamos en el espacio o nuestra área de pronóstico es mayor.

Podemos necesitar saber en el plazo de unas pocas horas qué va a ocurrir. Si va a llover o no, si el viento va a rotar o si se espera una helada muy fuerte. Lo principal es mirar. Hay que decirlo, hay que mirar el cielo, percibir la temperatura, la presión, ciertas variables básicas. En ese sentido hay muchos modelos que pronostican cada variable, pero para lo más inmediato, lo mejor es buscar herramientas de monitoreo, como pueden ser las imágenes satelitales de topos nubosos o la cobertura con radar meteorológico.

Esto nos va a permitir saber cómo está la atmósfera, en una escala mayor y tener noción de cómo está desarrollándose la tormenta “desde arriba”. Estamos accediendo casi en tiempo real a información que captan los satélites a más de 35 mil kilómetros de distancia. Complementariamente, estar atento a la emisión de alertas de los organismos como el SMN (Servicio Meteorológico Nacional), el Gobierno de la provincia de Buenos Aires, o Defensa Civil de los municipios, entre otros.

Para saber cómo viene el tiempo en la próxima semana disponemos de muchísimas fuentes de información: sitios privados y públicos que se valen de distintos modelos matemáticos. Podemos analizar varios buscando si hay

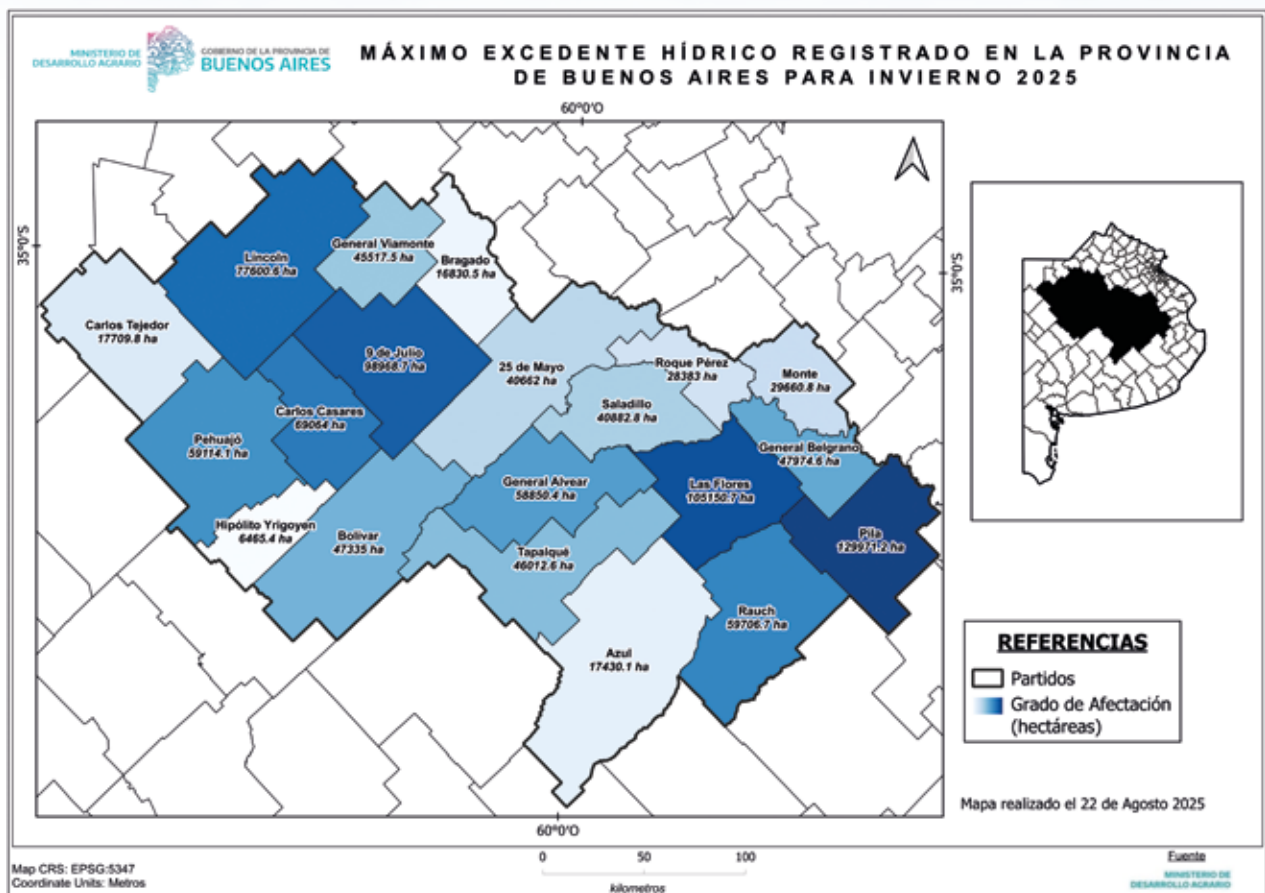
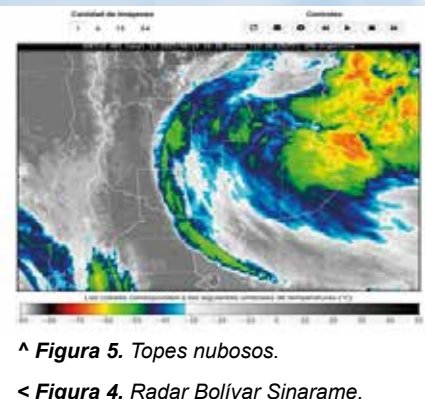
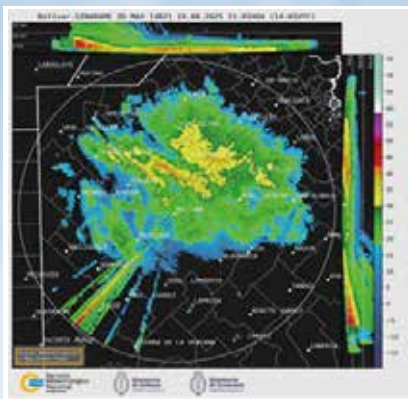


Figura 3. Máximos excedentes hídricos.

coincidencias en lo que muestran. Recomendamos para ello comenzar por la información del SMN, ya que es una institución donde los modelos son analizados por meteorólogos que generan un pronóstico en base a múltiples fuentes de información disponible¹. En esta información buscaremos la mayor fiabilidad posible y será importante para definir día y horario para ciertas labores, la organización semanal del trabajo, el ingreso de camiones, las vacunaciones y movimientos de hacienda entre muchas otras. Estos pronósticos y modelos se actualizan en general con una frecuencia de tres horas, así que es importante ir mirándolo con frecuencia y ver si lo pronosticado se sostiene en las actualizaciones (esto implica cierta seguridad de que eso es lo más probable que ocurra) o si va modificándose cada vez que miramos el pronóstico, y eso nos habla de cierta incerteza en la ocurrencia o el horario del evento (una tormenta, por ejemplo).

En el pronóstico se observa un



^ Figura 5. Topes nubosos.

< Figura 4. Radar Bolívar Sinaramé.

ícono que caracteriza el posible estado del tiempo y luego las diferentes variables medidas (hay que dar importancia a la probabilidad de ocurrencia, recordemos que se trata de “chances de qué ocurra”). Las primeras 48 horas tienen mayor nivel de detalle (cuatro momentos al día) y en las siguientes se pronostica con un detalle de 12 horas (madrugada/mañana y tarde/noche). Cada pronóstico usa sus gráficos y publica distinta información, como nubosidad, presión atmosférica, entre otros.

Luego, avanzamos en el tiempo y vamos a buscar qué es lo que

va a ocurrir en los próximos 15 o 30 días. Allí la certeza es menor y ya no conviene confiar tanto en los valores absolutos (si van a llover 30 o 50 mm más de lo normal), sino mejor en la diferencia con las condiciones normales: va a ser más cálido, va a estar más seco. Ahí es importante tener una buena noción de cuáles son las condiciones y los valores “normales” para esa zona. Para ello el SMN cuenta con un producto llamado “pronóstico semanal”² que se actualiza diariamente y otorga información para la primera y segunda semana. Resaltando lo que ya colocamos, la mayor confiabilidad va a estar en los primeros siete días y los segundos los tomamos “con pinzas”. Otras instituciones corren modelos para nuestra región, el portal del CIMA publica un pronóstico para cuatro semanas de temperatura y precipitación³.

De esta forma podemos programar tareas semanales, saber si esto va a generar demoras en las labores, o antelación en algunas para evitar daños.

Por último, podemos también tener una idea basada en información científica de qué es lo que se puede esperar para un plazo temporal de tres meses, es decir, lo que dura una estación.

Acá no solo la chance de error

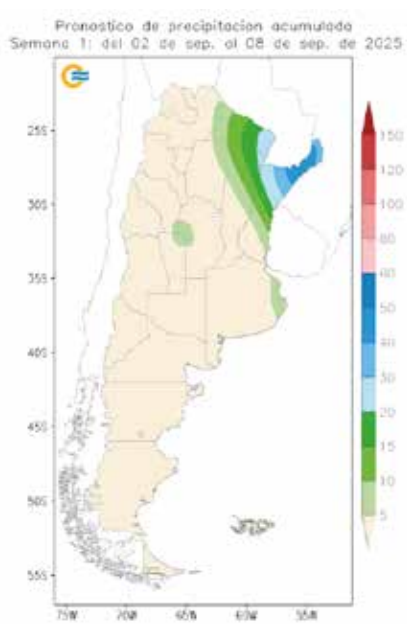


Figura 6. Pronóstico de precipitación acumulada.

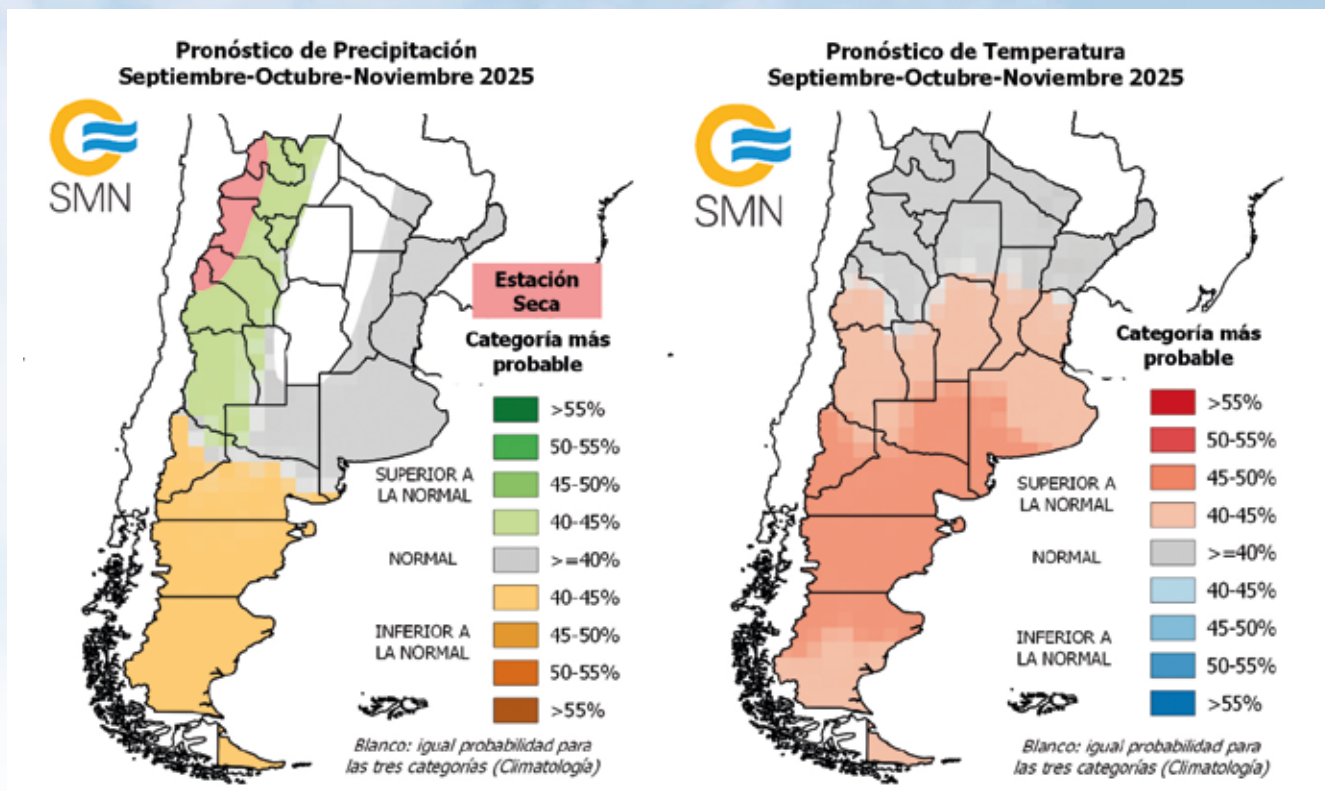


Figura 7. Pronóstico climático trimestral de precipitación y temperaturas.

es mayor, sino que por supuesto, esas “probabilidades” que nos entreguen los pronósticos van a ser el promedio de grandes variabilidades. Un trimestre que sea estadísticamente normal puede incluir valores extremos “por arriba”

y “por abajo”. Además, dado que a esta escala estamos buscando comportamientos de mediano y largo plazo, se pueden sumar a la información de pronósticos y modelos, otros factores que en nuestra campaña pueden ser de-

terminantes como el fenómeno del Niño/Niña y otras correlaciones que existen a nivel atmosférico. En este caso también contamos con un producto mensual que se genera para nuestro país por parte de un equipo de expertos o sino ir buscando los distintos modelos y construir nuestro propio análisis. Algunos disponibles son los que publica la Agencia Norteamericana NOAA. Aquí veremos que los distintos modelos muchas veces señalan condiciones distintas.

Respecto al fenómeno del Niño/Niña, podemos decir que el cambio de temperaturas del océano pacífico en su porción ecuatorial cuando se acopla al sistema atmosférico genera modificaciones en los patrones de lluvias y temperaturas. Si bien su efecto es dispar en la provincia de Buenos Aires sí se ha encargado de marcar el pulso de ciclos húmedos

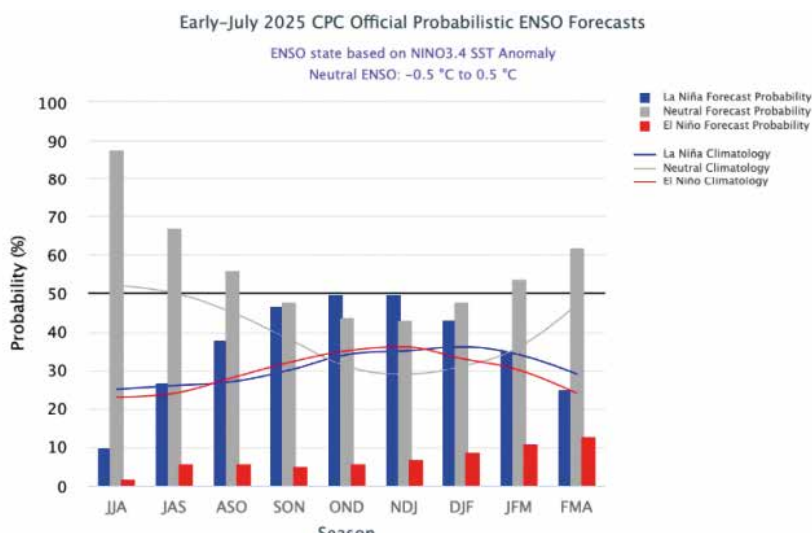


Figura 8. Fenómenos climatológicos.

(en años Niño como 1998 o más reciente el 2015) y secos (La Niña de 2008/2009, o la más reciente y de altísimo impacto entre 2020 y 2023).

El IRI publica mensualmente un pronóstico de las condiciones Niño/Niña basado en múltiples modelos

Campaña de verano

En este momento, la toma de decisiones está centrada en la campaña de verano. Si bien la variedad de realidades atraviesa las geografías de la provincia y los sistemas productivos, podemos deducir que muchos de los campos de la provincia tienen suelos o con buena carga hídrica o en nivel de saturación. Esto significa que el paso de cualquier tormenta un poco fuerte va a profundizar este escenario. El impacto va a depender por supuesto de la condición actual, de la capacidad de absorción del suelo, de si hay un cultivo de cobertura u otra estrategia de manejo, así como de las condiciones del lote (pendiente, compactación, entre muchos otros factores). Lo que ocurra durante lo queda del invierno va a ser determinante para las condiciones de siembra de cultivos de verano.

Para nuestra provincia hay muchos modelos que indican condiciones de normalidad para septiembre, octubre y noviembre de 2025, pero corriendo esos pronósticos y mirando hacia aparecen más coincidencias en señales de lluvias por debajo de lo normal.

A rasgos generales, las condiciones indican que las siembras deberán hacerse en lotes altos, ya que las condiciones de sequía de los últimos años, animaron a trasladar siembras a lotes de otros

SOUTH AMERICA NMME MONTHLY PRECIPITATION ANOMALIES September 2025 INITIAL CONDITIONS

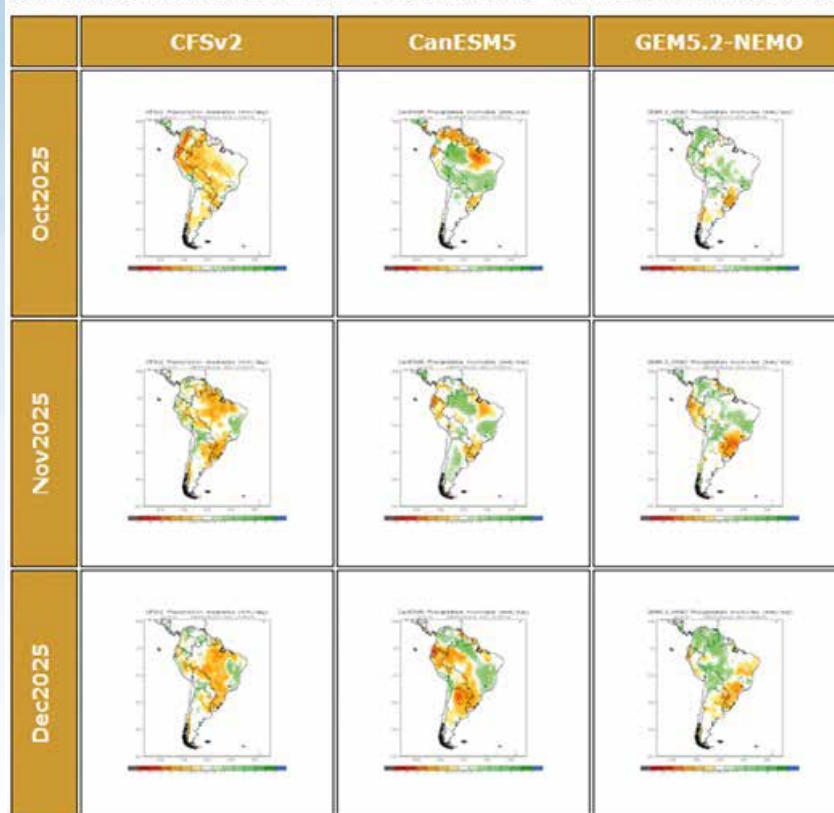


Figura 9. Anomalia de precipitaciones para sudamérica corridas para Agosto 2025.

usos, pero esa condición se revirtió y la planificación de la campaña deberá considerarlo. Los retrasos de siembra por falta de piso resultan en la elección de variedades de ciclos cortos adaptadas a cada zona, sin embargo, esta práctica puede resultar en mayor incidencia de malezas y la alta humedad en el cultivo en enfermedades fúngicas. En ganadería bovina, podrían darse enfermedades como el “pietín” o podredumbre de la pezuña, sin la permanencia en terrenos anegados o barrocos es constante.

Información generada en el MDA

El Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) cuenta con un Departamento de Sistemas de Información para el seguimiento y aná-

lisis de eventos meteorológicos en el marco de la Ley de Emergencias Agropecuarias 10.390. Entre las fuentes de información que se utilizan, el MDA posee una red de Estaciones Meteorológicas Automáticas, conformada por estaciones en las 16 Chacras Experimentales de la Provincia.

Desde el MDA, se elaboran las siguientes publicaciones: a) informe semanal agrometeorológico de cultivos, estado hídrico de suelos y pronóstico; y b) informe mensual “Escenarios Climáticos para el sector productivo provincial de Fruticultura, Horticultura y Apicultura”⁴.

La difusión se realiza por la página oficial y el canal CLIMA MDA de WhatsApp para recibir los informes actualizados.

En la Chacra Experimental de Miramar, en conjunto con el área de agrometeorología de la EEA del INTA de Balcarce, la Dirección de Sustentabilidad, Riesgos y Emergencias Agropecuarias y expertos de la zona se lleva a adelante en forma mensual una Mesa de Monitoreo Agrometeorológico para el sudeste bonaerense. El objetivo es analizar de forma sistemática en base a la información generada por estas instituciones y los pronósticos disponibles las condiciones para los distintos sistemas productivos considerando la escala local y regional. De esta forma se busca que los productores de la zona puedan tomar decisiones de manejo productivo basándose en información agrometeorológica de calidad y el análisis de profesionales expertos en el tema.

Conclusiones

Las condiciones climáticas son el principal factor que condiciona el crecimiento y desarrollo de los cultivos, pero también influyen el tipo y estados de los suelos, la elección de las variedades y cultivos y el manejo agrícola que se lleve adelante. Conocer estas condiciones nos permite modificar los otros factores a fin de reducir el impacto que pudieran originar inundaciones, sequías y otros eventos.

En otoño y lo que va del invierno 2025 la recurrencia de lluvias produjeron retrasos en siembras, pérdida de lotes sin cosechar, falta de piso para el ingreso de maquinaria, caminos rurales con mala transitabilidad y otros impactos en el centro y centro-oeste de la provincia, con la declaración de Emergencia y/o Desastre Agropecuario para más de 25 partidos bonaerenses.

Las herramientas de pronóstico permiten analizar a distinta escala temporal la probabilidad de ocurrencia de diferentes escenarios. Es importante identificar qué herramienta es útil para los distintos propósitos y saber interpretarla.

El Ministerio de Desarrollo

Agrario elabora diferentes informes a fin de acercar a los productores y asesores la información disponible e impulsar la usabilidad de los productos para la mejora en la toma de decisiones que permita reducir el impacto de los eventos extremos y la gestión del riesgo de desastres.



¹ <https://www.smn.gob.ar/pronostico>

² <https://www.smn.gob.ar/clima/perspectiva>

³ http://climar.cima.fcen.uba.ar/CFS/CFS_pre.php

⁴ https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario/direccion_de_sustentabilidad_riesgos_y_emergencias/monitoreo_agrometeorologico

INNOVACIONES PRODUCTIVAS

El cultivo de maní en la provincia de Buenos Aires



La producción de maní posiciona a la Argentina entre los principales países del mundo: tanto para su cultivo como para su rendimiento. Este potencial solo podrá sostenerse en el tiempo si se preservan recursos estratégicos como el suelo y el medioambiente.

POR MARIANO PINEDO ^A

^A DIRECTOR PROVINCIAL DE AGRICULTURA (MDA).

El cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) ya no se limita a su tradicional zona del centro de Córdoba. En las últimas décadas se expandió hacia provincias vecinas como La Pampa y San Luis, y más recientemente llegó también al noroeste bonaerense. Actualmente, en la provincia de Buenos Aires el cultivo se concentra en suelos arenosos que se extienden por buena parte del oeste, el sur y el centro provincial.

La producción de maní posiciona a la Argentina entre los principales países del mundo: tanto para su cultivo y rendimientos, como en su posición de liderazgo en el comercio internacional.

Solo como dato, se puede mencionar que sobre una producción mundial que ronda los 51,67 millones de toneladas, China ha conseguido posicionarse como primer productor, seguida de Nigeria, Estados Unidos, India y Argentina (United States Department of Agriculture, 2025).

La exportación en números

En lo que hace al volumen de exportaciones, la República Argentina solía ubicarse en tercer lugar, por detrás de India y Estados Unidos, siendo parte de un grupo de cinco naciones -junto con Brasil y China- que explican el 85% del comercio mundial de dicho producto (básicamente se trata de maní crudo sin cáscara, tanto con piel como blanqueado).

Sin embargo, según datos de la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional (AAICI), en la última campaña Argentina fue el máximo exportador de maní del mundo en términos de volumen, al sumar ventas al exterior por unos USD 1.190 millones, 12% mayor que en 2023. De esta forma, Argentina ha superado a India (histórico líder en el rubro), China, Estados Unidos y Brasil, alcanzando un volumen exportado que representó el 23% del total de las ventas mundiales.

Adicionalmente es importante mencionar que Argentina es por lejos el principal proveedor europeo, con cerca del 60 % del mercado, seguido por Estados Unidos, con el 14%.

Asimismo, el crecimiento de la producción de maní en la Pampa Medanosa refleja una transformación profunda de los sistemas productivos, que han pasado de esquemas mixtos agrícola-ganaderos a rotaciones puramente agrícolas que incluyen este cultivo. Su cosecha implica operaciones de arrancado que alteran los primeros centímetros del suelo. Incluso bajo siembra directa, las rotaciones actuales presentan bajos aportes de restos vegetales y una alta proporción de leguminosas anuales cuyos rastrojos se degradan rápidamente, dejando los suelos sin cobertura y expuestos a la erosión eólica (Bozzer, 2021). Estos cambios evidencian que este tipo de ambientes requiere tanto la aplica-

ción de técnicas específicas para mitigar la erosión como un manejo cuidadoso del potencial de uso de cada territorio.

Estrategias integrales

Por lo tanto, frente a este panorama, Argentina debe coordinar las decisiones del sector privado con las políticas públicas, apoyándose en una estrategia integral que considere:

a) Innovaciones productivas que permitan aumentar los volúmenes de producción, mejorar la rentabilidad y elevar la calidad del maní.

b) Agregado de valor industrial, promoviendo la radicación de industrias cerca de las zonas de producción de la materia prima.

c) Infraestructura y logística, optimizando transporte, acopio e incorporación del producto en las cadenas de industrialización.

d) Fortalecimiento de los vínculos comerciales internacionales, así como de los posicionamientos geopolíticos que favorezcan la comercialización del maní argentino.

e) Implementación de buenas prácticas agrícolas, que garanticen la sostenibilidad ambiental de la producción y contribuyan a la conservación del suelo.

En esa línea, consideramos importante contar con algunos datos



iniciales que permitan asumir una planificación sobre la base de la actual realidad y, desde allí, proponernos como Nación y como provincia de Buenos Aires algunos desafíos hacia el futuro.

En primer lugar, es importante conocer que la campaña 2024/25 ha registrado un récord absoluto en cuanto al área sembrada en la Argentina, superando en un 9% a la campaña anterior. Aproximadamente 470.000 hectáreas de maní, en una campaña que no fue acompañada con buenos rindes debido a la escasez hídrica, permiten de todas maneras proyectar una producción también récord de unos 1,5 millones de toneladas.

Sin embargo, si miramos más allá del evidente liderazgo de Córdoba, el cultivo de maní aún tiene un amplio potencial de expansión en otras provincias, como Buenos Aires, especialmente si se promueve bajo esquemas de producción sostenible. Argentina cuenta con condiciones climáticas ideales y con la fertilidad de los suelos pampeanos, que favorecen un maní reconocido internacionalmente por su excepcional calidad: sabor más intenso, tamaño uniforme, bajo nivel de aflatoxinas y una textura más suave en comparación con el producido en otras regiones del mundo.

Cuando hablamos de produc-

ción de maní, pensando en una estrategia que desarrolle el valor agregado en toda la cadena, con vistas a acompañar las exigencias de la demanda mundial, el maní argentino debe conservar su prestigio a través de mecanismo que sigan sosteniendo un control de calidad riguroso y prácticas agrícolas más sostenibles.

El segundo dato a considerar es la realidad territorial del cultivo. Actualmente el maní se implanta en su gran mayoría en el suroeste de Córdoba, donde abarca entre 72% y 75% del área sembrada y se realiza 90% de la industrialización del grano. La provincia de Buenos Aires ronda actualmente el 14% de la producción, mientras que hay otras zonas con potencial de crecimiento como La Pampa (4%) y San Luis (3%). Esta situación evidencia una muy alta concentración y también la fortaleza de la especialización de los productores dedicados al cultivo.

Un camino de crecimiento sostenido, compitiendo en volumen, productividad y calidad, exigirá sin dudas que las regiones que hoy tienen potencialidad de crecimiento, como es el caso de la provincia de Buenos Aires, fortalezcan las capacidades técnicas de los profesionales de cada una de las provincia o regiones que asuman el desafío, a partir de un proceso de formación y actualización técnica

en los profesionales que deseen interiorizarse en el cultivo. De la misma manera, la vinculación con el sistema educativo deberá apuntalar la formación de operarios industriales que estén en condiciones de acompañar los procesos de agregado de valor en origen.

Está claro que esta estrategia requiere de un entramado logístico y de infraestructura capaz de sostener el agregado de valor industrial cerca de las zonas productoras de maní. Para lograrlo, las provincias o regiones que busquen acompañar la expansión del cultivo deberán asumir el desafío de impulsar la innovación, promover la industrialización, garantizar el control de calidad y avanzar en la institucionalización de los vínculos entre los distintos actores de la cadena.

Impulsar la innovación

La provincia de Buenos Aires, por ejemplo, propone en esta materia propiciar, en su red de Charcas Experimentales, espacios para ensayos de este cultivo en diferentes ambientes de la provincia, con un enfoque que permita incrementar y sistematizar el manejo sustentable del suelo a partir de las buenas prácticas agrícolas. La innovación juega un rol crucial. La política que se implemente deberá impulsar o apoyar el desarrollo de variedades más resistentes,

sumado a la implementación de tecnologías de precisión que permitan optimizar los rindes y reducir el impacto ambiental, avanzando hacia un modelo más sostenible y competitivo.

En cuanto al desarrollo industrial, hay que decir que 23 de las 25 empresas que componen el sector agroindustrial manisero se encuentran en la provincia de Córdoba. Recientemente se dieron a conocer iniciativas que estarían ya avanzando en la construcción de una nueva planta para industrializar el maní en el partido de Leandro N. Alem, en la provincia de Buenos Aires, que se calcula generará más de 100 puestos de trabajo directos en diversas especialidades, potenciando el empleo local, fortaleciendo el perfil industrial de la región y generando un movimiento económico que potenciaría enormemente la región manicera de la provincia, con grandes ventajas logísticas por la cercanía con el puerto de Buenos Aires, con destino final a los mercados de Europa.

Asimismo, en cuanto a la vinculación y participación institucional de los actores que hacen al entramado productivo del cultivo, en la provincia se han venido implementando sucesivos encuentros de la Mesa Provincial del Maní, en la cual se va construyendo la agenda de prioridades que coloquen a la provincia en situación de franco crecimiento en el sector manicero.

El tercer dato que exige aten-

ción para una correcta planificación a futuro, es el que tiene que ver con la defensa de la calidad y diversidad del producto, con impacto directo en el comercio exterior.

El maní constituye un alimento completo. No solo porque contiene en sí mismo numerosos nutrientes, sino que puede ser incluido en diferentes esquemas de alimentación. Propiciar y difundir los beneficios del consumo del maní para la salud, previniendo por ejemplo el riesgo de enfermedades del corazón y diabetes o incorporando grasas saludables, proteínas y fibras, es parte de una política que acompañe y apunte el crecimiento del sector. Insistimos, no solo con el consumo del fruto en sí mismo, sino en sus distintos derivados industrializados, como su pasta y su aceite, que pueden ser ingredientes a incluir en cualquier alimentación; o el maní confitería y subproductos como manteca o harinas, que irían diversificando la oferta con valor agregado.

Actualmente, del total de las exportaciones argentinas de maní al mundo, el 80,1% se ubicó dentro del rubro “maní crudo sin cáscara”, que incluye las variantes “maní con piel” y “maní blanchado”; un 12,2% a “preparaciones de maní”, que contempla “maní tostado” y “manteca de maní”; un 7% a “aceite de maní” y un 0,7% a “subproductos de la extracción del aceite”.

En cuanto a la estrategia co-

mercial, Europa constituye hoy el principal destino del maní argentino: la Unión Europea (UE) concentra cerca del 60% del total exportado, consolidando a Argentina como su proveedor más relevante. En el último año, los principales compradores fueron los Países Bajos (36%), el Reino Unido (9%), Polonia (6%), Rusia (6%) y Australia (4%). En total, Argentina habría exportado a al menos 51 países, con la UE representando el 73% del volumen. Este escenario confirma la necesidad de sostener el prestigio del maní argentino en Europa, pero también evidencia un amplio margen para expandirse hacia otros mercados.

En este aspecto es importante tener en cuenta que los altos niveles de exportación de maní argentino no serían posibles sin los buenos niveles de producción y el relativamente bajo consumo interno que existe en Argentina. Argentina exhibe un rotundo saldo exportable en maní, colocando en el exterior más del 70% de su producción, una proporción que ningún otro país alcanza en el mercado.

Sustentabilidad

El otro elemento a tener en cuenta, sin dudas prioritario y determinante, es el de propiciar el crecimiento del cultivo sobre la base del cuidado del suelo y del medio ambiente. Si bien el sector ha hecho importantísimos avances en esa materia, asumiendo el tema

desde sus propias organizaciones empresariales, es necesario una definición política por parte de los estados provinciales y el Estado nacional. Esto es lo que garantizará esa sustentabilidad y sostenibilidad para no ir en perjuicio de futuras generaciones.

Si bien el maní es una leguminosa, lo cual en principio implica que el cultivo aporta una mejora de la carga de nutrientes de los suelos, por su capacidad de fijar el nitrógeno del aire, existe otra realidad que es el riesgo de degradación de los suelos. La cosecha se efectúa generalmente con labranza tradicional y consecuentemente se produce una alta remoción del suelo, presentándose en el periodo de poscosecha los mayores riesgos de degradación del recurso al quedar desprovisto de cobertura, con alto grado de susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica. Sin embargo, diversas investigaciones científicas señalan que, mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas, el cultivo de maní puede aportar beneficios biológicos, agronómicos y, por supuesto, económicos.

Teniendo en cuenta esta situación y observando el crecimiento de la superficie destinada a la producción de maní en la provincia de Buenos Aires, el gobierno provincial, a través del Ministerio de Desarrollo Agrario, en el marco de un amplio diálogo sectorial e institucional, viene trabajando en la creación de herramientas que permitan el desarrollo sostenible de este importante sector productivo, evitando el riesgo de erosión eólica e hídrica, a partir del incentivo de un régimen de condiciones para el manejo y la conservación del suelo, en base a un esquema de rotaciones y buenas prácticas de cultivo.



Los productores y productoras que incorporen el cultivo de maní en su planificación productiva anual deberán ser conscientes de la importancia de aplicar un plan de cultivo y manejo de suelos.

En este sentido, la provincia ha avanzado en la implementación de guías de elaboración y prácticas recomendadas, incorporando varias de las sugerencias y aportes de las organizaciones participantes. Entre las medidas destacadas se encuentran la realización de análisis de suelo previos a la siembra, la rotación de cultivos que incluya al maní cada cuatro o más años, y la adopción de la siembra directa para mantener una adecuada cobertura durante el barbecho y reducir la erosión.

También se recomienda limitar las labores culturales como el escardillo, para evitar la excesiva mineralización de la materia orgánica y preservar la frágil estructura de los suelos. Respecto de la cosecha, se aconseja dejar la mayor cantidad posible de vainas en la

superficie, lo que favorece un secado rápido y uniforme. Asimismo, se plantea la incorporación de cultivos de cobertura o cereales de invierno antes o inmediatamente después del arrancado y/o la cosecha. Finalmente, la integración del maní en sistemas mixtos agrícola-ganaderos con pasturas perennes aparece como una alternativa con potencial para mitigar la problemática de la erosión eólica.

La importancia de este tipo de políticas no radica únicamente en el compromiso de los estados provinciales, sino también en la responsabilidad compartida de todos los actores de la cadena. Productores, propietarios de la tierra (muchas veces tentados por los altos valores que ofrece el arrendamiento), la industria que demanda calidad e inocuidad, junto con técnicos, profesionales y demás involucrados, deben asumir que la enorme potencialidad del sector sólo podrá sostenerse en el tiempo si se preserva el recurso estratégico fundamental: el suelo y el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ARGENTINA DE INVERSIONES Y COMERCIO INTERNACIONAL. (s. f.). Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional. <https://www.inversiony-comercio.ar/>

BOZZER, C. (2021). Cambio de uso y degradación de los suelos en la Pampa Medana Cordobesa: evolución, impactos y escenarios futuros (Tesis doctoral, Universidad Nacional de Río Cuarto y Universidad de Federal Rural do Rio de Janeiro).

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (2025). Peanut Explorer: World production. International Production Assessment Division. <https://ipad.fas.usda.gov/cropeexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2221000>

FAUBA

Programa de Mejoramiento Genético de Maíz no OGM

En este artículo se presentan los principales hitos históricos del programa, así como sus avances recientes en la generación y evaluación de híbridos. También las características diferenciales del germoplasma flint colorado y las acciones de articulación con el MDA.

POR PABLO RUSH^A, FACUNDO ROSETTI GODOY^{AB}, MARCELO SAWA^{AB}, RAÚL AMADO CATTANEO^B Y GUSTAVO E. SCHRAUFA

^A FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES (FAUBA).

^B MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (MDA).

La Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) ha tenido una participación temprana en el mejoramiento del maíz en Argentina. Uno de los primeros híbridos en ser comercializados en el país fue desarrollado en esta institución (Andrés, 1949).

El presente artículo sintetiza los antecedentes históricos, avances recientes, características del germoplasma desarrollado en FAUBA y las acciones conjuntas con el Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires (MDA-PBA), con el fin de mostrar la importancia estratégica de este programa.

Historia

El primer programa de mejoramiento de maíz en la FAUBA se consolidó con la inscripción de un híbrido doble en 1949 (Andrés, 1949). Dicho programa se discontinuó cuando su responsable, el Ing. José María Andrés, fue contratado por la empresa Morgan⁽³⁾, que posteriormente dominó el mercado argentino de semillas por varias décadas.

A finales del siglo pasado, un discípulo del Ing. Andrés, el Ing. Carlos Banchemo, se incorpora a la FAUBA y reinicia un programa de mejoramiento a través de un convenio entre la FAUBA y la empresa Agarcross S.A. Este, llega a su fin ante la adquisición de la empresa por parte de una compañía transnacional que tenía su propio proyecto y decide no continuar con el desarrollo local. Lamentablemente, muchos de los materiales obtenidos se pierden y el convenio se cierra. Aunque se intentó continuar el mejoramiento de maíces con el

apoyo de la Federación Agraria, debido a la insuficiente financiación, el desarrollo de un nuevo programa de mejoramiento fue infructuoso y se volvió a discontinuar.

Pese a estas interrupciones, evaluaciones moleculares posteriores evidenciaron que el germoplasma de FAUBA presentaba una marcada diferenciación genética respecto a los híbridos comerciales disponibles en el país (Pacheco *et al.*, 2009), lo que incrementa su valor estratégico (Figura 1).

Características del germoplasma de FAUBA

El germoplasma de la FAUBA corresponde principalmente al tipo “flint”, “colorado” o “duro”, característico de Argentina y Uruguay. Se ha demostrado que estas variedades derivan de maíces indígenas sudamericanos. Los trabajos de Luna *et al.* (1964) y Eyherabide, G. (2006) concluyen que las variedades modernas de maíz cristalino

derivarían de maíces indígenas de la Argentina y de regiones limítrofes, y no de maíces introducidos por los inmigrantes europeos.

Este tipo de grano ha sido valorado tanto por el mercado interno como en el exterior. Se caracteriza por su dureza y es requerido principalmente por la industria de molienda seca (Actis *et al.*, 2020). Tradicionalmente se lo utilizaba para la obtención de polenta, pero sus usos se han multiplicado progresivamente, se lo emplea para la fabricación de cereales para desayuno o como alimento para animales (Eyherabide, 2006).

El rendimiento de los maíces duros es menor al de los maíces de tipo “dentados”, cuyo germoplasma está ampliamente distribuido entre los híbridos comerciales modernos. Las causas de su menor rendimiento pueden estar dadas por contener una mayor proporción de productos con costo energético alto para el metabolismo de la planta, como

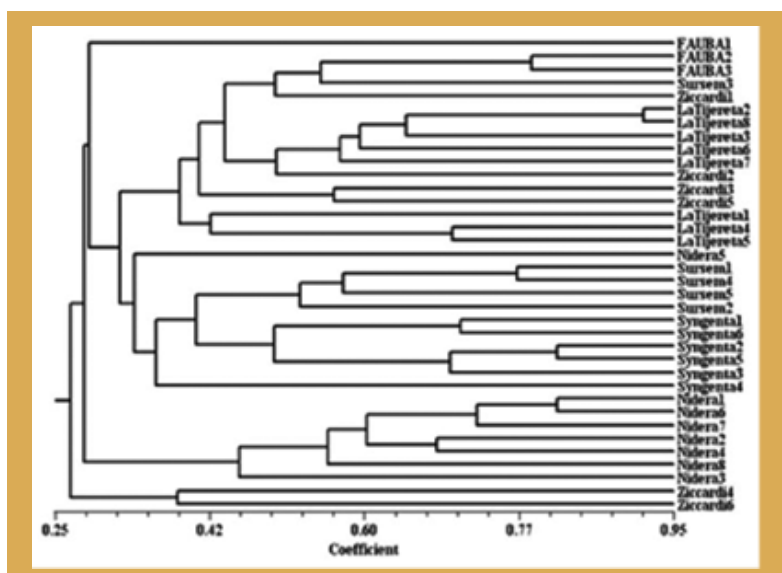


Figura 1. Distancia Genética obtenida a partir de marcadores microsatélites entre híbridos comerciales identificados por empresas en la Argentina (Pacheco *et al.*, 2009).

⁽³⁾ La empresa Morgan en el 2017, fue adquirida por Dow Agrosiences que luego de fusionarse con Dupond generó la firma Corteva.

son las proteínas y los aceites (Cirilo, 2004). Sin embargo, estos componentes se traducen en una mayor dureza de su endosperma y calidad que es apreciada por la industria de la molienda seca ya que favorece un alto rendimiento industrial.

La estrategia de mejoramiento de la FAUBA consiste en generar híbridos derivados de líneas endocriadas de tipo “colorado” con líneas “dentadas” para incrementar el rendimiento y mantener la calidad distintiva del grano.

Avances recientes y potencial de los materiales

Con la firma del convenio en 2021 entre FAUBA, INTA y el MDA-PBA se rescataron híbridos históricos y se desarrollaron nuevos cruzamientos utilizando líneas probadoras del INTA. Estos materiales mostraron alta aptitud combinatoria y un desempeño agroeconómico promisorio (Galizia, Com. Pers.; Tabla 1), particularmente en sistemas de baja utilización de insumos. Dado que las líneas del INTA forman parte de un convenio con empresas privadas, no fue posible avanzar en el registro conjunto ante el INASE de híbridos interinstitucionales, pero sí se generó información básica valiosa para generar híbridos entre los materiales propios de la FAUBA.

Fuera del convenio con empresas, el INTA desarrolló un híbrido al que denominó SOMBRA-INTA, caracterizado por la presencia de hojas planófilas. Esta particularidad es interesante porque su arquitectura le confiere mayor superficie cubierta y podría reducir la incidencia de malezas en el cultivo. Sin embargo, una limitante que posee este híbrido es que su crecimiento inicial es poco vigoroso.

Híbrido	Rendimiento promedio (Kg/ha)
FAGE27 (FAUBA) x L912 (INTA)	10375
FAGE21 (FAUBA) x L912 (INTA)	10059
Testigo comercial ACA514	10026
FAGE35 (FAUBA) x L912 (INTA)	9816
FAGE13 (FAUBA) x L912 (INTA)	9788
Testigo comercial - SYN875	9740
FAGE 16 (FAUBA) x LP582 (INTA)	9701
Testigo INTA - L912 (INTA) x LP582 (INTA)	9645
FAGE 2 (FAUBA) x L912 (INTA)	9612
FAGE105 (FAUBA) x LP582 (INTA)	9527
FAGE159 (FAUBA) x L912 (INTA)	9500
FAGE95 (FAUBA) x LP582 (INTA)	9424
FAGE10 (FAUBA) x L912 (INTA)	9313
FAGE32 (FAUBA) x L912 (INTA)	9301
FAGE157 (FAUBA) x LP582 (INTA)	9225
FAGE 103 (FAUBA) x L912 (INTA)	9218
FAGE 102 (FAUBA) x L912 (INTA)	9191
FAGE32 (FAUBA) x LP582 (INTA)	9133
Testigo comercial - Next22.6	9129
Testigo INTA - L912 (INTA) x LP582 (INTA)	9099
FAGE102 (FAUBA) x LP518 (INTA)	9082
17.1314 (INTA) x LP2518 (INTA)	9052
18.1065 (INTA) x 18.1050 (INTA)	8838
18.1062 (INTA) x 18.1050 (INTA)	8816

Tabla 1. Promedio de rendimiento (Kg/ha) de híbridos entre líneas probadoras del INTA x líneas de la FAUBA y testigos tanto comerciales e INTA.

Por otro lado, los híbridos obtenidos por cruzamientos entre líneas endocriadas del INTA y de la FAUBA mostraron altos grados de heterosis. Estos híbridos “interinstitucionales” mostrarían mayor vigor y crecimientos iniciales que los “intrainstitucionales” del INTA (Menes *et al.* 2023). A partir de esta información es posible considerar la hipótesis que la línea planófila del INTA cruzada por líneas endocriadas de la FAUBA mostraría un mayor crecimiento inicial.

Articulación en la provincia de Buenos Aires

A partir de la creación del Programa Provincial de Mejoramiento Genético Vegetal, en el 2021 por

el MDA-PBA, se logró fortalecer e impulsar nuevos proyectos que no se encontraban en la agenda pública provincial. En el marco de un nuevo convenio firmado en 2025, entre la Cátedra de Genética de la FAUBA y la Dirección Provincial de Innovación y Vinculación Tecnológica del MDA-PBA se estarán evaluando nuevamente, híbridos experimentales en ocho Chacras Experimentales de la provincia, durante la campaña 2025/26.

Estos ensayos tienen por objetivo validar los materiales en diversos ambientes, compararlos con híbridos comerciales y analizar atributos de rendimiento, calidad y comportamiento de almacenamiento a corto plazo. Asimismo,

se promueve la interacción con productores locales, con el fin de identificar usos específicos del maíz que son utilizados como insumos como alimentos para animales de tambo, cerdos y aves y aportar alternativas adaptadas a regiones marginales. La información generada permitirá identificar materiales candidatos para ser

inscritos en forma conjunta ante el INASE.

Perspectivas

El futuro del programa de FAU-BA, apunta a la incorporación de tecnologías de selección asistida por marcadores y programas de selección genómica, herramientas

que permiten acelerar los procesos de mejoramiento, mejorar la precisión de selección y optimizar costos (Cerón-Rojas y Crossa, 2018; Kilian *et al.*, 2012). Ejemplos de su implementación son las de poder asignar grupos heteróticos a líneas como fueron descritos por Beckett *et al.* (2017) y White *et al.* (2020).



La integración de información molecular y agronómica permitirá diseñar estrategias más eficientes de cruzamiento y desarrollo de híbridos (Wickham *et al.*, 2019). No obstante, el financiamiento constituye una limitante crítica, en un contexto de fuerte reducción de la inversión estatal nacional, a través de la degradación del Ministerio de Ciencia y Técnica a Subsecretaría y la falta de financiación de proyectos ya evaluados y aprobados por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo

Tecnológico y la Innovación Científica y Tecnológica.

Conclusiones

El programa de mejoramiento genético de maíz no OGM de la FAUBA representa un aporte estratégico para diversificar la base genética del maíz argentino y generar alternativas de alto valor industrial y social. La articulación con el programa del MDA-PBA permite seguir formando recursos humanos y la financiación en forma conjunta para llevar a cabo

ensayos en diferentes ambientes, dentro del sistema de chacras experimentales de la provincia de Buenos Aires. La incorporación futura de herramientas moleculares ofrece una oportunidad para consolidar un programa sostenible que atienda a la demanda de productores locales y fortalezca la soberanía genética en el cultivo de maíz¹.

¹ Los autores agradecen la colaboración de la Dra. Luciana Galizia, del Ing. José Menes y del Dr. Raúl Amado Cattáneo Coordinador del Programa Provincial de Mejoramiento Genético Vegetal (MDA-PBA).

REFERENCIAS

- ACTIS, M., FARRONI, A. E., ANDRADE, F. H., VALENTINUZ, O. R., & CIRILO, A. G. (2020). Composition and thermal properties of starch in flint maize (*Zea mays* L.) kernels: Location and crop management effects. *RIA*, 46(1).
- ALESSANDRI, E., SCHRAUF, G. E., & ANDRÉS, A. (2024). Estudios de variabilidad genética en maíz pisingallo (*Zea mays* L. var. everta) para asociar valores de mejora a marcadores moleculares. 12° Jornada de Intercambio Académico Público-Privado, Universidad Nacional de Córdoba.
- ANDRÉS, J. M. (1949). Inscripción del híbrido doble FAV355. En Kugler *et al.* (1978), Catálogo de cultivares de plantas agrícolas argentinas. INTA.
- BANCHERO, C., BARTOLONI, N., PÉREZ CAMARGO, G., MONTES, J., CARDONE, S., FRAYSSINET, N., & SCHRAUF, G. E. (2004). Análisis multivariado de la interacción en híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.). Congreso Argentino de Genética, Malargüe, Mendoza.
- BECKETT, T. J., MORALES, A. J., KOEHLER, K. L., & ROCHEFORD, T. R. (2017). Genetic relatedness of previously Plant-Variety-Protected commercial maize inbreds. *PLoS ONE*, 12(12), e0189277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189277>
- CERÓN-ROJAS, J. J., & CROSSA, J. (2018). Linear selection indices in modern plant breeding. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91223-3>
- EYHERABIDE, G. (2006). Mejoramiento genético de maíz y su trayectoria en la Argentina. Serie de Informes Especiales de ILSI Argentina, II(Maíz y Nutrición).
- GRUBER, B., UNMACK, P. J., BERRY, O. F., & GEORGES, A. (2018). dartr: An R package to facilitate analysis of SNP data generated from reduced representation genome sequencing. *Molecular Ecology Resources*, 18(3), 691–699. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12745>
- KILIAN, A., WENZL, P., HUTTNER, E., CARLING, J., XIA, L., BLOIS, H., CAIG, V., HELLER-USZYNSKA, K., JACCOUD, D., HOPPER, C., ASCHENBRENNER-KILIAN, M., EVERS, M., PENG, K., CAYLA, C., HOK, P., & USZYNSKI, G. (2012). Diversity Arrays Technology: A generic genome profiling technology on open platforms. En *Data Production and Analysis in Population Genomics* (pp. 67–89). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-870-2_5
- LOUWAARS, N. P., & MANICAD, G. (2022). Seed systems resilience: An overview. *Seeds*, 1(4), 340–356. <https://doi.org/10.3390/seeds1040028>
- MENES, J., *et al.* (2023). Mejoramiento de la capacidad de establecimiento en cultivo de maíz (*Zea mays*) para sistemas de bajo uso de insumos. *Plant Breeding Symposium*. <https://plantbreedsymposium.com.ar/presentaciones/>
- PACHECO, M. G., ETCHART, V. J., GARCÍA, A. M., SCHRAUF, G. E., & BANCHERO, C. (2009). Aplicación de SSRs para determinar el grado de similitud de híbridos comerciales de maíz utilizados en Argentina. XXXVII Congreso Argentino de Genética, Tucumán, Argentina, GMV:29.
- PINHEIRO, A., PINHEIRO, H. P., & SEN, P. K. (2012). The use of Hamming distance in bioinformatics. En *Handbook of Statistics* (Vol. 28, pp. 129–162). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-44-451875-0.00006-3>
- WHITE, M. R., MIKEL, M. A., DE LEON, N., & KAEPLER, S. M. (2020). Diversity and heterotic patterns in North American proprietary dent maize germplasm. *Crop Science*, 60(1), 100–114. <https://doi.org/10.1002/csc2.20050>
- WICKHAM, H., AVERICK, M., BRYAN, J., CHANG, W., MCGOWAN, L., FRANÇOIS, R., GROLEMUND, G., HAYES, A., HENRY, L., HESTER, J., KUHN, M., PEDERSEN, T., MILLER, E., BACHE, S., MÜLLER, K., OOMS, J., ROBINSON, D., SEIDEL, D., SPINU, V., YUTANI, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- WOODHOUSE, M. R., CANNON, E. K., PORTWOOD, J. L., HARPER, L. C., GARDINER, J. M., SCHAEFFER, M. L., & ANDORF, C. M. (2021). A pan-genomic approach to genome databases using maize as a model system. *BMC Plant Biology*, 21(1), 385. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03173-5>

PRODUCCIÓN

Agregado de valor: girasol confitero y maíz pisingallo como alternativas industriales en grano grueso

El girasol confitero y el maíz pisingallo representan dos cultivos de verano con potencial creciente en la cadena agroindustrial. Su desarrollo como alternativa al modelo tradicional de granos extensivos abre oportunidades para la diversificación productiva, el agregado de valor y la generación de empleo en origen.

POR NICOLÁS ROSELLI [^]

[^] RESPONSABLE COMERCIAL DE ARGENSUN FOODS.

La provincia de Buenos Aires concentra una parte significativa de la producción de cultivos extensivos de verano del país, en especial soja, maíz y girasol. Esta orientación productiva ha sido históricamente funcional a la estructura agroexportadora argentina, generando una fuerte dependencia de mercados internacionales y de precios definidos en bolsas extranjeras. En este contexto, en los últimos años comenzó a cobrar impulso la producción de cultivos de especialidad como el girasol confitero y el maíz pisingallo, que ofrecen alternativas viables dentro del esquema de cultivos estivales. Su atractivo radica especialmente en su potencial industrial, en la demanda creciente de mercados diferenciados y en la forma de diversificación productiva, a la que cualquier productor puede acceder. Se trata de especialidades con requerimientos específicos en cuanto a manejo agronómico y procesos postcosecha, que exigen mayor precisión pero que también

traen consigo ventajas competitivas. Por un lado que el productor logre un plus de rentabilidad en el cultivo frente a los cultivos tradicionales; y por otro, se promueve el desarrollo de cadenas agroindustriales orientadas a exportar productos terminados o semiprocados, generando un agregado de valor local en el producto, impactando de manera positiva en la generación de empleo y en la actividad económica.

El girasol confitero y el maíz pisingallo son ejemplos concretos de cómo un cultivo tradicional puede adquirir un nuevo perfil cuando se lo orienta a mercados diferenciados. Estos mercados, tanto internos como externos, demandan estándares de calidad superiores que sus contrapartes convencionales, lo que implica un mayor control en el manejo agronómico y en los cuidados de los procesos postcosecha. Sin embargo, esa misma exigencia, lejos de ser una barrera, es la que habilita

oportunidades de diferenciación para obtener mejores precios relativos y posibilidades concretas de industrialización local, desde el clasificado y acondicionado del grano hasta su envasado o transformación para la elaboración de alimentos listos para su consumo.

El mercado de girasol confitero

En el caso particular del girasol confitero, la principal diferencia con el girasol aceitero (girasol tradicional) radica en su destino final: mientras el segundo se destina mayormente a la extracción de aceite, el primero se orienta al consumo humano directo (semillas peladas o sin pelar) o a productos derivados como *snacks*, panificados o barras energéticas. Desde el punto de vista productivo, la clave de este cultivo está en obtener granos de gran calibre y buena uniformidad de estos, atributos que se logran mediante un manejo agronómico específico: buena condición de siembra con densidades



Imagen 1. Girasol confitero con cáscara (in-shell).



Imagen 2. Girasol confitero sin cáscara (kernel).

menores que las del girasol aceitero, elección de híbridos adaptados a cada zona y buena sanidad y prácticas que favorezcan el llenado de granos, como puede ser la aplicación de fungicidas o de boro en estado vegetativo. En lo demás –control de malezas, plagas y enfermedades– el manejo del cultivo de girasol confiteo es en gran medida muy similar al de un girasol aceitero.

El mercado de girasol confiteo combina una demanda interna estable, especialmente vinculada a la industria de alimentos saludables y *snacks*, mientras que en el mercado internacional se abren oportunidades de exportación a destinos como Medio Oriente, Europa del Este y América del Norte. En el comercio internacional, el producto se clasifica principalmente en formatos: con cáscara, denominación comercial “*in-shell*”

(Imagen 2) o sin cáscara, solo la semilla, denominación comercial “*kernel*” (Imagen 3). El calibre es el parámetro de calidad que mayor incidencia tiene sobre la determinación del precio del girasol confiteo “*in-shell*”, mientras que el largo del grano está tomando cada vez más predominancia para el acceso a algunos mercados.

La provincia de Buenos Aires ofrece condiciones edafológicas y climáticas favorables para el desarrollo de este cultivo, con especial potencial en el centro y oeste de la provincia, donde se combinan disponibilidad de suelos aptos, clima propicio y experiencia técnica. La infraestructura industrial incluye establecimientos de mediana y gran escala que acondicionan y procesan la materia prima para su exportación,



Imagen 3. Producto de girasol confiteo tostado y salado, listo para su consumo.



Imagen 4. Plantas de maíz pisingallo previo a su cosecha.

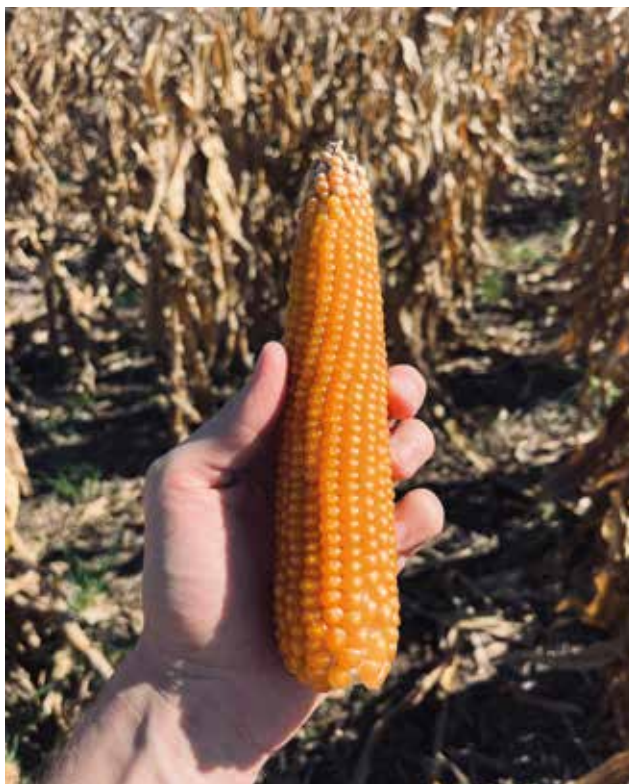


Imagen 5. Espiga de maíz pisingallo.

así como plantas de tostado y envasado que abastecen al mercado interno. En estos procesos, el agregado de valor puede ser significativo.

Maíz pisingallo

Respecto al maíz pisingallo o “popcorn” es un híbrido especial de maíz que se caracteriza por su capacidad de expansión al calentarse, generando los clásicos pochoclos o palomitas de maíz. Este cultivo tiene una alta relación valor-volumen, dado que con una pequeña cantidad de grano se produce un volumen considerable de producto final, lo que lo convierte en una de las especialidades más rentables por unidad de superficie cuando se alcanzan los estándares de calidad requeridos. A diferencia del maíz convencional, el pisingallo exige un manejo específico que asegure la sanidad, uniformidad y dureza del grano, así como condiciones de cosecha y almacenamiento que preserven la humedad ideal para una buena expansión. Su calidad se mide por el índice de expansión, que debe ser superior a cierto umbral para poder comercializarse en mercados premium, y por su tamaño o calibre, que en maíz pisingallo se conoce como K10 y hace referencia al número de granos en 10 gramos de producto. Este cultivo también se presenta como una oportunidad interesante para la incorporación de pequeños, medianos y grandes productores,

ya que su escala no necesariamente requiere grandes extensiones, sino más bien precisión en el manejo y articulación con canales de comercialización adecuados.

Desafíos estratégicos

Argentina es uno de los principales exportadores mundiales de maíz pisingallo, y la provincia de Buenos Aires concentra buena parte de esa producción y de las plantas de acondicionamiento y proceso de este grano para su posterior venta en el mercado local o para la exportación.

Tanto el girasol confitero como el maíz pisingallo presentan un alto potencial de desarrollo territorial. Son cultivos que pueden integrarse a esquemas de rotación con otros granos de verano, mejorando la sustentabilidad y rentabilidad productiva y logrando una mayor diversificación. Además, su perfil industrializable los vuelve atractivos para políticas de agregado de valor en origen. Entre los principales desafíos se encuentra la necesidad de fortalecer la infraestructura de postcosecha para lograr mejores estándares de calidad y así poder acceder a mercados más exigentes con un mejor precio de venta. En un escenario de creciente volatilidad de los precios internacionales y de mayor demanda por alimentos diferenciados, el girasol confitero y el maíz pisingallo se consolidan como alternati-

vas estratégicas para diversificar la producción de verano en la provincia de Buenos Aires. Su cultivo exige mayor precisión y cuidado que los granos tradicionales, pero a cambio ofrece acceso a nichos de mercado más rentables y con potencial de expansión. Avanzar en su desarrollo implica no solo producir más, sino producir mejor, articulando la oferta con plantas de procesamiento cercanas y estrategias comerciales que capturen el valor agregado.

Si bien las oportunidades para el girasol confitero y el maíz pisingallo son evidentes, el desarrollo sostenido de estas cadenas requiere afrontar ciertos desafíos estratégicos. Entre ellos, se destacan la necesidad de ampliar y modernizar la infraestructura de procesamiento para responder a estándares de calidad internacionales, fortalecer las redes de comercialización interna y externa, y promover la diferenciación de productos con certificaciones de calidad y origen. Asimismo, la investigación en genética y manejo agronómico seguirá siendo clave para obtener híbridos más adaptados a las condiciones locales y a las demandas específicas del consumidor. Finalmente, será fundamental articular políticas públicas y estrategias privadas que favorezcan la estabilidad de precios, la previsibilidad en la exportación y la construcción de una imagen país asociada a alimentos de calidad.

AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS

Evaluación de bioestimulantes para tratamientos de semilla en soja

La experiencia de las últimas campañas indica que el uso de bioestimulantes, asociado a aportes nutricionales complementarios, ha cobrado gran protagonismo. El tratamiento de semillas es fundamental para proteger los cultivos frente a patógenos y condiciones adversas.

POR DIEGO L. BUSCHITTARI ^A

^ACOORDINADOR DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS.

Siembra de ensayo

Introducción

El tratamiento de semillas es una práctica fundamental para asegurar una correcta implantación del cultivo y protegerlo frente a patógenos y condiciones adversas en las etapas iniciales. Frecuentemente, los terapicos utilizados en el cultivo de soja suelen ser funguicidas con dos o más principios activos, en combinación con inoculantes a base de *Bradyrhizobium japonicum*, de probada y conocida actividad en la fijación simbiótica de nitrógeno.

En las últimas campañas ha tomado cada vez más protagonismo el uso de bioestimulantes asociados a aportes nutricionales complementarios para ser aplicados en la semilla.

Normalmente el uso de estas tecnologías no requiere inversiones importantes, considerando el costo total del cultivo. Además, desde el punto de vista práctico es de simple aplicación dado que normalmente se hacen junto con los citados tratamientos de semillas con terapicos e inoculantes.

Este tipo de productos tienen como finalidad, entre otras, homogeneizar la implantación de cultivo, estimular el enraizamiento y el crecimiento aéreo, mejorar las condiciones para afrontar la ocurrencia de estrés, aportar macro o micronutrientes, etc.

A su vez, los productos encuadrados dentro de este uso poseen composiciones muy diversas dependiendo del producto de que se trate. Los mismos pueden conte-

ner, aminoácidos, microorganismos, ácidos húmicos/fúlvicos, macro y micronutrientes etc.

El objetivo de esta experiencia fue evaluar distintas alternativas de este tipo de tecnologías, en aplicaciones en semilla de soja y su efecto sobre el rendimiento del cultivo.

Los resultados permiten identificar qué alternativas muestran una respuesta consistente en diferentes ambientes, contribuyendo a una recomendación técnica para las próximas campañas.

Diseño experimental

Durante la campaña 2024/2025 se llevaron a cabo evaluaciones de distintos tratamientos en semilla de soja en tres localidades representativas de la zona núcleo

Nro	Empresa	Tratamientos	Dosis / 100 kg de sem	Composición
1	Aminochem	Biomino L	300 cc	Bioestimulante a base de aceite de salmón
2	Fulltec	Top Seed	300 cc	Bioestimulante a base de aminoácidos y micronutrientes
3	Testigo			
4	Rizobacter	Vitagrow TS	80cc	La fracción orgánica de su molécula está compuesta por los lignosulfonatos. Macro y micronutrientes
5	Timac Agro	Fertiacty leguminosas	150 cc	Bioestimulante y antiestresante. Co + Mo
6	Nutrición Eficiente	Neblo	300 cc	Bioestimulante conteniendo aminoácidos, Ac Humicos y fúlvicos. Macro y micronutrientes
7	Denka	Prula Dual Impact	300 cc	Bioestimulante a base de Ac Húmicos y fúlvicos más potasio
8	Nitragin	Wave	150 cc	Compuesto por Azospirillum brasilense y sus metabolitos naturales
9	Rizobacter	Rizoderma	100 cc	Compuesto por controlador biológico a base de Trichoderma harzianum

Tabla 1. Tratamientos realizados.

sojera: Las Rosas, Marcos Juárez y Totoras (Tabla 1). Los ensayos incluyeron alternativas bioestimulantes y productos biológicos, todos comparados con un testigo. La experiencia se llevó a cabo en microparcelas de cuatro surcos, con una distancia de 52,5 cm entre líneas y 5 m de largo, dispuestas en forma aleatorizada con cuatro repeticiones. Para la siembra se empleó una sembradora experimental con sistema de dosificación a cono, utilizando el cultivar NS 4634 E STS (Imagen 1). Todas las semillas fueron tratadas con fungicida (Fludioxonil 2,5% y Metaxil-M 3,75%) e inoculadas.

En cuanto a los antecedentes de los lotes, Las Rosas y Totoras provenían de soja, mientras que el lote de Marcos Juárez había sido cultivado con maíz en la campaña anterior. Las fechas de siembra fueron el 2 de diciembre de 2024 en Marcos Juárez y el 4 de diciembre de 2024 en Las Rosas y Totoras.

Desde el punto de vista climático, la campaña se caracterizó por lluvias normales durante octubre a diciembre, seguidas de un enero

Mes	Marcos Juárez	Totoras	Las Rosas
OCT-24	143	136	144
NOV-24	73	121	161
DIC-24	131	134	113
ENE-25	0	15	31
FEB-25	120	212	190

Tabla 2. Precipitación acumulada en cada una de las localidades.

Nota: Datos expresados en mm/mes. Datos relevados de los registros locales de los CCP de AFA

con precipitaciones reducidas, incluyendo un período de más de 20 días sin registro de lluvias y varias olas de calor. Hacia fines de enero y febrero, la disponibilidad hídrica se normalizó, permitiendo una recuperación notable de los cultivos. Las lluvias mensuales registradas en cada localidad se presentan en la Tabla 2.

Para el análisis estadístico, los datos de rendimiento fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias significativas entre tratamientos se eva-

luaron mediante el test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Resultados

Las parcelas fueron cosechadas utilizando una cosechadora experimental, cubriendo una superficie de tres surcos por 5 metros. Los resultados obtenidos para cada tratamiento y sitio evaluado se presentan en la Tabla 3. Para facilitar la comparación, los valores se estimaron en rendimiento por hectárea y se corrigieron a un contenido de humedad del 13,5 % (Rto seco).

LOCALIDAD	LAS ROSAS		M. JUÁREZ		TOTORAS	
Tratamiento	Repetición	Rto seco	Repetición	Rto seco	Repetición	Rto seco
Biomino L	1	4435	1	3884	1	4250
	2	3704	2	5578	2	5273
	3	4586	3	5976	3	4434
	4	4309	4	5845	4	4066
Top Seed	1	4132	1	5067	1	4357
	2	3527	2	5602	2	4066
	3	4813	3	4407	3	6416
	4	3074	4	4575	4	3813
Testigo	1	5039	1	5173	1	5072
	2	3779	2	6275	2	4738
	3	3074	3	5229	3	3152
	4	3679	4	5976	4	3515

Vitagrow TS	1	4460	1	5434	1	2788
	2	3704	2	5353	2	3821
	3	3628	3	6474	3	4533
	4	4913	4	5329	4	5686
Fertiacty leguminosas	1	3956	1	6163	1	4664
	2	3452	2	5428	2	4329
	3	3931	3	6287	3	2938
	4	3855	4	5167	4	4412
Neblo	1	4208	1	5715	1	4240
	2	3779	2	5631	2	3730
	3	4208	3	5976	3	4743
	4	3779	4	5229	4	4491
Prula dual Impact	1	4762	1	5254	1	4406
	2	4435	2	5901	2	4337
	3	3905	3	6175	3	4701
	4	4057	4	5428	4	4171
Azospirillum Wave	1	3931	1	5602	1	4276
	2	4535	2	5839	2	4975
	3	4687	3	5621	3	4581
	4	3477	4	5777	4	4281
Rizoderma	1	3779	1	6038	1	4386
	2	4183	2	5640	2	5138
	3	3956	3	5602	3	4979
	4	2923	4	5926	4	5040

Tabla 3. Resultados de cada tratamiento y sitio evaluado.

El promedio de rendimiento por localidad fue de 4.018 kg/ha en Las Rosas, 5.572 kg/ha en Marcos Juárez y 4.411 kg/ha en Totoras, reflejando las diferencias de calidad ambiental de cada lote y la disponibilidad de lluvias durante la campaña.

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio de cada tratamiento, incluyendo las diferencias observadas respecto del testigo sin tratar, lo que permite evaluar el efecto de las distintas alternativas bioestimulantes y productos biológicos en cada sitio experimental.

El análisis conjunto de los datos relevados indica que los tratamientos muestran tendencias de respuestas positivas con respecto al testigo, aunque estas diferencias no resultan ser significativas desde el punto de vista estadístico. Al igual que lo observado en campañas anteriores con este tipo de tecnologías, se registran incrementos de rendimiento que evidencian una tendencia consistente hacia la mejora frente al testigo. La magnitud de estas respuestas podría estar supeditada a diversos factores tales como el tipo y la magnitud del estrés, la situación nutricional del

cultivo, los aspectos sanitarios y las condiciones climáticas.

Conclusiones

En general los tratamientos evaluados presentaron diferencias en el rendimiento con respecto al testigo, aunque como se mencionó el análisis estadístico indica que las mismas no son significativas.

En promedio general de las tres localidades, Rizoderma, Prula Dual Impact y Wave se ubicaron entre los tratamientos con mayores rinde, superando al testigo sin tratar.

Tratamiento	Rend Prom (Kg/ha)	Dif Testigo
Rizoderma	4799	
Azospirillum	4798	
Prula Dual impact	4794	
Bioamino L	4695	137
Vitagrow TS	4676	118
Neblo	4644	86
Testigo	4558	
Fertiactyl leg	4548	-10
Topseed	4487	-71

Tabla 4. Valores promedio por tratamiento.

CV12,98
Test LSD Fisher Alfa =0,10 DMS=410,84
P-valor tratamientos 0,88>0,1
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,10)
DMS410,84

Siempre que se evalúen este tipo de tecnologías es clave generar un número importante de evaluaciones en distintos sitios y campañas a los efectos de poder identificar consistencias y repetitividad en las respuestas.

El desafío, a futuro, es seguir generando información que permita identificar las mejores alternativas de este tipo de tecnologías, así como también, ajustar las situaciones en la que es recomendable su aplicación, con el objetivo de obtener las mejores respuestas en rendimiento. En ese sentido, resulta sumamente importante conocer el funcionamiento y el aporte que hacen cada uno de estos productos en el proceso fisiológico del cultivo.



Evaluación de bioestimulantes para tratamientos de semilla en soja

PLAGAS

Insectos del acopio: una nueva amenaza para las espigas maduras



El cambio climático de esta última década acortó el ciclo de vida de los insectos plagas del almacenaje. Por tal motivo, los granos parasitados en el campo ya no ingresan como tal al acopio, sino que son capaces de atacar a espigas maduras. Así, todo grano proveniente de la nueva cosecha debería ingresar al acopio bajo tratamiento preventivo.

POR ADRIÁN RANZUGLIA [^]

[^] DIRECTOR DE ASCARISCIER S.A. INTEGRANTE DE LA COMISIÓN DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE POSCOSECHA DE GRANOS (APOSGRAN).

Infestación oculta

Entendemos por infestación oculta a la infestación imperceptible que llega a la planta de acopio, proveniente de la nueva cosecha. El insecto se aloja en el interior del grano, sea como huevo, larva o pupa y emerge del grano como joven adulto, ya en el almacenaje.

Los insectos plaga del almacenaje son atraídos hacia la espiga madura a través de kairomonas (compuestos químicos liberados al medio ambiente por los granos de las espigas maduras al momento de su madurez fisiológica). Los metabolitos liberados al ambiente tienen actividad atractante, fagoestimulante y excitante, esto determina localización de la espiga, aumento del apetito sobre la espiga y aumento de la oviposición.

Este tipo de infestación es producida por un grupo de insectos capaces de atacar a campo espigas maduras. Es el caso de *Sitophilus oryzae* (gorgojo del arroz), *Sitophilus zeamais* (gorgojo del maíz), *Sitotroga cerealella* (palomita de los cereales) y *Rhizopertha dominica* (taladrillo de los granos).

Estos insectos tienen la capacidad de volar y de penetrar la dura envoltura del grano para, en su interior, desarrollar parcialmente su ciclo de vida, ya que generalmente no completan la totalidad del ciclo y esto da origen a la llamada "Infestación Oculta". Es decir, el insecto ingresa a la planta de acopio oculto dentro del grano, como huevo, larva o pupa. Posteriormente, ya en el sitio de almacenaje, el insecto emerge del grano como joven adulto.

Siguiendo la característica de plaga de ataque a campo, la infestación oculta comienza en la

Rhizopertha dominica
(Taladrillo de los granos)



Ascariscer

Sitophilus oryzae
(Gorgojo del arroz)



Ascariscer

periferia de los lotes. El grado de infestación varía con las condiciones climáticas, especialmente con clima cálido y húmedo.

Las pérdidas económicas ocasionadas pueden alcanzar valores millonarios. Esto se debe a que el ingreso, muchas veces inadvertido, de un número reducido de insectos se combina con su rápida multiplicación dentro del granel. Es fundamental considerar la estrecha relación entre consumo y multiplicación como base del proceso que genera el daño. Durante el almacenamiento, los insectos encuentran condiciones óptimas (alimento disponible, protección, temperatura y humedad adecuadas) que favorecen una reproducción explosiva. Así, una sola hembra adulta que ingresa al acopio puede, en apenas seis generaciones (equivalentes a unos 7–8 meses en nuestra región), dar lugar a una progenie de aproximadamente dos millones de individuos.

Efectos climáticos y dinámicas de infectación

En los últimos diez años (2014–2024), el cambio climático ha influido significativamente en las fuentes de infestación de granos

almacenados. Durante la cosecha de trigo se han observado inviernos más benignos y primaveras más húmedas, condiciones que favorecen el desarrollo y la proliferación de plagas. Por otro lado, en la cosecha de sorgo, maíz y girasol, los veranos se han caracterizado por temperaturas elevadas, lluvias intensas y períodos prolongados de calor, factores que también contribuyen al aumento de infestaciones. Estas condiciones climáticas extremas, como sequías prolongadas o lluvias excesivas, alteran el comportamiento, la tasa de reproducción y los hábitos alimentarios de los insectos plaga.

A continuación, se realiza una descripción de los cambios observados en los ciclos de vida de las plagas, basada en más de 50 años de experiencia en el rubro de la poscosecha. Esto permite identificar patrones de reproducción, proliferación y susceptibilidad a las condiciones ambientales.

Cambios intrínsecos del insecto

Acortamiento del ciclo biológico de vida del insecto

La evolución del insecto, desde

huevo a adulto joven, hace diez años atrás, tenía una duración promedio de 47 días. Actualmente se acortó el ciclo, siendo de aproximadamente 32 días.

Aumento de la fertilidad del insecto

Aumentando la oviposición (cantidad de huevos) y la viabilidad de los huevos (huevos que llegan a desarrollarse, dando lugar al surgimiento del insecto joven adulto). Esto lleva a un número mayor de descendencia.

Infestación a campo

La infestación oculta descrita anteriormente, y la influencia del cambio climático en ella, obligó a un cambio de nombre de esta fuente de infestación, actualmente debemos llamarla "Infestación a campo".

Los insectos de infestación primaria descritos anteriormente, sumados a algunos insectos de infestación secundaria como la carcoma grande de los granos (*Tenebroides mauritanicus*) y el tribolio castaño (*Tribolium castaneum*) hoy se pueden ver colonizando la

espiga madura, produciendo una infestación manifiesta, con la cual ingresa el grano al acopio.

Esto lleva aparejado dos problemas: a) el productor que carga y despacha mercadería directa desde el campo, se encuentra con un problema en destino, debido a la gran presencia de insectos vivos en puertos y molinos, lo que origina costos millonarios por acondicionamiento, estadía de transporte e inclusive pérdida del cupo de entrega; y b) en la recepción del acopio, al momento del ingreso del grano, resulta necesario llevar a cabo un tratamiento combinado curativo-preventivo, debido a la presencia de insectos adultos.



Evolución en los últimos diez años de la fuente de infestación a campo

En el gráfico vemos la evolución que ha tenido esta fuente de infestación entre los años 2014 y 2024. También se observa cómo ha crecido año a año, hasta llegar a ser 30 veces superior al valor inicial, solamente en el término de diez años.

Reflexión final

De lo expuesto se concluye que todo grano proveniente de la nueva cosecha debe ingresar al acopio bajo tratamiento preventivo. De lo contrario, el almacenamiento queda expuesto a pérdidas significativas en plazos muy cortos, que pueden oscilar entre el 5% y el 20% del volumen total. Estas pérdidas se traducen de la reducción de la masa seca debido a pérdida de masa seca por consumo de insectos (merma), la disminución de la calidad comercial, el alto porcentaje de grano picado y la contaminación del lote.

POSCOSECHA

Almacenamiento y acondicionamiento de girasol

Las prácticas de almacenamiento y acondicionamiento de girasol constituyen un eslabón crítico de la poscosecha, donde pequeñas decisiones técnicas pueden marcar la diferencia entre preservar la calidad o sufrir pérdidas significativas.



POR RICARDO BARTOSIK ^{AB} ; BERNADETTE ABADÍA ^{AB} ; LEANDRO CARDOSO ^{AB} ; DIEGO DE LA TORRE ^{AB} ; GISELE MACIEL ^B

^A EEA BALCARCE (INTA).

^B CONICET.

Introducción

La poscosecha de granos es una etapa esencial de la cadena productiva de cereales y oleaginosas que comprende su almacenaje, transporte y acondicionamiento posterior a la cosecha y previo a su industrialización y uso final. Una adecuada conservación es esencial ya que el deterioro durante el almacenaje puede ser muy rápido debido a los efectos de la respiración de los propios granos y, principalmente, al desarrollo de hongos e insectos que proliferan fácilmente si se encuentran con condiciones óptimas de humedad y temperatura.

La poscosecha del girasol presenta tres problemáticas principales que impactan la calidad del grano, su seguridad y la eficiencia en la comercialización y procesamiento: a) discrepancia entre humedad de comercialización y humedad de almacenamiento segura; b) residuos de insecticidas en el aceite; y c) riesgo de incendios durante el secado. En las secciones siguientes se profundizará en cada una de estas problemáticas, con énfasis en su manejo técnico y las implicancias para la calidad y seguridad del grano almacenado.

Almacenamiento

Actividad microbiana

Durante el almacenamiento, los hongos presentes en el campo, como *Fusarium*, *Cladosporium* y *Alternaria*, son reemplazados por especies más xerófilas, principalmente *Penicillium* y *Aspergillus* spp., capaces de desarrollarse en condiciones de baja humedad (Navarro & Noyes, 2001). Estos microorganismos son los principales responsables de las pérdidas de

calidad poscosecha, afectando la viabilidad, color y apariencia de los granos. A diferencia de los insectos, su presencia no puede eliminarse completamente, por lo que la estrategia de control se centra en generar condiciones desfavorables para su crecimiento.

La Tabla 1 muestra que la HR mínima que se requiere para la germinación de esporas de hongos es de 71%, implicando que una HR inferior evitaría el desarrollo de hongos y el consecuente deterioro del grano. Por lo tanto, se define como condición de almacenamiento segura a aquella cuya HR del espacio intergranario es menor a 67% (ligeramente menor a 71% para mantener un margen de seguridad). La HR intergranaria está íntimamente relacionada con el contenido de humedad del grano y

en menor medida con la temperatura del ambiente. La humedad relativa de equilibrio (HRE) determina la máxima presión de vapor del aire intersticial (HR) que puede ser alcanzada dado una cierta humedad y temperatura de los granos almacenados. Entonces, la humedad de almacenamiento segura de cualquier grano es aquella que se equilibra con una HR del aire en el espacio intergranario igual o menor a 67%.

Contenido de humedad de equilibrio de los granos

El contenido de humedad de equilibrio (CHE) determina la humedad a la que un grano se equilibra con la HR del aire (Figura 1). Por ejemplo, un grano de girasol almacenado con 11% de humedad genera una HR intergranaria

Hongos	HRE min. para germinar (%) ^a	Temperatura de crecimiento (°C)		
		Mínima	Óptima	Máxima
<i>Alternaria</i>	91	-3	20	36-40
<i>Aspergillus candidus</i>	75	10	28	44
<i>A. flavus</i>	82	6-8	36-38	44-46
<i>A. fumigatus</i>	82	12	37-40	50
<i>A. glaucus</i>	72	8	25	38
<i>A. restrictus</i>	71-72	--	--	--
<i>Cephalosporium acremonium</i>	97	8	25	40
<i>Epicoccum</i>	91	-3	25	28
<i>Fusarium moniliforme</i>	91	4	28	36
<i>F. graminearum</i>	94	4	25	32
<i>Mucor</i>	91	-3	28	36
<i>Nigrospora oryzae</i>	91	4	28	32
<i>Penicillium funiculosum</i>	91	8	30	36
<i>P. oxalicum</i>	86	8	30	36
<i>P. brevicompactum</i>	81	-2	23	30
<i>P. cyclopium</i>	81	-2	23	30
<i>P. viridicatum</i>	81	-2	23	36

Tabla 1. Condiciones de humedad relativa de equilibrio (HRE) que requieren para germinar, su correspondiente contenido de humedad de equilibrio (CHE) y temperatura mínima, máxima y óptima para el crecimiento de las especies de hongos más importantes en granos almacenados. Fuente: (Lacey et al., 1980).

Referencias: Aproximadamente más del 5% de las esporas pueden germinar a esta HRE.

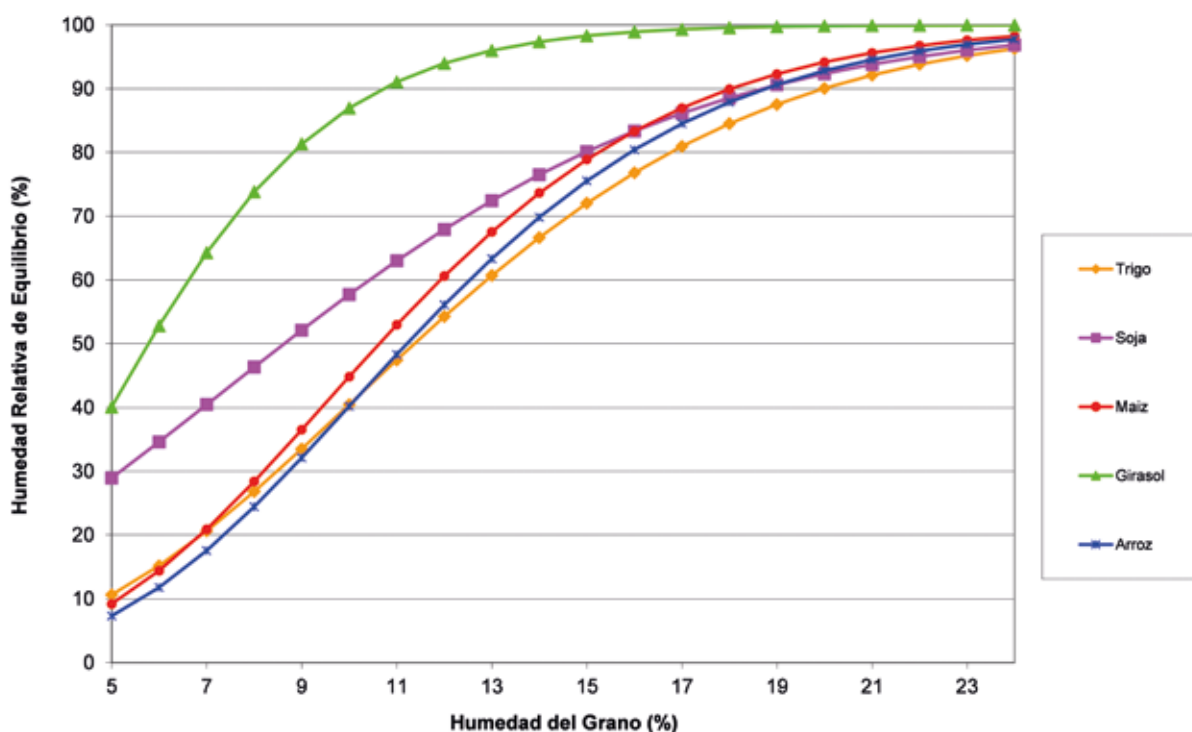


Figura 1. Contenido de humedad de equilibrio de girasol con 55% de aceite y otros granos a 25 °C de temperatura.

Fuente: (Maciel et al. 2015).

de cerca de 90%, mientras que a 7% de humedad la HR disminuye a 65%, condiciones que limitan el desarrollo fúngico.

Contenido de aceite y humedad de almacenamiento segura de los granos de girasol

El contenido de aceite de los granos oleaginosos, como el girasol, influye en la HR de equilibrio: cuanto mayor es el contenido de aceite, menor es la absorción de agua y menor la humedad de almacenamiento segura. Híbridos con más de 44% de aceite requieren humedades de almacenamiento inferiores al 11%. De hecho, los híbridos actuales con contenido de aceite cercano a 55% deben almacenarse a 7-8% de humedad para evitar el desarrollo de microorganismos.

El almacenamiento a 11% de humedad de los híbridos y variedades actuales de girasol, con alto contenido de aceite, es una práctica insegura. Dicha condición de humedad genera condiciones tales en el ambiente intergranario que favorecen el desarrollo de microorganismos. El desarrollo de microorganismos resulta en el calentamiento de la masa de granos, incremento de acidez en el aceite, granos dañados por calor, granos dañados por hongos, incremento de temperatura y, eventualmente, incendio de silos. Por los motivos expuestos, el almacenamiento seguro de los materiales actuales se debe realizar a humedades entre 7 y 8%.

Aireación

La aireación se organiza en ciclos, definidos por el tiempo que

tarda el frente de enfriado en recorrer toda la masa de granos. Dependiendo del caudal, un ciclo puede durar entre 100 y 200 horas de funcionamiento, lo que equivale aproximadamente a un mes considerando que el ventilador opera un 30–40% del tiempo.

La aireación permite mantener el grano frío y reducir la humedad progresivamente, aproximadamente 0,8–1 % por ciclo, acercándose a valores más seguros, 8–9% de humedad, tras tres ciclos.

Recomendaciones prácticas

- Para girasol con humedades $\geq 11\%$, realizar aireaciones frecuentes (>12 hs por día), evitando operar solo en condiciones de humedad relativa extremadamente alta ($\approx 90\%$).



- Al acercarse a 8% de humedad, seleccionar aire frío y HR intermedia (50-50%) para mantener la conservación sin riesgo de sobrecalentamiento.

El manejo adecuado de la aireación permite prolongar la calidad del grano, prevenir daños por insectos y hongos, y mejorar la estabilidad del almacenamiento, siendo un componente clave de la poscosecha eficiente.

Riesgo de incendio durante el secado

El girasol presenta un importante riesgo de incendio de la secadora cuando es secado a alta temperatura. Esto puede ocurrir porque el material fibroso y liviano que se desprende de la semilla flota en el aire y puede ser aspirado por la secadora a través del quemador, introduciendo dentro de la cámara de secado material incandescente o chispas. A su vez, el girasol suele venir de campo con restos de capítulos o tallos. Estos restos vegetales pueden quedarse trabados en el interior de la máquina secadora. Con el tiempo se recalientan y sobresecan, constituyendo un riesgo latente que ante

la menor chispa que ingrese a la cámara de secado puede encenderlo con facilidad.

Para minimizar los riesgos de incendio se recomienda limpiar el material antes de ingresarlo en la secadora, limpiar toda el área cercana a la secadora, limpiar el plenum de aire caliente de la secadora con frecuencia diaria, asegurarse que el grano fluya de manera normal en todas las columnas o secciones de la secadora. Si se detecta flujo de grano no uniforme (ej. columnas de la secadora con descarga desapareja), probablemente esto implica que hay material atorado en su interior que puede sobresecarse y recalentarse, incrementando el riesgo de incendio. Muchos de estos siniestros ocurren de noche, cuando la secadora se deja desatendida, por lo cual se recomienda extremar la atención durante el secado de girasol. A su vez, se pueden instalar en las secadoras sistemas contra incendio que permiten, a través de una serie de cañerías, verter con rapidez una gran cantidad de agua en el interior de esta, controlando un foco de incendio con facilidad en sus estadios tempranos. Sin embargo, estos sistemas operan de manera manual por lo que el foco de incendio debe detectarse a tiempo. Una vez más, una operación de secado supervisada es fundamental para evitar incendios.

Monitoreo continuo: clave para anticipar problemas

El monitoreo es fundamental para mantener la calidad del girasol almacenado y evitar pérdidas económicas. Debido a que este grano es altamente higroscópico, responde rápidamente a cambios ambientales, en especial a la humedad. Un sistema de vigilancia

adecuado permite detectar de manera temprana la proliferación de hongos o insectos.

Termometría

Consiste en instalar cables con sensores de temperatura en el silo. Esta tecnología permite identificar incrementos de temperatura asociados a actividad biológica. Sin embargo, su funcionamiento presenta ciertas limitaciones. En particular, el grano aísla el calor, por lo que los focos pueden detectarse tarde o quedar fuera del alcance de los sensores. Además, los cables pueden dañarse en la descarga. Se recomienda ubicar sensores cada 3–4 m, registrar los valores de temperatura semanalmente y analizar tendencias más que valores absolutos.

Monitoreo de CO₂

El monitoreo de dióxido de carbono es más sensible y detecta actividad biológica antes que la termometría. Todo proceso respiratorio (hongos, insectos o el propio grano) libera CO₂, que se difunde fácilmente en el granel. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentra que anticipa la detección de focos de deterioro (apenas pocas horas después que comenzó el proceso), cubre zonas críticas que los sensores de temperatura no alcanzan y requiere pocos puntos de medición. Se recomienda medir cada 1–2 semanas, especialmente al inicio del almacenamiento. Sistemas como CO₂NTROL¹ permiten hacerlo en forma automática y continua, generando alertas tempranas.

Otros controles esenciales

Además de monitorear el incremento de temperatura o de dióxido de carbono en la masa de granos,

existen otras variables a considerar. La presencia de olores (rancio, moho, etc) es una indicación de procesos de descomposición. A su vez, el monitoreo de la humedad de la masa de granos (aunque siempre es dificultoso) también resulta clave (menor a 8%), como así también la presencia de insectos y la evolución de la acidez.

Control de plagas

La presencia de insectos en granos almacenados genera múltiples problemas:

- **Restricciones comerciales:** en Argentina está prohibido comercializar y exportar granos con insectos vivos².

- **Pérdidas de calidad:** los insectos reducen el peso, aumentan los

granos dañados y aportan restos (telarañas, deyecciones, insectos muertos) que elevan el porcentaje de materias extrañas. También afectan propiedades específicas, como el poder germinativo en semillas y focos de calentamiento por actividad biológica.

- **Mayor riesgo de hongos:** la actividad de los insectos favorece el desarrollo de microorganismos.

- **Riesgos de inocuidad:** el uso excesivo de insecticidas puede generar residuos por encima de los límites permitidos.

En consecuencia, los daños abarcan desde pérdidas económicas y de calidad hasta impedimentos de comercialización. La forma más eficaz y sustentable de manejar estas plagas es mediante

un Control Integrado de Insectos (CII), que combina prácticas de prevención, monitoreo y control. El objetivo es limitar el daño de los insectos de manera económica, garantizando la inocuidad del grano y reduciendo el impacto ambiental.

Este enfoque se basa en tres pilares: prevención, es decir, limpieza de instalaciones y equipos, tratamiento de silos vacíos y enfriado del grano mediante aireación o refrigeración; b) monitoreo, o sea la detección temprana e identificación de las plagas; y c) control, que implica aplicación de medidas adecuadas según el nivel de infestación, priorizando alternativas de bajo impacto y minimizando el uso de químicos³.

Consideraciones para el girasol

En cultivos como el girasol, las



Almacenamiento y acondicionamiento de girasol

restricciones en los niveles de residuos de insecticidas en el aceite exigen un manejo cuidadoso (SENASA LMR, 2025). Por ello, es fundamental trabajar junto con la cadena de comercialización para definir qué productos son realmente aceptados por los mercados, más allá de las autorizaciones regulatorias locales. Para mayores detalles sobre control de plaga, gestión de la aireación, monitoreo y secado consultar el Manual de Buenas Prácticas en la Poscosecha del INTA (Abadía & Bartosik, 2013)⁴.

Reflexión final

El almacenamiento y acondicionamiento de girasol constituye un eslabón crítico de la cadena poscosecha, donde pequeñas decisiones técnicas pueden marcar la diferencia entre preservar la calidad o sufrir pérdidas significativas. Una de las particularidades de este cultivo es el desfase

entre la humedad base de comercialización (11%) y la humedad de almacenamiento segura (7-8%), producto del incremento del contenido de aceite. Esto sin dudas representa un gran desafío para el manejo en poscosecha y requiere extremar los cuidados. Los avances en monitoreo, aireación y manejo integrado de plagas ofrecen herramientas cada vez más precisas, pero el desafío futuro es integrarlas de manera práctica, reduciendo riesgos y maximizando la competitividad del sector.

La creciente exigencia de los mercados en materia de inocuidad, eficiencia y sustentabilidad nos impulsa a profundizar la investigación y la innovación tecnológica. Continuar trabajando en esta temática responde no solo a la necesidad de resolver problemáticas actuales, sino también a la convicción de que un manejo poscosecha más inteligente y sustentable fortalece a toda la cadena de

valor, desde los productores hasta la industria y los consumidores⁵.

¹ INTA-IEA - <https://co2ntrol.com.ar/> http

² Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca (1994). Resolución 1075/1994. Normas de calidad, muestreo y metodología para la comercialización de granos y subproductos. Boletín Oficial de la República Argentina, 21 de diciembre de 1994. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1075-1994-28301>

³ En el siguiente enlace va a encontrar la lista de principios activos registrados en SENASA para su uso en poscosecha <https://aps2.senasa.gov.ar/vademecum/app/publico>

⁴ <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10434?show=full>

⁵ Este trabajo se pudo realizar gracias a los aportes de los proyectos de INTA PNAIyAV - 1130023 - "Tecnologías de agricultura de precisión para mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria" y PNCYO-1127022. Identificación de situaciones de riesgo, impacto en los territorios y medidas de manejo para reducir la contaminación con productos fitosanitarios en grano de cereales y oleaginosas.

BIBLIOGRAFÍA

ABADÍA, B. & BARTOSIK, R., 2013. Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos Primera. E. INTA, ed., Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10434>

LACEY, J.; HILL, S.T. & EDWARDS, M.A., 1980. Microorganisms in stored grains : their enumeration and significance. Tropical Stored Products Information, 39, pp. 19-33.

MACIEL, G. et al., 2015. Effect of oil content of sunflower seeds on the equilibrium moisture relationship and the safe storage condition. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 17(2), pp. 248-258. Disponible: <http://www.cigrjournal.org>

NAVARRO, S. & NOYES, R.T., 2001. The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management, CRC.

SENSA LMR, 2025. Límites Máximos de Residuos permitidos en granos en Argentina. Registro Nacional de terapéutica Vegetal. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/lmr_ago_2025.xlsx. Accedido el 22-8-25

SENSA Vademecum, 2025. Base de datos de productos formulados. Registro Nacional de Terapéutica Vegetal. Disponible en: <https://aps2.senasa.gov.ar/vademecum/app/publico/formulados>. Accedido el 22-8-25.



MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El impacto de las plagas de vertebrados en la agricultura bonaerense

El manejo de las plagas de vertebrados es un desafío complejo que exige un cambio de paradigma. Este artículo expone detalladamente cómo lograr un enfoque estratégico y sostenible a fin de mantener la productividad agrícola, proteger su biodiversidad y construir un sistema agropecuario más resiliente.



POR **BRUNO CARPINETTI**^A; **RAMÓN CAMPOMANE**^B; **ÁGUEDA GAZOVIC**^C

^A PROFESOR TITULAR DE LA CÁTEDRA DE ECOLOGÍA GENERAL Y RECURSOS NATURALES (UNIVERSIDAD NACIONAL ARTURO JAURETCHE).

^B DIRECTOR DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (MDA).

^C DIRECTORA DE FAUNA Y FLORA (MDA).

Introducción

La provincia de Buenos Aires, conocida como el corazón de la pampa húmeda argentina, se distingue por su inmensa capacidad agrícola y ganadera. Sus suelos fértiles son la base de la producción de cereales, oleaginosas y una amplia gama de productos que sostienen no solo la economía local, sino también las exportaciones nacionales. Sin embargo, este mismo entorno, rico y productivo, es también el hogar de una diversidad de especies animales, algunas de las cuales, en condiciones de abundancia poblacional, se han convertido en un factor de riesgo para la producción convirtiéndose en plagas.

En este sentido, el concepto de plaga no debe entenderse como una cualidad intrínseca de una especie, sino como una condición ecológica y económica. Una plaga es, en esencia, cualquier organismo cuyas actividades, impulsadas por un aumento descontrolado de su población, causan pérdidas cuantificables en un sistema de producción.

La interacción entre la agricultura y la fauna silvestre es un fenómeno dinámico. La expansión de las fronteras agrícolas, la eliminación de hábitats naturales y la introducción de especies exóticas han alterado los sistemas ecológicos bonaerenses. Si bien la realidad ecológica es dinámica, y existen especies como el Estornino pintado (*Sturnus vulgaris*) o el Ciervo Axis (*Axis axis*) que aunque aún no han sido declaradas formalmente plagas, probablemente se encuentran en un proceso de dispersión e incremento de su abundancia que ya se está traduciendo en importantes daños económicos a la producción, este documento se cen-

tra en las especies actualmente declaradas plaga por la normativa bonaerense: un grupo heterogéneo que incluye mamíferos grandes, roedores y diversas aves.

Contexto normativo y marco legal

El control y manejo de las plagas de vertebrados en la provincia de Buenos Aires no es una actividad discrecional de los productores, sino que está regida por un marco legal específico, cuyo eje principal es el Código Rural de la Provincia de Buenos Aires (Ley 10.081). Este cuerpo normativo, complementado por decretos, resoluciones, y disposiciones, establece las bases para la identificación, declaración y control de las especies que representan una amenaza para la producción y la salud pública.

El código rural define de manera clara el concepto de plaga y asigna responsabilidades específicas tanto al Estado como a los parti-

culares. Este marco legal no solo busca proteger los cultivos, sino también establecer un control ordenado y regulado de las intervenciones.

El artículo 247° otorga al Poder Ejecutivo, a través del organismo técnico competente, la facultad de declarar formalmente qué especies son plaga. Esta declaración debe basarse en lineamientos técnicos y económicos. Esta disposición garantiza que las acciones de control estén fundamentadas en la ciencia y no en la mera percepción de daño. De este artículo se deriva que una especie no es una plaga hasta que la autoridad lo determine con base en evidencia técnica.

Por otra parte, el artículo 248° establece la obligatoriedad del control. Este es un punto medular del marco legal, ya que impone a los propietarios, arrendatarios y ocupantes de tierras la responsabilidad de destruir o combatir las plagas declaradas dentro de sus



El impacto de las plagas de vertebrados en la agricultura bonaerense

inmuebles. Las tareas deben realizarse con métodos idóneos y los recursos adecuados, y sin derecho a retribución alguna. Además, se les exige a los mismos notificar al organismo competente sobre la aparición de la plaga, lo que estimula la colaboración y un monitoreo centralizado. Esta disposición convierte a los productores en actores activos y obligados en la gestión de plagas.

Finalmente, el artículo 249° extiende esta responsabilidad a los bienes de dominio público o privado provincial y municipal, asegurando que las autoridades locales también cumplan con las normas de control. Esto evita la creación de refugios o focos de infestación en terrenos estatales, lo que podría socavar los esfuerzos de los productores privados.

Dentro del Código Rural, la caza plaguicida se presenta como una de las herramientas de control más importantes. Los artículos 279°, 280° y 281° regulan esta actividad con el propósito de mitigar los daños.

El artículo 279° define la caza plaguicida como aquella que tiene por objetivo el control de las especies declaradas plaga. Esta definición es importante porque diferencia esta actividad de la caza deportiva o comercial, anclándola firmemente a la función de manejo de plagas.

De manera complementaria, el artículo 280° autoriza la caza plaguicida en cualquier época y sin limitación del número de piezas. Esta definición refleja la gravedad con la que se percibe el problema

de las plagas en la producción. Permite a cualquier cazador con licencia, o a los productores en sus propios predios sin necesidad de licencia, realizar esta actividad. La libre venta de las piezas cobradas añade un posible incentivo económico para el control.

Finalmente, el artículo 281° exige a la caza plaguicida de algunas prohibiciones dirigidas a la caza deportiva. De esta manera, permite la utilización de métodos como el uso de luz artificial o la realización de batidas o la organización de cuadrillas de caza. lo que agiliza y hace más eficiente el proceso de control. Sin embargo, no la libera de la reglamentación que se dicte, lo que permite al organismo competente establecer límites y condiciones específicas para cada caso.

LAS ESPECIES PLAGA EN LA PROVINCIA

El Decreto nro. 279/18 establece la lista de especies de vertebrados que, por su impacto en la provincia, son consideradas plagas. A continuación, se presenta un análisis de cada una de ellas, detallando su biología, el impacto económico que generan y las estrategias de manejo específicas.

Cotorra o Cata Común (Myiopsitta monachus)

La cotorra es un ave psitácida de tamaño mediano, conocida por su coloración verde brillante, sus hábitos gregarios y la construcción de nidos comunales de gran tamaño, que albergan múltiples parejas. Es una especie originaria de Sudamérica, pero su distribución natural ha sido ampliada dramáticamente por su notable capacidad de adaptación a una variedad de hábitats. Su dieta es predominantemente granívora, lo que la sitúa en directo conflicto con la agricultura.

Las cotorras forman bandadas que pueden alcanzar un tamaño considerable, especialmente fuera de la época reproductiva. Estos grupos se

congregan en áreas de alimentación, como los campos de cultivo, y su presencia masiva puede causar grandes daños ante la falta de depredadores naturales efectivos. La densidad poblacional de cotorras en la región pampeana ha mostrado una tendencia creciente en las últimas décadas, con registros que varían de 0.2 a 1.1 individuos por hectárea en establecimientos específicos.

El daño de la cotorra no se limita a un único tipo de cultivo, sino que se extiende a una amplia gama de productos agrícolas. Los cultivos más frecuentemente afectados suelen ser los de verano, como el maíz y el girasol, donde el consumo puede ocurrir en distintas etapas del desarrollo del grano y en menor medida en cultivos de sorgo, trigo y arroz. Más allá de los cereales, también afecta la producción de frutales al consumir directamente los frutos y plantaciones forestales, al cortar los brotes jóvenes.

Las estimaciones de pérdidas económicas son escasas, pero algunos estudios del INTA sugieren que, en lotes de maíz y girasol con alta densidad de

cotorras, las pérdidas pueden superar el 10% de la cosecha. El impacto indirecto también es significativo, incluyendo los costos de los intentos fallidos de control y los daños a estructuras físicas, como torres de transmisión eléctrica, donde las cotorras construyen sus voluminosos nidos.

Históricamente, el método de control más difundido ha sido el control letal masivo, como la aplicación de sustancias tóxicas mezclados con grasa en los nidos. Sin embargo, esta práctica ha sido objeto de crecientes cuestionamientos éticos y ambientales. Muchos de los compuestos utilizados están prohibidos en otros países y su uso en Argentina carece de la reglamentación adecuada para ser considerado un avicida.

Jabalíes y cerdos asilvestrados (Sus scrofa)

El jabalí, junto con sus formas híbridas y asilvestradas con cerdos domésticos, es un mamífero ungulado que se ha convertido en una de las especies exóticas invasoras más perjudiciales a nivel mundial. Originario de Eurasia, fue introducido en Argentina en sus formas domésticas (posteriormente estos animales escaparon y se asilvestraron) desde los primeros tiempos de la conquista española de América, y posteriormente, en la primera mitad del siglo XX con fines cinegéticos se introdujeron jabalíes silvestres desde Europa. Su extraordinaria plasticidad ecológica, alta tasa reproductiva y su dieta omnívora le han permitido colonizar una vasta extensión del territorio argentino, incluyendo gran parte de la región pampeana.

Los jabalíes y los cerdos asilvestrados son animales robustos, con una dieta que abarca desde vegetales (raíces, tubérculos, granos) hasta pe-

queños animales y carroña. Su comportamiento de hozado, es su característica más destructiva desde el punto de vista agrícola. Son animales de hábitos nocturnos y crepusculares, lo que dificulta su detección y control. El impacto económico del jabalí es multidimensional y se extiende mucho más allá del consumo directo de los cultivos. Las pérdidas se clasifican en directas e indirectas, afectando a la agricultura, la ganadería, la salud pública y la infraestructura rural.

El hozado y pisoteo del jabalí destruye pasturas naturales e implantadas, lo que reduce la disponibilidad de forraje para el ganado. En cultivos como el maíz, sorgo, trigo y soja, el daño es causado por el consumo de los granos y, de manera más destructiva, por el pisoteo de las plantas jóvenes y la rotura de las espigas.

Además, el consumo de alimento para el ganado y la rotura de silobolsas son problemas cada vez más frecuentes, lo que implica una doble pérdida para los productores: la pérdida de alimento y el costo de reparación de la infraestructura.

Asimismo, el jabalí causa daños considerables a la infraestructura rural, incluyendo la rotura de alambrados, tranqueras y sistemas de riego. El costo de reparación y mantenimiento de estas estructuras, sumado a los riesgos sanitarios que representan, eleva el impacto económico total.

Además, el jabalí es un vector de diversas enfermedades que pueden transmitirse al ganado y a los humanos, incluyendo la enfermedad de Aujeszky y la triquinosis. La presencia de poblaciones asilvestradas dificulta el control sanitario del ganado porcino doméstico.



A nivel global, el costo de los daños causados por el jabalí se estima en miles de millones de dólares. En Argentina, si bien las estimaciones son escasas, se han realizado algunas aproximaciones. En un trabajo publicado en 2019, se estimó un costo anual de US 1352 millones. Otros estudios, utilizando bases de datos globales, han calculado costos de hasta US 2300 millones en un período de 25 años. La Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras del Ministerio de Ambiente estimó pérdidas anuales entre U\$S 900 y 1400 millones, abarcando una variedad de daños.

Roedores comensales: ratas y ratones

Los roedores comensales, es decir, aquellas especies que viven en asociación con los humanos, son una plaga de importancia global. En la provincia de Buenos Aires, las especies declaradas plaga son la rata noruega (*Rattus norvegicus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y el ratón doméstico (*Mus musculus*). Todas estas especies son exóticas, originarias de Eurasia, y llegaron a América con la colonización europea. Su éxito se debe a una adaptabilidad asombrosa a diversos ambientes, una alta tasa reproductiva y una dieta omnívora que les permite aprovechar cualquier fuente de alimento, pero su impacto más grave se produce en los depósitos de granos y silos. Además del consumo directo, la contaminación con heces y orina, el daño a los empaques y la rotura de los granos a través del roído pueden provocar que una gran cantidad de producto se vuelva inservible. En un contexto donde la producción de granos es la columna vertebral de la economía bonaerense, estas pérdidas pueden ser considerables.

Por otra parte, estos roedores son vectores de más de 35 enfermedades para los humanos, incluyendo la leptospirosis, la salmonelosis y el hantavirus. Su presencia en áreas agrícolas y de almacenamiento de alimentos representa un riesgo para la salud pública.

El control de roedores es una práctica esencial en la agricultura y la salud pública. Los especialistas prescriben un enfoque preventivo y proactivo, donde el objetivo es mantener las poblaciones bajo control antes de que se conviertan en una plaga. Aunque existen métodos no químicos como las trampas, los especialistas consideran que el control químico es más costo-efectivo y eficiente para manejar grandes poblaciones. Los raticidas más

comunes incluyen anticoagulantes (clorofacinona, difacinona, warfarina) y fosfuro de zinc. Los fumigantes, como el fosfuro de aluminio, se utilizan en espacios cerrados como silos. El uso de estos productos requiere precaución para evitar la exposición accidental de personas, animales domésticos y fauna nativa.

Conejo Silvestre (*Oryctolagus cuniculus*): una Amenaza latente

El conejo silvestre, otra especie exótica invasora de origen europeo, representa una amenaza latente para la provincia de Buenos Aires. Aunque actualmente su distribución está restringida a ciertas zonas de la Patagonia y Cuyo, se han documentado poblaciones en la provincia de Buenos Aires, así como en la Reserva Natural Bahía Blanca. Su potencial de dispersión, con tasas de más de 6 km por año en zonas propicias, es una señal de alerta para la agricultura bonaerense.

Los conejos causan daños al consumir pasturas, brotes de plantas y cultivos jóvenes. Su alta tasa reproductiva y su comportamiento de excavación pueden dañar el suelo y la infraestructura. El manejo de esta especie requiere una vigilancia constante y una detección temprana para evitar el establecimiento de grandes poblaciones que serían difíciles de erradicar.

Paloma Doméstica (*Columba livia*): Plaga Urbana y Rural

La paloma doméstica es una especie de amplia distribución en Argentina, asociada a los centros urbanos, pero que ha encontrado en los sistemas de producción agrícola una fuente de alimento inagotable.

El impacto de la paloma en su carácter de plaga se manifiesta en el consumo de granos almacenados y en los campos de cultivo, especialmente en el trigo y el sorgo. Además, la acumulación de sus excrementos en silos y depósitos causa corrosión y crea un ambiente propicio para el desarrollo de hongos y bacterias, afectando la calidad de los granos almacenados y representando un riesgo sanitario. Su manejo, al igual que con otras aves plagas, requiere un enfoque que va más allá del control letal, incluyendo métodos de exclusión y aversión.

Conclusiones y perspectivas futuras

El manejo de las plagas de vertebrados es un desafío complejo que exige un cambio de paradigma, alejándose de soluciones reactivas y letales para abrazar un enfoque más estratégico y sostenible. La clave está en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), una estrategia que combina múltiples herramientas y conocimientos para proteger los cultivos y minimizar el impacto ambiental.

La aplicación del MIP a las plagas de vertebrados debe estar basada en un conocimiento profundo de la ecología y biología de la especie problema, así como del agroecosistema en el que se encuentra.

Además, otras estrategias alternativas al control letal, podrían incluir la sustitución de cultivos y el cambio de las prácticas agrícolas. Si un cultivo es particularmente vulnerable a una plaga, se puede considerar su sustitución por una variedad menos atractiva. Los cambios en las prácticas agrícolas, como la cosecha temprana, la rotación de cultivos o la instalación de cercas perimetrales, también pueden reducir significativamente el impacto.

Por otro lado, se pueden utilizar métodos de aversión visual (espantapájaros, cintas reflectantes), auditiva (sonidos de alarma, cañones de gas) y olfativa para mantener a las aves y mamíferos alejados de los cultivos. Es importante que estas estrategias se roten para evitar que los animales se acostumbren a ellas.

La falta de información detallada sobre la ecología poblacional y la magnitud real de los daños es un



obstáculo importante para el desarrollo de estrategias de manejo efectivas. Es perentorio fomentar la investigación multidisciplinaria, que involucre a biólogos, ecólogos, agrónomos y economistas, ya que solo a través de una base de datos sólida y la colaboración entre el Estado, los productores y la comunidad científica se podrán diseñar soluciones que no solo sean efectivas, sino también sostenibles a largo plazo.

Es crucial que los productores y técnicos se capaciten en las alternativas de manejo integrado de plagas, dejando atrás la filosofía tradicional de control letal como única solución. La demanda por una agricultura más sustentable requiere que las intervenciones se centren en la protección del cultivo y en la prevención, en lugar de la destrucción indiscriminada de la fauna.

El problema de las plagas de vertebrados en la agricultura bonaerense es un desafío multifacético que requiere una respuesta compleja y bien fundamentada. Este artículo pretende alertar sobre los alcances de la amenaza y mostrar que el impacto económico de especies como el jabalí, la co-

torra y los roedores es significativo. El marco normativo del Código Rural ofrece una base legal para el control, pero la aplicación de sus disposiciones debe evolucionar hacia un enfoque más integrado y estratégico.

Las perspectivas futuras para la gestión de estas plagas deben orientarse hacia la innovación, la investigación y la colaboración. La ciencia debe proporcionar los datos necesarios para tomar decisiones informadas, desarrollando herramientas de bajo impacto ambiental y alta eficiencia. La reconversión de plagas en recursos, los métodos de exclusión y ahuyentamiento, y las modificaciones en las prácticas agrícolas son alternativas viables y prometedoras que deben explorarse a fondo antes de recurrir a la reducción de poblaciones.

En última instancia, el éxito en la lucha contra las plagas de vertebrados no se medirá por el número de animales eliminados, sino por la capacidad de la provincia de Buenos Aires para mantener su productividad agrícola, proteger su biodiversidad y construir un sistema agropecuario más resiliente y sostenible para las generaciones futuras.

MANEJO INTEGRADO

Tecnología silenciosa contra una plaga ruidosa: el poder del ARN y el mejoramiento genético



La integración del control biotecnológico del vector mediante ARNi y la selección de cultivares resistentes podría consolidar una estrategia de manejo integrado y aumentar la resiliencia de los sistemas productivos de maíz. Asimismo, el conocimiento generado sobre la interacción vector-patógeno-planta podría constituir una herramienta clave para anticipar y mitigar futuras problemáticas fitosanitarias.

POR **MARÍA INÉS CATALANO** ^A

^A DIRECTORA DEL CENTRO DE BIOINVESTIGACIONES UNNOBA. INVESTIGADORA DE CONICET.

La chicharrita del maíz, *Dalbulus maidis* (DeLong y Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) (Figura 1), es una de las plagas más significativas del cultivo de maíz en el continente americano, donde se distribuye ampliamente desde Estados Unidos hasta Argentina (Triplehorn & Nault, 1985; Virla *et al.*, 1990). *D. maidis* transmite los patógenos asociados al complejo del achaparramiento del maíz o *Corn Stunt*, como *Spiroplasma kunkelii*, *Maize rayado fino virus* (MRFV), *Maize Bushy Stunt Phytoplasma* (MBSP) (Nault, 1980; Bradfute *et al.*, 1981) y *Maize striate mosaic virus* (MSMV) (Ruiz Posse *et al.*, 2023).

El *Corn Stunt* o achaparramiento del maíz, es una enfermedad que causa importantes pérdidas en la producción del cultivo (Gimenez Pecci *et al.*, 2012). En nuestro país, en la campaña 23/24, el vector y la enfermedad aumentaron considerablemente su incidencia, afectando la producción de las principales zonas maiceras del país.

Las formas de control del achaparramiento del maíz consisten, por un lado, en desarrollar estrategias en el cultivo que lo vuelvan más tolerante o resistente a la infección por el patógeno y, por el otro, recurrir al control directo del

vector mediante el uso de insecticidas químicos. Sin embargo, este último método no presenta especificidad, y el uso indiscriminado puede resultar en el surgimiento de insectos resistentes (Machado *et al.* 2025).

En base a esta problemática, en el Laboratorio de Insectos de Interés Agronómico del Centro de BioInvestigaciones (CeBio) nos enfocamos en estudiar estrategias sustentables para el control de insectos plagas tales como las chicharritas del maíz, *D. maidis* y *Delphacodes kuscheli*, y chinches como *Nezara viridula*.

El CeBio está situado en Pergamino, y dado a que está ubicado en el área núcleo de la producción agrícola de Argentina nos permite un fluido intercambio con la sociedad, para así poder conocer las necesidades y enfocar nuestras líneas de investigación con miras a dar respuestas a estas necesidades. Es por ello que en esta publicación les contamos resumidamente los resultados obtenidos por el laboratorio en dos líneas de investigación enfocadas a *D. maidis*.

Aportes para el desarrollo de bioinsecticida mediante ARNi

El silenciamiento génico mediante interferencia de ARN (ARNi) es una de las herramientas biotecnológicas más prometedoras en el control de plagas (Huvenne y Smaghe, 2010). El descubrimiento del ARN interferente mediante la administración de ARNdc (Baum *et al.*, 2007) ha generado más de dos décadas de investigación destinada a desarrollar bioinsecticidas seguros para el medio ambiente (Palli, 2023).

El ARNi es un mecanismo de

silenciamiento postranscripcional que conduce a la degradación de ARN mensajeros (ARNm) específicos, evitando su traducción a proteína (Dykxhoorn y Lieberman, 2005). En base a ello, pueden diseñarse *in vitro* secuencias de ARN doble cadena (ARNdc) con complementariedad perfecta al ARNm específico (Hammond, 2005; Castel y Martienssen, 2013), que al ingresar a la célula desencadenan la formación de un complejo proteico específico que promueve la degradación de dicho ARNm de interés, impidiendo su traducción a proteína (Sarkies y Miska, 2014).

La administración del ARNdc puede ser a través de cultivos transformados para producir ARNdc (Baum *et al.*, 2007), o mediante pulverizaciones foliares del ARNdc formulado. En este sentido, el primer bioinsecticida en base a ARNi pulverizable se aplica contra el escarabajo de la papa de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) (Calantha®) (Rodriguez *et al.*, 2021).

Nuestro grupo fue el pionero en la generación y secuenciación del transcriptoma de *D. maidis*, el cual se generó a partir de los diferentes estadios del ciclo de vida del insecto (BioProject: PRJNA505619, disponible *online* NCBI). Dicho transcriptoma generó una base sólida para la inferencia génica de la especie y permitió generar un avance significativo en el desarrollo e implementación de la técnica de ARNi.

A partir del mismo, se identificaron los componentes centrales de la vía ARNi —Dicer-2 (Dcr2), Argonaute-2 (Ago2), R2D2 y Sid1 (Figura 2). Posteriormente, nos propusimos evaluar la eficiencia del RNAi en *D. maidis* y determinar la función del gen candidato *Bicaudal C* (BicC), esencial en la ovogéne-



Figura 1. *Dalbulus maidis* adulto (Gentileza Nicolás Andrada).Arbúsculos.

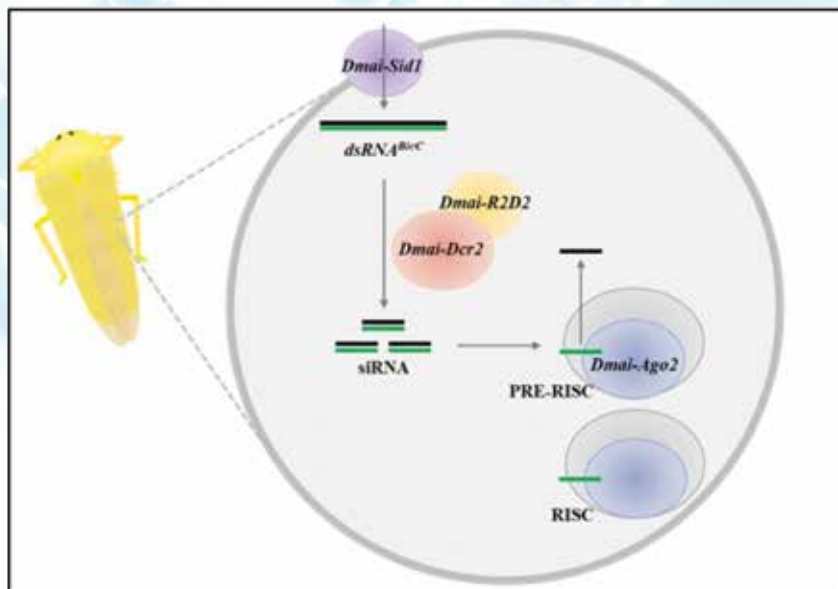
sis (formación de huevos). Se expusieron hembras adultas de *D. maidis* al ARNdc dirigido contra *BicC* mediante dos métodos: microinyección y alimentación oral (Figura 3). Se analizó la expresión del gen *Dmai-BicC* mediante RT-qPCR a los 1 y 7 días después del tratamiento, utilizando ARNdc contra β -lactamasa como control. Se registró la oviposición y se observó la morfología de ovarios y huevos por microscopía y tinción (DAPI).

El silenciamiento del gen *Bic C* se demostró a través de la reducción en los niveles de los transcritos y la oviposición. La inyección de ARNdc -BicC redujo los niveles de transcritos hasta ~3,2 veces al día 1 y más de 170 veces al día 7 respecto al control. La alimentación oral provocó reducciones de los niveles de transcritos más leves (2,6 y 3,7 veces a los días 1 y 7, respectivamente). Sin embargo ambas modalidades condujeron a una disminución significativa en la cantidad de huevos ovipuestos.

A su vez se observó, que en las hembras inyectadas, los huevos fueron pequeños, delgados, con burbujas anómalas en el vitelo, no eclosionaron y carecían de estructuras embrionarias, a diferencia de las hembras control. En el caso de las hembras alimentadas con ARNdc, aunque la oviposición fue menor, algunos huevos alcanzaron la eclosión.

Por lo tanto en este trabajo (Dalaisón *et al.*, 2022) se demostró por primera vez que la técnica de ARNi es funcional en *D. maidis*, siendo el método de entrega del ARNdc por microinyección más eficiente que por alimentación. Sin embargo, la microinyección es efectiva para estudios funcionales, mientras que la alimentación oral

Figura 2. Principales componentes de la vía ARNi en *D. maidis*.



representa una vía prometedora hacia estrategias de control más sostenibles y específicas contra esta plaga.

En base a las conclusiones de este trabajo planteamos la hipótesis de que la presencia de ribonucleasas de doble cadena (*dsRNasas*) reduce la estabilidad del ARNdc, promoviendo su rápida degradación.

Este estudio se centró en identificar y comprender el papel de las ribonucleasas de doble hebra (*dsRNasas*) en la eficacia del ARNi oral en *D. maidis*. Se identificaron y caracterizaron tres *dsRNasas*; una de ellas, *Dmai-dsRNase2*, mostró una alta expresión tanto en el intestino medio como en las glándulas salivales. Un ensayo de degradación *ex vivo* reveló una intensa actividad nucleasa que provoca una marcada inestabilidad del ARNdc al entrar en contacto con homogeneizados de tejidos. Al silenciar *Dmai-dsRNase-2*, mejoró la respuesta de los insectos al ARNdc dirigido al gen de interés, lo que demuestra que las *dsRNasas*

son las responsables de la disminución de la eficacia de la técnica de ARNi. Por lo tanto, administrar de manera simultánea ARNdc específicos para las *dsRNasas* y para el gen blanco representa una estrategia prometedora para incrementar la eficacia de la ARNi oral y debería considerarse en futuras estrategias de control de plagas (Dalaisón *et al.*, 2023).

Búsqueda de germoplasmas resistentes o tolerantes

Otra de las estrategias para reducir las pérdidas de rendimiento derivadas del achaparramiento del maíz es el uso de genotipos de maíz resistentes. En patosistemas que involucran insectos vectores, la resistencia de las plantas puede dirigirse tanto al patógeno como al insecto vector (Hibino *et al.*, 1987; Azzam y Chancellor 2002), expresándose en este último como una reducción de la preferencia (antixenosis) o de la supervivencia (antibiosis). Estos rasgos de resistencia ya se han encontrado en híbridos de maíz que inducen este comportamiento en *D. maidis*

(Oleszczuk *et al.*, 2020). Ambos rasgos de resistencia reducen la duración de la interacción insecto-planta (Hibino *et al.*, 1987; Azam y Chancellor, 2002; Rapusas y Heinrichs, 1990), y a su vez la eficiencia de inoculación del patógeno *Spiroplasma kunkelii*, que aumenta hasta en un 80 % si dicha interacción aumenta de 1 a 48 h (Alvizatos y Markham, 1986; Carpane, 2007). Dado que *S. kunkelii* reside en el floema (Davis *et al.*, 1974), la eficiencia de la inoculación y la adquisición de *S. kunkelii* están directamente relacionadas con el tiempo que *D. maidis* pasa acondicionando e ingiriendo este tejido. Por lo tanto, un método capaz de caracterizar la alimentación de *D. maidis* facilita la identificación y caracterización del efecto de genes de resistencia, contribuyendo así al diseño de estrategias más efectivas para controlar el achaparramiento del maíz.

El estudio del comportamiento alimentario de insectos mediante

tecnología de gráficos de penetración eléctrica o electropenetrografía (EPG), identifica las actividades que realizan los insectos al insertar sus estiletes en los tejidos vegetales. El EPG puede facilitar la identificación del mecanismo y la ubicación de los rasgos que confieren resistencia a las plantas a nivel de tejidos (Helden y Tjallingii, 2000; Walker, 2000). Por consiguiente, este estudio contribuye a comprender las bases de la resistencia vegetal en patosistemas que involucran vectores y puede ayudar a los fitomejoradores a seleccionar y caracterizar genotipos resistentes.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el comportamiento alimentario de adultos de *D. maidis* con acceso a híbridos de maíz con diferente resistencia a esta especie de insecto, con el fin de comprender el mecanismo y la ubicación de los rasgos de resistencia vegetal en los híbridos de maíz.

Estos experimentos se realizaron a partir de ejemplares obtenidos en la colonia de *D. maidis* que mantenemos en el CEBIO. Se utilizaron cuatro híbridos de maíz: DK670 y DK72-10 de la región templada de Argentina (donde no se presenta el achaparramiento del maíz), y DK79-10 y DK390 de la región tropical de este país (donde sí se presenta el achaparramiento del maíz).

En una caracterización realizada en nuestro laboratorio (Oleszczuk *et al.*, 2020), DK72-10 mostró antibiosis y antixenosis frente a *D. maidis*, mientras que DK390 mostró antixenosis. Además, DK79-10 y DK390 resultaron resistentes al patógeno *S. kunkelii*, y DK670 se consideró susceptible tanto a *D. maidis* como a *S. kunkelii*. El comportamiento alimentario de *D. maidis* se registró usando un dispositivo Giga-8dd EPG-DC (EPG Systems, Wageningen, Países Bajos) (Figura 4).

Se observó que en los híbridos menos susceptibles aumentó la cantidad de períodos de alimentación cortos, dificultad para alcanzar el floema y mayor ingestión de xilema. Además, DK72-10 presentó un factor de resistencia localizado en el floema, mientras que DK390 mostró mayor resistencia tanto en mesófilo como en floema, evidenciado por intentos repetidos y fallidos de ingestión. Este trabajo proporcionó una caracterización detallada de los mecanismos de resistencia del maíz a *D. maidis*. Se detectaron fuentes de resistencia en los tejidos del mesófilo y el floema, lo que proporciona una herramienta para identificar y combinar fuentes de resistencia, reduciendo el impacto negativo del achaparramiento del maíz en el campo. Investigaciones futuras buscarán identificar genes

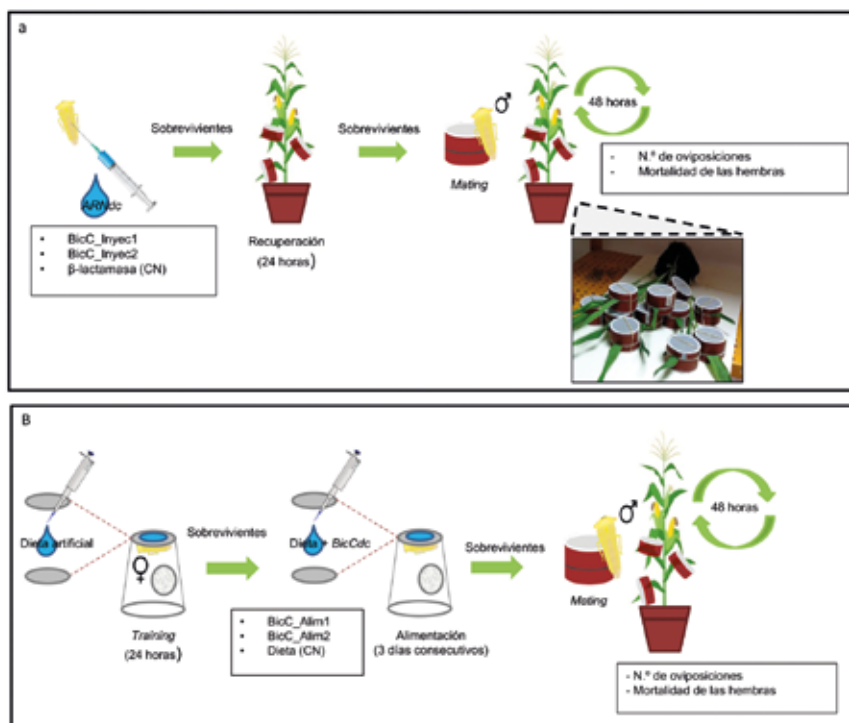


Figura 3. Formas de administración del ARNdc. A-microinyección, B-alimentación.

relacionados con esta resistencia y caracterizar con mayor precisión su impacto en la reducción de la eficiencia de transmisión de *S. kunkelii* (Carpane y Catalano, 2022).

Vinculación

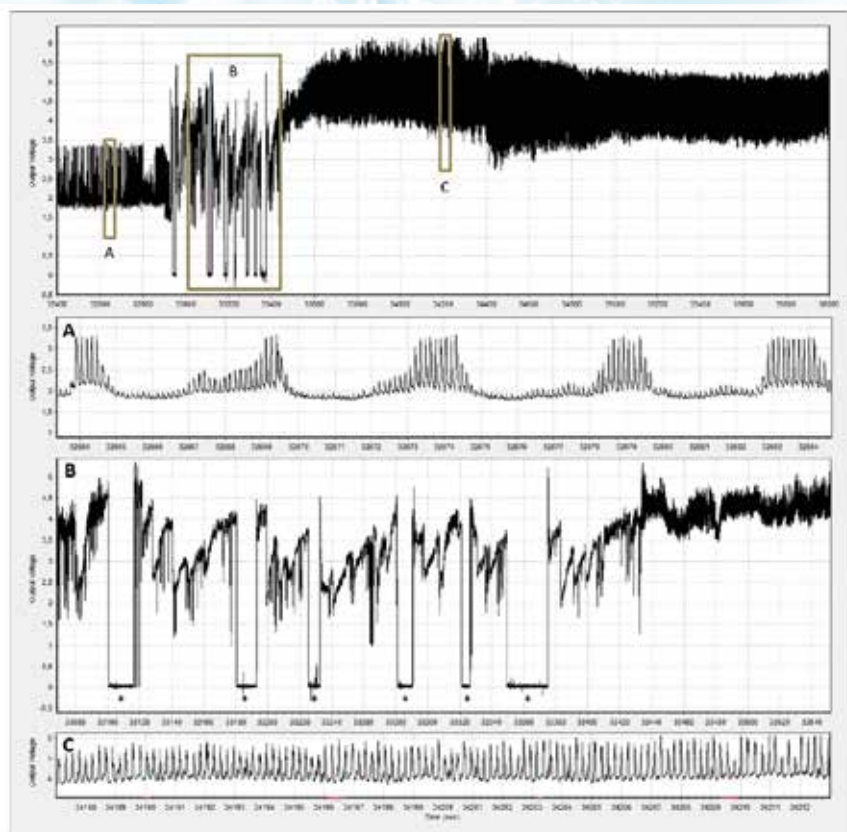
Utilizando el conocimiento generado en nuestro laboratorio, formamos parte la Red Nacional de Monitoreo de *Dalbulus maidis*. Esta red surgió en 2024, en respuesta al problema del complejo del achaparramiento del maíz transmitido por esta plaga, que afectó gran parte de la superficie maicera de la Argentina. En ella participan instituciones clave del sector agropecuario argentino, como la Asociación Argentina de Protección Profesional de Cultivos Extensivos (AAPPCE), la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid), los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), y es coordinada por la Asociación Maíz y Sorgo Argentino (Maizar).

En base a nuestro conocimiento de la enfermedad y el vector contribuimos a diagramar las estrategias de seguimiento de incidencia de la enfermedad. El análisis de infectividad lo realizamos mediante PCR convencional, pudiendo así informar acerca del porcentaje de infección estacional de insectos con Corn Stunt Spiroplasma (CSS) en los respectivos informes (<https://www.maizar.org.ar/seccion.php?id=39>)

Perspectivas futuras

Tras concluir que la maquinaria de ARNi es funcional en *D. maidis*,

Figura 4. Ejemplo de las principales ondas observadas durante la alimentación de *D. maidis*. A Ingestión de floema, B- Series de ingestión y no ingestión, C- Ingestión de xilema (Tomada de Carpane & Catalano, 2022).



actualmente nos centramos en profundizar la caracterización funcional genes asociados a diversos procesos vitales, como la muda, la olfacción y la inmunidad, con el objetivo de identificar genes blancos efectivos para el desarrollo de un bioinsecticida para el control de esta plaga. En paralelo, continuamos con la caracterización de los mecanismos de resistencia del maíz tanto al achaparramiento como al insecto vector analizando un panel de líneas de maíz donadas por el CIMMYT.

A mediano plazo, la integración de ambos enfoques —el control biotecnológico del vector mediante ARNi y la selección de cultivares resistentes— podría consolidar una estrategia de manejo integrado del complejo *D. maidis*

- *S. kunkelii*, aumentando la resiliencia de los sistemas productivos de maíz en las regiones afectadas. Asimismo, el conocimiento generado sobre la interacción vector-patógeno-planta constituirá una herramienta clave para anticipar y mitigar futuras problemáticas fitosanitarias en este cultivo estratégico¹.

¹ Integrantes del Laboratorio de Insectos de Interés Agronómico: Dra. María Inés Catalano, Dra. Agustina Pascual, Lic. Nicolás Andrada, Lic. Mariana Crespo, Irene Torrent.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIVIZATOS A, MARKHAM P. Acquisition and transmission of Corn Stunt spiroplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. *Ann. Appl. Biol.* 1986; 108:535–544.
- AZZAM O, CHANCELLOR T. The biology, epidemiology, and management of rice tungro disease in Asia. *Plant Dis.* 2002; 86:88–100. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.2.88> PMID: 30823328.
- BAUM J, BOGAERT T, CLINTON W, HECK G, FELDMANN P, ILA-GAN O, JOHNSON S, PLAETINCK G, MUNYIKWA, T, PLEAU, M., VAUGHN, T., & ROBERTS, J. Control of coleopteran insect pests through RNA interference. *Nat. Biotechnol.* 2007, 25(11), 1322–1326. <https://doi.org/10.1038/nbt1359> Bonamico y col., 2010
- BRADFUTE O, TSAI J., Y GORDON, D. Corn stunt spiroplasma and viruses associated with a maize disease epidemic in Southern Florida. *Plant Dis.* 1981, 65(10), 837–841.
- CARPANE P. Host resistance and diversity of *Spiroplasma kunkelii* as components of Corn Stunt disease [dissertation]. Stillwater (OK): Department of Entomology and Plant Pathology. Oklahoma State University. 2007.
- CARPANE P, Y CATALANO, MI. Probing behavior of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* on susceptible and resistant maize hybrids. *PLOS ONE* 2022, 17(5), e0259481-. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259481>
- DALAIÓN L, PASCUAL A, GAZZA E, WELCHEN E, RIVERA-POMAR R, CATALANO MI. Development of efficient RNAi methods in the corn leafhopper *Dalbulus maidis*, a promising application for pest control. *Pest Manag. Sci.* 2022, 78 (7): 3108–3116 DOI 10.1002/ps.6937.
- DALAIÓN L, PASCUAL A, CRESPO M, ANDRADA N, WELCHEN E, CATALANO MI. Knockdown of double-stranded RNases (dsRNases) enhances oral RNA interference (RNAi) in the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*. *Pest. Biochem. Physiol.* 2023, 196: 105618 DOI: 10.1016/j.pestbp.2023.105618.
- DAVIS R, WORLEY J, WHITCOMB R, ISHIJIMA T, STEERE R. Helical filaments produced by a mycoplasma-like organism associated with corn stunt disease. *Science* 1972; 176:521–523. <https://doi.org/10.1126/science.176.4034.521> PMID: 17748653
- Dykxhoorn D Y Lieberman J. The Silent Revolution: RNA Interference as Basic Biology, Research Tool, and Therapeutic. *Annu. Rev. Med.* 2005, 56:401-423 <https://doi.org/10.1146/annurev.med.56.082103.104606>
- GIMÉNEZ PECCI MP, LAGUNA G, LENARDÓN S. Enfermedades del maíz producidas por Virus y Mollicutes en Argentina. Ediciones INTA (ISBN 978-987-679-116-8) 2012, 1ª edición. 200 pp.
- HELDEN M, TJALLINGII F. Experimental design and analysis in EPG experiments with emphasis on plant resistance research, pp. 144–171, Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD. 2000
- HIBINO H, TIONGCO E, CABUNAGAN R, FLORES Z. Resistance to rice tungro-associated viruses in rice under experimental and natural conditions. *Phytopathology* 1987, 77:871–875.
- HUVENNE H, Y SMAGGHE G. Mechanisms of dsRNA uptake in insects and potential of RNAi for pest control: a review. *J. Insect Physiol.* 2010, 56(3), 227–235.
- MACHADO E, SOUZA E, DIAS G, SACILOTTO MG, OMOTO C. Is insecticide resistance a factor contributing to the increasing problems with *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) in Brazil?. *Pest Manag. Sci.* 2024, 80: 5120-5130. <https://doi.org/10.1002/ps.8237>
- NAULT L, & DELONG D. Evidence for co-evolution of leafhoppers in the genus *Dalbulus* (Cicadellidae: Homoptera) with maize and its ancestors. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1980, 73(4), 349-353.
- OLESZCZUK J, CATALANO M, DALAIÓN L, DI RIENZO J, GIMÉNEZ PECCI MP, CARPANE P. Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. *PLoS ONE* 2020, 15: e0234454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234454> PMID: 33075073
- PALLI SR. RNAi turns 25: contributions and challenges in insect science. *Front Insect Sci.* 2023, 4;3:1209478. doi: 10.3389/finsc.2023.1209478. PMID: 38469536; PMCID: PMC10926446.
- RAPUSAS H, HEINRICHS E. Feeding behavior of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) on rice varieties with different levels of resistance. *Environ. Entomol.* 1990, 19:594–602.
- RODRIGUES T, MISHRA S, SRIDHARAN K, BARNES E, AL-YOKHIN A, TUTTLE R, KOKULAPALAN W, GARBY D, SKIZIM N, TANG Y-W, ET AL. 2021. First sprayable double-stranded rna-based biopesticide product targets subunit beta type-5 in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). *Front Plant Sci.* 12:728652. doi: 10.3389/fpls.2021.728652.
- RUIZ POSSE A, FERNANDEZ F, REYNA P, NOME C, TORRICO K, GIMÉNEZ PECCI M, RODRIGUEZ PARDINA P. First report of Maize striate mosaic virus, a mastrevirus infecting *Zea mays* in Argentina. *New Dis. Rep.* 2023, 47: 2
- SARKIES P, Y MISKA E. Small RNAs break out: the molecular cell biology of mobile small RNAs. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2014, 15(8), 525-535.
- TRIPLEHORN B, NAULT L. Phylogenetic classification of the genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae), and notes on the phylogeny of the Macrostelini. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1985, 78(3), 291-315.
- VIRLA E, REMES LENICOVA, PARADELL S. Presencia de *Dalbulus maidis* sobre maíz y teosinte en la República Argentina (Insecta, Homoptera, Cicadellidae). *Rev. Fac. Agron.* 1990, 66/67: 2330.
- WALKER G. A beginner's guide to electronic monitoring of homopteran probing behavior, pp. 14–40. In Walker G. P. and Backus E. A. [eds.], Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD. 2000.



Asociación de hongos micorrícicos del suelo con líneas de maíz y su impacto en la producción¹

PAGANINI, R.^{2,3*}; COPIA, P.^{4*}; BERIBE, M. J.^{4,5}; FARRONI, A.^{3,4*}; LOREA, R.^{3,4}

RESUMEN

La sostenibilidad agrícola exige prácticas que conserven la fertilidad del suelo y reduzcan la dependencia de insumos externos. Las micorizas arbusculares (MA) son hongos simbióticos que mejoran la absorción de nutrientes y pueden contribuir al desarrollo de sistemas agrícolas más eficientes. En este estudio se evaluó la colonización micorrícica y su relación con la productividad en cinco líneas endocriadas de maíz del programa de mejoramiento del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Pergamino, cultivadas con y sin fertilización nitrogenada. Se observó que la fertilización redujo el porcentaje de colonización en la mayoría de las líneas. No se encontraron correlaciones significativas entre el nivel de colonización y las variables productivas, lo cual sugiere que la simbiosis con MA no siempre se traduce en mayores rendimientos. Sin embargo, se evidenciaron diferencias genotípicas, lo que podría permitir la selección de materiales con mayor propensión a la colonización micorrícica, con miras a un manejo más sostenible.

Palabras Clave: micorizas arbusculares, líneas endocriadas, sostenibilidad, fertilización nitrogenada.

ABSTRACT

Agricultural sustainability requires practices that preserve soil fertility and reduce reliance on external inputs. Arbuscular mycorrhizal (AM) fungi are symbiotic organisms that enhance nutrient uptake and can contribute to more efficient farming systems. This study evaluated mycorrhizal colonization and its relationship with productivity in five maize inbred lines from INTA Pergamino's breeding program, grown with and without nitrogen fertilization. Nitrogen reduced colonization in most lines. No significant correlations were found between colonization and yield traits, suggesting that the symbiosis does not always result in increased productivity. However, genotypic differences were evident, enabling the selection of lines with higher colonization propensity for sustainable management strategies.

Keywords: arbuscular mycorrhizae, inbred lines, sustainability, nitrogen fertilization.

¹ Trabajo previamente publicado en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) que resulta una republicación sin agregados ni novedades, disponible en: <http://repositorio.unnoba.edu.ar/xmlui/handle/23601/705>

² Rizobacter Argentina S.A. Avda. Dr. Arturo Frondizi N° 1150, Parque Industrial, B2700 Pergamino, provincia de Buenos Aires.

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales. Libertad 555, B6000 Junín, provincia de Buenos Aires.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Pergamino, Estación Experimental Agropecuaria, Av. Frondizi Km 4,5 Centro Regional Buenos Aires Norte, B2700 Pergamino, provincia de Buenos Aires.

⁵ Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Suipacha 531, S2002 Rosario, provincia de Santa Fe.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo estratégico tanto por su valor alimentario como por su importancia industrial. En Argentina, ha mostrado un crecimiento sostenido impulsado por la demanda de biocombustibles y subproductos industriales (Simón y Golik, 2018; Ranum *et al.*, 2014). En la región pampeana, el sistema productivo ha dependido históricamente de la agricultura extensiva, con un uso intensivo de fertilizantes químicos. Aunque esta práctica ha permitido incrementar significativamente los rendimientos agrícolas y se considera un pilar para la producción sustentable, también ha generado problemas ambientales como la contaminación de las napas subterráneas y la salinización del suelo (Centeno, 2021). Por esta razón, existe un interés creciente en el desarrollo de tecnologías que reduzcan el uso de fertilizantes químicos y alternativas sostenibles que mejoren el rendimiento de los cultivos en sistemas agroecológicos u orgánicos.

La sostenibilidad del cultivo requiere integrar factores como la salud del suelo, la eficiencia en el uso de nutrientes y la diversidad genética (Eyhérabide y Damilano, 2001; Burbano-Orjuela, 2016). Entre las alternativas que promueven la sustentabilidad, la simbiosis con hongos micorrícicos arbusculares (HMA) destaca por su capacidad para mejorar la absorción de nutrientes como fósforo y nitrógeno (Blanco y Salas, 1997; Roth y Paszkowski, 2017; Liu *et al.*, 2019).

Los HMA pertenecen al filo *Glomeromycotina* y forman simbiosis con más del 80 % de las plantas terrestres. Estas simbiosis permiten que las plantas exploren el suelo de manera más eficiente a través de la red de hifas extrarradiculares finas y extendidas del hongo, con las cuales toma minerales como

fosfato, amonio, nitrato, sulfato y potasio. Luego, proveen estos nutrientes a la planta a cambio de carbohidratos y lípidos (Roth y Paszkowski, 2017; Liu *et al.*, 2019) favoreciendo su crecimiento, especialmente en suelos empobrecidos. No obstante, su establecimiento puede verse afectado por prácticas agrícolas intensivas, como el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados (Lowrance *et al.*, 1984). Los HMA presentan dos formas infectivas: como esporas y como hifas (Rillig y Mummy, 2006). También, presentan crecimiento intra e intercelular en la corteza radical pudiendo formar estructuras como arbuscúlos y vesículas (Quilambo, 2003). Como puede observarse en la **Figura 1**, el hongo crece de manera asimbiótica hasta que hace contacto con el hospedero y forma una estructura llamada apresorio, por donde penetran las hifas para formar los arbuscúlos e incrementar el área de contacto entre la planta y el hongo (Bago *et al.*, 2000).

La capacidad de micorrización varía entre genotipos de maíz, influenciada por factores genéticos que afectan la señalización molecular y la arquitectura radicular. La identificación de genotipos con alta afinidad para la micorrización representa una oportunidad clave para mejorar la eficiencia en el uso de recursos, incrementar la productividad agrícola, reducir los impactos ambientales y desarrollar cultivos adaptados a sistemas agrícolas de bajos insumos (Kaeppeler *et al.*, 2000). Herramientas moleculares como los marcadores asociados a genes reguladores de la simbiosis, incluidos *PT4* y *DMI3*, han sido esenciales en este esfuerzo, permitiendo seleccionar genotipos con mejor desempeño en condiciones agroecológicas específicas (Sawers *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2016; Gutjahr *et al.*, 2008). El presente trabajo se propone identificar líneas de maíz con alta propensión a la colonización micorrícica, contribuyendo así a pro-

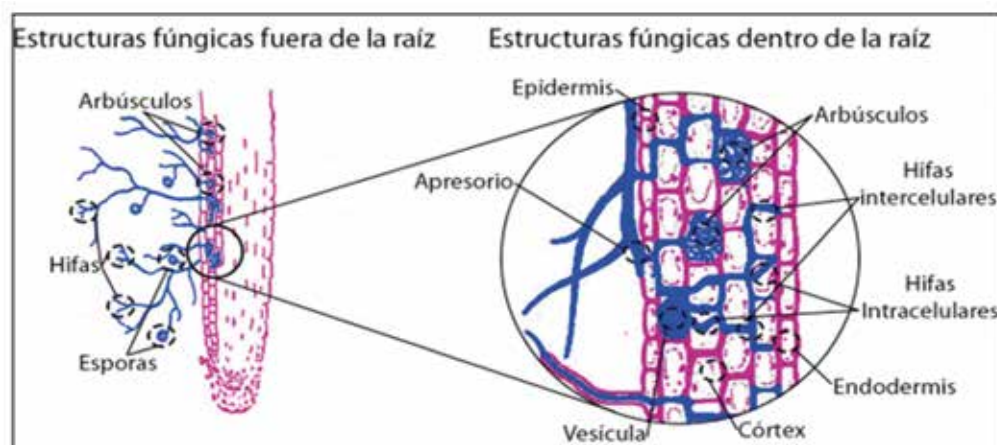


Figura 1. Representación esquemática del desarrollo del micelio dentro y fuera de la raíz de la planta hospedante (adaptado de Sapparat, M. C. N. *et al.*, 2020).

gramas de mejoramiento orientados a una agricultura más sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la EEA INTA Pergamino, en un Argiudol típico bajo siembra directa. Se evaluaron cinco líneas endocriadas del programa de maíz templado: LP122-2, LP2542, LP29, LP4703 y LP923, bajo dos tratamientos: con (N+) y sin fertilización nitrogenada adicional (N0). El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados y cuatro repeticiones, con parcelas de dos surcos (5 m de largo y 0,70 m entre surcos). Ambos tratamientos recibieron 150 Kg/ha de una mezcla N-P-S (7-40-5). En el tratamiento N+ se aplicaron 180 Kg N/ha como urea en el entre surco, en el momento de la siembra.

Para la medición de la colonización micorrícica, se extrajeron raíces en estadio V4-V5, se tiñeron con azul de tripán según el método de Phillips & Hayman, (1970) con algunas modificaciones y se calculó el porcentaje de colonización contabilizando las estructuras fúngicas, hifas, arbuscúlos (estructura donde se produce el intercambio de nutrientes entre las micorrizas y las plantas) y vesículas por observación microscópica (**Figura 2**). La productividad se estimó a partir del peso seco de grano (PS_GRAN), peso seco de la planta (PS_PTA) e índice de cosecha (IC)=(PS_GRAN/PS_PTA). Las mediciones se realizaron sobre cinco plantas por parcela.

Se analizaron los efectos del genotipo, tratamiento y su interacción mediante modelos lineales mixtos. Se aplicó prueba LSD de Fisher y se realizaron análisis de correlación y componentes principales. Se utilizó el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

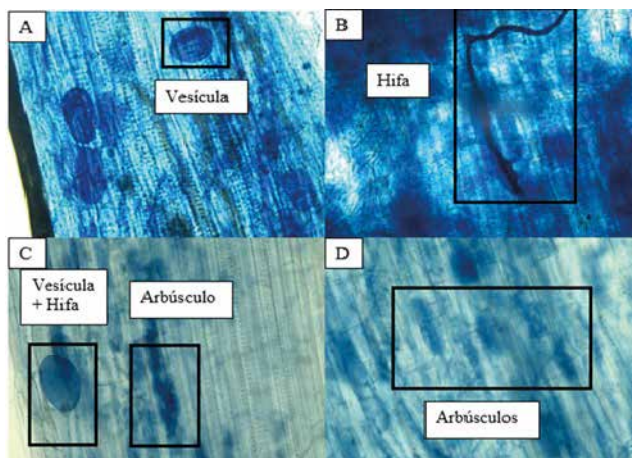


Figura 2. Imágenes tomadas desde el microscopio durante la evaluación micorrícica con el objetivo 40x A) Vesícula; B) Hifa; C) Vesícula + Hifa; Arbuscúlo; D) Arbuscúlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas evaluadas mostraron diferencias significativas en su respuesta a la colonización micorrícica (**Tabla 1**). El análisis de varianza indicó efectos significativos del genotipo sobre el rendimiento, índice de cosecha y colonización, mientras que el tratamiento nitrogenado afectó significativamente sólo al porcentaje de arbuscúlos. La línea LP923 presentó el mayor rendimiento promedio (≈ 4700 Kg/ha), mientras que LP122-2 tuvo el menor, pese a su elevada biomasa.

La línea LP122-2 también destacó con el mayor porcentaje de colonización (79,25 % sin N), seguida por LP29 y LP4703. En general, los valores de colonización fueron mayores en ausencia de nitrógeno, excepto en LP122-2 y LP923, que mantuvieron niveles similares de colonización entre tratamientos (**Figura 3**).

Fuente de variación	Rendimiento	IC	Biomasa (Kg/m ²)	A (%)
Tratamiento	0,250 ^{ns}	0,709 ^{ns}	0,873 ^{ns}	0,031**
Genotipo	0,001**	<0,0001**	0,054*	0,026**
Tratamiento*Genotipo	0,562 ^{ns}	0,354 ^{ns}	0,463 ^{ns}	0,052*

Tabla 1⁶. Resumen de los análisis de la varianza de la evaluación de líneas de maíz bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

⁶ Nota: p-valor encontrado para las siguientes variables: Rendimiento (Kg/ha), IC: Índice de cosecha, A: Arbuscúlos. **: p-valor significativo al 0,05%, *: p-valor significativo al 0,06%, ns: p-valor no significativo.

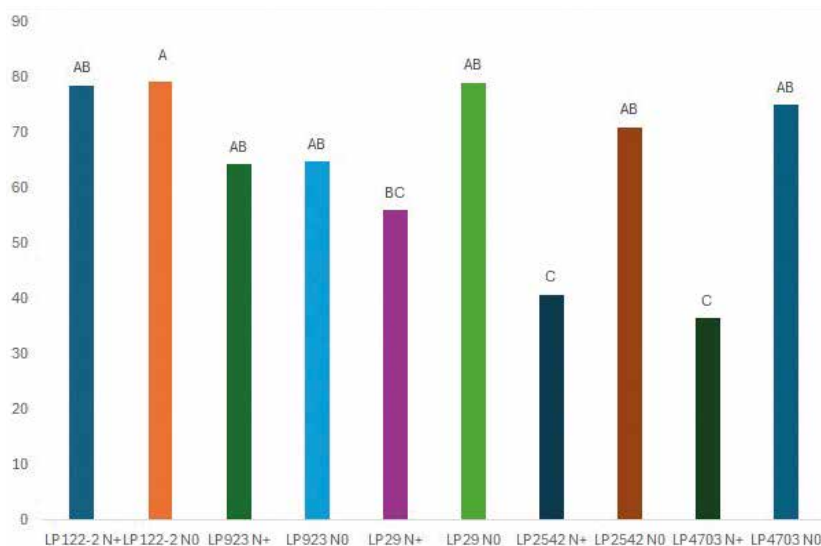
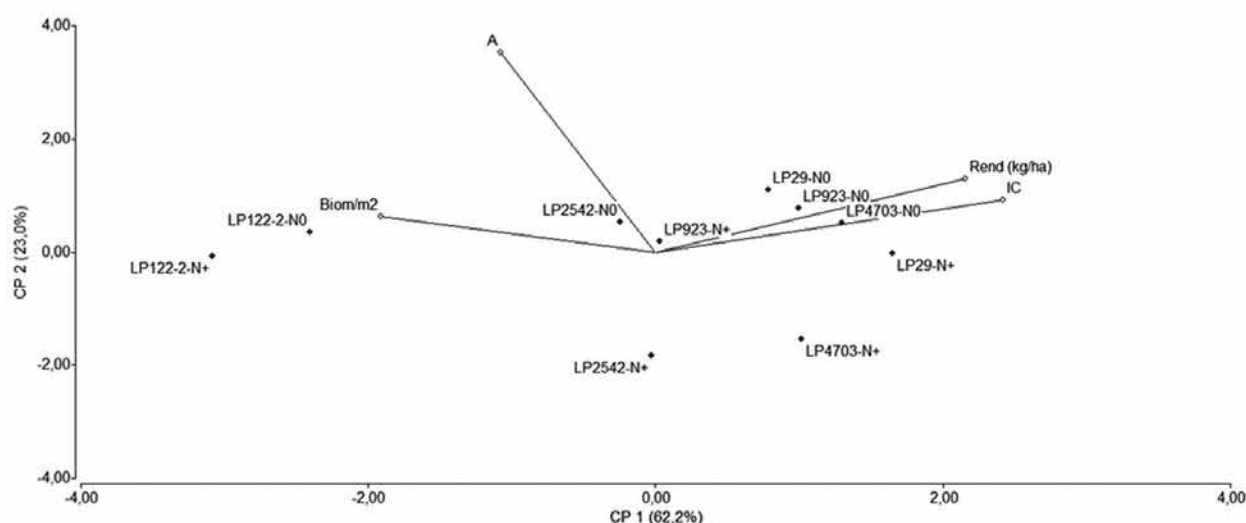


Figura 3. Porcentaje de arbusculos en las líneas en ambientes N+ y N0. Comparación de medias de los diferentes genotipos. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

Figura 4. Análisis de componentes principales entre las variables analizadas en líneas de maíz evaluadas bajo diferente nivel de fertilización nitrogenada. Rend: Rendimiento (Kg/ha), Biom/m²: Biomasa (Kg/m²), A: Arbúsculos, IC: Índice de cosecha. CP 1 indica el porcentaje explicado por la primera componente principal y CP 2 indica el porcentaje explicado por la segunda componente principal.



En la **Figura 4** se observa el análisis de componentes principales (CP) para las líneas evaluadas. Los dos primeros CP acumularon el 85,2 % de la variabilidad. Se observa que el rendimiento se relacionó positivamente con el índice de cosecha y negativamente con la biomasa. Así mismo, el porcentaje de arbusculos presentó baja asociación con las variables productivas. El análisis de componentes principales mostró que las líneas LP923 y LP29 se agrupan con alto rendimiento e índice de cosecha, mientras que LP122-2 se asoció con alta biomasa y bajo rendimiento e índice de cosecha.

No se hallaron correlaciones significativas entre la colonización de las raíces por HMA y productividad, en coincidencia con Ramírez-Flores *et al.* (2020), lo que sugiere que la simbiosis con MA no garantiza mayores rendimientos bajo las condiciones estudiadas. Sin embargo, otros autores han encontrado correla-

ciones entre el nivel de micorrización de las raíces y la capacidad de captar nutrientes y el rendimiento en líneas de maíz (Berger y Gutjahr, 2021). La variación en la respuesta entre líneas sugiere la existencia de una base genética para la propensión a la colonización, tal como indican Barrales Gámez (2023) y Colina Navarrete *et al.* (2020). La identificación de líneas como LP122-2, que mantienen altos niveles de colonización aún con fertilización química, podría ser clave para futuros programas de mejoramiento orientados a la eficiencia en el uso de nutrientes.

Estos estudios preliminares son auspiciosos para seguir investigando la asociación de los HMA con el maíz. Nuestro equipo de trabajo de INTA Pergamino – UNNOBA continúa avanzando en la búsqueda de respuestas sobre los impactos en los sistemas productivos de la región pampeana de este tipo de simbiosis.

BIBLIOGRAFÍA

- BAGO, B.; PFEFFER, P. E.; SHACHAR-HILL, Y. (2000). Carbon Metabolism and Transport in Arbuscular Mycorrhizas. *Plant Physiology*, 124(3), 949–958. <https://doi.org/10.1104/pp.124.3.949>
- BARRALES GÁMEZ, L. M. (2023). Evaluación de la colonización por hongos micorrícicos en líneas e híbridos de maíz. INTA.
- BERGER F.; GUTJAHR C. (2021). Factors affecting plant responsiveness to arbuscular mycorrhiza. *Current Opinion in Plant Biology*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.101994>
- BLANCO, R.; SALAS, M. (1997). Las micorrizas arbusculares y su aplicación en la agricultura. *Agrotecnia*, 4(2), 23–31.
- BRAVO, A.; YORK, T.; PIRES, N. (2016). Molecular and genetic regulation of arbuscular mycorrhizal symbiosis in grasses. *Frontiers in Plant Science*, 7, 113. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00113>
- BURBANO-ORJUELA, C. (2016). Fertilidad de suelos y sistemas agrícolas sostenibles. *Rev. Colomb. Cienc. Hortíc.*, 10(2), 221–228.
- CENTENO, J. (2021). Impacto ambiental del uso de fertilizantes químicos en la región pampeana. *Revista de Agricultura Sostenible*, 12(2), 145–160.
- COLINA NAVARRETE, D.; GONZÁLEZ, R.; RIVERA, P. (2020). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la colonización micorrícica en maíz. *Revista Agrociencia*, 54(3), 157–166.
- DI RIENZO, J. A., et al. (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- EYHÉRABIDE, G. H.; DAMILANO, L. (2001). Mejoramiento genético y manejo agronómico del maíz en Argentina. *Rev. Invest. Agropecuarias*, 35(1), 23–35.
- GUTJAHR, C.; CASIERI, L.; PASZKOWSKI, U. (2008). Glomus intraradices induces changes in root system architecture of rice independently of common symbiosis signaling. *The New Phytologist*, 180(3), 564–573. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02586.x>
- KAEPLER, S. M.; PARKE, J. L.; MUELLER, S. S.; SENIOR, L.; STUBER, C. W.; TRACY, W. F. (2000). Variation among Maize Inbred Lines and Detection of Quantitative Trait Loci for Growth at Low Phosphorus and Responsiveness to Arbuscular Mycorrhizal Fungi. 40(2), 358–364. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402358x>
- LIU, Y., et al. (2019). Arbuscular mycorrhiza improves phosphorus uptake and yield of maize. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 19(1), 51–58.
- LOWRANCE, R. et al. (1984). Agricultural Management Practices and the Soil Microbial Community. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 12(1), 33–45.
- MATSON, P. A., et al. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504–509.
- QUILAMBO, O. A. (2003). The vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *African Journal of Biotechnology*, 2(12), 539–546.
- RAMÍREZ-FLORES, R.; LÓPEZ, E.; RUIZ, H. (2020). Respuesta diferencial de líneas de maíz a hongos micorrícicos. *Trop. Plant Pathol.*, 45(4), 325–334.
- RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. (2014). Global maize production, use, and consumption. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1312, 105–112.
- RILLIG, MC; MUMMEY, DL. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*. 171(1): 41–53.
- ROTH, R. & PASZKOWSKI, U. (2017). Plant carbon nourishment of arbuscular mycorrhizal fungi. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 39, 50–56.
- SAWERS, R. J.; SVANE, S. F.; QUAN, C.; GRØNLUND, M.; WOZNIAK, B.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, E.; UDVARDI, M. K. (2018). Phosphorus acquisition efficiency in maize is limit by the timing and magnitude of arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Plant Physiology*, 177(2), 645–657. <https://doi.org/10.1104/pp.18.00597>
- SIMÓN, G.; GOLIK, C. (2018). Bioenergía y agricultura: los desafíos de la sostenibilidad. *Rev. Desarrollo Rurales*, 15(1), 17–28.
- TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671–677.

Efectos de la inclusión de cultivo de cobertura como antecesor de maíz sobre las malezas y el rendimiento

ESTELRRICH, C.¹; PÉREZ, G.¹; GILES GARCÍA, P.¹

RESUMEN

Los cultivos de cobertura (CC) surgen como alternativa para ocupar el período de barbecho previo al maíz y colaborar en el control de malezas, entre otras funciones. Durante siete campañas se evaluaron en la Chacra Experimental Bellocq del Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) de la provincia de Buenos Aires, el rendimiento de dicho cultivo estival y el número de malezas acompañantes en rotaciones con y sin CC y con CC pero sin aplicaciones de agroquímicos. La inclusión de vicia y centeno como antecesor y reemplazante del barbecho químico, no afecta el rendimiento del cultivo de maíz. Cuando se restringe el uso de agroquímicos, el rendimiento del maíz posterior al CC disminuye. Los CC contribuyen al control de malezas, con resultados relevantes en especies de difícil manejo con herbicidas como rama negra y yuyo colorado.

Palabras Clave: agricultura, rotación de cultivos, uso de herbicidas.

ABSTRACT

Cover crops (CC) emerge as an alternative to occupy the fallow period prior to corn and collaborate in weed control, among other functions. During seven campaigns, the yield of this summer crop and the number of accompanying weeds in rotations with and without CC and with CC but without agrochemical applications were evaluated at the Bellocq Experimental Farm of the Ministry of Agrarian Development (MDA) of the province of Buenos Aires. The inclusion of vetch and rye as a predecessor and substitute for chemical fallow does not affect the yield of corn crops. When the use of agrochemicals is restricted, post-CC maize yield decreases. CCs contribute to weed control, with relevant results in species that are difficult to manage with herbicides such as black branch and red weed.

Keywords: agriculture, crop rotation, herbicide use.

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural Bolívar, Olascoaga 70, (B6550BQB) San Carlos de Bolívar, provincia de Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos estivales de mayor importancia en el centro oeste bonaerense. El uso reiterado y excesivo de herbicidas como única alternativa para el manejo de malezas en los sistemas productivos agrícolas ha incrementado la presión de selección sobre biotipos de malezas generando resistencia. Como alternativa para ocupar el período de barbecho que le precede al maíz tardío se encuentran los cultivos de cobertura (CC), los cuales, entre otros beneficios, pueden competir con las malezas por radiación solar, agua y nutrientes, reduciendo las poblaciones de estas a lo largo del tiempo (Bastiaans *et al.*, 2007).

La necesidad de contar con información local respecto a esta alternativa de manejo motivó el desarrollo de un experimento de secuencias de cultivos que tuvo una duración de siete campañas y cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la incorporación de CC como antecesor de maíz en rotaciones con y sin uso de herbicidas sobre el rendimiento del cultivo de cosecha y las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los años 2017 a 2024 en la Chacra Experimental Bellocq (35°55'49"S; 61°29'17"O), unidad ubicada en el sur del partido de Carlos Casares y dependiente del Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (MDA). A los fines del presente artículo se consideraron las parcelas con los cultivos de maíz y CC/maíz ubicadas dentro de las siguientes rotaciones:

Tratamiento 1 (T1): trigo/soja 2° - maíz - soja. Características de manejo: control de malezas con aplicaciones de herbicidas; siembra directa; fertilización del maíz con 100 Kg/ha de fosfato monoamónico (MAP) y 170 Kg/ha de urea.

Tratamiento 2 (T2): trigo/soja 2° - CC/maíz - centeno/soja. Características de manejo: aplicación de herbicidas (no residuales) previo a la siembra del CC y aplicaciones durante el ciclo del maíz; siembra directa; fertilización del CC y del maíz con 45 y 100 Kg/ha de MAP, respectivamente, más 170 Kg/ha de urea en macollaje del cultivo de cosecha. El CC en las primeras cuatro campañas fue vicia pura (30 Kg/ha de semilla) y las siguientes vicia+centeno (25 y 8 Kg/ha), la finalización del ciclo de las coberturas se hizo con rolado.

Tratamiento 3 (T3): trigo/soja 2° - CC/maíz - centeno/soja. Características de manejo: control de malezas mecánico con pasada de disco previo a la siembra del CC y siembra del maíz en directa durante los primeros ciclos. Se laboreó entre el CC y el maíz, y durante el estado vegetativo del maíz se realizó el control con escardillo. La finalización del ciclo del CC fue con rolado, sin aplicaciones de fertilizantes ni herbicidas. En todos los tratamientos el maíz fue sembrado a finales de noviembre-principios de diciembre.

Las parcelas de 300 m² se distribuyeron en bloques completos al azar con tres repeticiones. La cosecha de las espigas se realizó de forma manual a razón de tres submuestras de 2 m² en cada parcela. Luego, las muestras fueron trilladas, pesadas y evaluadas en su humedad. También se corrigió su rendimiento según el estándar de comercialización. En grano lechoso-pastoso para centeno y 50 % de floración para vicia, se realizó el muestreo de residuos superficiales, recolectando cuatro submuestras de 1 m² para cada unidad experimental.

En dos momentos de las campañas (al finalizar el ciclo de los cultivos de verano y de invierno) se tomaron muestras del número de malezas acompañantes (NMA) por m² a través del uso de cuatro marcos de 0,25 m² por parcela, discriminando en cada caso los individuos por especie. Se efectuó una transformación a raíz cuadrada de NMA para estabilizar las varianzas, y las medias se transformaron nuevamente para su presentación.

Se utilizó el procedimiento de modelos generales y mixtos de Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018), utilizando las variables de tratamiento y bloque como efectos fijos y la campaña como efecto aleatorio. Las medidas de los tratamientos se analizaron mediante la prueba de Tukey.

Para el cálculo del impacto ambiental de cada rotación se utilizó el índice EIQ (Kovach *et al.*, 1992). La fórmula para determinar el valor EIQ de los pesticidas individuales considera el trabajador agrícola, el consumidor y el medio ambiente. Los valores de EIQ de cada herbicida se obtuvieron de Eshenaur *et al.* (2015). Posteriormente se calculó el EIQ de los plaguicidas a campo de la siguiente forma: EIQ plaguicidas a campo = EIQ plaguicida * concentración del activo de herbicida * dosis * n° de aplicaciones. Una vez calculado el EIQ campo de cada herbicida se realizó la sumatoria de cada uno de los EIQ pla-

guicidas a campo y se obtuvo el EIQ total de cada tratamiento evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos promedios del cultivo de maíz para las siete campañas evaluadas fueron de 13.067 Kg/ha, 11.881 Kg/ha y 7.649 Kg/ha para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente (**Figura 1**). En la primera campaña no existieron diferencias significativas entre los mismos. A partir de la segunda, el T3 siempre arrojó menor productividad por hectárea. Los rendimientos de T1 y T2 sólo se diferenciaron estadísticamente en la campaña 19/20 con 2.180 Kg/ha a favor del primero.

La producción de MS de la cobertura en la mayoría de los años fue superior en el T2, aunque las diferencias estadísticas sólo se observaron en 2019. El promedio de biomasa aérea fue de 6.105 Kg/ha y 4.549 Kg/ha para T2 y T3, respectivamente. La producción de granos y de biomasa aérea de la cobertura estuvieron condicionadas por las precipitaciones de cada ciclo, ya sea por escasez o excesos.

La habilidad de los CC para suprimir la emergencia y crecimiento de las malezas está relacionada con la cantidad de biomasa producida (Liebman, 2000), donde el período transcurrido entre la siembra y el secado es de vital importancia para la acumulación de materia seca. En el experimento, luego de la primera

campaña, la fecha de siembra estuvo condicionada por el fin del ciclo del cultivo comercial precedente, ubicándose durante el mes de junio. Diferentes autores en distintos sitios de las provincias de Buenos Aires y Córdoba han reportado efectos de los CC sobre las malezas con diferentes valores de MS producida (Vanzolini *et al.*, 2010; Cazorla y Baigorria, 2011; Baigorria *et al.*, 2012; Girón *et al.*, 2016; Buratovich y Acciaresi, 2017).

En este marco, surge como alternativa para adelantar la siembra la utilización de Altina, dron o avión. Gallace *et al.* (2021), observaron en estudios en condiciones controladas de crecimiento, que la siembra de semillas de vicia en superficie, aún sobre un sustrato húmedo, limita en aproximadamente el 70 % la emergencia inicial y en el 25 % el logro de la implantación del cultivo. Barraco *et al.* (2021), compararon sistemas de siembra de vicia. Sembrando el 30 de marzo encontraron que al ubicar las semillas en el suelo la máxima cantidad de plantas se alcanzó a los 15 días y fue de aproximadamente el doble que la lograda al colocar las semillas en superficie. La mayor producción otoñal y total de vicia fue lograda al incorporar las semillas en el suelo logrando mejoras superiores al 40 % en el crecimiento inicial y al 15 % en la producción total en comparación con la aplicación de las semillas en superficie.

La suma de las malezas contabilizadas en primavera y otoño resultaron mayores en el T3 en el promedio de las siete campañas analizadas (**Figura**

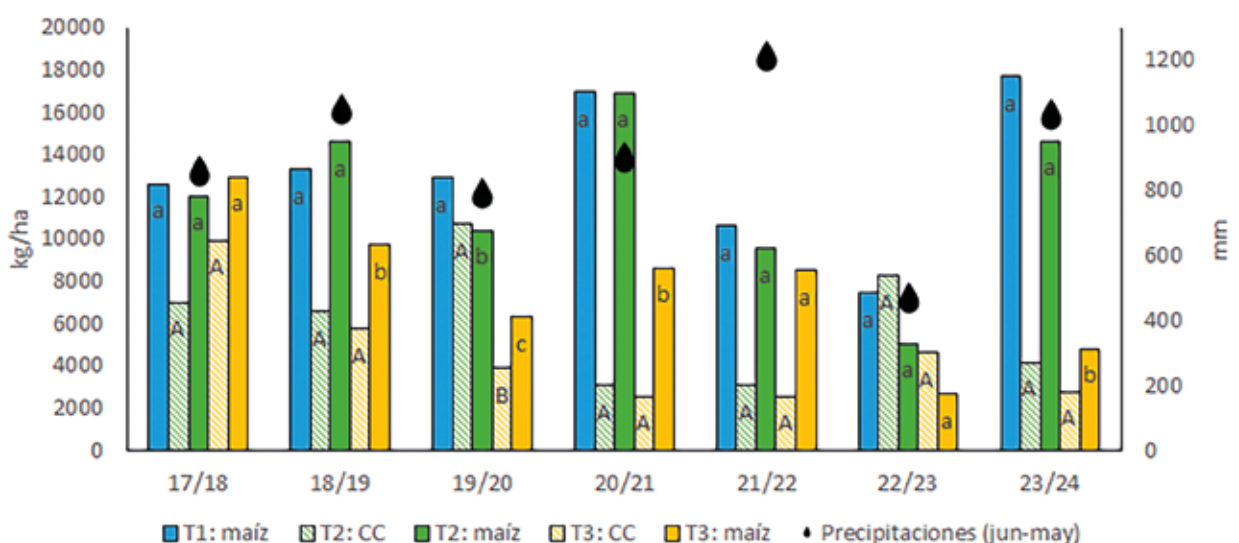


Figura 1. Rendimiento en Kg/ha del maíz para los tratamientos 1, 2 y 3; materia seca aérea en Kg/ha de la cobertura en T2 y T3; precipitaciones de junio a mayo en mm. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$).

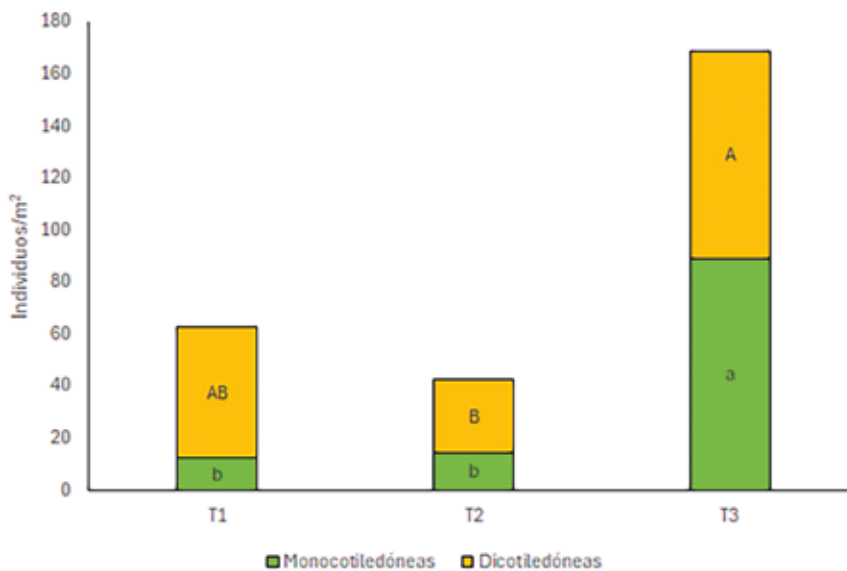


Figura 2. Número total de malezas por m², número de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas para los tratamientos 1, 2 y 3 en promedio para las siete campañas. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$).

2), infiriendo que la inclusión de CC no fue suficiente para suprimir el desarrollo de las malezas cuando el planteo no contempla la incorporación de nutrientes que puedan colaborar en la producción de MS de la cobertura ni herbicidas como segunda estrategia de control. Los tratamientos 1 y 2 no evidenciaron diferencias significativas en el número de malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas.

El T3 presentó cantidades superiores de malezas gramíneas en el promedio de los siete años. En el

análisis de algunas especies en particular se destacan *Cynodon dactylon* (gramón) y *Digitaria sanguinalis* (cuaresma) (**Figura 3**). El CC y la labranza como únicas estrategias de control no podrían impedir el establecimiento de gramón, lo cual constituye un problema para el sistema debido a las habilidades competitivas que posee y su carácter perenne. No se encontraron diferencias entre los tratamientos para los individuos de *Lolium multiflorum* (raigrás), maleza que en los últimos años ha desarrollado resistencia a herbicidas. El T2 presentó un mayor valor debido a

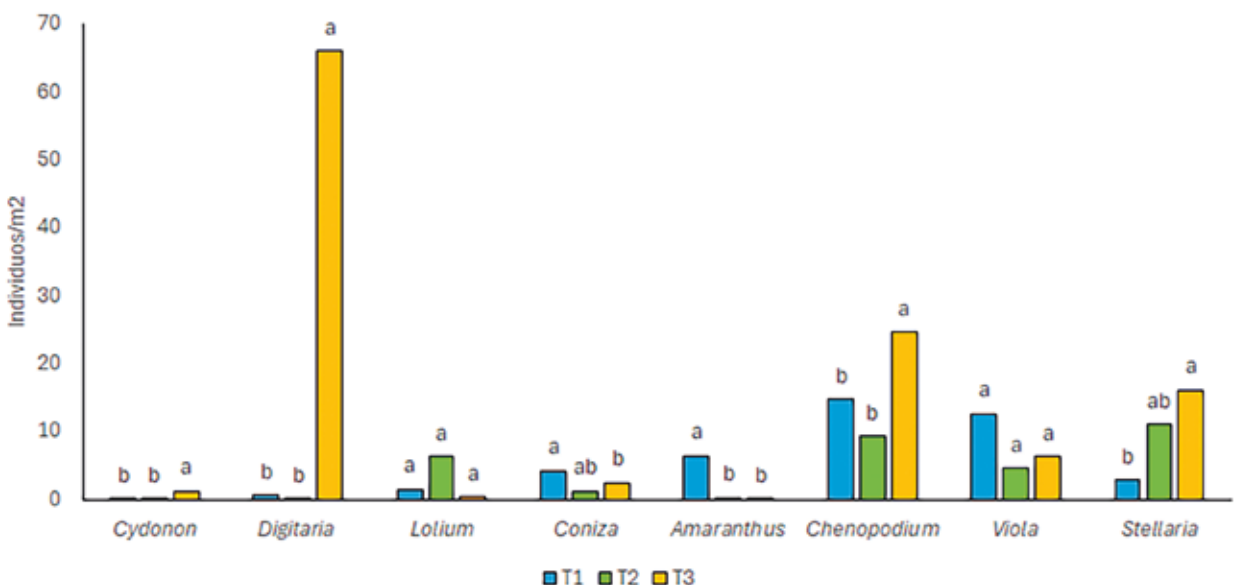


Figura 3. Número de individuos por m² de *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Lolium multiflorum*, *Conyza* sp., *Amaranthus* sp., *Chenopodium álbum*, *Viola arvensis* y *Stellaria media* para los tratamientos 1, 2 y 3 en promedio para las siete campañas evaluadas. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$).

que la inclusión de especies gramíneas como centeno en la cobertura impedía el control químico. En el T3 el laboreo del suelo podría haber enviado las semillas a mayor profundidad, impidiendo su germinación y establecimiento. Las malezas dicotiledóneas con resistencia a herbicidas como *Conyza sp.* (rama negra) y *Amaranthus sp.* (yuyo colorado) presentaron un mayor número en el T1. El CC impidió la germinación de yuyo colorado posiblemente debido a la competencia por la luz. Otras especies de hoja ancha que no presentan actualmente resistencias, pero cuya presencia es relevante en los lotes, mostraron diverso comportamiento entre tratamientos. *Chenopodium álbum* (quinoa) y *Stellaria media* (capiquí) tuvieron mayor presencia en el T3, en tanto que no existieron diferencias en los individuos de *Viola arvensis* (viola).

Girón *et al.* (2016), compararon un centeno como cobertura y la aplicación de glifosato, 2,4 D éster y metsulfuron. Al finalizar el período de barbecho largo, observaron que en el CC la cantidad de yuyo colorado fue 2,4 veces menor que en el tratamiento con herbicidas. Buratovich y Acciaresi (2023) reportaron incidencias de distintas especies puras y consociadas como CC sobre la dinámica reproductiva de *Conyza bonariensis*, que disminuyen el aporte al banco edáfico de semillas.

Resulta pertinente destacar que la inclusión de CC en las siete campañas de estudio, además del mencionado impacto sobre las malezas, también permitió reducir tanto la dosis como la frecuencia de aplicaciones de herbicidas en el T2, disminuyendo de esta manera los índices de impacto ambiental (EIQ) en un 35 % (Pérez *et al.*, 2025).

CONSIDERACIONES FINALES

La inclusión de vicia y centeno como antecesor y reemplazante del barbecho químico, no afectó el rendimiento del cultivo de maíz si se mantienen los planteos de fertilización y control químico de malezas, aunque la frecuencia de aplicaciones y cantidad de herbicidas resulta menor. Cuando se suprime el uso de agroquímicos, el rendimiento del maíz posterior al CC disminuye.

Los CC contribuyen al control de malezas, con resultados relevantes en especies de difícil manejo con herbicidas. A partir de la importancia que posee la biomasa producida para ejercer la función supresora, resulta relevante evaluar en próximos experimentos

las posibilidades de adelantamiento de la siembra del CC con el maíz en pie, con el fin de ajustar las fechas y densidades de semilla que garanticen mejores resultados.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Chacra Experimental Bellocq del MDA por brindar el espacio y colaborar en la realización del experimento.

BIBLIOGRAFÍA

BAIGORRIA, T.; CAZORLA, C.; SANTOS, D.; PEGORARO, V.; ORTIZ J. (2012). Evaluación de especies como cultivo de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. Marcos Juárez, INTA. Link de acceso: <https://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-especies-como-cultivo-de-cobertura-ensistemas-agricolas-puros-en-siembra-directa>

BARRACO, M.; GALLACE, E.; DÍAZ-ZORITA, M. (2021). Producción de vicia según condiciones de manejo de la siembra y de la inoculación. Memoria Técnica 2020/2021. EEA General Villegas, 2021. Pág. 34-36. Link de acceso: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/12594>

BASTIAANS, L.; ZHAO, D. L.; DEN HOLLANDER, N.; BAUMANN, D. T.; KRUIDHOF, M.; KROPFF M. J. (2007). Exploiting diversity to manage weeds in agro-ecosystems. In: Scale and Complexity in Plant System Research: Gene-Plant-Crop Relations, Spiertz JHJ, Struik PC and van Laar HH (Eds.). Springer, New York, pág. 267-284.

BURATOVICH, M. V.; ACCIARESI H. (2017). Cultivos de cobertura como moduladores de la emergencia de malezas naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Revista de Tecnología Agropecuaria Vol. 10 N°35, pág. 47-50. Link de acceso: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/207143/CO-NICET_Digital_Nro.f671ae1c-4976-4c9f-8a4a-dd9ffd95a4cb_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y

BURATOVICH, M. V.; ACCIARESI, H. (2023). Los cultivos de cobertura y la dinámica poblacional de Rama negra. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Revista de Tecnología Agropecuaria Vol. 11 N°42. Pág. 53-59. Link de acceso: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/12594>

inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/15973

CAZORLA, C.; LARDONE, A.; BOJANICH, M.; AIMETTA, B.; VILCHES, D.; BAIGORRIA, T. (2013). Antecesoros de maíz: barbecho o cultivos de cobertura. Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., Quiroga A, Santos D. & M. Bodrero), pág. 181-185. Link de acceso: https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Baigorria/publication/264843149_Antecesoros_de_maiz_barbecho_o_cultivos_de_cobertura/links/56127a9608ae4f0b65155591/Antecesoros-de-maiz-barbecho-o-cultivos-de-cobertura.pdf

ESHENAUR, B.; GRANT, J.; KOVACH, J.; PETZOLDT, C.; DEGNI, J.; TETTE, J. www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ. Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides." New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992 – 2020.

GALLACE, E.; DALMASSO, L.; DÍAZ-ZORITA, M. (2021). Nodulación de plantas de vicia según condiciones de siembra y de la inoculación con rizobios. Libro de Resúmenes del V Congreso Argentino de Microbiología Agrícola y Ambiental. 15-17 de septiembre del 2021. UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Modo Virtual. P. 71.

KOVACH, J.; PETZOLDT, C.; DEGNI, J.; TETTE, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin 139:1–8.

PÉREZ, G.; ESTELRRICH, C.; GILES GARCÍA, P. A. (2025). Caracterización del área periurbana de Bolívar y contribuciones para la producción de cultivos agrícolas extensivos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Revista RED N°4. Pág. 41-53. Link de acceso: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/23231>

VANZOLINI, J.; RENZI, J. P.; MARTÍNEZ, J. M.; REINOSO, O. (2010). Efecto de la fecha de siembra sobre la producción de materia seca y la acumulación de N en Vicia villosa roth como cultivo de cobertura. Link de acceso: https://www.researchgate.net/publication/327077112_efecto_de_la_fecha_de_siembra_sobre_la_produccion_de_materia_seca_y_la_acumulacion_de_n_en_vicia_villosa_roth_como_cultivo_de_cobertura

Tolerancia de líneas de girasol a cancro del tallo y podredumbre seca del capítulo (*Diaporthe helianthi*/*Phomopsis helianthi*)

DEPERI, S.I.¹; TROGLIA, C.B.²; LLORENS, M.C.³

RESUMEN

El rendimiento del girasol se ve seriamente afectado por el cancro del tallo (CT) y la podredumbre seca del capítulo (PSC), provocados por *Diaporthe/Phomopsis helianthi*, con pérdidas en Argentina de hasta 44 % en grano y 15 % en aceite. La complejidad del patógeno y su control genético dificultan la obtención de genotipos resistentes. En este estudio se evaluaron 164 líneas en un ambiente altamente predisponente. La temperatura máxima, la temperatura mínima y los días con lluvia fueron determinantes en la expresión de la enfermedad, permitiendo identificar materiales con distinto grado de resistencia frente a CT y PSC.

Palabras Clave: mejoramiento genético, resistencia, sudeste bonaerense.

ABSTRACT

Sunflower yield is seriously affected by stem canker (SC) and head dry rot (HDR), caused by *Diaporthe/Phomopsis helianthi*, with losses in Argentina reaching up to 44 % in grain and 15 % in oil. The complexity of the pathogen and its genetic control hinder the development of resistant genotypes. In this study, 164 lines were evaluated in a highly conducive environment. Maximum temperature, minimum temperature, and rainy days were key factors in disease expression, enabling the identification of materials with varying levels of resistance to SC and HDR.

Keywords: genetic improvement, resistance, southeast of Buenos Aires.

¹ Estación Experimental INTA Balcarce; Ruta 226 km 73,5, (7620) Balcarce, provincia de Buenos Aires.

² Agencia de Extensión Rural INTA Balcarce; Calle 22 y 7 N°349, (7620) Balcarce, provincia de Buenos Aires.

³ Chacra Experimental Miramar del Ministerio de Desarrollo Agrario; Ruta 77 km. 20, (7607) Gral Alvarado, provincia de Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

El girasol es la cuarta oleaginosa más importante a nivel mundial. En Argentina, la superficie sembrada se encuentra en aumento, pero el rendimiento se ve afectado por enfermedades fúngicas y factores que favorecen su desarrollo (resistencia de híbridos, inóculo, ambiente y manejo) (Pereyra y Escande 1994).

El cancro del tallo (CT), causado por el complejo *Diaporthe/Phomopsis helianthi* Munt.-Cvetk. (1981), provoca importantes pérdidas de rendimiento (Harveson *et al.*, 2016) entre el 17 y 44 % y de 15 % en aceite (Ghironi *et al.*, 2018). La podredumbre seca del capítulo (PSC) es causada por el mismo patógeno. La diferencia entre ambas es el sitio y momento de ingreso: CT entra por hojas en etapa vegetativa y PSC por hojas cercanas al capítulo tras la floración. La infección inicia en el borde foliar, penetra por poros de hidátodos y progresa por nervaduras hasta el tallo (Harveson *et al.*, 2016). El rendimiento se reduce por maduración anticipada y vuelco, mientras que el aceite solo se afecta por maduración anticipada (Hulke *et al.*, 2019).

Diversas especies de *Diaporthe* causan síntomas similares. En Australia se identificaron cuatro especies (Thompson *et al.*, 2011 y 2018), en EE. UU. tres con distinta agresividad (Mathew *et al.*, 2015 y 2018) y en Argentina seis (Zambelli *et al.*), destacándose *D. helianthii* y *D. gulyae* por su prevalencia y agresividad. La participación de múltiples especies complica la evaluación y la selección, pues genes resistentes a una especie no aseguran protección frente a otras. *Phomopsis* aparece como picnidios sobre canchros (estadio asexual) y *Diaporthe* como peritecios en rastrojo (estadio sexual).

La resistencia a CT es cuantitativa y principalmente aditiva (Vear *et al.*, 1997; Degener *et al.*, 1999; Degléne *et al.*, 1999; Viguié *et al.*, 1999, 2000; Langar *et al.*, 2004). No se dispone de germoplasma con resistencia completa y la complejidad genética dificulta el mejoramiento (Talukder *et al.*, 2020). Además, se conoce poco sobre los componentes de resistencia por órgano.

Por otro lado, los fungicidas actúan como preventivos, debido a la amplia ventana de infección y la dependencia ambiental, ya que los síntomas aparecen 25–30 días tras la infección (Marisevich *et al.*, 2016). Para ser efectiva, la aplicación debe proteger el periodo de mayor susceptibilidad y coincidir con

condiciones para liberación y germinación de ascosporas (Corró Molas *et al.*, 2021). Por ello, la principal herramienta es el uso de híbridos con buen comportamiento, evaluados regularmente (Ayge *et al.*, 2020; Troglia *et al.*, 2021).

Este trabajo propone evaluar el comportamiento de una población diversa de girasol frente a CT y PSC en un ambiente predisponente con alta presión de inóculo con el objetivo de identificar posibles fuentes de resistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Caracterización fenotípica a campo

Se trabajó con una Población de Mapeo por Asociación (PMA) de 164 líneas recombinantes endocriadas del Programa de Mejoramiento Genético de Girasol del INTA, evaluada en tres campañas consecutivas: 2022/23, 2023/24 y 2024/25. El ensayo se ubicó en Miramar, Bs. As. (Lat. -38.15339°, Long. -57.99134°), zona de alto riesgo climático (Corró Molas *et al.*, 2021). Se utilizaron lotes de la Chacra Experimental de Miramar del Ministerio de Desarrollo Agrario, considerados infectarios naturales por la presencia de rastrojo infectado de campañas previas.

Se utilizó un diseño en bloques incompletos tipo alfa-látice con dos repeticiones, intercalando testigos (híbridos susceptibles a CT) y líneas resistentes y susceptibles del programa de mejoramiento como medidores del nivel de enfermedad. La unidad experimental fue un surco de 4 m (≈ 20 plantas) con 55 cm entre surcos. La siembra, manual y bajo siembra directa con posterior raleo, se realizó el 09/11/22, 31/10/23 y 15/10/24, dentro del periodo de mayor liberación de ascosporas para la zona (Corró Molas *et al.*, 2021). La evaluación se efectuó de R6 a R8 (Schneiter y Miller, 1981), registrando incidencia como plantas enfermas/plantas totales.

2. Variables climáticas

Se calcularon promedios anuales de temperatura media, máxima y mínima (°C), días con precipitaciones y precipitaciones acumuladas (mm) a partir de datos diarios de octubre a febrero, obtenidos de una estación meteorológica ubicada en el mismo lote que los ensayos. Luego, se realizó un análisis de correlación de Spearman entre variables climáticas y de respuesta, y un modelo de decisión Random Forest (Ho,

1995) con el paquete randomForest (Liaw y Wiener, 2002) en R (R Core Team, 2025).

3. Análisis de datos fenotípicos

Se realizó con modelos generalizados mixtos con el paquete glmmTMB (Brooks *et al.*, 2017) para R (R Core Team, 2025), según el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + (\tau_i) + a_j + (rk) + (fl) + (cm) + \varepsilon_{ijklm}$$

donde: y_{ijk} : variable respuesta; μ : media poblacional; τ_i : efecto del genotipo; a_j : efecto del año; rk : efecto de la k-ésima repetición dentro del año; fl : efecto de la j-ésima fila dentro de la repetición dentro del año; cm : efecto de la k-ésima columna dentro de la repetición dentro del año; ε_{ijkl} : error; $()$ parámetros aleatorios.

Los gráficos de diagnóstico de los modelos se obtuvieron con el paquete estadístico DHARMA (Hartig F., 2024).

Año	T (°C)	T max (°C)	T min (°C)	Pp acum. (mm)	N° días con lluvia
2023	19,2	35	3,6	104,1	5,8
2024	18,3	32,6	2,2	71,1	6,4
2025	18,6	30,6	7,8	79,4	6,6

Tabla 1. Promedios climáticos por año donde: T=Temperatura media, Tmax= Temperatura media máxima, Tmin= Temperatura media mínima, Pp. acum= Precipitaciones acumuladas en el período, N° días con lluvia= Número promedio de días con lluvia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla 1** se muestran los promedios de cada variable climática por campaña y en la **Figura 1** los coeficientes de correlación de Spearman con sus valores p. Todas las correlaciones fueron significativas ($p < 0.05$), algunas negativas, indicando que al aumentar la variable climática disminuye la fenotípica.

Las tres campañas presentaron condiciones pre-disponentes, aunque la menor amplitud térmica en 2024/25 pudo favorecer la liberación de ascosporas y/o el ingreso del patógeno, generando mayor incidencia que en las otras dos. Las correlaciones más fuertes correspondieron a las variables temperatura máxima, mínima y días con lluvia. En este sentido, temperaturas $>32^{\circ}\text{C}$ por varios días podrían detener la infección; el crecimiento del patógeno requiere temperaturas mínimas de 20°C y las lluvias favorecen la ocurrencia humedad relativa $>90\%$ por ≥ 36 h, favoreciendo la infección (Delos y Moinard, 1997; Debaeke *et al.*, 2016; Gulya *et al.*, 2019).

El análisis Random Forest (**Tabla 2**) confirmó la relevancia de las variables T max, T min y días de lluvia. El % IncMSE indicó que al permutar estas variables aumentó considerablemente el error de predicción, mientras que el IncNodePurity mostró su alto poder para reducir la heterogeneidad en las divisiones del árbol. Ambos métodos coincidieron, reafir-

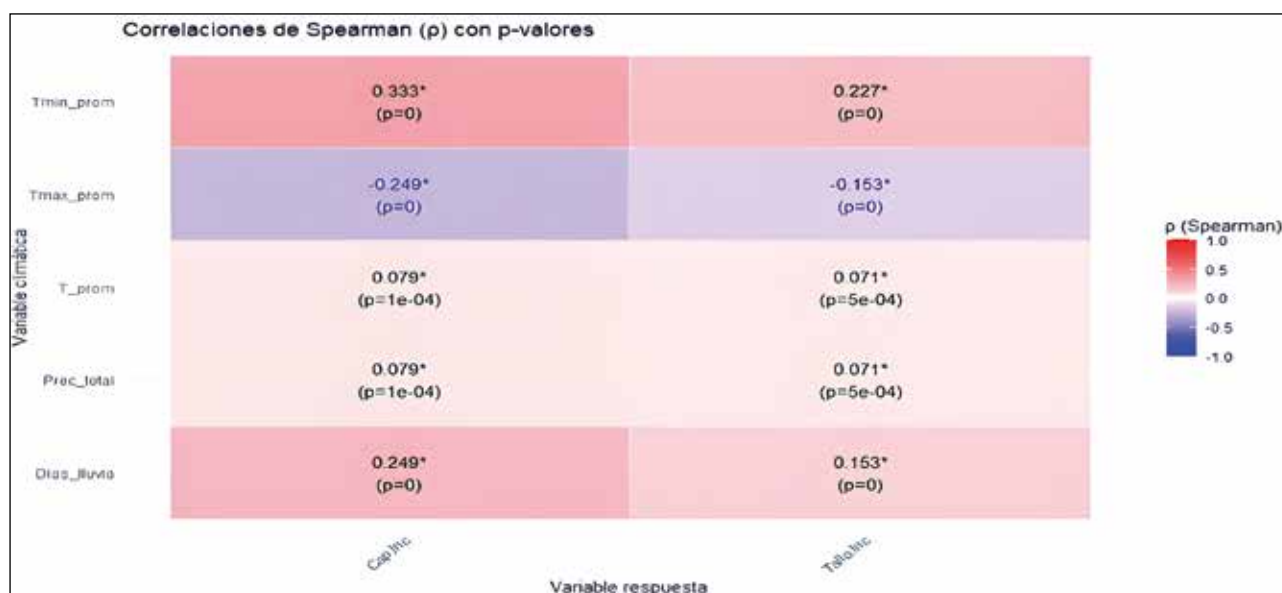


Figura 1. Correlación de Spearman entre variables climáticas y variables fenotípicas donde: ρ Tallo.inc= correlación de la variable Incidencia de cancro de tallo con variables climáticas; ρ Cap.inc= correlación de la variable Incidencia de podredumbre seca de capítulo con variables climáticas.

mando su importancia en el desarrollo de la enfermedad en campo.

Para el cálculo de medias ajustadas se utilizó el paquete glmmTMB, que permite estimar modelos generalizados mixtos con distribuciones infladas en cero, útiles cuando hay más ceros de los esperados (Brooks *et al.*, 2017). Dado que los datos corresponden a incidencia de enfermedad (plantas enfermas/ plantas evaluadas), se empleó un modelo ORDBETA con enlace logit, apropiado para proporciones entre 0 y 1 con alta frecuencia de ceros. La proporción de ceros varió entre años, siendo mayor en campañas con baja incidencia. Se modeló esta proporción mediante la función Zinf, en función del año.

El parámetro de dispersión (ϕ) fue 11,7 para CT y 11 para PSC, indicando buen ajuste: los valores observados se concentran en torno a la media estimada. En el modelo condicional, el efecto Año fue

Variable climática	CT		PSC	
	%IncMSE	Purity	%IncMSE	IncNodePurity
T_prom	12,6640	0,28515	12,4393	0,98199
Tmax_prom	12,9140	0,38090	13,4764	1,82816
Tmin_prom	13,6145	0,38212	13,1083	1,72650
Prec_total	11,7575	0,23352	11,4655	0,80987
Dias_lluvia	13,0914	0,34857	14,1115	1,91605

Tabla 2. Resultado del análisis de Random Forest para las variables climáticas donde: %IncMSE= Porcentaje de incremento del error cuadrático medio, IncNodePurity= Incremento en la pureza de los nodos.

significativo para CT, lo que refleja diferencias climáticas entre campañas. El modelado de ceros también mostró diferencias: 2023 y 2024 presentaron mayor proporción de ceros que 2025 (**Figura 2**), asociadas a menor proporción de plantas enfermas (medias: CT = 0,02; 0,03; 0,09 y PSC = 0,03; 0,02; 0,14). Años con condiciones más predisponentes presentaron menos ceros, atribuibles a menor escape o ausencia de enfermedad. La reducción de ceros en 2025

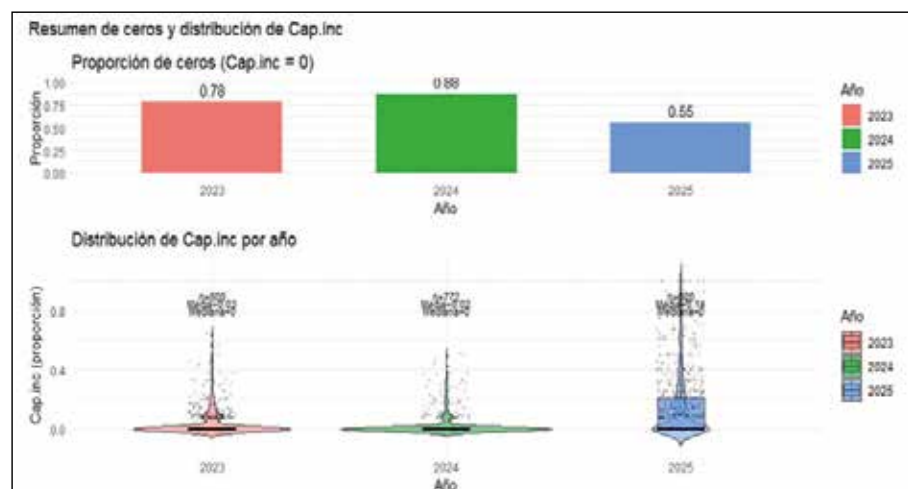
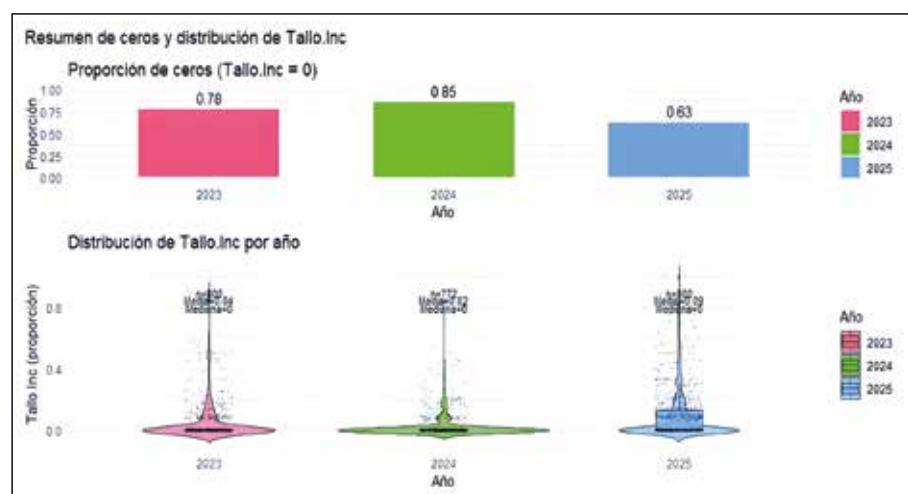


Figura 2a y b. Gráfico de proporción de valores cero y distribución de valores observados en a) CT y b) PSC.

podría relacionarse con el adelanto de siembra, que en Miramar coincide con el período de mayor susceptibilidad y liberación de ascosporas (Corró Molas *et al.*, 2021).

cas dependen de las condiciones atmosféricas que afectan el ciclo del hongo (Duthie, 1997). Así, aunque el inóculo es necesario, el clima resulta determinante en el desarrollo de la enfermedad.

La aparición y severidad de enfermedades fúngi- La **Figura 3** presenta histogramas y diagramas de

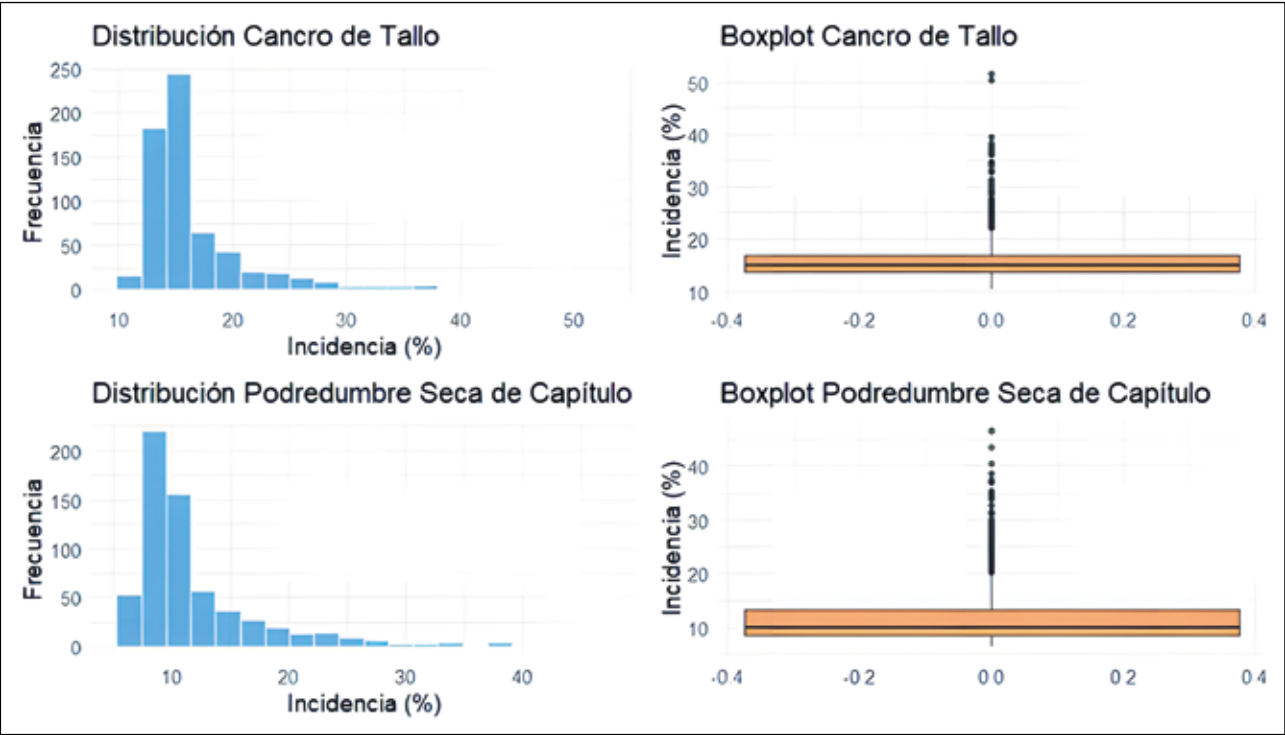


Figura 3. Histograma de frecuencias y diagrama de cajas de valores genéticos para CT y PSC.

Tabla 3. Ranking de los diez genotipos con mejor y peor comportamiento frente a CT y PSC. Los valores correspondientes a los genotipos con peor comportamiento se encuentran ordenados de mayor a menor en la tabla.

CT			PSC		
Genotipo	Categoría	Incidencia (%)	Genotipo	Categoría	Incidencia (%)
1	Mejor	10,35	1	Mejor	6,42
2	Mejor	10,82	2	Mejor	6,53
3	Mejor	11,43	3	Mejor	6,54
4	Mejor	11,53	4	Mejor	6,54
5	Mejor	11,63	5	Mejor	6,57
6	Mejor	11,84	6	Mejor	6,58
7	Mejor	11,9	7	Mejor	6,59
8	Mejor	11,91	8	Mejor	6,59
9	Mejor	11,91	9	Mejor	6,61
10	Mejor	11,91	10	Mejor	6,61
11	Peor	51,64	11	Peor	46,58
12	Peor	50,33	12	Peor	43,52
13	Peor	39,54	13	Peor	40,43
14	Peor	38,41	14	Peor	38,56
15	Peor	37,73	15	Peor	37,47
16	Peor	37,07	16	Peor	37,05
17	Peor	36,52	17	Peor	37,03
18	Peor	36,51	18	Peor	35,36
19	Peor	36,21	19	Peor	34,82
20	Peor	34,85	20	Peor	34,62

caja de valores genéticos de incidencia, y la **Tabla 3** el ranking de los 10 genotipos con mejor y peor comportamiento. En este gráfico se puede observar el carácter cuantitativo de la expresión de la enfermedad, por la presencia de valores continuos de incidencia. Los genotipos más susceptibles tuvieron niveles de infección de alrededor del 50 % de incidencia, mientras que para los genotipos de mejor comportamiento la incidencia llegó a valores del 10 %, aproximadamente. Este hecho también confirma el carácter cuantitativo de la resistencia a ambas enfermedades ya que no existen genotipos con ausencia de enfermedad. Aún con menor frecuencia de valores altos, las tres campañas permitieron discriminar la tolerancia entre genotipos.

CONCLUSIÓN

Debido a lo antes expuesto, se puede observar que la expresión de la enfermedad depende en gran medida de condiciones climáticas predisponentes. Estas últimas junto a la tolerancia de los genotipos a utilizar, pueden ser dos herramientas de gran utilidad para el manejo integrado de cancro del tallo y podredumbre seca del capítulo a campo. Los resultados de este trabajo serán utilizados junto a datos genotípicos en un análisis de asociación para detectar marcadores moleculares ligados a la resistencia a *Diaporthe* en girasol.

BIBLIOGRAFÍA

AYGE, L.; et al. (2020). Evaluación de híbridos de girasol frente a cancro del tallo. *Revista de Agronomía*, 54(1), 45–55.

BROOKS, M.; KRISTENSEN, K.; VAN BENTHEM, K.; MAGNUSSON, A.; BERG, C. W.; NIELSEN, A.; SKAUG, H.; MAECHLER, M.; BOLKER, B. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal*, 9(2), 378–400.

CORRO MOLAS, A. E.; EDWARDS MOLINA, J. P.; THERISOD, G.; COLOMBO, D. N.; MARTINEZ, M. I.; BILBAO, A.; MOSCHINI, R. (2021). Riesgo Climático de la Región Pampeana respecto a la liberación de ascosporas de *Diaporthe helianthi*. Agencia de Extensión Rural General Pico, INTA.

DEGLÉNE, M.; et al. (1999). Quantitative resistan-

ce to sunflower stem canker: genetic analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 98(5), 791–798.

DEGENER, J.; et al. (1999). Inheritance of resistance to *Phomopsis helianthi* in sunflower. *Plant Breeding*, 118(2), 123–128.

DUTHIE, J. A. (1997). Models of the response of foliar parasites to the combined effects of temperature and duration of wetness. *Phytopathology*. 1997 Nov;87(11):1088-95. doi: 10.1094/PHTO.1997.87.11.1088. PMID: 18945004.

GHIRONI, E.; CORRÓ MOLAS, A.; SÁNCHEZ, E.; GAREIS, E. (2018). Variaciones en las pérdidas de rendimiento y aceite por cancro del tallo del girasol en la región semiárida pampeana central. Libro de resúmenes del 5.º Congreso Argentino de Fitopatología, Tucumán, Argentina.

HARTIG, F. (2024). DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models (R package version 0.4.7). <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA> cran.r-universe.dev

HARVESON, R. M.; WHITE, D. G.; PERDUE, R. E.; HANSON, B. D. (2016). Sunflower diseases. In *Compendium of Sunflower Diseases and Pests* (2nd ed., pp. 10–16). The American Phytopathological Society.

HO, T. K. (1995). Random Decision Forest. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition* (pp. 278–282), Montreal, Canada.

HULKE, B. S.; HULKE, K. E.; GULYA, T. J. (2019). Sunflower diseases and seed quality reduction caused by *Diaporthe* spp. *Plant Disease*, 103(5), 987–994. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1682-RE>

LANGAR, H.; et al. (2004). Molecular markers linked to stem canker resistance in sunflower. *Plant Breeding*, 123(1), 21–26.

LIAW, A.; WIENER, M. (2002). Classification and regression by randomForest. *R News*, 2(3), 18–22. <http://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>

MARISEVICH, A.; et al. (2016). Epidemiology and management of stem canker in sunflower. *Plant Pathology Journal*, 15(3), 113–120.

- MATHEW, F. M.; GULYA, T. J.; XUE, A. G. (2015). Pathogenic variation among isolates of *Diaporthe* species causing stem canker of sunflower in the USA. *Plant Disease*, 99(7), 977–982.
- MATHEW, F. M.; GULYA, T. J.; XUE, A. G. (2018). Characterization of *Diaporthe* species causing sunflower stem canker and variation in aggressiveness among isolates. *Plant Disease*, 102(6), 1209–1218.
- MUNTANOLA-CVETKOVIĆ, M. (1981). *Diaporthe/Phomopsis helianthi* sp. nov., causal agent of stem canker of sunflower. *Mycopathologia*, 73(2-3), 125–130. <https://doi.org/10.1007/BF00437103>
- PEREYRA, V. R.; ESCANDE, A. R. (1994). Enfermedades del girasol en la Argentina: manual de reconocimiento.
- R CORE TEAM. (2025). R: A language and environment for statistical computing [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21, 901–903. <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060024x>
- TALUKDER, Z. I.; et al. (2020). Genetic dissection of resistance to *Diaporthe helianthi* in sunflower. *Crop Science*, 60(5), 2733–2743.
- THOMPSON, S. E.; SCHILLINGER, D.; GULYA, T. (2011). Characterization of *Diaporthe* species associated with sunflower stem canker in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 40(2), 157–167.
- THOMPSON, S. E.; SCHILLINGER, D.; GULYA, T. (2018). Species complex of *Diaporthe* causing stem canker in sunflower: taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*, 67(3), 578–588.
- TROGLIA, C.; et al. (2021). Caracterización fenotípica de híbridos de girasol para resistencia a *Diaporthe*. *Agricultura Técnica*, 81(4), 311–320.
- VEAR, F.; LANGLADE, N.; DEGLENE, M. (1997). Genetics of resistance to stem canker in sunflower. *Euphytica*, 94(3), 263–270.
- ZAMBELLI, A.; MANCEBO, M. F.; BAZZALO, M. E.; REID, R. J.; SANCHEZ, M. C.; KONTZ, B. J.; MATHEW, F. M. (2021). Six species of *Diaporthe* associated with *Phomopsis* stem canker of sunflower in southern Pampean region of Argentina. *Plant Health Progress*, 22(2), 136–142. <https://doi.org/10.1094/PHP-08-20-0070-RS>

Efecto de la alcalinidad y profundidad del horizonte arcilloso sobre el rendimiento relativo de maíz y soja¹

GARELLO, F.J.^{2,3}; LARREA, G.⁴; CICCHINO, M.²; MELANI, E.M.²

RESUMEN

La Pampa Deprimida ha experimentado un fuerte avance de los cultivos de soja y maíz hacia suelos con limitantes alcalinas que se suman a las restricciones físicas que impone el horizonte Bt en los sectores más elevados del relieve. En este contexto, surge la necesidad de conocer si dichas limitantes impactan o no en los rendimientos de estos cultivos, y el valor umbral a partir del cual el rendimiento ya no se ve afectado. Se realizó un muestreo en dos lotes de la Pampa Deprimida donde se midió 1) la profundidad al horizonte Bt/Btn y 2) el pH de este. Se calculó el rendimiento relativo (RR) de maíz y soja cultivados en campañas previas y se relacionó dicha variable con la profundidad al horizonte Bt/Btn. Por otro lado, se calculó la reducción del RR y se la relacionó al pH del horizonte Bt/Btn. Se pudo determinar que incrementos de la profundidad al horizonte Bt/Btn por encima de los 34 cm, generaron incrementos de los RR en maíz, este impacto positivo no se observó en soja. Por otra parte, incrementos unitarios del pH del Bt/Btn provocaron reducciones del 9.6% del RR en maíz y del 11.8% del RR en soja. Esto demuestra una mayor relevancia de la profundidad al Bt/Btn en maíz, y de la alcalinidad subsuperficial en soja.

Palabras Clave: pH, horizonte Bt/Btn, cultivos, suelos sódicos.

ABSTRACT

The depressed pampas has experienced a strong advance of soybean and corn crops towards soils with alkaline limitations that are added to the physical restrictions imposed by the Bt horizon in the highest sectors of the relief. In this context, the need arises to know whether these limitations impact the yields of these crops, and the threshold value from which the yield is no longer affected. A sampling was carried out in two lots of depressed pampas where 1) the depth to the Bt/Btn horizon and 2) the pH of the same were measured. The relative yield (RR) of corn and soybeans grown in previous seasons was calculated and this variable was related to the depth to the Bt/Btn horizon. On the other hand, the RR reduction was calculated and related to the pH of the Bt/Btn horizon. It was determined that increases in the depth to the Bt/Btn horizon above 34 cm generated increases in RR in corn, this positive impact was not observed in soybeans. On the other hand, unit increases in Bt/Btn pH led to reductions of 9.6% of the RR in corn and 11.8% of the RR in soybeans. This demonstrates a greater relevance of Bt/Btn depth in corn, and of subsurface alkalinity in soybeans.

Keywords: pH, Bt/Btn horizon, crops, sodic soils.

¹ Trabajo previamente publicado en el XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Catamarca, mayo 2024 <https://www.suelos.org.ar/sitio/actas-cacs-2024/>

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) AER Chascomús, Mitre 202, (7130) Chascomús, provincia de Buenos Aires.

³ Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires (FAUBA), Cátedra de Edafología, Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) AER Maipú, Belgrano 696 (7160) Maipú, provincia de Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

El maíz y la soja son los cultivos más implantados en la Pampa Deprimida alcanzando entre ambos durante la campaña 2021/22 una superficie de $\approx 795\,000$ hectáreas (SAGyP, 2023). En esta región, las propiedades edáficas que más limitan el crecimiento de los cultivos es la alcalinidad subsuperficial y una reducida permeabilidad asociada a un horizonte fuertemente arcilloso que provoca frecuentes anegamientos (INTA, 1980; INTA, 1990; Taboada *et al.*, 2021). A su vez, estas características presentan una marcada heterogeneidad espacial que le confiere un aspecto “manchoneado” a los lotes cultivados (Imbellone *et al.*, 2021; INTA, 1990), lo que complejiza el manejo de los cultivos a dicha escala, situación que actualmente está siendo corregida a través del manejo sitio-específico de los sistemas de producción (Adamchuk *et al.*, 2007; Dobermann *et al.*, 2003; Kyaw *et al.*, 2008).

Numerosos trabajos (Celestina *et al.*, 2019; Sale *et al.*, 2021; Tavakkoli *et al.*, 2022) han reportado que aumentos unitarios del pH superficiales por encima de 7, redujeron los rendimientos relativos entre un 9 a 11 % en cultivos invernales como trigo, garbanzo o colza. Por otro lado, aumentos en la profundidad al horizonte Bt provocan incrementos en los rendimientos como ha sido observado en soja (Maggi *et al.*, 2016), o trigo y cebada (Nuttall *et al.*, 2004), debido a una mayor proliferación de raíces que permitirían una mayor captura de agua (Micucci y Taboada, 2006; Taboada y Alvarez, 2008). Sin embargo, es poco conocido cuál de éstas dos características es más importante en los rendimientos potencialmente alcanzables, y si existe un valor umbral a partir del cual la respuesta en el rendimiento se acentúa o ya no presenta variaciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de un rango de valores de pH y profundidad al horizonte Bt/Btn sobre el rendimiento relativo de maíz y soja, cuantificando a partir de qué valor umbral aumenta o se estabiliza la respuesta en rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un establecimiento ubicado a 15 km al este de la ciudad de Chascomús en la región norte de la Pampa Deprimida.

Se realizó un muestreo en grilla en dos lotes (**Figura 1**) que cubren 55 hectáreas. Los puntos de muestreo

estaban distanciados a $\approx 80\text{--}90$ m entre sí. En cada estación se hicieron tres piques con un barreno. En cada pique se midió la profundidad al horizonte arcilloso (de ahora en adelante “horizonte Bt/Btn”) y se extrajeron muestras del horizonte Bt/Btn para determinar el pH en una relación suelo:agua 1:2,5.

Se calcularon estadísticos descriptivos para analizar las variables de suelo medidas utilizando el software R Studio (R Core Team, 2021). Dado que, tanto la profundidad del horizonte Bt/Btn como el pH presentan una baja variación interanual (Hazelton y Murphy, 2007), la profundidad al Bt/Btn se relacionó a los valores de rendimientos relativos (RR) de maíz y soja cosechados en campañas previas (**Tabla 1**), mientras que el pH del Bt/Btn se relacionó con la reducción en el rendimiento relativo. Para explorar dicha relación se utilizó el método de análisis del arcoseno-logaritmo (Correndo *et al.*, 2017). La información de los valores de rendimiento para cada punto de muestreo se obtuvo a partir de mapas de rendimiento generados con cosechadora autopropulsada. El RR se calculó como el cociente entre el rendimiento obtenido en las estaciones de muestreo con el rendimiento más alto del lote en la campaña correspondiente, multiplicado por 100. La reducción del RR se calculó como la diferencia del RR máximo con el RR obtenido en las estaciones de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla 1** se presentan los estadísticos descriptivos de los atributos edáficos estudiados. Para

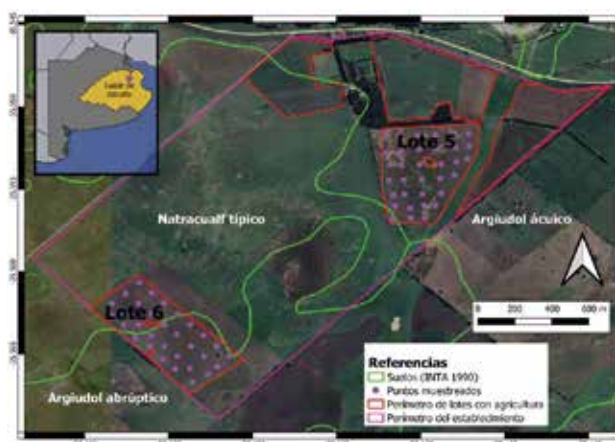


Figura 1. Plano del establecimiento “San Martín” (límites violetas) y ubicación en la Pampa Deprimida (mapa superior-izquierdo). Los puntos violetas dentro de los lotes con borde rojo indican los sitios de muestreo.

Lote	Variable	n	Media	Mediana	D.E.	CV	Min.	Máx.
1	pH	29	7.53	7.3	0.79	10.55	6.37	8.8
	Profundidad al horizonte 29 Bt/Btn	29	24.93	25	8.03	32.21	5	37
2	pH	30	6.71	6.48	0.65	9.69	6.27	8.97
	Profundidad al horizonte 30 Bt/Btn	30	31.93	33	9.94	31.14	10	55

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para las variables de suelo medidas en los lotes 1 y 2.

ambos lotes, las variables mostraron una pequeña desviación de la normalidad, ya que la media y la mediana presentaron valores muy similares.

Por otra parte, los coeficientes de variación (CV) de la profundidad al horizonte Bt/Btn fueron muy altos en comparación al pH de ambos lotes, lo que sugiere una alta variabilidad espacial dentro de cada lote (**Tabla 1**). Esto coincide con lo reportado por Imbellone *et al.* (2021) quienes informaron una alta variabilidad espacial a nivel de intra-lote de la profundidad al horizonte arcilloso.

Los RR en maíz y la reducción de los RR de maíz y soja mostraron una relación significativa con la profundidad al horizonte Bt/Btn y el pH de este (**Figura 2**).

El incremento de la profundidad al horizonte Bt/Btn aumentó los RR en maíz ($r = 0,53$), mientras que en soja dicha relación no fue significativa ($r = 0,34$)

(**Figuras 2A y B**). La profundidad crítica al horizonte Bt/Btn para el cultivo de maíz fue de 34 cm (**Figura 2A**). Por otra parte, para el cultivo de soja, la relación no fue significativa y por lo tanto no se pudo determinar un valor de profundidad crítica al horizonte Bt/Btn. Esto sugiere que, para alcanzar los máximos rendimientos en grano el cultivo de maíz necesita suelos de mayor potencial productivo, donde el horizonte arcilloso (ej.: Bt/Btn) esté lo más profundo posible. Mientras que, el cultivo de soja, se adaptaría a suelos más someros y de menor capacidad productiva donde la profundidad al horizonte Bt/Btn se vuelve una variable menos relevante.

Las reducciones en el RR, tanto en maíz como en soja, fueron más notables cuanto mayor fueron los valores del pH del horizonte Bt/Btn (rango de 6 a 9) (**Figura 2C y D**). Esto concuerda con numerosos trabajos donde se reportaron reducciones en los RR en cultivos de trigo, cebada, soja y colza (Anthony *et al.*, 2012; Filippi *et al.*, 2019; Rogovska *et al.*, 2007;

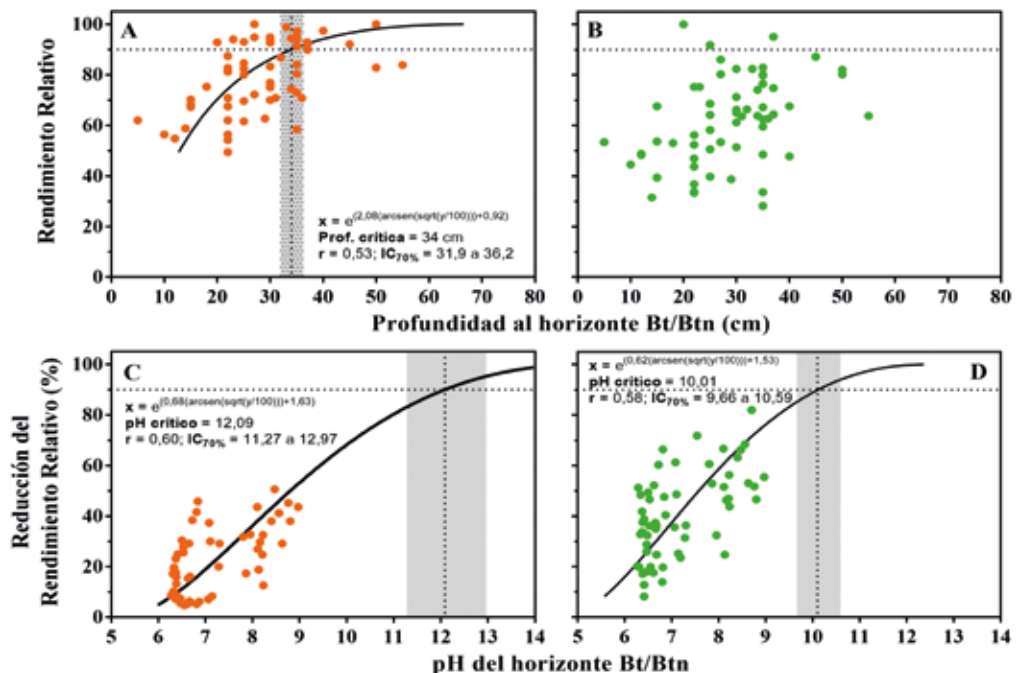


Figura 2. Rendimiento relativo en función de la profundidad al horizonte Bt/Btn para los cultivos de maíz (A) y soja (B), y reducción del rendimiento relativo en función del incremento del pH del horizonte Bt/Btn para los cultivos de maíz (C) y soja (D).

Tavakkoli *et al.*, 2022). Por cada punto de incremento del pH, la reducción del RR fue del 9,6 % en maíz y del 11,8 % en soja. Mientras que el valor de pH crítico fue de 12,09 en maíz (**Figura 2C**) y 10,01 para la soja (**Figura 2D**). Estos resultados sugieren una mayor sensibilidad a la alcalinidad subsuperficial de la soja respecto al maíz, lo cual podría estar explicado por deficiencias nutricionales del suelo. En este sentido, Anthony *et al.* (2012) propusieron la utilización de umbrales críticos de Zn más altos en suelos con pH alcalinos (>7.2) para el cultivo de soja. Los resultados hallados en este trabajo son de alta relevancia, dado que mucho se ha estudiado el efecto de los pH alcalinos o ácidos de los estratos superficiales sobre el RR de maíz y soja (Pagani y Mallarino, 2012; Rogovska *et al.*, 2007), y poco sobre cómo los pH alcalinos subsuperficiales pueden limitar a los cultivos, situación muy frecuente en la Pampa Deprimida (Taboada *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

Se observó una alta heterogeneidad espacial de la profundidad del horizonte Bt/Btn, la cual fue superior a la variación espacial del pH.

La productividad del maíz mostró una relación significativa con el espesor del horizonte A. El rendimiento relativo del cultivo se incrementó 1,5 % por cada cm de incremento del horizonte A hasta los 34 cm.

La reducción del rendimiento relativo en función de incrementos del pH del horizonte Bt/Btn se dio tanto en maíz, como en soja, con una aparente mayor sensibilidad en la soja, ya que, por cada un punto de incremento del pH, la reducción del RR fue del 9,6 % en maíz y del 11,8 % en soja.

Estos resultados sugieren que el maíz presenta una menor aptitud que soja en suelos someros, mientras que la soja es una especie más sensible a la alcalinidad subsuperficial, aportando herramientas para la toma de decisiones de manejo en ambientes heterogéneos como los de la cuenca del Salado.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMCHUK, V.I.; LUND, E.D.; REED, T.M.; FERGUSON, R.B. (2007). Evaluation of an on-the-go technology for soil pH mapping. *Precis. Agric.* 8, 139-149. <https://doi.org/10.1007/s11119-007-9034-0>
- ANTHONY, P., MALZER, G., SPARROW, S., ZHANG, M. (2012). Soybean yield and quality in relation to soil properties. *Agron. J.* 104, 1443-1458. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0095>
- CELESTINA, C., HUNT, J.R., SALE, P.W.G., FRANKS, A.E. (2019). Attribution of crop yield responses to application of organic amendments: A critical review. *Soil Tillage Res.* 186, 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.10.002>
- CORRENDON, A.A., SALVAGIOTTI, F., GARCÍA, F.O., GUTIÉRREZ-BOEM, F.H. (2017). A modification of the arcsine-log calibration curve for analysing soil test value-relative yield relationships. *Crop Pasture Sci.* 68, 297-304. <https://doi.org/10.1071/CP16444>
- DOBERMANN, A., PING, J.L., ADAMCHUK, V.I., SIMBAHAN, G.C., FERGUSON, R.B. (2003). Classification of Crop Yield Variability in Irrigated Production Fields. *Agron. J.* 95, 1105-1120. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1105>
- FILIPPI, P., JONES, E.J., GINNS, B.J., WHELAN, B.M., ROTH, G.W., BISHOP, T.F.A. (2019). Mapping the Depth-to-Soil pH Constraint, and the Relationship with Cotton and Grain Yield at the Within-Field Scale. *Agronomy* 9, 251. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050251>
- HAZELTON, P., MURPHY, B. (2007). Interpreting Soil Test Results: WHAT DO ALL THE NUMBERS MEAN?, Interpreting Soil Test Results. CSIRO PUBLISHING, Victoria, Australia. <https://doi.org/10.1071/9781486303977>
- IMBELLONE, P.A., TABOADA, M.A., DAMIANO, F., LAVADO, R.S. (2021). Genesis, Properties and Management of Salt-Affected Soils in the Flooding Pampas, Argentina, en: *Saline and Alkaline Soils in Latin America*. Springer International Publishing, Cham, pp. 191-208. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7_10
- INTA, (1990). Cartas de suelos de la República Argentina: Provincia de Buenos Aires [WWW Document]. URL <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/index.htm> (accedido 7.5.21).
- INTA, (1980). La Pampa Deprimida: Condiciones de drenaje de sus suelos.

KYAW, T., FERGUSON, R.B., ADAMCHUK, V.I., MARX, D.B., TARKALSON, D.D., MCCALLISTER, D.L. (2008). Delineating site-specific management zones for pH-induced iron chlorosis. *Precis. Agric.* 9, 71-84. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9059-z>

MAGGI, A.E., BEHRENDT, KRAEMER, F., INTROCASO, R.M., THOMPSON, D. (2016). Caracterización física y química de un argiudol vértico de la pampa ondulada con erosión hídrica en el surco y entre surco. *Cienc. del Suelo* 34, 113-126.

MICUCCI, F.G., TABOADA, M.A. (2006). Soil physical properties and soybean (*Glycine max*, Merrill) root abundance in conventionally- and zero-tilled soils in the humid Pampas of Argentina. *Soil Tillage Res.* 86, 152-162. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.02.004>

NUTTALL, J.G., ARMSTRONG, R., IMHOF, M., ABUZAR, M., BELFORD, R. (2004). Subsoil Constraints to Dryland Crop Production on the Low of Southeastern Australia. *Challenges Strat. Dryl. Agric.* 373-387.

PAGANI, A., MALLARINO, A.P. (2012). Soil pH and Crop Grain Yield as Affected by the Source and Rate of Lime. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76, 1877-1886. <https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0119>

R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing.

ROGOVSKA, N.P., BLACKMER, A.M., MALLARINO, A.P. (2007). Relationships between Soybean Yield, Soil pH, and Soil Carbonate Concentration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71, 1251-1256. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0235>

SAGyP, (2023). Estimaciones Agrícolas [WWW Document]. URL <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/> (accedido 1.12.23).

SALE, P.W.G., TAVAKKOLI, E., ARMSTRONG, R., WILHELM, N., TANG, C., DESBIOLLES, J., MALCOLM, B., O'LEARY, G., DEAN, G., DAVENPORT, D., HENTY, S., HART, M. (2021). Ameliorating dense clay subsoils to increase the yield of rain-fed crops, 1.a ed, *Advances in Agronomy*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.08.003>

TABOADA, M.A., ALVAREZ, C.R. (2008). Root abundance of maize in conventionally-tilled and zero-tilled soils of Argentina. *Rev. Bras. Cienc.* do

Solo 32, 769-779. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000200031>

TABOADA, M.A., DAMIANO, F., CISNEROS, J.M., LAVADO, R.S. (2021). Origin, Management and Reclamation Technologies of Salt-Affected and Flooded Soils in the Inland Pampas of Argentina, en: Taleisnik, E., Lavado, R.S. (Eds.), *Saline and Alkaline Soils in Latin America*. Springer, pp. 209-228. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7>

TAVAKKOLI, E., UDDIN, S., RENGASAMY, P., MCDONALD, G.K. (2022). Field applications of gypsum reduce pH and improve soil C in highly alkaline soils in southern Australia ' s dryland cropping region. *Soil Use Manag.* 38, 466-477. <https://doi.org/10.1111/sum.12756>

La calidad de soja en Argentina: análisis y mapas nacionales de proteína, aceite y aminoácidos¹

ACCORONI, C.²; CHIALVO, E.³; GALLARDO, M.⁴; ZELAYA, D.K.⁵; CONDE, M.B.³; ENRICO, J.M.²; MAGNANO, L.²; MIR, L.R.³; SANTOS, D.J.⁴; ROSSI, R.⁶

RESUMEN

La calidad de la soja varía según factores como geolocalización, genética, clima y manejo del cultivo. El objetivo de este estudio fue analizar la composición de la soja argentina (proteína, aceite y aminoácidos, principalmente aminoácidos clave (KAA), sumatoria de lisina, cisteína, metionina, treonina y triptófano) en ocho zonas productivas del país durante tres campañas (2020/21, 2021/22 y 2023/24). Para ello, se recolectaron muestras de granos de soja (n=2614) en campos de productores y se analizaron en laboratorios por NIR y HPLC-MStQ. Los resultados mostraron que la calidad de la soja varió por zona y año, el noroeste argentino (NOA) presentó los valores más altos de proteína, mientras que los valores más altos de aceite se hallaron en centro de Santa Fe y zona núcleo. Con respecto a KAA, el valor medio nacional fue superior al referenciado internacionalmente. Este estudio generó información valiosa y los primeros mapas nacionales de calidad intrínseca de soja en Argentina, destacando la necesidad de continuar investigando las interacciones entre la misma y los diversos factores que la afectan.

Palabras Clave: geolocalización, composición nutricional, proteína verdadera.

ABSTRACT

The quality of soybeans varies depending on factors such as geolocation, genetics, climate, and crop management. The objective of this study was to analyze Argentine soybeans composition (protein, oil, and amino acids; mainly key amino acids (KAA); sum of lysine, cysteine, methionine, threonine, and tryptophan) in eight productive areas of the country during three seasons (2020/21, 2021/22, and 2023/24). Samples of soybeans (n=2614) were collected from producers' fields and analyzed in laboratories by NIR and HPLC-MStQ. Results showed that soybean quality varied by region and year, the northwest of Argentina (NOA) showed the highest protein values, while the highest oil values were found in central Santa Fe and the core region. Regarding KAA, the national mean value was higher than the international reference. This study generated valuable information and the first national maps of intrinsic soybean quality in Argentina, highlighting the importance of investigating further interactions between soybean quality and the various factors that affect it.

Keywords: geolocation, nutritional composition, true protein.

¹ Parte del mencionado trabajo ha sido previamente publicado como "Accoroni, C.; et al. (2023) Evaluación de la composición y perfil de aminoácidos en granos de soja en Argentina" en <https://repositorio.inta.gob.ar/> y "Accoroni, C.; et al. (2024). Mapeo de la calidad del grano de soja en Argentina: un análisis de nutrientes claves (aceite, proteína, aminoácidos)" en <https://www.researchgate.net/> y resulta una revisión con sus agregados y novedades.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Oliveros, Ruta Nacional 11 Km 353, Santa Fe, Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez, Ruta 12 km 3, Córdoba, Argentina.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Ruta 11 Km 12,5, Entre Ríos, Argentina.

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, Ruta Provincial 301 Km 32, Tucumán, Argentina.

⁶ Asociación de la Cadena de la Soja, Paraguay 777, Rosario, Santa Fe, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que impulsan la producción mundial de soja (*Glycine max* L. (Merr.)) es su importancia económica debida al uso de sus granos como pienso para nutrición animal, fuente de proteínas para el ser humano, aceite comestible y materia prima para biocombustibles (Assefa *et al.*, 2018). Es importante señalar que la producción de estas proteínas vegetales altamente nutritivas requiere menos tierra y presenta una huella de carbono menor que la requerida para producir la misma cantidad de proteínas a partir de otras fuentes proteicas tanto animales como vegetales. Además, esta fuente proteica relativamente barata para la nutrición tiene un contenido proteico (CP) medio de 35-40 %, un perfil de aminoácidos (AA) completo, de los cuales un 1,5 % de ellos son AA azufrados; cisteína y metionina (Pfarr *et al.*, 2018).

Investigaciones revelan que la soja presenta diferentes composiciones de CP y perfil de AA dependiendo del origen de procedencia de sus harinas (Ibañez *et al.*, 2020; García Rebollar *et al.*, 2016) y, además, que dicha composición nutricional es afectada por factores tales como temperaturas promedio durante el llenado de grano ligada a la latitud y altitud (geolocalización), la genética, el régimen hídrico, la nutrición del suelo, el manejo como la fecha de siembra y las rotaciones (Assefa *et al.*, 2018; Cuniberti *et al.*, 2018; Borja Reis *et al.*, 2020; Di Mauro *et al.*, 2018; Bozas *et al.*, 2019).

La *American Soybean Association* y la *United States Soybean Export Council* (USSEC), han planteado el concepto de “proteína verdadera” para realizar las formulaciones de nutrición animal, definiendo a la proporción de AA que constituye intrínsecamente a la proteína como el verdadero valor a partir del cual se debería comercializar las harinas de soja. Esto es debido a que los AA tienen diferente importancia en nutrición ya que los AA esenciales no pueden ser sintetizados por el cuerpo y deben ser obtenidos de las dietas. Los cinco AA más críticos (Lis, Cis, Met, Tre, Trip), cuya sumatoria se conoce como AA clave (KAA).

Dentro de los antecedentes de calidad de la soja Argentina y sus derivados, por un lado, existen publicaciones científicas internacionales que describen la calidad de harinas de diferentes procedencias (EE. UU., Argentina, Brasil, India) posicionándolas competitivamente en el mercado (García Rebollar *et al.*,

2016; Ibañez *et al.*, 2020, Arjona-Smit, 2022) y, por el otro, información nacional de calidad de granos de soja generada por la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO) y evaluación de acopios (Cuniberti *et al.*, 2018; Chialvo *et al.*, 2021). A partir de un convenio específico de trabajo entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Asociación de la Cadena de la soja (ACSOJA) en el marco del proyecto “Evaluación del contenido de proteína y aceite de la soja argentina” se iniciaron los primeros estudios que derivaron en la creación de la “Red Estratégica de Conocimiento de Calidad de Granos y sus Derivados de Cereales y Oleaginosas-REC-I705”, que es una herramienta formal de red nacional de INTA donde se realiza la determinación anual de calidad de los granos de soja.

Los objetivos de este estudio fueron estudiar la calidad composicional: concentración proteica (CP), concentración de aceite (CO) y perfil de AA de los granos de soja argentina procedente de campos georreferenciados de productores en ocho zonas del área nacional (núcleo, sur de Buenos Aires, Entre Ríos, sudoeste de Córdoba, norte de Córdoba, centro de Santa Fe, noroeste de Argentina (NOA) y noreste de Argentina (NEA)) y generar mapas nacionales de dicha calidad para su posterior divulgación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de soja en campos de productores por personal de 121 agencias extensión rural del INTA a lo largo del área nacional de siembra. Para ello, se consideró una muestra por cada 15.000 hectáreas sembradas en zonas centrales y una muestra por cada 5.000 hectáreas en zonas productivas marginales (Magyp, 2022), teniendo en cuenta que el 66,2 % corresponde a soja como cultivo único y el 33,8 % a doble cultivo, lo que supuso un total de 550, 902 y 1162 muestras en 2020/21, 2021/22 y 2023/24, respectivamente.

Las muestras procedían de ocho zonas definidas por criterios agronómicos: núcleo, Santa Fe centro, Entre Ríos, Noreste Argentino (NEA), Noroeste Argentino (NOA), Córdoba norte, Córdoba sudoeste y Buenos Aires sur. Para cada muestra se registraron datos tales como fecha de siembra, cultivar, tipo y dosis de fertilización, inoculación, georreferencia del lote, cultivo antecesor y rendimiento.

En segunda instancia, todas las muestras fueron

analizadas en los laboratorios de las Estaciones Experimentales de Oliveros, Marcos Juárez, Paraná y Balcarce mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR DS2500 FOSS). Allí se determinó y analizó estadísticamente la proteína, el aceite y profat (proteína más aceite), expresados en base seca. Posteriormente, se delimitaron tres rangos (bajo, medio y alto) basados en el CP de las muestras (n=1452, 2020/21 y 2021/22), utilizando los percentiles 33 y 66. Se seleccionó un tercio de las muestras (n=394) mediante muestreo sistemático para evaluar el perfil completo de AA mediante HPLC-MStQ, que se determinaron en los laboratorios de Greenlab. De las muestras seleccionadas para la campaña 2023/24 (n=355) aún

no se han finalizado los análisis correspondientes. Finalmente, el grupo de gestión de profesionales ha realizado los análisis estadísticos y geoestadísticos para la posterior escritura de informes anuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **tabla 1** se muestran los valores medios nacionales del PC, CO y profat de las tres campañas realizadas (2020/21, 2021/22, 2023/24) para cada una de las zonas. Los **gráficos 1, 2 y 3** muestran los mapas de proteínas, aceite y profat para los tres años, respectivamente. En cuanto a los valores me-

Campaña 2020/21				
Zona	n	Proteína (%b	Aceite (%bs	Profat (%)
Núcleo	243	36,3	23,2	59,5
Buenos Aires Sur	37	36,9	21,0	57,9
Córdoba Norte	43	37,1	22,2	59,3
Córdoba Sudoeste	58	37,2	21,9	59,1
NEA	24	37,2	22,8	60,0
Santa Fe Centro	78	35,7	24,7	60,4
Entre Ríos	26	36,3	22,7	59,0
NOA	35	38,0	22,6	60,6
Total	544	36,6	23,0	59,6
Campaña 2021/22				
Zona	n	Proteína (%b	Aceite (%bs	Profat (%)
Núcleo	212	35,2	23,7	58,8
Buenos Aires Sur	103	35,8	20,2	56,1
Córdoba Norte	80	36,3	22,0	58,3
Córdoba Sudoeste	211	36,1	22,3	58,4
NEA	83	35,4	22,1	57,5
Santa Fe Centro	88	35,3	23,1	58,3
Entre Ríos	56	34,8	22,1	56,8
NOA	22	37,0	21,7	58,7
Total	855	35,6	22,3	57,9
Campaña 2023/24				
Zona	n	Proteína (%b	Aceite (%bs	Profat (%)
Núcleo	497	35,8	24,4	60,3
Buenos Aires Sur	122	36,9	21,6	58,4
Córdoba Norte	121	37,2	22,5	59,7
Córdoba Sudoeste	116	37,4	23,0	60,4
NEA	111	35,4	25,0	60,4
Santa Fe Centro	90	36,6	24,2	60,8
Entre Ríos	59	35,0	24,4	59,4
NOA	40	36,2	23,8	60,0
Total	1156	36,2	23,8	60,0

Tabla 1. Valores medios de los parámetros de calidad por zonas en las tres campañas 1 y 2.

dios zonales: (a) NOA presentó los valores más altos de proteína en 2020/21 y 2021/22 y sudoeste de Córdoba en 2023/24, mientras que los valores más bajos corresponden a Santa Fe centro en 2020/21 y Entre Ríos (2021/22 y 2023/24), (b) los valores medios más altos de aceite se registraron en Santa Fe centro en 2020/21, núcleo en 2021/22 y NEA en 2023/24, mientras que los más bajos se registraron repetidamente

en el sur de Buenos Aires; (c) los niveles más altos de profat se registraron en NOA en 2020/21 y 2021/22, y en Santa Fe centro en 2023/24. Buenos Aires sur presentó los valores medios más bajos en los tres períodos. Estos resultados coinciden con los indicados por Cuniberti *et al.* (2018) zonas de menor latitud, donde el llenado del grano coincide con elevadas temperaturas, presenta mayor cantidad de aceite.

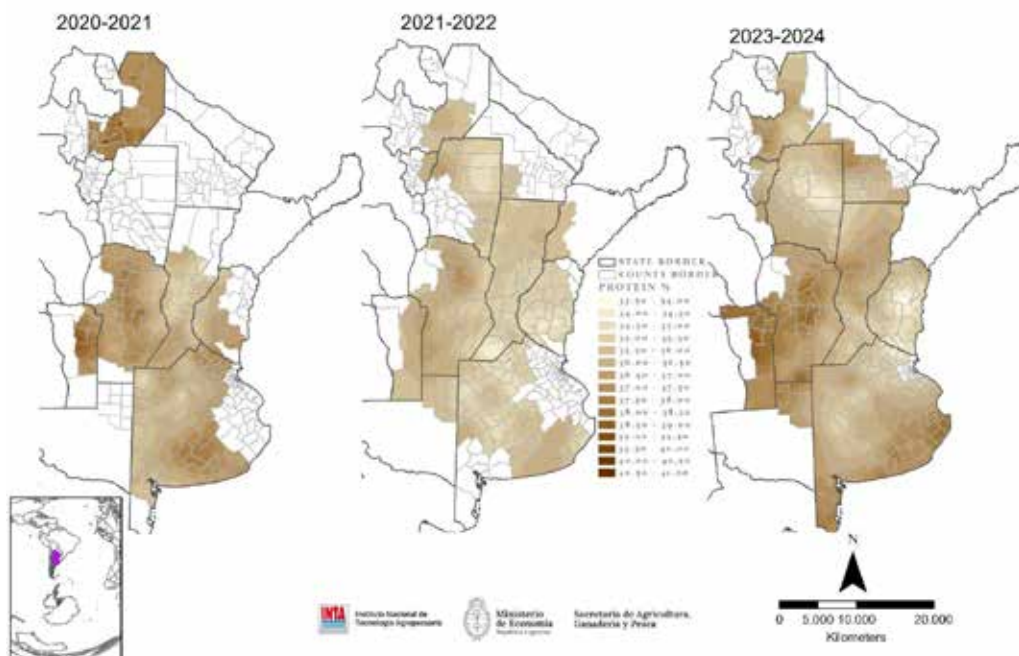


Gráfico 1. Mapas de proteína para las tres campañas (Rossi et al., 2025).

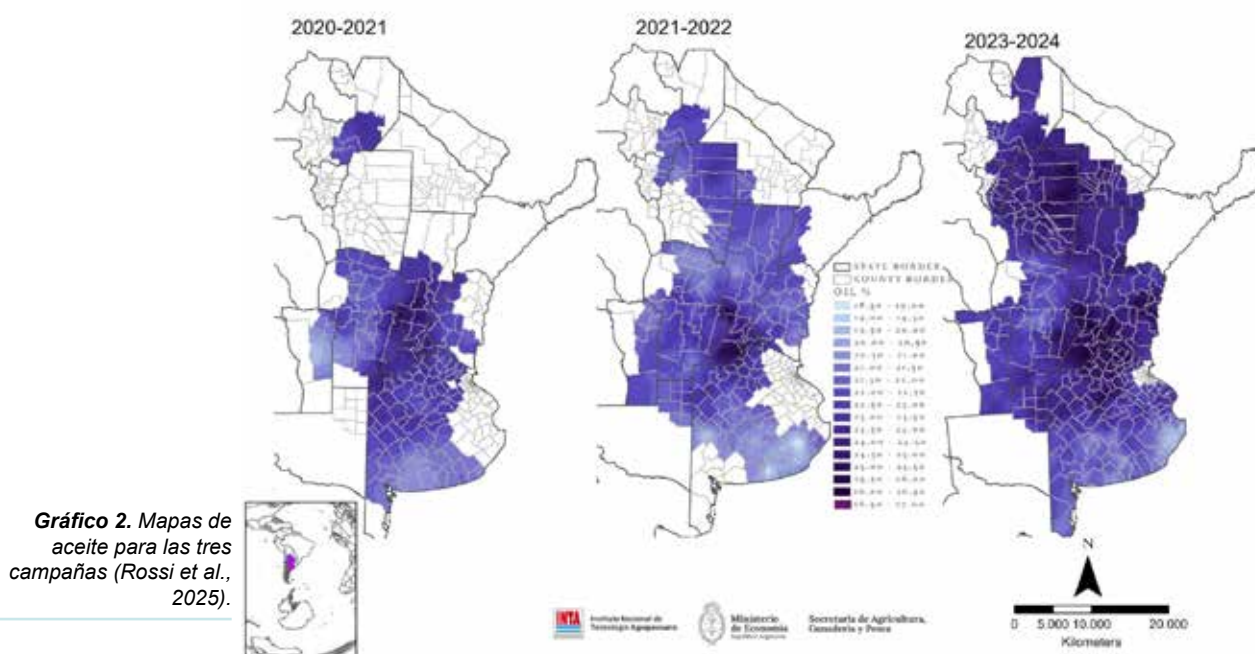


Gráfico 2. Mapas de aceite para las tres campañas (Rossi et al., 2025).

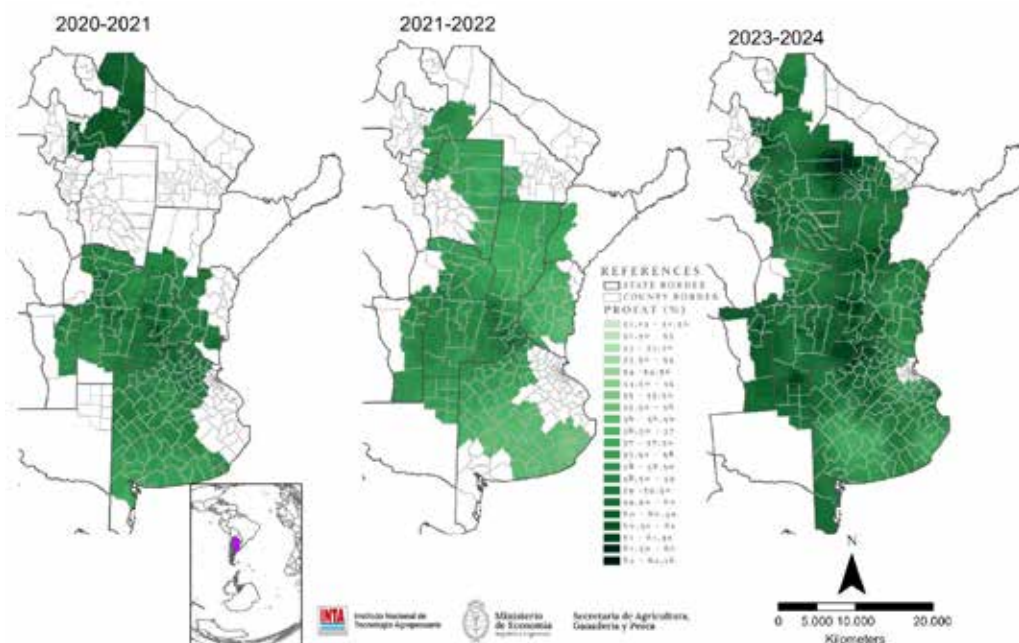


Gráfico 3. Mapas de profat para las tres campañas (Rossi et al., 2025).

Respecto a la evaluación de AA, se observó que el valor medio nacional de KAA (%) aumentó del 14,4 % en 2020/21 al 14,8 % en 2021/22, y que ambos valores fueron superiores a los indicados por la bibliografía (14,3 % en Ibañez *et al.*, 2020; Arjona-Smit *et al.*, 2022). Además, la zona central, que es la principal zona productora de soja para la industria, mostró valores de lisina cercanos al 6,1 % coincidentes con el valor de 6,2 % relevado por Ibañez *et al.*, (2020). También se determinó que al aumentar el CP aumentó en mayor proporción la fracción de AA no KAA que la fracción KAA, lo cual coincide con el concepto de dilución de KAA al aumentar el CP postulado en la bibliografía (Ibañez *et al.*, 2020; Arjona-Smit *et al.*, 2022).

Esta evaluación trienal ha permitido generar información y mapas nacionales que permiten conocer la calidad intrínseca del grano de soja. Además, se concluye que la misma depende de varios factores y, por ende, es necesario continuar analizando nuevas campañas y evaluar las interacciones entre las variables de manejo y ambiente para tener un mejor entendimiento a la hora de diferenciar zonas por su calidad composicional y nutricional. Estos resultados son útiles para mejorar la producción agrícola, la industria alimentaria y la alimentación animal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo refleja la valiosa interacción entre

productores, que proporcionan muestras y datos, y profesionales de extensión de INTA, que recopilan y proporcionan muestras y datos, para que el grupo de gestión interdisciplinario e interinstitucional pueda llevar a cabo análisis estadísticos y geoestadísticos para realizar los informes y mapas correspondientes. También agradecemos el interés y el apoyo del sector privado por sus aportes para realizar los análisis de AA.

BIBLIOGRAFÍA

ARJONA-SMIT, M.; CHINO, V.; LIZ, B.; MOSCOSO, M.; JUAN, E. (2022). Evaluation of the amino acid content of soybean meal for poultry and pig feed according to the country of origin. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 2022, vol. 4, núm. 2, Junio-Septiembre, ISSN: 2644-3856.

ASSEFA, Y.; BAJJALIEH, N.; ARCHONTOULIS, S.; CASTEEL, D.; DAVIDSON, P.; KOVÁCS, S.; NAEVE, I.; CIAMPITTI, I.A. (2018). Spatial Characterization of Soybean Yield and Quality (Amino Acids, Oil, and Protein) for United States. *Sci Rep* 8, 14653 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32895-0>

BORJA REIS, A.F.; TAMAGNO, S.; MORO ROSO, L.H.; ORTEZ, O.A.; NAEVE, S.; CIAMPITTI, I.A. (2020). Historical trend on seed amino acid concentration does not follow protein changes in soybeans.

Scientific reports (2020) 10:17707. Nature research. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74734-1>.

BOSAZ, L.B.; GERDE, J.A.; BORRÁS, L.; CIPRIOTTI, P.; ASCHERI, L.; CAMPOS, M.; GALLO, S.; ROTUNDO, J.L. (2019). Management and environmental factors explaining soybean seed protein variability in central Argentina, *Field Crops Research*, Volume 240, 2019, Pages 34-43, ISSN 0378-4290, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.05.007>.

CHIALVO, E.; HERRERO, R. M.; MIR, L. R.; PRONOTTI, M. S.; MANSILLA, G. J. (2021). Productividad y calidad de la soja en la zona núcleo-sojera. Campaña 2020/21. Ediciones INTA.

CUNIBERTI, M.; HERRERO, R.; MIR, L.; CHIALVO, E.; BERRA, O.; MACAGNO, S.; JUÁREZ, I. E. M. (2018). Productividad y calidad de la soja en la zona Núcleo-Sojera. *Soja 2018*, 57. Ediciones INTA.

DI MAURO, G.; CIPRIOTTI, P.A.; GALLO, S.; ROTUNDO, J.L. (2018). Environmental and management variables explain soybean yield gap variability in Central Argentina, *European Journal of Agronomy*, Volume 99, 2018, Pages 186-194, ISSN 1161-0301, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.04.012>.

GARCÍA-REBOLLAR, P., CÁMARA, L., LÁZARO, R.P., DAPOZA, C., PÉREZ-MALDONADO, R., MATEOS G.G. (2016). Influence of the origin of beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. *Animal Feed Science and Technology* 221 (2016) 245–261. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.007>

IBÁÑEZ, M.A.; DE BLAS, C.; CÁMARA, L.; MATEOS, G.G. (2020). Chemical composition, protein quality and nutritive value of commercial soybean meals produced from beans from different countries: A meta-analytical study, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 267, 2020, 114531, ISSN 0377-8401, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114531>.

MAGYP (2022) Estimaciones Agrícolas. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/>

PFARR, M.D.; KAZULA, M.J.; MILLER-GARVIN, J.E.; NAEVE, S.L. (2018), Amino Acid Balance is Affected by Protein Concentration in Soybean. *Crop Science*, 58: 2050- 2062. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.11.0703>

ROSSI, R.; ACCORONI, C.; SANTOS, D.J.; MAGNANO, L.; CONDE, M.B.; CHIALVO, E.; ZELAYA, D.K.; GALLARDO, M.A.; MIR, L.R.; ENRICO, J.M. (2025). Mapping compositional quality of soybean in argentina. *Mercosoja* 2025.

Resultado económico de la utilización de verdeos de avena y vicia con ensilaje de maíz en recría en el sudoeste bonaerense

MELÍN, A. A.¹

RESUMEN

Los Cultivos de Servicio (CS) son una herramienta estratégica que potencian los modelos mixtos en la integración agrícola y ganadera y ofrecen numerosos servicios ecosistémicos a los modelos agrícolas. La inclusión de los CS en los modelos mixtos enfrenta un gran desafío, ya que el pastoreo genera una distorsión adicional a los CS netamente agrícolas. El manejo de la carga, la rotación de la parcela, frecuencia, intensidad y el momento de pastoreo son los desafíos e interrogantes frente a esta tecnología. El objetivo del presente trabajo fue proporcionar información empírica sobre la producción de forraje de un CS avena/vicia y la producción de carne, generada con el pastoreo del verdeo por un rodeo de recría en manejo integrado con suplementación de ensilaje de maíz. Para ello se realizó una experiencia sobre un lote de 40 ha de la Chacra Experimental Coronel Suárez del Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) donde se sembró una pastura consociada de avena/vicia y se confeccionó un silaje de planta entera de maíz. Posteriormente se evaluaron los resultados económicos y se concluyó que el modelo de recría con visión sistémica mixta que proponemos en el sudoeste bonaerense presenta ventajas estructurales y económicas.

Palabras Clave: cultivos de servicio, pastoreo rotativo, suplementación.

ABSTRACT

Cover Crops (CC) are a strategic tool that enhances mixed models in agricultural and livestock integration and offer numerous ecosystem services to agricultural models. The inclusion of CC in mixed models faces a great challenge, since grazing generates an additional distortion to purely agricultural CC. Load management, plot rotation, frequency, intensity, and grazing time are the challenges and questions facing this technology. The objective of this work was to provide empirical information on the forage production of an oat/vetch pasture and the meat production, generated with the grazing of the greening by a rearing herd in integrated management with corn silage supplementation. To this end, an experiment was carried out on a 40-hectare plot of the Coronel Suárez Experimental Farm of the Ministry of Agrarian Development (MDA) where a consociated pasture of oats/vetch was planted, and a silage of whole corn plant was made. Subsequently, the economic results were evaluated, and it was concluded that the rearing model with a mixed systemic vision that we propose in the southwest of Buenos Aires has structural and economic advantages.

Keywords: Cover crops, rotational grazing, supplementation.

¹ Chacra Experimental Coronel Suárez, Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) de la provincia de Buenos Aires, ruta provincial 85, (B7547) Pasman, Buenos Aires.

INTRODUCCIÓN

Los Cultivos de Servicio (CS) son una herramienta estratégica que potencian los modelos mixtos en la integración agrícola y ganadera como un todo (Zurbriggen, *et al.*; 2024). Ofrecen numerosos servicios ecosistémicos a los modelos agrícolas como: mejorar la cobertura de suelo, favorecer el control de malezas, brindar protección contra la erosión, fomentar el aporte de materia orgánica y fertilidad potencial como también mejorar la estructura del suelo, entre otros.

Además, la utilización de verdeos de avena y vicia en la alimentación de recría bovina en el sudoeste bonaerense presenta varias ventajas:

Mejora la calidad de la dieta: los verdeos de avena y vicia son ricos en nutrientes, fundamentalmente en altos niveles de proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM) lo que mejora la calidad de la dieta de los animales y promueve un crecimiento óptimo.

Aumenta la producción de carne: la utilización de verdeos de avena y vicia puede aumentar la producción de carne en recría bovina, ya que la combinación de alta performance en aumento de peso vivo (750 g PV/día) y carga (5 cab/ha) los animales crecen más rápido y alcanzan un peso óptimo en menos tiempo.

Reduce los costos de alimentación: los verdeos de avena y vicia pueden ser una opción más económica que otros forrajes, su alta producción diluye costos por kilo de materia seca, generando una dieta de bajo costo, aumentando la rentabilidad de la recría.

La inclusión de los CS en los modelos mixtos enfrenta un gran desafío, ya que el pastoreo genera una distorsión adicional a los cultivos netamente agrícolas. El manejo de la carga, la rotación de la parcela, frecuencia, intensidad y el momento de pastoreo son los desafíos e interrogantes frente a esta tecnología, para sostener sus ventajas ambientales y a la vez aprovecharlos para lograr ventajas productivas.

Los criterios a tener en cuenta para el pastoreo de CS están relacionados con: mantener el objetivo de servicio ecosistémico, el tipo de sistema de producción animal (cría, recría, engorde), el momento y período de pastoreo, intensidad y frecuencia de pastoreo. El objetivo del presente trabajo fue generar información empírica sobre la producción de forraje de una pastura consociada de avena/vicia usada como cultivo de cobertura y la producción de carne gene-

rada con el pastoreo de esta, con un rodeo de recría en manejo integrado con suplementación de ensilaje de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó sobre un lote de 40 ha, de la Chacra Experimental Coronel Suárez del Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA) cuya ubicación geográfica es 37°19421S; 62°12099O, a 185 msnm. El cultivo antecesor en este lote fue una cebada cervecera, cosechada en 2023 y, a principios de febrero, se realizó un barbecho químico. La siembra de la pastura consociada avena/vicia se realizó el 20 de febrero. Se sembró la variedad de avena 'Elizabet' en una densidad 60 kg/ha más *Vicia villosa* variedad 'INTA Ascasubi' a una densidad de 20 kg/ha, que fue previamente inoculada. Como tareas sanitarias, el 20 de marzo se realizó control de isoca militar tardía para evitar la defoliación severa, principalmente de la componente gramínea (avena).

El silaje de planta entera de maíz (**Fotografía 1**) se confeccionó el 30 de marzo, con un lote de 12 ha de maíz tardío. Luego, se lo dispuso sobre el lote de avena/vicia y cercano a la aguada, estableciéndose el sitio de encierre de la hacienda.

El pastoreo se realizó con la modalidad rotativa en parcelas de cinco hectáreas (5 ha), con una tropa de 243 animales de recría, durante 4 horas, el esquema fue: pastoreo de avena/vicia, desde las 11:00



Fotografía 1. Silaje de maíz ofrecido a los animales de recría.

hasta las 15:00 hs y luego la tropa se encerraba en plazoleta con agua disponible y ensilaje de maíz autoconsumo ad libitum durante 20 horas, desde 15:00 pm hasta 11:00 am del siguiente día (**Fotografía 2**). Al inicio de la experiencia el peso promedio de los animales fue 239.5 Kg de peso vivo. La tropa estuvo conformada por 68 vaquillas angus coloradas, 69 vaquillas hereford, 27 novillitos angus colorados y 79 novillos hereford. La evaluación se realizó durante 92 días con pesadas periódicas en todo el ciclo. Las pesadas de los animales fueron siempre por la mañana sin desbaste previo, con la utilización de brete Farmquip y con balanza de precisión Tru-test.

Se efectuó un análisis económico posterior a la experiencia que se basó en los datos de producción de carne que se obtuvieron de este trabajo. La producción de carne (383,4 Kg/ha), se obtuvo de la razón entre la ganancia diaria de peso por la carga y de las hectáreas de verdeo más el 50 % de las hectáreas que se destinaron a ensilaje de maíz. Se consideró una carga promedio de 5,4 animales/ha en todo el periodo de evaluación.

El costo de ensilaje se consideró equivalente a un cultivo de maíz tardío con baja densidad, de mediana tecnología. Para el costo de confección se tomó la media zonal (350 litros de gasoil más 9 litros por tonelada de forraje picado).

El costo del verdeo avena/vicia contempla un barbecho químico sobre un lote con un cultivo antecesor de fina, siembra directa sin fertilización fosforada y semilla de avena (60 Kg/ha) más *Vicia villosa* inoculada (20 Kg/ha).

El costo de ración se determinó para un consumo del 3 % del peso vivo. Se consideró el 50 % de la ración constituida por ensilaje de maíz y, el 50 % restante, por avena/vicia. Para esta categoría la ración fue 8,25 Kg MS/animal.día.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El peso final promedio de la tropa alcanzó los 310,10 Kg de peso vivo siendo la resultante luego del pastoreo de 71 kilos de carne ganados por animal. La producción de carne, entre el maíz destinado a ensilaje más la utilización directa de la avena/vicia fue de 383,4 Kg de carne por hectárea asignada (**Tabla 1**).

La producción total, el costo, el margen bruto y la

Fotografía 2. Tropa de recría con la que se realizó la experimentación en su lugar de encierre.



producción neta se determinaron en kilos de carne y, como resultado, el Ingreso Neto por hectárea imputado en dólares. Para el análisis económico se tomó el valor promedio actual de mercado ganadero de recría en 2,5 U\$/Kg vivo (**Tablas 2A y 2B**). Una interesante manera de poder comparar diferentes modelos ganaderos es a través de los costos e ingresos en kilogramos de carne. De este ejercicio, realizado en **tabla 2**, surge que la ración por animal y por día tiene un costo de ensilaje de maíz de 181 gramos de carne y el verdeo de 68 gramos de carne/día. Es decir que, solo en alimentación, tenemos 249 gramos de carne por día de costo. Toda ganancia diaria (ADPV) por debajo de estos 249 gramos, terminaría resultando en un margen económico negativo. En este ejercicio el Ingreso Neto fue 555 USD/ha (**Tabla 3**).

Si analizamos la ganancia diaria del peso vivo (ADPV), se observa alta variabilidad en el período de medición. Esta variabilidad puede deberse a diferentes factores relacionados, como la calidad nutritiva del forraje, porcentaje de materia seca, variabilidad de llenado del rumen y error de pesada. La frecuencia de pesadas dentro del periodo de evaluación nos permite inferir el resultado de ganancias de peso y

Recría en avena/vicia + ensilaje de maíz 2024 Chacra Experimental Cnel. Suárez MDA										
Fecha	27-may	18-jun	18-jul	27-ago	Días de pastoreo					
Días de pastoreo	22	30	40	92						
Categoría	N° animales	Peso Inicial (Kg)	Peso 2do control	ADPV (g)	Peso 3er control	ADPV (g)	Peso 4to control	ADPV (g)	ADPV (g)	ADPV (g)
Vaquillas Angus C	68	241,5 (±67,8)	249,6 (±77,1)	566,0	278,1 (±76,5)	950,0	308,4 (±81,1)	727,0	727,3	727,3
Vaquillas Hereford	69	218,1 (±48,9)	219,8 (±41,2)	492,0	248,6 (±44,3)	977,0	285,7 (±52,3)	625,0	734,8	734,8
Novillitos Angus C	27	270,9 (±49,1)	292,2 (±48,7)	970,0	322,8 (±60,1)	1019,0	352,6 (±71,3)	745,0	888,2	888,2
Novillitos Hereford	79	227,4 (±66,6)	234,0 (±59,2)	563,0	263,0 (±70,7)	965,0	293,6 (±78,3)	609,0	720,2	720,2
Tropa general	243	239,5	248,9	647,8	278,1	977,8	310,1	676,5	767,6	767,6

Tabla 1. Peso inicial y de las pesadas periódicas durante los 92 días de la experiencia, para cada tropa evaluada.

MARGEN AVENA/VICIA + SILO MAIZ 2024

Costo directo ensilaje de maíz			
	Unidades	U\$	U\$/HA
Barbecho	1	32,5	32,5
Siembra	1	43	43
Semilla	0,4	263	105,2
Fertilizante	60	0,8	48
Herbicida pos	1	31,25	31,25
Aplicación	3	6	18
Picado	1	485	485
Bolsa	1	40	40
\$ 802,95			
Producción del ensilaje de maíz			
	KgMV	%MS	Kg/MS
Silo de maíz	21580	0,34	7337
Costo del ensilaje (KgMS)			\$ 0,11
Costo por ración			\$ 0,45
COSTO EN KILOS CARNE DIA 0,181			

Costo directo avena/vicia			
	Unidades	U\$	U\$/HA
Barbecho	1	32,5	32,5
Siembra	1	43	43
Semilla	85	0,7	60
Inoculante	1	12	12
Insecticida+ap	1	15	15
Parcelas	1	10	10
\$ 172,00			
Producción de verdeo			
	KgMV	%MS	Kg/MS
Verdeo C 1	8500	0,3	2550
Verdeo C 2	5400	0,3	1620
4170			
Costo del verdeo (KgMS)			\$ 0,04
Costo por ración			\$ 0,17
Costo en Kg de carne día 0,068			

Tabla 2. A) Costo directo de ensilaje de maíz y B) Costo directo de avena/vicia.

ANÁLISIS ECONOMICO REAL CICLO 2024	ADPV (g)	N° ANIMALES	DIAS DE PASTOREO	PRODUCCION DE CARNE	COSTO KILOS CARNE	MARGEN KILOS CARNE	PRODUCCION NETA CARNE/HA	INGRESO NETO U\$/HA
TROPA ANGUS COLORADO HEMBR/	728	68	92	4554	1555	2999	60,0	149,9
TROPA HEREFORD HEMBRA	735	69	92	4666	1578	3088	61,8	154,4
TROPA ANGUS COLORADO MACHO	888	27	92	2206	618	1588	31,8	79,4
TROPA HEREFORD MACHOS	720	79	92	5233	1807	3426	68,5	171,3
PROMEDIO TROPAS	767,8	243	92	16659	5558	11101	222,0	555,0

Tabla 3. Análisis económico real del ciclo 2024 y el Ingreso Neto obtenido.

producción final de carne, siempre respetando una metodología de trabajo.

En el **gráfico 1** se observa una tendencia positiva en la ganancia diaria de peso vivo en la tropa de novillitos angus colorados mostrando una mejor

performance frente a las demás tropas evaluadas, la misma está por encima en la curva de ADPV, en todo el período de evaluación. Uno de los motivos de este comportamiento, se puede deber al mejoramiento genético bovino que se desarrolla en la Chacra Experimental Coronel Suárez desde hace ya nueve años

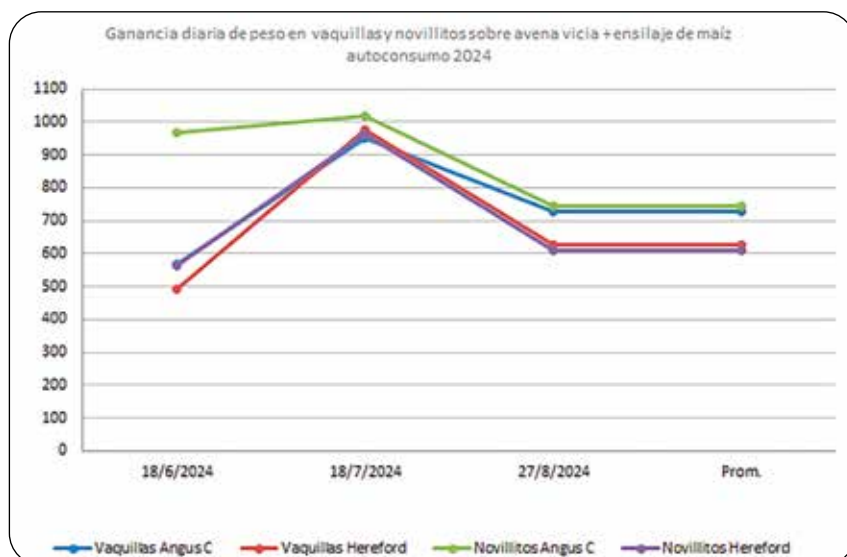


Gráfico 1. Ganancia diaria de peso en vaquillas y novillitos sobre avena/vina + ensilaje de maíz.

cuyo objetivo es tener animales de un frame moderado, mansos y con alta eficiencia en la conversión de fibra o forraje.

CONSIDERACIONES FINALES

El modelo de recría con visión sistémica mixta que proponemos en el sudoeste bonaerense presenta ventajas estructurales y económicas. Son ventajas estructurales la rotación con la agricultura, el reciclaje de nutrientes al sistema, la mano de obra calificada, el agregado de valor a la agricultura y producción estable. Respecto a las ventajas económicas, la recría tiene la particularidad de ser una actividad donde se puede entrar y salir todo el año, presenta buen valor, demanda de mercado y puede generar un buen resultado económico cuando se combinan buenos crecimientos con precio (por ejemplo, en este ejercicio el Ingreso Neto fue 555 USD/ha).

AGRADECIMIENTOS

A Cristian Ibarra por su colaboración, a Benja Araya por la predisposición al trabajo y a la Asociación Cooperadora de la Chacra Experimental por brindar todo el apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. (1976). Nuevos conceptos sobre desarrollo del ganado vacuno. Sidney Univ. Press. (ed.).

CANOSA, M. (2001). La condición corporal como herramienta de manejo. Congreso de ganadería de zonas áridas y semiáridas "Herramientas para un negocio ganadero competitivo". Resumen de conferencias: 21-30.

CARRILLO, J. (1988). Manejo de un rodeo de cría. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Ed. Hemisferio Sur S. A. (1ª ed.).

COCIMANO, M.; LANGE, A.; MENVIELLE, E.; LÓPEZ, M. (1983). Equivalencias ganaderas para vacunos de carne y ovinos (escalas simplificadas). Colección estudios y métodos-CREA, 4ª ed.

COOPER, M.; WILLIS, M.B. (1978). Producción rentable de vacunos de carne. Ed. Mundi Prensa (España).

DI MARCO, O. N. (2006). Crecimiento de vacunos para carne. Ediciones INTA.

FERRARI, O. (2011). Recría: una actividad que recobra importancia. ABC Rural. En: [www.produccion-animal.com.ar](http://www produccion-animal.com.ar).

FRASINELLI, C.A.; VENECIANO, J.H. (2013). Sistemas bovinos de cría, recría y engorde sobre la base de gramíneas megatérmicas perennes para la provincia de San Luis. INTA San Luis.

ZURBRIGGEN, G.A. et al. (2024). 47º Congreso Argentino de Producción Animal, 25 al 27 de septiembre de 2024, reconquista, provincia de Santa Fe.

Monitoreo del pulgón amarillo del sorgo (Hemiptera, Aphididae): validación de protocolos de estimación de la densidad en el noreste de Buenos Aires¹

CASALONGA, S.²; RIZZO, F.²; DETTLER, A.^{2,3}; BARRIENTOS, G.^{2,3}; ANSA, A.^{2,3,4}; VAZQUEZ, F.^{2,3}; MARTÍNEZ, E.^{2,3}; SANTADINO, M.^{2,3}; RIQUELME V., M.^{2,3,4}

RESUMEN

El pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sorghi*, es una plaga clave de este cultivo en todo el mundo. En Argentina, a partir de la campaña 2020/21 comenzaron a registrarse daños de consideración en diferentes provincias. Con el objetivo de aportar información útil para su manejo integrado, se evaluaron protocolos para la estimación de la densidad de pulgones desarrollados en el hemisferio norte. El estudio se llevó a cabo en parcelas de sorgo susceptibles y tolerantes al pulgón, ubicadas en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján. En cinco fechas de muestreo, la densidad, expresada como pulgones por hoja, fue estimada utilizando dos métodos, uno basado en el empleo de una escala visual (MB) y otro que consiste en medir las dimensiones de las colonias de pulgones (MRT). Posteriormente, fue obtenido el valor exacto de pulgones en cada muestra, contando todos los ejemplares bajo lupa estereoscópica. La variable comparada fue la magnitud de la diferencia entre el valor real de densidad y el estimado por cada método. Además, en cada fecha se verificó si la decisión de control, según el umbral de daño establecido (UD), era coincidente con la sugerida teniendo en cuenta el valor exacto de densidad. La presencia del pulgón se registró tanto en el híbrido tolerante como en el susceptible, con un único pico poblacional que, para el caso del híbrido susceptible, superó el UD. En dicha fecha, la magnitud de la diferencia con el valor real fue aproximadamente 100 veces mayor con el MRT que con el MB para ambos híbridos. En el 30 % de los casos, el MRT superó el UD cuando, según la densidad real, esto no ocurría. Si bien se considera necesario validar estos resultados bajo diferentes condiciones ambientales, los resultados de este trabajo indican que el MB es más exacto y por lo tanto más confiable que el MRT para determinar la densidad poblacional del PAS, ya que este último tiende a sobrestimar el valor real de densidad, indicando la necesidad de un control cuando en realidad, no se justifica.

Palabras Clave: *Melanaphis sorghi*, manejo integrado de plagas, plaga invasora.

ABSTRACT

The yellow sorghum aphid (YSA), *Melanaphis sorghi*, is a key pest of this crop worldwide. In Argentina, significant damage began to be reported in different provinces starting in the 2020/21 season. With the aim of providing useful information for its integrated management, protocols for estimating aphid density developed in the northern hemisphere were evaluated. The study was carried out in aphid-susceptible and aphid-tolerant sorghum plots located at the National University of Luján Experimental Field. On five sampling dates, density, expressed as aphids per leaf, was estimated using two methods: one based on a visual scale (VS) and another

¹ El presente trabajo ha sido previamente publicado como "Trabajo Final de Aplicación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo de la UNLu (fecha de defensa: 24/04/2025)", y resulta una revisión con sus agregados y novedades. <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/>

² Universidad Nacional de Luján (UNLu), Departamento de Tecnología, Ruta 5 y Avenida Constitución, (6700) Luján, provincia de Buenos Aires.

³ Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES) - UNLu-CONICET. Grupo de Investigación en Bioecológica de Artrópodos de Importancia Agrícola (GIBAIA), Ruta 5 y Avenida Constitución, (6700) Luján, provincia de Buenos Aires.

⁴ Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), Cátedra de Zoología Agrícola, Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires.

that involves measuring the size of aphid colonies (MCS). The exact number of aphids in each sample was subsequently obtained by counting all specimens under a stereoscopic magnification. The variable compared was the magnitude of the difference between the actual density value and that estimated by each method. In addition, on each date, the control decision, based on the established damage threshold (DT), was verified to be consistent with the suggested control decision, taking into account the exact density value. Aphid presence was recorded in both the tolerant and susceptible hybrids, with a single population peak that, in the case of the susceptible hybrid, exceeded the DT. On that date, the magnitude of the difference with the actual value was approximately 100 times greater with the MRT than with the MB for both hybrids. In 30 % of cases, the MRT exceeded the DT when, according to the actual density, this was not the case. Although these results need to be validated under different environmental conditions, the results of this study indicate that the MB is more accurate and therefore more reliable than the MRT for determining YSA population density, since the latter tends to overestimate the actual density value, indicating the need for control when it is not justified.

Keywords: *Melanaphis sorghi*, integrated pest management, invasive pest.

INTRODUCCIÓN

La producción de sorgo (*Sorghum* spp.) ocupa el quinto lugar de importancia en el mundo entre los cereales después del maíz, trigo, arroz y cebada. Son muy variados sus usos, tanto en la alimentación animal, como participando en la producción de alimentos y bebidas para el ser humano y, en agroindustria incluyendo a la bioenergía. En Argentina, la distribución de la superficie implantada se concentra en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, La Pampa, Entre Ríos, y en menor medida Chaco, Corrientes, Catamarca, Formosa, San Luis, Santiago del Estero y Tucumán (Carrasco *et al.*, 2011).

El análisis de diferentes escenarios para la producción de un cultivo incluye no sólo el efecto de los factores climáticos sobre el rendimiento potencial de grano sino también el impacto de factores bióticos, como plagas animales y enfermedades. Hasta hace algunos años, las especies animales registradas como plagas en el cultivo sorgo no revestían gran importancia (Carrasco *et al.*, 2011). Este panorama cambió desde enero de 2021, cuando en distintas regiones productoras se observaron colonias de pulgones en las hojas correspondientes a la especie *Melanaphis sorghi*, pulgón amarillo del sorgo o PAS (Hemiptera, Aphididae) (Saluso *et al.*, 2022). Este áfido es considerado una de las plagas más dañinas del cultivo de sorgo en todo el mundo, por lo que el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria declaró la Emergencia Fitosanitaria en el país (Resolución N° 139/2022; SeNaSa, 2022).

En condiciones ambientales favorables la población puede crecer exponencialmente, siendo esencial el monitoreo, tanto para conocer su dinámica poblacional como para utilizar un control químico cuando realmente la densidad lo justifica (Saluso *et al.*, 2022). Este trabajo tuvo como objetivo comparar dos métodos de estimación de la densidad de *M. sorghi* desarrollados en el hemisferio norte, lo que constituye un conocimiento básico para el manejo integrado de esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los relevamientos se llevaron a cabo en un cultivo de sorgo granífero sembrado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján (34° 35' 94" S; 59° 4' 84" O). Los híbridos utilizados fueron TOB1078SFULL (tolerante al pulgón) y TOB69IG (susceptible al pulgón). Se tomaron muestras desde la etapa vegetativa hasta madurez fisiológica (estado 2 y 9 respectivamente, según la escala fenológica propuesta por Vanderlip y Reeves (1972)). En ambos híbridos, se seleccionaron al azar cinco puntos en donde se recolectaron dos hojas de diez plantas continuas (50 plantas por híbrido en total).

Los métodos comparados fueron el propuesto por Bowling *et al.*, (2016) (MB) y el propuesto por Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) (MRT). El primero de ellos consiste en una estimación de la densidad en base a una escala visual dividida en seis categorías (**Figura 1, izq.**). Mientras que el segundo,

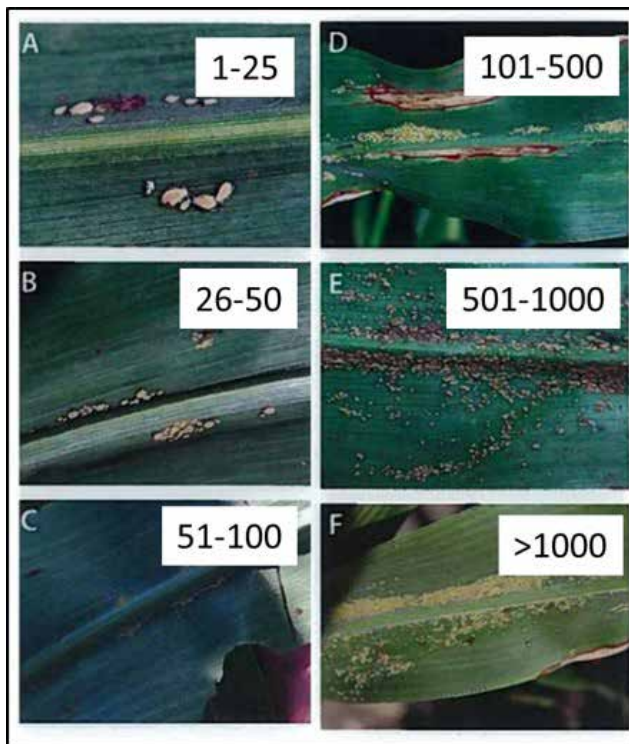


Figura 1. Escala visual propuesta por Bowling et al. (2016) e intervalo estimado de densidad de pulgones del sorgo por hoja para cada nivel (izquierda). Medición de las colonias de pulgones y factor de corrección según el método de Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) (derecha).

propone la medición en centímetros cuadrados de la superficie ocupada por todas las colonias de pulgones (**Figura 1, der.**) y luego multiplicarla por 133, factor que estos autores estimaron como el promedio de pulgones/cm². Por último, con un pincel se juntaron todos los ejemplares en tubos Falcon con alcohol al 70 % para luego contabilizar el número exacto bajo lupa estereoscópica.

Para comparar la exactitud de los métodos, definida como la proximidad entre el valor medio y el valor real, se estimó la magnitud de la diferencia entre el valor real de pulgones en cada muestra y el estimado por cada método, sin tener en cuenta las muestras en

las que no había pulgones. Esta variable fue analizada en cada fecha de muestreo empleando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis utilizando el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Figura 2** se observa la evolución de la población del PAS en ambos híbridos, teniendo en cuenta el valor de densidad real. Cuando el híbrido tolerante se encontró en estado de bota (estado 5) y el susceptible en hoja bandera visible (estado 4), se observó un pico poblacional de esta plaga, aunque con una

Figura 2. Dinámica poblacional del pulgón amarillo del sorgo en un híbrido tolerante.



densidad promedio cuatro veces mayor en el híbrido susceptible. Del mismo modo, en las provincias de Chaco y Entre Ríos se ha evaluado la incidencia a campo de *M. sorghi* en diferentes híbridos de sorgo granífero, observando que algunos son menos afectados, lo que podría asociarse a algún tipo de resistencia (Saluso *et al.*, 2022; Casmuz *et al.*, 2022).

Durante este pico poblacional fueron registradas las mayores diferencias medias entre la densidad real y la estimada por ambos métodos (**Tabla 1**). Sin embargo, con el MRT las diferencias con el valor real de densidad fueron aproximadamente 100 veces mayores que las estimadas con el MB en ambos híbridos. Por otro lado, en las fechas con bajas densidades del pulgón, la diferencia del valor real con el MB fue siempre menor a 10 pulg/hoja, mientras que, con el MRT, en la mayoría de los casos se superó ese valor, alcanzando una diferencia máxima de 170 pulg/hoja. Sin embargo, el análisis en general no arrojó diferencias significativas, dado que la prueba de Kruskal-Wallis compara las medianas, y entre ellas, las diferencias no fueron tan marcadas (**Tabla 1**).

Finalmente, los valores de densidad real y los estimados fueron comparados con el umbral de daño (UD) recomendado para el PAS, definido como al menos un 20 % de las plantas con más de 50 pulg/hoja (Bowling *et al.*, 2016). En la **Tabla 2** se muestran como celdas sombreadas los casos en los que se superó el UD. El MB alcanzó un mayor grado de precisión para estimar la densidad poblacional del pulgón, ya que la decisión de manejo coincidió en todos los casos con la sugerida por la densidad real, mientras que con el MRT se registró una sobrestimación en ambos híbridos en la primera fecha de muestreo y en

Fecha	Método ¹	Híbrido ²	Media	Mediana
2-feb	MB	T	9,11	7,25 a
		S	6,88	6,00 a
	MRT	T	57,96	10,00 a
		S	84,32	5,50 a
28-feb	MB	T	83,76	5,25 a
		S	252,8	160,75 b
	MRT	T	7686,44	17,75 b
		S	27400,48	23644,50 c
18-mar	MB	T	7,86	5,50 a
		S	6,22	6,00 a
	MRT	T	170,14	1,00 a
		S	2,44	1,00 a
10-abr	MB	T	5,78	6,00 a
		S	6,62	6,00 a
	MRT	T	116,27	5,00 a
		S	25,35	2,00 b
15-may	MB	T	5,58	5,00 a
		S	9,52	5,00 a
	MRT	T	40,45	4,00 a
		S	18,26	7,00 a

Tabla 1. Magnitud (media y mediana) de la diferencia entre el valor real y los valores estimados por los métodos de la densidad de pulgones para cada híbrido y fecha de muestreo. Letras distintas para una misma fecha indican diferencias significativas según la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0,05$). 1MB: método de Bowling *et al.*, (2016); MRT: método de Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2016). 2T: Tolerante; S: Susceptible.

el híbrido tolerante durante el pico poblacional. Estos resultados no coinciden con lo expuesto por Rodríguez Del Bosque y Terán Vargas (2018), quienes mencionan que su método tiene un 98 % de eficiencia comparado con el 80 % del método propuesto por Bowling. Cabe destacar que estos autores no mencionan de qué forma evaluaron dicha eficiencia.

Tabla 2. Comparación de la densidad real, con la densidad estimada por los métodos para cada híbrido y fecha de muestreo. 1T: Tolerante; S: Susceptible. 2Estado 3: Diferenciación de meristemas; Estado 4: Hoja bandera visible; Estado 5: Estado de bota; Estado 6: Floración; Estado 8: Grano pastoso; Estado 9: Madurez fisiológica. 3Porcentaje de plantas con más de 50 pulgones/hoja.

Fecha	Híbrido ¹	Fenología ²	Densidad Real	% ³	Densidad MRT	% ³	Densidad MB	% ³
2-feb	T	Estado 3	13,3	6	57,4	20	17,5	2
	S	Estado 3	9,8	2	84,3	22	11,7	0
28-feb	T	Estado 5	56,7	16	7412,8	26	135,6	16
	S	Estado 4	400,7	96	27801	98	546,3	94
18-mar	T	Estado 6	2,6	2	62,5	8	3,6	0
	S	Estado 5	0,4	0	0	0	1,4	0
10-abr	T	Estado 8	4,1	0	86,4	12	7	0
	S	Bajo % de panojas	2,6	0	18,6	2	6,2	0
15-may	T	Estado 9	5,9	0	27,6	12	7,2	0
	S	Bajo % de panojas	9,1	4	15,5	10	10,4	2

CONCLUSIONES

La validación de protocolos de estimación de la densidad de una plaga permite promover la utilización de métodos de monitoreo prácticos y efectivos en los cultivos, como base indispensable para el manejo integrado de plagas. Los resultados de este trabajo indican que el Método propuesto por Bowling et al., (2016) es más exacto que el desarrollado por Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018), ya que este último tiende a sobreestimar la densidad real del pulgón. Por lo tanto, el MRT podría indicar la necesidad de un control químico sin estar justificado, lo que conlleva consecuencias indeseables desde el punto de vista económico y ambiental. De este modo, el MB constituye una escala visual confiable, que permite realizar una estimación de la densidad del pulgón del sorgo de una manera rápida y sencilla. Sin embargo, a partir de la ampliación de la superficie sembrada con sorgo y de la presencia de *M. sorghi*, sería conveniente validar estos resultados para otras regiones productoras con condiciones agro-edafoclimáticas diferentes.

BIBLIOGRAFÍA

- BOWLING, R.D.; BREWER, M.J.; KNUTSON, A.; BILES, S.; WAY, M.O. (2016) Scouting sugarcane aphids in South, Central, and West Texas. Texas A&M Agrilife Extension. NTO-043, College Station, TX. Disponible en: <http://ccag.tamu.edu/sorghum-insect-pests/>
- CARRASCO, N.; ZAMORA, M.; MELIN, A. (2011) Manual de Sorgo. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Tesis/ManualSorgo.pdf>
- CASMUZ, A.S.; VERA, M.A.; GIMENEZ SARDI, J.A.; CEJAS MARCHI, E.; MEDRANO, C.M.; ÁLVAREZ PAZ, P.; ROMERO, I.; ALE REUTER, J.P.; MARGAGLIOTI, E.; SUAREZ, L.; GASTAMINZA, G.A.; SCALORA, F.S.; ROJAS, J.D.; GAMBOA, D.E. (2022) Susceptibilidad de híbridos de sorgo al daño causado por el pulgón amarillo, *Melanaphis sacchari*/sorghum (Hemiptera: Aphididae). Reporte Agroindustrial N°262 ISSN 2346-9102.
- DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. (2018) Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Recuperado de: <http://www.infostat.com.ar>
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L.A.; TERÁN VARGAS, A.P. (2018) Manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Tesis/Manejo_integrado_del_pulg_n_amarillo_del_sorgo_en_Tamaulipas.pdf
- SALUSO, A.; CASUSO, M.V.; TARRAGÓ, J.; SZWARC, D.; LUNA, I.; DRUETTA, M.; TRUMPER, E. (2022) Pulgón amarillo del sorgo en la república argentina distribución, impacto, biología y manejo. Programa Protección Vegetal Centros Regionales Entre Ríos, Chaco-Formosa, Santa Fe, Tucumán-Santiago del Estero y Córdoba del INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_saluso_a_pulgon_amarillo_del_sorgo_en_la_republica_argentina.pdf
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2022) Resolución SENASA N° 0139/2022. Emergencia Fitosanitaria del Pulgón Amarillo de Caña de Azúcar o Pulgón Amarillo del Sorgo. Disponible en: <https://biblioteca.senasa.gov.ar/items/show/4253#?c=0&m=0&s=0&cv=0>
- VANDERLIP, R.L.; REEVES, H.E. (1972) Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. Agron. J. 64(1): 13-16.

Evaluación de *Kosakonia cowanii* como promotor de crecimiento en soja

JECKE, F.^{1,2}; SANTIA, G.¹; MOUSEGNE, F.²; FERNÁNDEZ, C.³

RESUMEN

Kosakonia cowanii es un bacilo gram negativo perteneciente al orden Enterobacterales, anaerobia facultativa, con forma de bastón y móvil, con una enorme capacidad metabólica para colonizar diversos ambientes. Se aisló la cepa BTC 024 de raíces de yuyo colorado para evaluar su efecto como promotor de crecimiento en el cultivo de soja, en condiciones de campo, y se comparó con otro promotor de crecimiento ampliamente utilizado en el mercado. Se aplicó en semilla, sobre el follaje y combinando ambas técnicas. Se obtuvieron aumentos de rendimiento del 6 % aplicado en semilla y del 7,5 % de manera foliar. Mientras que, el uso combinado en semilla más foliar logró aumentos del 10 % con respecto al testigo sin tratar. El promotor *Trichoderma harzianum* aplicado en semilla logró aumentos del 13 % con respecto al testigo.

Palabras Clave: yuyo colorado, bioestimulación, *Trichoderma harzianum*.

ABSTRACT

Kosakonia cowanii is a gram-negative bacillus belonging to the Enterobacterales order, a facultative anaerobic, rod-shaped, and motile bacterium with an enormous metabolic capacity to colonize diverse environments. Strain BTC 024 was isolated from the roots of the pigweed rojo to evaluate its effect as a growth promoter in soybean crops under field conditions and compared with another widely used growth promoter. It was applied to the seed, to the foliage, and by combining both techniques. Yield increases of 6% were obtained when applied to the seed and 7,5% when applied to the foliar surface. While the combined use of the seed and foliar surface achieved yield increases of 10% compared to the untreated control. The *Trichoderma harzianum* promoter applied to the seed achieved increases of 13% compared to the control.

Keywords: red weed, biostimulation, *Trichoderma harzianum*.

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) AER San Antonio de Areco. Zapiola 237(B2760) San Antonio de Areco, provincia de Buenos Aires.

² Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSAaA), Av. Güiraldes 689, B2760 San Antonio de Areco, provincia de Buenos Aires

³ Biótica LS, www.bioticals.com.ar.

INTRODUCCIÓN

El uso de inoculantes biológicos, incorporados como tratamientos de semilla con microorganismos promotores del crecimiento vegetal, muestra un creciente interés no sólo en estudios de investigación sino también en evaluaciones extensivas y usos comerciales en diferentes cultivos. Si bien, los efectos favorables sobre las plantas cultivadas son muy diversos, estos podrían agruparse en 1. Estímulo o promoción de crecimiento propiamente dicho; 2. Efectos de biocontrol y tolerancia mejorada a patógenos; 3. Fijación no simbiótica de nitrógeno, solubilización de nutrientes e incremento en la eficiencia de uso de los fertilizantes y 4. Otros efectos secundarios. Dado el crecimiento en los costos de producción, las mejoras derivadas de una mayor eficiencia de uso de los nutrientes y otros recursos a partir de los aportes de estos tratamientos biológicos serían de relevancia (Ferraris *et al.*, 2008).

Un pequeño grupo de bacterias y arqueas, conocidas como diazótrofes, son capaces de reducir el di-nitrógeno a amonio utilizando enzimas nitrogenasas (de Bruijn, 2015). Este proceso de fijación biológica de nitrógeno (FBN) es el principal contribuyente a la economía de nitrógeno de la biosfera, representando el 30-50 % del nitrógeno total en los campos de cultivo (Ormeno-Orrillo *et al.*, 2013). Mientras que, las leguminosas (*Fabaceae*) forman asociaciones simbióticas especializadas con rizobios diazotróficos en

los nódulos de las raíces, los cultivos no leguminosos se asocian con bacterias diazotróficas que residen en la rizosfera en la superficie o el interior de la raíz (De Bruijn, 2015).

El género *Kosakonia* spp. pertenece a la familia Enterobacteriaceae y posee una importante capacidad metabólica, mostrando actividades promotoras de crecimiento de las plantas a través de la producción de auxinas y sideróforos, incluyendo la producción de una alta concentración de exopolisacáridos con efectos en la tolerancia a la sequía de las plantas y con la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles activos contra ciertos hongos patógenos.

El objetivo de este ensayo fue cuantificar el efecto de la aplicación de los productos biológicos a base de *Kosakonia cowanii* y *Trichoderma harzianum* en semilla y en follaje sobre el rendimiento y sus componentes en soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Demostrativa de la Agencia de Extensión Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de la localidad de San Antonio de Areco en el lote 2 del Establecimiento "La Fe" con las siguientes coordenadas 34°12'16.2" S y 59°32'46.7" O, donde se realizó una avena como cultivo antecesor (**Imagen 1**).



Imagen 1. Vista del experimento.

El material de soja utilizado fue DM 46i20 Ipro, se sembró el 12/11/2024 con una densidad de siembra de 593 000 pl/ha y se fertilizó con 100 Kg/ha de fosfato monoamónico. Se realizó un barbecho el 21/10/2024 con la aplicación de 2,0 l/ha de paraquat + 45 g/ha diclosulam + halauxifen metil, el 13/11/2024 (pree-mergencia) y se pulverizó con 35 g/ha saflufenacil + 0,450 l/ha sulfentrazone + 0,280 l/ha pyroxasulfone. En posemergencia, se aplicó 1,0 l/ha de cletodim + 2,0 l/ha glifosato al 62 %. Además, se aplicó 100 cm³/ha de isocycloseram 40 % para el control de trips y arañuelas en R3 y se repitió dicha pulverización el 19/03/2025 para control de chinches.

Los ensayos se realizaron con un diseño en bloques al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 1,4 m de ancho y 5,5 m de largo con 4 surcos distanciados a 0,4 m entre sí. Las aplicaciones en semilla se realizaron con el método de *slurry* según las indicaciones de los tratamientos, llevando a un volumen total de 500 cc de líquido por cada 100 Kg de semillas completando con agua (sin cloro). Como inoculante se utilizó *Bradyrhizobium Japonicum* y como curasemilla Maxim RFC ambos a la dosis de 100 cc/100 Kg de semilla.

Las aplicaciones foliares se realizaron en V5 (19/12/2024) con una mochila experimental de gas carbónico cuya barra tiene cinco pastillas, distanciadas a 0,35 m entre sí. La presión de trabajo fue de 4 bar y el volumen erogado fue de 150 l/ha. Como coadyuvante se utilizó Rizospray Extremo con una dosis de 200 cc/ha. En la **Tabla 1** se detallan los tratamientos aplicados, en la **Tabla 2** las condiciones climáticas durante la aplicación de los tratamientos y en la **Tabla 3** el análisis de suelo.

Se evaluó el número de plantas logradas en el estadio de V1 (26/11/2024) contando las plantas completamente emergidas sobre los dos surcos centrales de cada parcela. En V2 (05/12/2024) y en V4 (12/12/2024) se midió porcentaje de cobertura de suelo mediante la aplicación “canopeo” (desarrollada por *Oklahoma State University*) realizando dos mediciones por parcela.

En R1 (09/01/2025) y en R4.5 (10/02/2025) se midió el índice de verdor normalizado (NDVI) por *Greenseeker* y, en R5 (18/02/2025), el porcentaje de interceptación de la radiación con un ceptómetro. A cosecha se determinaron los otros componentes del rendimiento como son el número de vainas por

Tratamiento	Promotor de crecimiento	Descripción	Dosis	Unidad Dosis	Momento de aplicación
1		TESTIGO			
2	<i>Trichoderma harzianum</i> cepa BTC 427	Tricontrol	100	cc/100 Kg semilla	Trat Semilla (A)
3	<i>Kosakonia cowanii</i> cepa BTC 024*	KSK	300	cc/100 Kg semilla	Trat Semilla (A)
4	<i>Kosakonia cowanii</i> cepa BTC 024	KSK	400	cc/ha	Trat Foliar (B)
5	<i>Kosakonia cowanii</i> cepa BTC 024	KSK	800	cc/ha	Trat Foliar (B)
6	<i>Kosakonia cowanii</i> cepa BTC 024	KSK	300	cc/100 Kg semilla	Trat Semilla (A)
	<i>Kosakonia cowanii</i> cepa BTC 024	KSK	400	cc/ha	Trat Foliar (B)

Tabla 1. Tratamientos de estimulación aplicados en el experimento (*extraída de tejidos de raíces de yuyo colorado).

Variable	Momento de aplicación
Temperatura	23.1 °C
Vel. Viento	3.2 Km/h
Vel. Ráfaga	13.3 km/h
Precipitación diaria	0 mm
Humedad atmosférica	75%

Tabla 2. Condiciones climáticas durante la aplicación de los tratamientos en V5 (19/12/2024).

Materia Orgánica	Fósforo extractable	pH	CE
%	mg kg ⁻¹	agua 1:2,5	dS m ⁻¹
3.1	11.6	5.3	0.09
Medio	Medio	Medio	Baja

Tabla 3. Análisis de suelo efectuado al momento de la siembra.

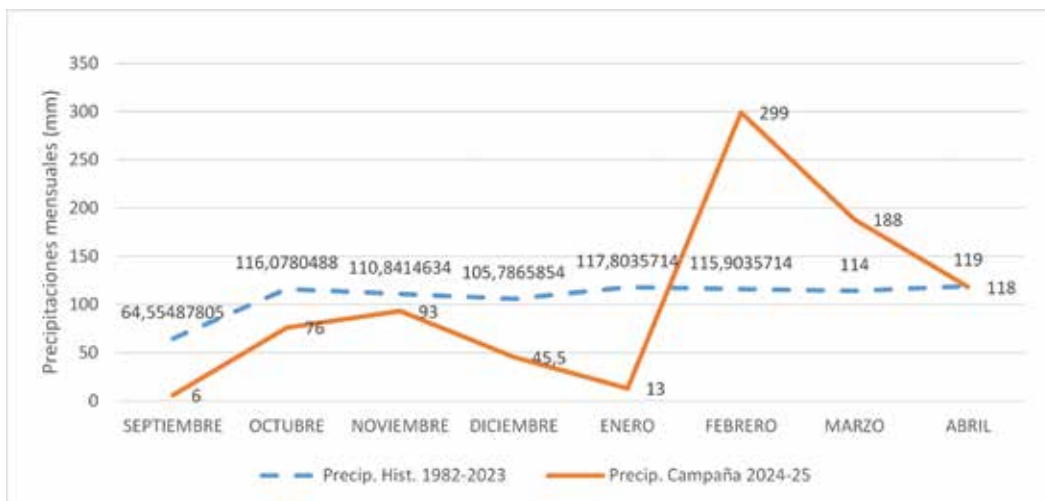


Figura 1. Precipitaciones mensuales campaña 2024-25 y precipitaciones promedio mensuales históricas (1982-2023) en la localidad de San Antonio de Areco.

planta, el número de granos por vaina y la altura de la planta.

La cosecha se realizó con una cosechadora autopropulsada sobre tres surcos de cada parcela (23/04/2025). Sobre una muestra del grano cosechado se determinó el peso de mil granos (PMG) y peso hectolítrico (PH). Se realizó un análisis de la varianza para el diseño DBCA y se compararon las medias con la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05, con el programa Infostat versión 2018e.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (Kg/ha)	PMG (g)	PH (Kg/hl)
1	Testigo	3364 a	206,2 b	63,9 a
2	Tricontrol	3862 a	194,8 ab	66,3 a
3	KSK (A)	3596 a	200,5 ab	63,1 a
4	KSK 400 (B)	3538 a	197,8 ab	65,2 a
5	KSK 800 (B)	3720 a	198,5 ab	67,4 a
6	KSK (A) + (B)	3729 a	192,7 a	67,8 a

Tabla 4. Medias de Rendimiento, PMG, PH. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). DMS Rendimiento = 660; DMS PMG = 12,4; DMS PH = 6,9.

RESULTADOS

En la **Figura 1** se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre los meses de septiembre hasta abril de la campaña 2024-25 y las precipitaciones históricas promedio mensuales registradas para los mismos meses entre 1982 y 2023. La precipitación total registrada durante el ciclo de crecimiento del cultivo (noviembre a abril) ascendió a los 756 mm, mientras que el promedio histórico entre el año 1982 y 2023 para los mismos meses fue de 683 mm. Sin embargo, más de 600 mm de precipitación se registraron en los meses de febrero, marzo y abril lo que deja un acumulado de tan solo 151 mm para los meses de noviembre a enero. La siembra del cultivo se realizó con una adecuada humedad de suelo.

Además, en la **Figura 1** se observa la distribución que tuvieron las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento. Durante los meses de octubre y noviembre las precipitaciones se recuperaron, aunque estuvieron por debajo del promedio mensual. Durante diciembre y enero las precipitaciones fueron muy inferiores al promedio histórico que, junto con las altas temperaturas registradas, determinaron que el cultivo

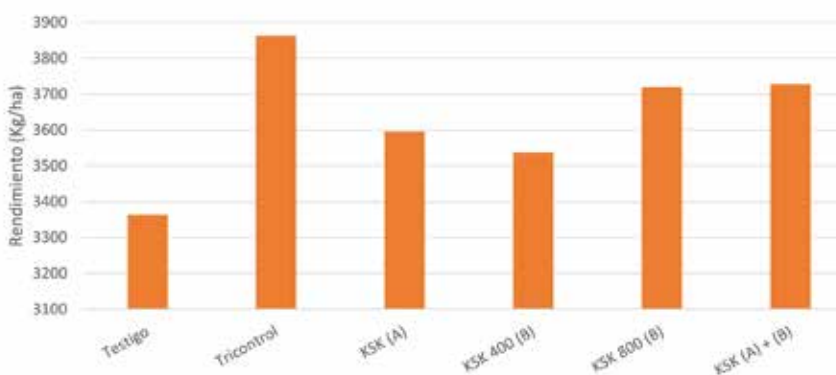


Figura 2. Rendimiento de soja según tratamiento de bioestimulación.

Tratamiento	Descripción	Plantas/ha	Cobertura (%) V2	Cobertura (%) V4
1	Testigo	450000 a	22,2 a	30,6 a
2	Tricontrol	468750 a	20,1 a	31,9 a
3	KSK (A)	468750 a	20,0 a	27,1 a
4	KSK 400 (B)	445833 a	21,0 a	28,4 a
5	KSK 800 (B)	472917 a	20,3 a	31,2 a
6	KSK (A) + (B)	493750 a	19,2 a	30,0 a

Tabla 5. Medias de plantas/ha y porcentaje de cobertura de suelo en V2 y V4. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). DMS Plantas/ha V3= 130377; DMS Cobertura V2 = 4.9; DMS Cobertura V4 = 5.3.

Tratamiento	Descripción	NDVI R1	NDVI R4.5	Intercepción de la radiación (%)
1	Testigo	0,76 a	0,79 a	71,2 a
2	Tricontrol	0,75 a	0,80 a	74,0 a
3	KSK (A)	0,73 a	0,79 a	74,2 a
4	KSK 400 (B)	0,74 a	0,79 a	74,1 a
5	KSK 800 (B)	0,72 a	0,79 a	76,5 a
6	KSK (A) + (B)	0,75 a	0,79 a	73,2 a

Tabla 6. Medias de NDVI e intercepción de la radiación para los estadios R1 y R4.5. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). DMS NDVI R1= 0.06; DMS NDVI R4.5= 0.02; DMS Inter = 29.9.

sufriera un fuerte periodo de estrés hídrico y térmico que resintió el potencial productivo del cultivo. Desde inicios de febrero en adelante se registraron abundantes precipitaciones que permitieron que el cultivo se recupere y alcance niveles de producción adecuados.

En la **Tabla 4** se presentan las medias de rendimiento, PMG y PH mientras que, en la **Figura 2**, los rendimientos. Las plantas logradas por hectárea y el porcentaje de cobertura de suelo en V2 y V4 pueden verse en la **Tabla 5**, la medición de NDVI en R1 y R4.5 y el porcentaje de intercepción de la radiación en la **Tabla 6** y el número de vainas por planta, granos por vaina y altura de plantas en la **Tabla 7**.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La media de rendimiento del ensayo fue de 3 635 Kg/ha, la cual puede considerarse acorde a los rendimientos obtenidos en la zona. No hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el rendimiento y PH, pero si para PMG. Sin embargo, la utilización del microorganismo *Trichoderma* permitió aumentos del 13 % con respecto al testigo, mientras que el tratamiento con *Kosakonia* logró aumentos del 6 % aplicado en semilla y del 5 y 10 % de manera foliar en la dosis más baja y alta respectivamente. El uso combinado de este último superó en un 10 % al testigo sin tratar. Para el PMG el testigo logró diferenciarse significativamente del tratamiento 6.

En cuanto al número de plantas por hectárea y porcentaje de cobertura de suelo en V2 y V4 (**Tabla 5**) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque puede observarse un mayor

Tratamiento	Descripción	Vainas/pl	Granos/vaina	Altura (cm)
1	Testigo	40,6 ab	2,7 a	71,13 a
2	Tricontrol	42,8 ab	2,8 a	74,50 a
3	KSK (A)	33,7 a	2,7 a	72,88 a
4	KSK 400 (B)	37,9 ab	2,7 a	73,25 a
5	KSK 800 (B)	44,1 b	2,8 a	71,88 a
6	KSK (A) + (B)	45,6 b	2,7 a	74,75 a

Tabla 7. Medias de Vainas por planta, granos por vaina y altura de plantas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). DMS vainas/pl = 10.3; DMS granos/vaina = 0.48; DMS altura = 6.11.

número de plantas en los tratamientos con aplicación de promotores en semilla. No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de intercepción de la radiación y el NDVI por greenseeker en R1 y R4.5. Sin embargo, puede observarse una mayor intercepción de la radiación en todos los tratamientos con aplicación de microorganismos promotores de crecimiento (**Tabla 6**). En el número de vainas por planta se hallaron diferencias significativas, aunque no para el número de granos por vaina y altura de plantas. En el primer caso los tratamientos 5 y 6 lograron diferenciarse del 3 (**Tabla 7**).

Esta campaña se caracterizó por una adecuada oferta hídrica a la implantación del cultivo, un fuerte estrés hídrico y térmico durante el periodo vegetativo e inicios del reproductivo y adecuadas precipitaciones desde el periodo crítico en adelante que permitieron lograr adecuados niveles de producción. En estas condiciones, la utilización de *Kosakonia* logró aumentos promedio del 8 % con respecto al testigo, mientras que *Trichoderma* en semilla logró aumentos del 13 %. El ensayo amplió la información, en esta situación, del uso de productos biológicos de bajo impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

DE BRUIJN FJ. (2015). Biological nitrogen fixation. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

ORMENO-ORRILLO E, HUNGRIA M, MARTÍNEZ-ROMERO E. (2013). Dinitrogenfixing prokaryotes. In: Rosenberg, E.; de Long, E.F.; Lory, S.; Stackebrandt, E.; Thompson, F.; eds. The prokaryote. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 427–451.

ROMANO, I.; VENTORINO, V.; AMBROSINO, P.; TESTA, A.; CHOUYIA, FE; PEPE, O. (2024). Desarrollo y aplicación de un bioestimulante ecosostenible y de bajo coste que contiene una nueva cepa promotora del crecimiento vegetal, *Kosakonia pseudosacchari* TL13. *Front. Microbiol.* 2020, 11, 02044.

JEONG, S.; KIM, T.-M.; CHOI, B.; KIM, Y.; KIM, E. (2021). Las semillas invasoras de *Lactuca serriola* contienen bacterias endófitas que contribuyen a la tolerancia a la sequía. *Sci. Rep.* 2021, 11, 13307.

GONZÁLEZ ESPINOSA, J.; HERNÁNDEZ GÓMEZ, YF; JAVIER MARTÍNEZ, Y.; FLORES GALLARDO, FJ; PACHECO AGUILAR, JR; RAMOS LÓPEZ, M.Á.; ARVIZU GÓMEZ, JL; SALDAÑA GUTIÉRREZ, C.; RODRÍGUEZ MORALES, JA; GARCÍA GUTIÉRREZ, MC; et al. (2023). *Kosakonia cowanii* Ch1 aislado del polvo de chile mexicano revela inhibición del crecimiento de hongos fitopatógenos. *Microorganismos* 2023, 11, 1758.

HERNÁNDEZ FLORES, JL; MARTÍNEZ, YJ; RAMOS LÓPEZ, M.Á.; SALDAÑA GUTIÉRREZ, C.; REYES, AA; ARMENDÁRIZ ROSALES, MM; CORTÉS PÉREZ, MJ; MENDOZA, MF; RAMÍREZ RAMÍREZ, J.; ZAVALA, GR; et al. (2023). Los compuestos orgánicos volátiles producidos por *Kosakonia cowanii* Cp1 aislados de las semillas de *Capsicum pubescens* R & P poseen actividad antifúngica. *Microorganismos* 2023, 11, 2491.

Treinta años de cultivos transgénicos en la Argentina: miradas, debates y aprendizajes

POR RAMÓN CAMPOMANE ^A

^A DIRECTOR PROVINCIAL DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (MDA).

A 30 años de la aprobación del primer evento transgénico en Argentina, el debate sigue siendo central para el agro. Los cultivos OGM transformaron el modelo productivo con impactos económicos, sociales y ambientales de gran alcance. En este artículo dialogan dos referentes con trayectorias y miradas distintas: Rodolfo Rossi y Javier Souza Casadinho.

Este año se cumplen tres décadas desde el lanzamiento del primer evento transgénico en la República Argentina. Fue aprobado en 1996 por el entonces Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación Ing. Agr. Felipe Solá. Desde este espacio, nuestra intención no es cerrar el debate con respuestas definitivas, sino más bien abrirlo, ampliarlo y multiplicar las preguntas.

Es cierto que, desde hace 30 años, con la irrupción de los cultivos OGM (Organismos Genéticamente Modificados) Argentina cambió de manera irreversible su paradigma productivo con un fuerte impacto económico, social y tecnológico. Por eso convocamos a dos voces más que calificadas, con trayecto-

rias y miradas muy distintas que se complementan en la riqueza del debate. Por un lado, el Ing. Agr. Rodolfo Rossi, quien es actual director de ACSOJA, fitomejorador con larga trayectoria en Argentina y protagonista directo de los primeros ensayos de soja transgénica formando parte del equipo técnico que registró el primer evento RR en el país.

Por otro lado, el Ing. Agr. Javier Souza Casadinho, referente de la agroecología, docente universitario y crítico del modelo transgénico, quién aporta una mirada diferente y necesaria.

El desafío para quienes trabajamos en el sector agropecuario es poder reflexionar sobre este recorrido de 30 años, rescatar aprendizajes y pensar qué caminos queremos recorrer hacia el futuro. La producción bonaerense tiene un papel central en la economía nacional y global, y no podemos dejar de preguntarnos cómo producir más y mejor, cuidando al mismo tiempo el ambiente, la salud y el funcionamiento integral de los sistemas agroproductivos.

Ing. Agr. Rodolfo Rossi

Ya hacia 1979-1980 se hablaba del glifosato como un herbicida total y empezaba a gestarse la idea de desarrollar una soja tolerante a este producto. Monsanto lideraba los ensayos en Estados Unidos, ex-



Primer soja RR, Chris Tinius, Claudia Nari y Rodolfo Rossi.

perimentando con petunia y bacterias en un proceso prolongado que probaba distintos promotores. En ese contexto, Rossi (trabajando para Asgrow Argentina) articulaba con el equipo de trabajo.

Entre 1988 y 1989 se firmó un contrato entre Monsanto, Asgrow y Agracetus, lo que consolidó la cooperación para avanzar en el desarrollo de soja transgénica. En 1991 comenzaron las evaluaciones de los primeros eventos, probando diferentes dosis y momentos de aplicación de glifosato. Conviene aclarar que un “evento” se refiere a una inserción específica de ADN en una célula vegetal, a partir de la cual se origina la planta transgénica. Cada evento es único. Los ensayos se llevaron a cabo con distintas etapas de desarrollo y concentraciones de glifosato. Se implementó un proceso acelerado de *speed breeding* en los programas de Estados Unidos y Argentina, complementados con contrastaciones en Puerto Rico y en cámaras climáticas.

En paralelo, se llevaron adelante las pruebas exigidas por los organismos reguladores: la FDA en Estados Unidos y la CONABIA en Argentina, orientadas a evaluar la bioseguridad, inocuidad y equivalencia sustancial de los productos derivados de la soja transgénica. En la campaña 1995-1996 se produjeron los primeros lotes de semilla de categoría original. NIDERA quedó habilitada para multiplicar la semilla destinada a los semilleros en la siembra 1996-1997. Con la aprobación oficial ya concretada, y bajo el control de la CONABIA y el INASE, se realizó la presentación pública de la soja transgénica en la muestra Dinámica Rural, ocasión en la que el entonces secretario de Agricultura, Felipe Solá, visitó las parcelas.



En diálogo con Rodolfo Rossi Agosto 2025.

Tapa Clarín Rural Septiembre 95.



Uno de los beneficios de la tecnología fue que permitió acortar los ciclos de la soja de manera sensible. La “simbiosis” que se estableció con la siembra directa fue otro punto clave. Hasta entonces dependía fuertemente de varios agroquímicos y con la soja RR se consolidó como una verdadera interacción que generó el liderazgo de la Argentina en esta práctica, con todos los beneficios que trae.

Entre los aspectos positivos se destaca la expansión horizontal y vertical de la agricultura, así como la posibilidad de controlar malezas perennes, lo que cambió la historia en varias regiones donde antes sembrar era casi imposible o implicaba rendimientos muy bajos y tratamientos costosos. Esta transformación también impulsó el crecimiento de la industria aceitera.

Durante los años de la presidencia de De la Rúa, la superficie sembrada con soja pasó de 8 a 12 millones de hectáreas, con un precio de 200 USD por tonelada y sin retenciones, lo que facilitó la expansión agrícola y el corrimiento de la ganadería hacia zonas extrapampeanas. Este proceso se frenó parcialmente con la prohibición de exportar carne en 2006.



Javier Souza Casadinho en el Congreso de médicos generalistas.

Para Rossi y sus colegas en la empresa, el maíz RR representó un error estratégico por parte de las compañías: innecesario y con la consecuencia de acelerar la aparición de malezas resistentes. El mal uso del glifosato en sucesivos cultivos y en barbechos contribuyó a este fenómeno, y la efectividad y facilidad de control del herbicida promovieron su uso masivo.

Finalmente, Rossi concluye, junto con diversos trabajos de otros autores, que la soja RR trajo beneficios económicos significativos a las cadenas productivas y se convirtió en el pivote de la agroindustria argentina. Permitió inversiones multimillonarias, consolidó al país como principal exportador mundial de harina y aceite de soja y transformó radicalmente el paisaje productivo. Sin duda, generó una frontera que facilitó el crecimiento de la agricultura en su conjunto.

Ing. Agr. Javier Souza Casadinho

En diálogo con él, reconstruimos cómo comenzó a vincularse con estos temas. En 1986, mientras realizaba su tesis en Escobar, observó la gran cantidad de personas afectadas por plaguicidas, algo que lo marcó profundamente y lo orientó hacia lo que hoy constituye el núcleo de su trabajo: las producciones agroecológicas.

En 1994 comenzó a tomar fuerza el debate sobre los transgénicos, recuerda que en 1995 asistió a su primera reunión sobre el tema. La primera investigación realizada en la Facultad tuvo lugar en la zona núcleo agrícola de Buenos Aires, entre 1999 y 2000, en conjunto con el INTA. El estudio evidenció una rápida aceptación de la tecnología. Desde la sociología se señala que las innovaciones suelen generar adhesión veloz cuando ofrecen beneficios inmediatos, aunque en ocasiones no se profundice en

sus efectos a mediano y largo plazo. En este caso, Monsanto aplicó una estrategia de bajo costo, evitando el cobro de tasas y regalías, lo que facilitó la adopción (situación que llevó a productores de Estados Unidos a presentar quejas en la ex organización mundial de Comercio (OMC)). Muchos productores resaltaban como principal ventaja el ahorro de tiempo, llegando incluso a afirmar: “ahora me puedo ir de vacaciones”.

Se produjo una rápida aceptación en soja, maíz y algodón, cada uno con estrategias comerciales diferenciadas. En el maíz, al tratarse de un híbrido, el productor debía comprar semilla cada campaña. En la soja, inicialmente no había contrato, lo que favoreció su expansión. En el algodón, se exigía contrato con determinadas desmotadoras, que retenían la semilla para revenderla, como ocurrió con el Guazuncho INTA. Según Souza Casadinho, esta interrelación entre el INTA y el desarrollo de los transgénicos marcó los primeros tiempos, en los que predominó una aceptación acrítica.

CRÍTICAS, DEBATES Y CONSECUENCIAS

A diferencia de la Revolución Verde, con la introducción de híbridos y trigos enanos, aquí el proceso se dio con una menor discusión crítica. Argentina, en los 90, estaba políticamente orientada hacia la apertura y la adopción acelerada. La Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria CONABIA (creada en 1991) fue clave, aunque —según Souza Casadinho— nunca incluyó a la sociedad civil, limitándose a empresas, investigadores, organismos estatales y laboratorios.

Otro aspecto que emergió fue la dificultad de los productores familiares para acceder a maquinaria adaptada a la siembra directa, lo que aceleró el creci-



Javier Souza Casadinho en Talleres de la escuela de agroecología.

miento del contratismo agrícola. En las encuestas de fines de los años 90, muchos productores ya señalaban al glifosato como el principal herbicida utilizado, destacando que una sola aplicación bastaba para controlar las plantas silvestres. No obstante, también comenzaron a registrarse las primeras advertencias sobre la aparición de especies tolerantes, como la camelina y el raigrás.

En 2001-2002, en plena crisis, surgió el debate sobre la “soja solidaria”, con posiciones encontradas entre sectores sociales, la Iglesia, programas televisivos y empresas. Allí la discusión se volvió masiva y con enfoque social.

Con el tiempo, surgieron críticas entre los mismos productores por el aumento de los costos, la reducción de la biodiversidad y la creciente dependencia del glifosato. También se registraron nuevas adversidades animales vinculadas a la siembra directa (caracoles, babosas, gusanos de suelo). Asimismo, se observaron problemas con *Rhizobium* y la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas bajo uso intensivo de herbicidas y esquemas de control más agresivos.

IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

La expansión agrícola en Argentina no solo implicó un aumento en la superficie cultivada, sino que estuvo directamente vinculada al avance del desmonte en provincias como Chaco, Salta, Santiago del Estero y Córdoba. La transformación de amplias áreas de monte nativo en tierras agrícolas generó profundas modificaciones en los ecosistemas locales: pérdida de biodiversidad, cambios en los regímenes hídricos y una mayor vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos extremos.

En paralelo, comenzaron a registrarse incrementos en enfermedades respiratorias, dérmicas y oncológicas en comunidades rurales y periurbanas expuestas de manera cotidiana a la aplicación de plaguicidas. Estos problemas de salud marcaron un punto de inflexión en la percepción pública sobre el modelo productivo. A partir de ello surgieron demandas judiciales, juicios y medidas cautelares que buscaron establecer responsabilidades y frenar prácticas de pulverización con fitosanitarios consideradas riesgosas. Casos emblemáticos se dieron en Pergamino (Buenos Aires), Ituzaingó (Córdoba) y San Jorge (Santa Fe).

Un tema clave es la concentración de la tierra. Entre 1988 y 2002 desaparecieron alrededor de 140.000 productores, y entre 2002 y 2018, unos 90.000 más, sobre todo del estrato medio y familiar. Souza Casadinho advierte que no se puede atribuir esto únicamente a los transgénicos, pero sí al modelo tecnológico y económico que favorece las grandes escalas de producción.

Souza Casadinho está convencido de que es importante abrir la discusión en torno a otros temas, como por ejemplo los rendimientos. Se cuestiona si los rendimientos de sistemas agroecológicos son menores o no, y él plantea que este debate debe darse. Menciona la Chacra Integrada Barrow del Ministerio de Desarrollo Agrario, que desde hace años trabaja con diferentes tipos de manejo y cuenta con antecedentes sobre rendimientos en esquemas agroecológicos. Javier remarca que el rendimiento es la expresión de múltiples factores, no solo del germoplasma, y debemos repensar el manejo, la nutrición de los suelos, considerar el clima y otras variables más allá de la simple pregunta de “¿rinde más o rinde menos?”, una discusión que, recuerda, se plantea desde hace más de 30 años.

Desde su mirada ética y filosófica, Javier plantea que los transgénicos llegaron con la promesa de resolver problemas, pero que en muchos casos no se cumplieron esas expectativas. Por ejemplo, no resolvieron el hambre en el mundo, no redujeron el avance de la frontera agrícola ni la presión sobre los bosques, y en cambio incrementaron el uso de plaguicidas. Para él, el hambre no es un problema técnico, sino político: no depende únicamente de la producción sino del acceso a tierra, semillas y agua. Para reforzar esta visión, cita al sociólogo Pierre Bourdieu, quien sostenía que los seres humanos tenemos “puntos de vista” y que estos no son neutrales, sino miradas condicionadas por nuestra historia, formación y cosmovisión.

Al preguntarle si veía la posibilidad de un nuevo cambio de paradigma productivo, explicó que la siembra directa no es necesariamente sinónimo de glifosato, y que existen experiencias de siembra directa con abonos verdes o con sistemas sin herbicidas. Citó al profesor Molina, precursor de la siembra directa en Argentina y Brasil, quien en los años 60 y 70 ya hablaba de la necesidad de conservar suelos y evitar el lavado por lluvias.

Cerrando su reflexión, para Javier, la agroecología implica más planificación y más esfuerzo, pero también representa una transición hacia sistemas más resilientes, diversificados y sustentables, capaces de reducir la dependencia de insumos externos y de adaptarse mejor a las variaciones climáticas y de mercado. Finalmente, concluye que los cambios de paradigma no son lineales ni pacíficos: conviven modelos distintos, con conflictos entre productores, técnicos, trabajadores y el Estado. La agroecología, dice, no es algo nuevo sino tan antiguo como la humanidad, y hoy atraviesa una fase de expansión y consolidación que invita a repensar la agricultura, la salud, la economía y la relación entre sociedad y naturaleza.

TREINTA AÑOS DE TRANSGÉNICOS: APRENDIZAJES, DESAFÍOS Y CAMINOS HACIA UN AGRO SOSTENIBLE

Treinta años después de la introducción del primer evento transgénico en Argentina, el debate sobre su impacto productivo, ambiental y social sigue vigente. Los cultivos OGM transformaron el modelo agrícola, impulsando cambios tecnológicos que marcaron un antes y un después en la soja y otros cultivos de verano, pero también generando cuestionamientos so-



bre biodiversidad, uso de agroquímicos y prácticas de manejo de suelo. Este recorrido permite poner en perspectiva decisiones pasadas y analizar sus resultados, con aprendizajes que pueden orientar la producción futura.

En este contexto, las experiencias de Rodolfo Rossi y Javier Souza Casadinho ofrecen miradas complementarias: desde la innovación en fitomejoramiento y ensayos de soja transgénica hasta la agroecología y manejo sustentable de los sistemas agrícolas. Reflexionar sobre estas trayectorias permite debatir sobre la transferencia tecnológica, la integración de procesos de manejo con tecnologías de insumos y la necesidad de equilibrar productividad con cuidado ambiental, la conservación de los suelos y sostenibilidad a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

FERRAZZINO, A.; BOCCHICCHIO, A.; SOUZA, J.; BANCHERO, C.; CORREA, C.; BERGEL, S.; SOSA BELAÚSTEGUI, M. (s.f.). Agrobiotecnologías: Difusión de cultivos transgénicos en Argentina y Brasil. Kairos. Revista de Temas Sociales. Universidad Nacional de San Luis.

TEJADA RODRÍGUEZ, A.; ROSSI, S.; JORGE, N.; TRIGO, E. (2021). Bolsa de Cereales. 25 años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina.

GALPERÍN, C., et al. (2000). Los productos transgénicos, el comercio agrícola y el impacto sobre el agro argentino. Departamento de Investigación, Universidad de Belgrano.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s.f.). Biotecnología agrícola: Cultivos genéticamente

modificados. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/biotecnologia/conabia/_pdf/Cultivos_GM.pdf

PASSALACQUA, S. A. (2012). El impacto de la soja transgénica en el sector agropecuario del Mercosur. Estudio de caso: Argentina y Uruguay (Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires, Centro de Estudios Avanzados).

SAPyA. (1996). Resolución 167/96. Autorización del primer evento transgénico en Argentina. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/biotecnologia/ogm/_archivos/res167-1.pdf

ROSSI, R. L. (2002). Una visión sobre el futuro del mejoramiento genético de la soja, a 20 años del lanzamiento de la soja transgénica por Nidera. Premio Nidera, UBA.

ROSSI, R. L. (2010). Transgénesis vegetal: Impacto económico-social. En Innovación, Tecnología y Producción de Alimentos. Experiencias de Argentina y la Unión Europea.

ROSSI, R. L. (2017). Evolución de la soja en Argentina: Hitos del mejoramiento genético. X Congreso Brasileiro de Soja, Mercosoj 2025, Campinas, SP.

SOUZA CASADINHO, J. (2000). Transgénicos: ¿Una segunda revolución industrial? Revista Raíces. CETAAR. <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/TRANSGENICOS-Una-segunda-revolucion-industrial-por-Javier-Souza-Casadinho-CETAAR>

SOUZA CASADINHO, J. (2014). Las plantas silvestres, nuevos transgénicos y el herbicida 2,4-D. Biodiversidadla. <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Las-plantas-silvestres-nuevos-transgenicos-y-el-herbicida-2-4-D>

SOUZA CASADINHO, J. (2025). Treinta años de cultivos transgénicos en Argentina: Las consecuencias socioambientales. Semanario Huellas. <https://diariohuellas.com.ar/2025/07/01/treinta-anos-de-cultivos-transgenicos-en-argentina-las-consecuencias-socioambientales-nota-3>

TRIGO, E. J. (2016). Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la Argentina.

Red Sur Sorgo: dos décadas compartiendo conocimiento desde el sur bonaerense

POR ARIEL ALEJANDRO MELIN [^]

[^] RESPONSABLE CHACRA EXPERIMENTAL CORONEL SUÁREZ (MDA).

La Red Sur Sorgo, coordinada por la Chacra Experimental Coronel Suárez (MDA), tiene como principal objetivo generar y difundir información sobre el comportamiento productivo y agronómico de diferentes variedades e híbridos de sorgo. Aquí, se comparte una reseña de las líneas de trabajo, instituciones participantes, publicaciones y actividades de extensión vinculadas con la Red.



La Red Sur Sorgo lleva adelante ensayos de evaluación de cultivares de sorgo. Con más de 20 años de trabajo continuo, articula una red territorial en la región centro-sur de la provincia de Buenos Aires, que incluso ha sumado trabajos en el este de La Pampa. En esta Red, coordinada por la Chacra Experimental Coronel Suárez del MDA, participan también varias Chacras Experimentales del Ministerio, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), universidades, empresas semilleras, profesionales y productores.

El objetivo principal de la Red es generar y difundir información sobre el comportamiento productivo y agronómico de diferentes variedades e híbridos de sorgo tanto comerciales como experimentales. Además, se ejecutan proyectos conjuntos con otras instituciones como la generación de publicaciones técnicas y de divulgación sobre el cultivo de sorgo, ensayos de manejo agronómico de fertilización, densidades de siembra, uso del forraje y del grano, etc.

LÍNEAS DE TRABAJO Y EVALUACIÓN

La red se enfoca en la evaluación de distintos tipos de sorgo, en particular de:

Sorgos forrajeros: se evalúa la producción de forraje verde y seco por hectárea, la fenología, la proporción de hoja, tallo y panoja y el contenido de azúcar en el tallo.

Sorgos sileros o de doble propósito: se analizan características para la confección de ensilajes de planta entera, como la producción de biomasa, la altura de la



planta, el estado del grano al corte y la calidad nutricional.

Sorgos graníferos: se analizan características agronómicas como enfermedades, incidencia de plagas y su impacto (algunas muy relevantes en los últimos años, como el ataque del PAS-*Melanaphis sacchari*) y la adaptación a condiciones ambientales. Además, se evalúa el rendimiento de grano, exersión de panoja, tipo y color de grano.

INSTITUCIONES Y LOCALIDADES PARTICIPANTES

La Red Sur Sorgo es un esfuerzo colaborativo que involucra a diversas instituciones, empresas y profesionales, incluyendo:

Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (MDA): la Chacra Experimental Coronel Suárez (MDA) coordina la red, pero varias



Chacras Experimentales (CE) participan o han participado a lo largo de estos años. Se destacan la CEI Barrow MDA-INTA, la CE Blanca Grande MDA y la CE Carhué, entre otras.

INTA: varias experimentales y agencias de extensión han participado de la red, especialmente en el sudoeste, pero se destaca por la continuidad la participación de profesionales INTA de la Chacra Experimental Integrada de Barrow (MDA-INTA), en Tres Arroyos.

Universidades: en este caso se destaca la participación de investigadores de la Facultad de Agronomía de UNICEN.

Empresas semilleras: son las que aportan los materiales para los ensayos y en los últimos años destacamos a ACA, Barenbrug, Génesis Seeds, Peman Semillas, San Pedro Semillas, Nuseed, Origa Semillas, Fan Seeds, Criadero El Cencerro, Caverzasi Ortin Semillas, Producers, Gentos, Argenetics Semillas, Soy Techs Sementes y Biscayart Semillas.

Particulares: han participado profesionales ingenieros agrónomos independientes, productores agropecuarios y establecimientos ganaderos.

A lo largo de los años, los ensayos de la Red Sur Sorgo se han llevado a cabo en diferentes localidades del centro y sur de la provincia de Buenos Aires (con especial presencia en el sudoeste) y en algunas ocasiones, en provincias cercanas como La Pampa. Algunas de las localidades mencionadas en sus informes incluyen: Coronel Suárez, Barrow (Tres

Arroyos), Blanca Grande (Olavarría), Carhué (Adolfo Alsina), Coronel Dorrego, Coronel Pringles (Indio Rico), Daireaux, Miramar, Ascasubi, Bordenave, Bahía Blanca, Tornquist, Casbas y Anguil (La Pampa).

La información generada por la Red Sur Sorgo es de gran utilidad para los productores, ya que les permite tomar decisiones informadas sobre los cultivos que se adaptan mejor a las condiciones edafoclimáticas de su región, optimizando así la producción de forraje y grano para la alimentación animal.

PUBLICACIONES Y ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN

Desde los comienzos de la Red Sur Sorgo, el proceso de trabajo es la evaluación agronómica y productiva de diferentes tipos de sorgo y su utilización, con una metodología científica que incluye diseño experimental, repeticiones, rigurosidad en la toma de datos a campo y el análisis estadístico. El cumplimiento de esta metodología ha generado datos objetivos medibles que en estos 23 años han evaluado más de cinco mil cultivares de sorgo y más de 50 ensayos de manejo.

Al final de cada campaña, la información generada en los ensayos de las distintas localidades es sistematizada y publicada como Informe Técnico Anual de la Red Sur Sorgo. Los informes suelen tener ejes temáticos derivados de sus principales líneas de trabajo (sorgos forrajeros, sileros y graníferos). Asimismo, se han publicado trabajos derivados de los ensayos de la Red en diferentes congresos y jornadas técnicas, así como en la Revista MDA.





Anualmente se realizan jornadas de extensión que incluyen reuniones a campo con visita y recorrida de ensayos. Es así como se han realizado más de 15 “Jornadas Anuales de la Red Sur Sorgo” en diferentes localidades de la provincia de Buenos Aires y en La Pampa. Las temáticas abordadas van variando desde aspectos productivos hasta la comercialización de productos y subproductos del grano de sorgo.

Por último, a través de la Red Sur Sorgo se han generado varios manuales y publicaciones técnicas, aún vigentes y de uso habitual entre productores, semilleros, profesionales y comercios relacionados al sector. Estas publicaciones están disponibles en el repositorio institucional, biblioteca digital del INTA (<https://repositorio.inta.gob.ar/discover>).



Acceso a Informes Anuales de la Red Sur Sorgo:
https://drive.google.com/drive/folders/1r4E6zbtbwmSPqgzWCCjfl_KIJGTc8WIT

MINISTERIO DE
DESARROLLO
AGRARIO



GOBIERNO DE LA
PROVINCIA DE
**BUENOS
AIRES**

