

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo

-MODALIDAD TESINA-

**“Evaluación de los efectos de fitosanitarios no convencionales
para el control y prevención de enfermedades en maíz”**

ALUMNO: Avila Poletti, Hugo Martín

ASESORA: Ing. Agr. (Mgtr) Celsa Noemí Balbi

Lugar de realización del trabajo de Tesina: Campo Didáctico Experimental de la
Facultad de Ciencias Agrarias UNNE

Año: 2024

ÍNDICE GENERAL.

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Características botánicas del maíz.....	2
2.2. Importancia económica del maíz.....	2
2.2.1 Producción Nacional de maíz.....	2
2.3. Generación del rendimiento en el cultivo de maíz.....	2
2.4. Enfermedades del cultivo de maíz en la Argentina.....	3
2.5. Uso de bioinsumos en agricultura.....	6
2.6. Otros químicos utilizados en agricultura.....	7
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. Objetivo general.....	7
3.2. Objetivos específicos.....	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1. Lugar de trabajo.....	8
4.2. Historial y manejo del lote.....	9
4.3. Material vegetal y tratamientos.....	10
4.4. Diseño experimental.....	11
4.5. Evaluaciones agronómicas.....	11
4.5.1. Cuantificación del estado sanitario.....	12
4.5.1.1. Momentos de muestreo.....	12
4.5.1.2. Variables analizadas.....	12
4.5.2. Mediciones de rendimiento.....	14
4.6. Análisis estadístico.....	15
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5.1. Sanidad del cultivo.....	15
5.1.1 Incidencia y severidad de RC y TFC en V14.....	16
5.1.2. Incidencia y severidad de CS en R4.....	17
5.2. Producción de biomasa aérea.....	18
5.2.1. Rendimiento y componentes de rendimiento.....	18
5.2.2. Partición del rendimiento.....	19
6. CONCLUSIONES.....	22
7. BIBLIOGRAFÍA.....	23

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Resultados de análisis de suelo.....	8
Tabla 2. Fitosanitarios utilizados para la aplicación de pre-emergencia.....	10
Tabla 3. Formulados utilizados para los distintos tratamientos	11
Tabla 4. Estados fenológicos del cultivo de maíz.....	12
Tabla 5. Incidencia y severidad de TFC y RC en V14.	16
Tabla 6. Incidencia y severidad de CS en R4.....	17
Tabla 7. Componentes numéricos de rendimiento	19
Tabla 8. Biomasa aérea generada por el cultivo y partición de la misma. cosecha.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Condiciones meteorológicas registradas a lo largo del ciclo del cultivo.....	9
Figura 2. Esquema del diseño experimental utilizado en el ensayo.....	11
Figura 3. Escala de severidad usada para TFC.....	13
Figura 4. Escala de severidad para RC.....	14
Figura 5. Grados de severidad de CS.....	14
Figura 6. Síntomas iniciales de TFC registrados en V14.....	15
Figura 7. Síntomas iniciales de RC registrados en V14.....	15
Figura 8. Sintomatología de CS identificada en R4. A: síntomas de MRFV. B: síntomas de CSS. C: Síntomas de MBSP.....	16
Figura 9. Comparación de rendimiento ajustado a 14,5 % de humedad (RG) entre los distintos tratamientos.....	18
Figura 10. Construcción del rendimiento por parte de las espigas apicales y sub-apicales.....	20

1. RESUMEN.

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo de mayor producción en Argentina, donde en la campaña 2020/21 se produjeron 58,5 Millones de toneladas. Esta producción fue creciendo gracias a la inclusión de ambientes de menor productividad, entre ellos el noreste argentino, considerada zona marginal para el cultivo. Entre las adversidades a las que se enfrenta están las enfermedades, siendo las más importantes el tizón foliar común (TFC), la roya común (RC) y el achaparramiento del maíz (CS), enfermedades que pueden ocasionar pérdidas considerables. El único vector conocido para CS es *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), no pudiendo ser transmitida de otro modo, razón por la cual el control de la enfermedad es mediante el control de dicho vector. Actualmente, no existen insecticidas registrados para su control, aunque pueden utilizarse los recomendados para *Delphacodes kuschelli*. En este contexto, otras sustancias son cada vez más utilizadas, entre ellas se destacan los bioinsumos, ya sea los que contienen derivados de microorganismos o bien microorganismos en sí, como es el caso de *Trichoderma harzianum* (*T. harzianum*) y *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*), siendo también cada vez más difundido el uso de otros químicos como el peróxido de hidrógeno (PH); en ambos casos se ha encontrado que existen efectos positivos sobre el cultivo, tanto en parámetros sanitarios como de rendimientos de grano. El objetivo del presente trabajo fue generar información acerca del control de las enfermedades en maíz con productos de menor impacto ambiental en fecha de siembra tardía en la provincia de Corrientes, así como su efecto en el rendimiento y sus componentes numéricos. El trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones en las cuales aplicaron siete diferentes tratamientos en V4, V6, V8, V10 y V12, dichos tratamientos fueron: testigo (T1), PH (T2), PH + lambdacialotrina (T3), lambdacialotrina (T4), bioestimulante (BE) (T5), BE + *T. harzianum* (T6) y BE + *B. subtilis* (T7). Se evaluó incidencia y severidad de TFC y RC en V14, evaluando los mismos parámetros en R4 para CS. Al llegar a la madurez del cultivo, se cosecharon cinco plantas por repetición y se calculó biomasa aérea total (BAT), índice de cosecha (IC), rendimiento de granos (RG), peso de 1000 granos (P1000), número de granos por metro cuadrado (NG), así como el número de hileras (NH) y número de granos por hilera (NGH) de cada espiga. Finalmente, se estimó la contribución al RG de las espigas sub-apicales. Para los parámetros sanitarios observados, solamente se encontró un aumento de incidencia en T7 para TFC, en el caso de CS T1 y T2 fueron los tratamientos con mayores niveles de incidencia, mientras que T5 y T7 presentaron los valores de incidencia más bajos. En el caso del RG, T2 presentó los mayores valores, mientras que T4 y T3 tuvieron valores de RG menores inclusive que T1. Para la variable NG y P1000, el tratamiento que presentó los mayores valores fue T2, lo cual se correspondió con los valores de dicho tratamiento tanto para NH y NGH. En cuando a la producción de BAT, T1 y T2 presentaron los valores más elevados, en tanto que T2 y T6 fueron los que presentaron los mayores IC, razón que explicaría su mayor RG. Finalmente, T2, T3, T5 y T6 mostraron tendencia a generar rendimiento mediante la contribución al RG de espigas sub-apicales, no observándose dicha contribución para T1, T4 y T7. Se concluye de esta manera que la utilización de bioinsumos, así como de PH permitió mejorar los parámetros relacionados al RG en las condiciones del experimento.

2. INTRODUCCIÓN.

2.1. Características botánicas del maíz.

El maíz (*Zea maíz* L. 1753) es una planta perteneciente al orden Poales, familia Poaceae, tribu de las Andropogoneae (APG IV, 2017).

2.2. Importancia económica del maíz.

El maíz es un cultivo considerado de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (Golik *et al.*, 2018).

En el mundo, en el año 2022 se cosecharon unos 205 millones de hectáreas (M has) de este cereal, alcanzando una producción de 1.025 Millones de toneladas (M ton), siendo el cultivo que mayor superficie y producción total tiene a nivel mundial (FAOSTAT, 2024).

2.2.1. Producción nacional de maíz.

Argentina es uno de los principales países productores de maíz, siendo el tercer exportador mundial de dicho cereal en 2019 (FAOSTAT, 2024). En la campaña 2020/21 se sembraron 9,5 M has, de los cuales 7,7 M has fueron destinados a grano, alcanzado 58,5 M ton, con un promedio de 7,5 ton. ha⁻¹ (Departamento de estimaciones agrícolas, 2024). Para la campaña 2023/24 se estima que nuevamente habrá una producción récord de aproximadamente 59 M ton, esto debido a las favorables condiciones hídricas que tiene el cultivo (Russo, 2024). La producción actual está en torno a las 60 M ton triplicando la producción nacional de hace tan solo 10 años atrás, esto debido a la expansión hacia ambientes de menor productividad, en los cuales, a su vez, los cambios en el sistema de producción del cultivo tienden a mejorar su estabilidad antes que maximizar rendimiento por unidad de área (Satorre y Andrade, 2021)

Si bien el Noreste Argentino (NEA) es considerado una zona marginal para la producción de maíz, los favorables precios internacionales de los productos agrícolas durante los primeros diez años del siglo actual junto con los cambios en las tendencias climáticas promovieron la expansión de la agricultura a nivel país (Maddonni *et al.*, 2021).

En el período 2010-2020, la superficie destinada al cultivo fue creciendo en torno a 21.000 hectáreas por año, mientras que la producción se incrementó en aproximadamente 158.000 ton por año en el mismo período, acompañados por incrementos de rendimiento cercanos a 280 kg. ha⁻¹. año⁻¹ (estimaciones propias a partir de los datos de Departamento de Estimaciones Agrícolas, 2024), esto podría explicarse debido a una conjunción entre el mejoramiento genético y cambios en el manejo del cultivo (Satorre y Andrade, 2023).

2.3. Generación del rendimiento en el cultivo de maíz.

El rendimiento final del cultivo de maíz es el resultado del crecimiento y el desarrollo. Se entiende por crecimiento al aumento en el número y tamaño de las células que constituyen los diferentes órganos de la planta, siendo el desarrollo la sucesión progresiva de las etapas que establecen la morfología propia del organismo adulto a medida que avanza el ciclo ontogénico

del cultivo (Martínez Álvarez, 2015). Los procesos previamente descritos se ven afectados por diferentes variables ambientales: el crecimiento está determinado por la radiación incidente y la temperatura, y el desarrollo principalmente por la temperatura y, en menor medida, el fotoperíodo (Otegui, 2023).

La conjunción de estos dos procesos, es decir, el crecimiento que tenga la planta por día multiplicado por la duración del ciclo es lo que dará la biomasa aérea total (BAT) del cultivo (Andrade *et al.*, 2023). El rendimiento de un cultivo se determina como el producto de la BAT y su reparto al órgano cosechable. El índice de cosecha (IC) es una medida del grado de partición de los fotosintatos asimilados en el producto cosechable (Massignam *et al.*, 2009).

En este sentido, se tienen factores denominados definidores, los cuales determinan el rendimiento potencial que puede alcanzar el cultivo en caso de tener el resto de las variables en valores ideales, estos factores son la radiación incidente, la temperatura, el fotoperíodo y la genética del material. Por otro lado, existen los factores limitantes, son aquellos que generan las brechas de rendimiento entre el rendimiento potencial y lo que realmente se obtiene a campo, ellos son la fertilidad del suelo y las precipitaciones. Finalmente, se tienen los factores reductores que son las malezas, plagas y enfermedades (Andrade *et al.*, 2005), que a nivel mundial son responsables de pérdidas que oscilan entre el 20 y el 40 % de la productividad agrícola global (Teng y Krupa 1980; Teng 1987; Oerke 2006).

Las enfermedades pueden ser definidas como alteraciones morfofisiológicas de las plantas producidas por agentes patógenos parasitarios y no parasitarios (Jauch, 1976). Entre los distintos patógenos parasitarios que pueden atacar a las plantas se encuentran nematodos, hongos, bacterias, mollicutes, fitoplasmas y virus (Agrios, 2005).

A partir de estimaciones se puede afirmar que las enfermedades en los cultivos, a nivel mundial, causan pérdidas de rendimiento en torno al 12% (Andrade, 2020).

La agricultura actualmente se enfrenta con nuevos escenarios productivos debido al cambio climático, que plantea cambios en la distribución de precipitaciones, aumento de concentraciones de CO₂ y de las temperaturas, estimándose que en aproximadamente 20 años se alcanzará una concentración atmosférica de CO₂ de 450 ppm, lo que determinaría incrementos en la temperatura media de 2° C (Camilloni, 2018); este aumento en las temperaturas podría elevar la presión de enfermedades, especialmente en los cultivos de verano (Andrade, 2020).

2.4. Enfermedades del cultivo de maíz en Argentina.

La introducción de la resistencia a lepidópteros posibilitó la adopción masiva de fecha de siembra tardía por parte de los productores (Cirilo y Otegui, 2017), buscando mayor estabilidad de rendimiento (Mercau y Otegui, 2014).

El atraso en las fechas de siembra ha sido señalado como el responsable del aumento en la incidencia y severidad de las enfermedades en maíz (Teyssandier, 2005; Laguna y Gimenez Pecci, 2012; De Rossi *et al.* 2016¹; Gimenez Pecci *et al.*, 2016), debido a que siembras tardías han ampliado la ventana en que existe presencia de maíz en los lotes generando un corredor verde buena parte del año, lo cual favorece la supervivencia de inóculo (De Rossi *et al.*, 2016¹);

otras causas que se atribuyen son las altas proporciones de maíz en la rotación, siembra directa que permite que el inóculo pueda sobrevivir en los rastros, baja adopción del monitoreo de cultivos (De Rossi *et al.*, 2016²), sumado al uso masivo de isohíbridos, lo que predispone a incrementar los problemas sanitarios (Laguna y Gimenez Pecci, 2012). Además de todo lo señalado, la expansión de la frontera agrícola del maíz hacia zonas subtropicales (Maddoni *et al.*, 2021) en conjunción con la mayor adopción de materiales templados en dichas zonas hicieron que aumente la severidad de enfermedades (Laguna y Giménez Pecci, 2012).

En la Argentina existen numerosas enfermedades, las mismas corresponden a hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y espiroplasmas que afectan al cultivo de maíz (De Rossi *et al.*, 2016¹; Giménez Pecci, 2023). Sin embargo, no todas causan pérdidas de rendimiento, siendo pocas las enfermedades que tienen importancia económica debido a su extensión. Es así que según datos de maíz tardío de las campañas 2019/20 y 2021/22, las enfermedades foliares que mayor prevalencia presentan son el tizón foliar común (TFC), la roya común (RC) y el complejo del achaparramiento del maíz (CSS) (REM AAPRESID).

El TFC es una enfermedad causada por el hongo *Exserohilum turcicum* (*E. turcicum*) (Pass) Leonard & Suggs, siendo la enfermedad fúngica más importante que reduce la producción de maíz en Argentina (De Rossi *et al.*, 2016¹) y en todo el mundo (De Rossi *et al.*, 2022).

El TFC causa reducciones de rendimiento principalmente a través del agotamiento del área fotosintética debido a su deterioro. Cuando la enfermedad se establece antes de R1 y alcanza las hojas superiores durante el llenado del grano, pueden ocurrir daños severos al rendimiento, con reducciones que oscilan entre el 15% y el 50% (De Rossi *et al.*, 2022), alcanzando valores de hasta el 98% (Kachapur y Hegde, 1988). Temperaturas de 17-28 °C y períodos prolongados de mojado foliar mayores a 10 horas son predisponentes para el desarrollo de la enfermedad (Munkvold & White, 2016), aumentando la probabilidad de infecciones severas, en las cuales las lesiones crecen y coalescen, pudiendo ocasionar la muerte de la hoja y de la planta (Herbario virtual).

En híbridos susceptibles, De Rossi y colaboradores (2022) encontraron que por cada punto porcentual de aumento de severidad los rendimientos se reducen entre 83 y 297 kg. ha⁻¹.

El patógeno sobrevive en el rastrojo de maíz, en hospedantes alternativos como *Sorghum halepense* (Levy, 1984) y en semilla (De Rossi, 2020), por esto, la rotación de cultivos debe tenerse en cuenta como estrategia para bajar la presión de esta enfermedad. Otros métodos de control que pueden tenerse en cuenta es la elección de híbridos tolerantes o resistentes (De Rossi *et al.*, 2022), en los cuales el tamaño de las lesiones y la esporulación es menor (Parisi *et al.*, 2013). Pese a esto, es usual encontrar que la resistencia no dura muchos años, debiéndose recurrir al control (Chaube y Singh, 1991). Actualmente, existen algunos principios activos que pueden utilizarse para el control de TFC debido a que los mismos se encuentran autorizados (CASAFA, 2024).

La RC es una enfermedad causada por el hongo *Puccinia sorghi* (*P. sorghi*) Schwein. Es una de las enfermedades fúngicas más importantes a nivel mundial (Roelfs y Bushnell, 1985), y una de las que mayores niveles de incidencia tiene en las últimas campañas en Argentina (González *et al.*, 2011; Parisi *et al.*, 2014; De Rossi *et al.*, 2016¹).

Las royas por su naturaleza biotrófica afectan tejidos vivos y en consecuencia impactan sobre diversos aspectos fisiológicos como la función fotosintética de las hojas (Formento, 2021). A nivel mundial ocasiona pérdidas comprendidas entre 10 a 30% (Herbario Virtual), llegando hasta un 75% (Dey *et al.*, 2012). Se ha demostrado que 10% de incremento de severidad produce una disminución de rendimiento de 2-7% (Shah y Dillard, 2006). Temperaturas entre 13-27°C son óptimas para el desarrollo de la enfermedad, siendo los tejidos jóvenes los más susceptibles a la infección (Herbario Virtual).

Desde hace varios años que existe la incorporación de genes de resistencia (Rp), estos son específicos de una raza (proporcionan resistencia a algunas, pero no a todas), y confieren resistencia en todas las etapas de crecimiento (Hulbert, 1997). Actualmente, existen algunos principios activos que pueden utilizarse para el control de RC debido a que los mismos se encuentran autorizados por el CASAFE (2024).

El complejo del achaparramiento o del maíz o corn stunt (CS) es causado por tres enfermedades: el corn stunt spiroplasma (CSS) cuyo agente causal es *Spiroplasma kunkelli* (S. kunkelli) Whitcomb, el rayado fino del maíz (MRFV) cuyo agente causal es el Maize Rayado Fino Virus, y fitoplasma, cuyo agente causal es el Maize Bushy Stunt Phytoplasma (MBSP) (Morand *et al.*, 2020). El CS causa pérdidas de rendimiento en torno a un 10-12% (Morand *et al.*, 2020), pudiendo alcanzar valores de hasta 90-100% (Massola Junior *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2003).

El único vector conocido de esta enfermedad es *Dalbulus maidis* (D. maidis) De Long & Wolcott (Hemiptera: Cicadellidae), no pudiendo ser transmitida por contacto mecánico, polen o semillas (Kunkel, 1946). Se trata de una chicharrita con una longitud de 3-4 mm, de color amarillo paja con dos manchas redondas negras sobre el vértice de la cabeza, alas traseras translúcidas extendiéndose más allá de la punta del abdomen, las ninfas son de color amarillo translúcido que carecen de las manchas (Casuso, 2017). Posee al menos cinco generaciones anuales, pasando el invierno como adulto en plantas de maíz voluntarias (Virla *et al.*, 2003). Este vector transmite el complejo de CS en forma propagativa persistente a las plantas (Casuso, 2017), adquiriendo el patógeno a través de su aparato bucal picador-suctor al estar en contacto con plantas infectadas (Carpane *et al.*, 2012). Un período de acceso al material infectado de tan solo 15 minutos permite que el insecto sea capaz de adquirir el agente causal de la enfermedad (Alvizatos y Markham, 1986).

Si bien se considera a *D. maidis* como un insecto que necesita al maíz para completar su ciclo (Nault, 1990), el mismo puede pasar los períodos desfavorables en otras especies vegetales (Virla *et al.*, 2003; Summers *et al.*, 2004; Casuso, 2017), e inclusive, alimentarse y oviponer en las mismas (Pitre, 1967).

La falta de materiales resistentes hace que la sobrevivencia del vector y de material infectado sea la fuente de inóculo en las posteriores campañas. Por esta razón, todas las prácticas que conlleven a que se incrementen estos elementos predisponen a la enfermedad (Carpane *et al.*, 2012).

Actualmente, no existen métodos para controlar el daño causado por el CS, por lo que la prevención es la única herramienta disponible para manejar la enfermedad (Carpane *et al.*,

2012). El manejo de la enfermedad debe basarse en la evasión del patógeno, evitando la presencia de plantas voluntarias (Summers *et al.*, 2004), en conjunción con híbridos de mejor respuesta mediante mecanismos de antixenosis y/o antibiosis (Oleszczuk *et al.*, 2020).

No existen productos registrados en Argentina para el control de *D. maidis*, sin embargo, pueden recomendarse insecticidas que se usan para el control de *Delphacodes kuscheli* (*D. kuscheli*) (Delphacidae), el vector del MRCV (Morand *et al.*, 2020).

2.5. Uso de bioinsumos en agricultura.

En la actualidad, es cada vez mayor la participación en el mercado de los fitosanitarios de los bioinsumos (BI) como herramientas para complementar la producción con fitosanitarios de síntesis química (Permingeat, 2024).

Los BI son productos basados en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, o de microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad, calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema (Mamani de Marchese y Filipone, 2018).

Se puede clasificar a los BI de distintas maneras. En cuanto a su origen, pueden ser derivados de vegetales o microbianos; y en cuanto a su efecto sobre la planta, pueden ser clasificados en dos grandes grupos: biofertilizantes y bioplágicidas. Asimismo, en estas categorías se pueden identificar subcategorías, dentro de los biofertilizantes se distinguen los bioestimulantes del crecimiento, inoculantes microbianos, bioestabilizadores, incluyendo también en este grupo a los abonos orgánicos, humus y guano. Dentro de los bioplágicidas se distinguen los microbiocidas, los bioinductores de la defensa vegetal contra plagas y enfermedades y los biorepelentes (Mamani de Marchese y Filipone., 2018).

Si bien en algunos casos se han reportado que no hubo efectos al aplicar BI (Cruz López y Aguayo Zambrano, 2020), existen muchos otros casos documentados en los cuales la utilización de BI ha permitido el control de plagas y enfermedades (Sartori *et al.*, 2015; El-Kazzaz *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2023; Grijalva *et al.*, 2018; Maciel *et al.*, 2024).

Uno de los microorganismos que se citan es *Trichoderma harzianum* (*T. harzianum*) Rifai, un hongo que posee actividad fungicida, clasificado como un biológico con múltiples modos de acción (Arregui y Puricelli, 2013). Debido a la multiplicidad de mecanismos de acción que posee es difícil que las enfermedades desarrollen resistencia, incluso tras muchas generaciones (Mamani de Marchese y Filipone, 2018), citándose que puede controlar TFC (Sartori *et al.*, 2015).

Otro de los microorganismos es *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) Cohn, una bacteria que posee actividad fungicida, cuyo mecanismo de acción es a través de la disrupción de la membrana celular de los patógenos, (Puricelli y Arregui, 2013). Además de ello, se sugiere que el mismo puede tener actividad como insecticida (Gadhawe *et al.*, 2016).

En el caso de los bioestimulantes (BE), el término se refiere a sustancias que, a pesar de no ser un nutriente, un pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento

vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos (Saborio, 2002). Estos productos se denominan “bio” por provenir o contener organismos vivos (CABIO, 2023)

Los BE pueden contener diversas sustancias tanto orgánicas como inorgánicas, que interactúan con las plantas para proteger y estimular directa o indirectamente su crecimiento y desarrollo (Ben Mrid *et al.*, 2021). Una de esas maneras directas es a través de estimular el crecimiento de las plantas y, por consiguiente, de los rendimientos (Ben Mrid *et al.*, 2021), pudiendo además reducir el impacto del estrés abiótico y biótico, disminuyendo así la necesidad de uso de fertilizantes y fitosanitarios (Bulgari *et al.*, 2019).

2.6. Otros químicos utilizados en agricultura.

El cambio de paradigma generado por los bioinsumos, así como el mayor conocimiento de los complejos procesos que utilizan las plantas para defenderse de plagas y enfermedades, ha desencadenado en pruebas de sustancias no convencionales para la agricultura.

Una de ellas es el peróxido de hidrógeno (PH), que en los últimos años se ha sido probado en diversos cultivos, en los ha tenido efectos positivos en parámetros de crecimiento (Bonilla-Cruz *et al.*, 2021; Juárez-Santillán *et al.*, 2023), sanitarios (Velasgui y Toapanta Vargas, 2018; Fernández, 2021; Juárez-Santillán *et al.*, 2022) y en la mitigación del estrés (Sogah *et al.*, 2020).

Por todo lo expuesto y ante la creciente incidencia de enfermedades en el principal cultivo no solo del país, sino también del NEA, como así también en los daños generados por las mismas es necesario generar nuevas estrategias de manejo basados en el principio de protección del cultivo para disminuir los daños. En este sentido, el aumento de la importancia de CS, una enfermedad que no tiene control y cuyo vector no posee productos registrados para su control, hace necesaria la búsqueda de soluciones innovadoras que permitan evitar o al menos aminorar las pérdidas generadas.

En este sentido, surgen los bioinsumos y otros químicos (de aquí en más, fitosanitarios) cuya aplicación avizora poder controlar a los patógenos causantes de las enfermedades previamente nombradas, o bien, permitir que las plantas utilicen en mayor medida mecanismos que les permitan compensar las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las enfermedades.

Ante la falta de información de uso de estos fitosanitarios de bajo impacto ambiental en el cultivo de maíz en la región, es necesario generar información acerca del posible efecto de los mismos en el control de enfermedades y, además, de su impacto en el rendimiento y sus componentes.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

Generar información acerca del control de las enfermedades del maíz con productos de menor impacto ambiental en fecha de siembra tardía en Corrientes.

3.2. Objetivos específicos.

1. Profundizar conocimientos acerca del cultivo de maíz y su manejo a campo.
2. Realizar prácticas culturales de aplicaciones de fitosanitarios de menor impacto ambiental, cuantificar y comparar sus efectos en base a distintas aplicaciones.
3. Analizar el efecto de la aplicación de diferentes fitosanitarios de menor impacto ambiental en la incidencia y severidad de las enfermedades que mayores pérdidas ocasionan en maíz en Corrientes.
4. Determinar el efecto de la aplicación de distintos fitosanitarios de menor impacto ambiental en maíz sobre el rendimiento y sus componentes numéricos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. Lugar de trabajo.

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 12, kilómetro 1.031 (27° 28' 27.23" S, 58° 47' 00.66" O). El predio posee una elevación de 50 msnm.

La región se clasifica climáticamente como Cf w'a (h) que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca, con temperatura media anual de 21,6°C y un período libre de heladas de 340 a 360 días (Murphy, 2018)

El suelo del sitio de experimentación se clasifica como udipsament álfico, familia mixta, hipertérmica, pertenece a la Serie Ensenada Grande, se caracteriza por su baja fertilidad, baja capacidad de intercambio catiónico, pero muy buenas condiciones físicas asociadas al buen drenaje (Escobar *et al.*, 1994). Dos semanas antes de la siembra se muestreó el suelo para conocer su estado, los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis de suelo cuyas muestras fueron tomadas el 5 de diciembre de 2022. **CE:** conductividad eléctrica. **COT:** Carbono Orgánico Total. **NT:** nitrógeno total. **P:** Fósforo. **K:** Potasio. **Ca:** Calcio. **Mg:** Magnesio.

Bloque	Profundidad (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	COT (%)	NT (%)	P (ppm)	K (CmolC.kg ⁻¹)	Ca (CmolC.kg ⁻¹)	Mg (CmolC.kg ⁻¹)
1	0-5	6,0	0,46	0,70	0,29	72,5	0,43	3,8	2,1
1	5-20	5,7	0,18	0,47	0,05	82,0	0,29	3,8	1,9
2-3	0-5	5,8	0,16	0,31	0,05	38,1	0,28	3,3	2,2
2-3	5-20	5,5	0,05	0,27	0,05	43,2	0,19	3,3	1,4

En cuanto a las condiciones meteorológicas, las mismas fueron registradas mediante una estación meteorológica automática ubicada a pocos metros del sitio del ensayo. Los datos fueron obtenidos de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos (<https://centrales.bolsacer.org.ar/>). Los datos se encuentran en la Figura 1.

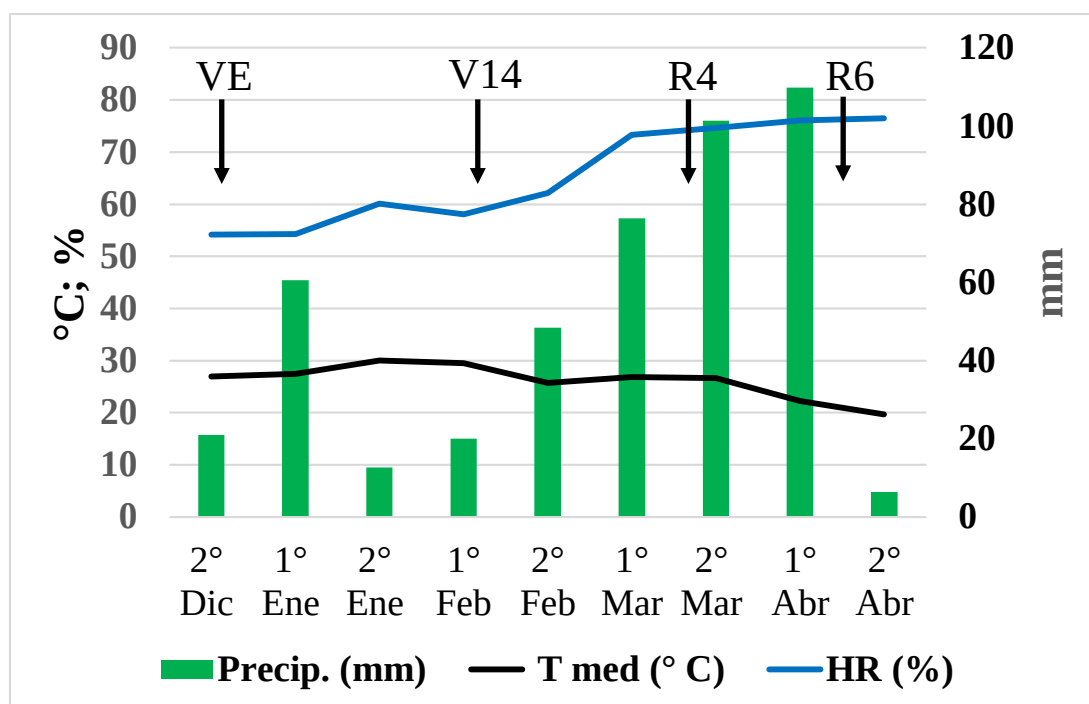


Figura 1. Condiciones meteorológicas registradas a lo largo del ciclo del cultivo. El eje de las abscisas indica las quincenas de cada mes. Las flechas indican los momentos relevantes de la fenología del cultivo según la escala de Ritchie & Handway (1982). Elaboración propia a partir de datos de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos.

4.2. Historial y manejo del lote.

El lote en el cual se condujo el ensayo tuvo como antecesor un cultivo de servicio de *Vicia sp.*, el cual fue sembrado el 14 de junio de 2022. Dicho cultivo de servicio fue secado utilizando glifosato y 2,4-D el día 20 de octubre de 2022, conduciendo el lote a partir de esa fecha mediante barbecho químico hasta la siembra mediante aplicaciones de glifosato y paraquat, alternando las aplicaciones de dichos principios activos.

La siembra se realizó el día 19 de diciembre de 2022 de manera manual a una profundidad de 3,5 cm. El distanciamiento elegido fue de 52,5 cm, colocando 3,44 semillas por metro lineal, siendo así la densidad 66.312 pl. ha⁻¹. Se colocaron al menos 3 semillas en cada golpe y luego se raleó manualmente en V3.

El día 20 de diciembre de 2022 se aplicaron herbicidas en pre-emergencia utilizando una mochila pulverizadora de la marca Stihl, modelo SG51, aplicando a una presión de 2,5 bares con un caudal de aplicación de 209,09 L. ha⁻¹. Además, en post-emergencia se hizo una aplicación de glifosato para controlar escape de malezas en el estadio V6; para ello se utilizó el mismo equipo y caudales previamente descritos (Tabla 2).

En cuanto a la fertilización, se hicieron aplicaciones de nitrógeno (N) y cinc (Zn), esto debido a que ensayos previos presentaron sintomatología coincidente con deficiencia de los mismos (Avila Poletti, datos no publicados). Para ello, se utilizó urea como fuente de N (grado: 46-0-0) y Poly Zn® como fuente de Zn (grado: 7 - 0 - 0 - Zn: 6%). La urea se aplicó al voleo en V2

con una dosis de 200 kg. ha⁻¹. El Zn se aplicó de manera foliar, con una dosis de 1 L. ha⁻¹ del formulado previamente descrito en V3 utilizando el equipo pulverizador previamente descrito

Tabla 2. Fitosanitarios utilizados para la aplicación de pre-emergencia, realizada el día 20 de diciembre de 2022. **SL:** Concentrado soluble. **EC:** Concentrado emulsionable. **WG:** gránulos dispersables. ^{a.} Utilizado en pre-emergencia. ^{b.} Utilizado en post-emergencia. ^{1.} S/ Puricelli y Arregui (2013).

Producto	Concentración	Formulación	Dosis	Mecanismo de acción
Glifosato ^{a. b.}	60,8 %	SL	2,50 L. ha ⁻¹ ^{a.} 3,50 L. ha ⁻¹ ^{b.}	Inhibidor de la EPSPS ^{1.}
Acetoclor ^{a.}	84%	EC	2,15 L. ha ⁻¹	Inhibidor de VLCFA ^{1.}
Atrazina ^{a.}	90 %	WG	1,80 kg. ha ⁻¹	Inhibidor fotosistema II ^{1.}

El riego se hizo mediante riego por goteo, con una frecuencia de tres veces por semana (turno de riego de dos horas), suministrando de manera suplementaria 631 mm, totalizando 1.031 mm a lo largo del ciclo en conjunto con las precipitaciones ocurridas.

4.3. Material vegetal y tratamientos.

El experimento se llevó a cabo utilizando el híbrido P2089 VYHR, que tiene una madurez relativa de 117 días siendo catalogado como un material templado, con mediana tolerancia a TFC, baja tolerancia a RC y a CS (<https://www.pioneer.com/ar/producto.html>).

En cuanto a los tratamientos aplicados, los mismos consistieron la aplicación de distintos formulados de fitosanitarios, a saber:

- **Tratamiento 1 (T1):** Tratamiento con aplicación de agua (testigo).
- **Tratamiento 2 (T2):** Peróxido de hidrógeno (PH).
- **Tratamiento 3 (T3):** Peróxido de hidrógeno (PH) + Lambdacialotrina.
- **Tratamiento 4 (T4):** Lambdacialotrina.
- **Tratamiento 5 (T5):** Bioestimulante (BE).
- **Tratamiento 6 (T6):** Bioestimulante (BE) + Trichoderma (*T. harzianum*).
- **Tratamiento 7 (T7):** Bioestimulante (BE) + Bacillus subtilis (*B. subtilis*).

Las especificaciones de los formulados empleados se detallan en la Tabla 3.

Los tratamientos fueron aplicados en cinco momentos del ciclo del cultivo: V4, V6, V8, V10 y V12, esto debido a que la ventana comprendida entre V4 y V12 es la que presenta mermas significativas de rendimiento en caso de ocurrir la transmisión de la enfermedad por parte del vector *D. maidis* (M.P. Gimenez Pecci, comunicación personal del 5 de diciembre de 2022).

Tabla 3. Formulados utilizados para los distintos tratamientos. **SL:** líquido soluble. **CS:** Suspensión de cápsulas (microencapsulados). ¹ S/ Puricelli y Arregui (2013). * Contiene derivados de fermentación de levadura de la cepa MF 35 (<https://biocuatro.com.ar/cases/biosmart/>).

Fitosanitario	Concentración	Formulación	Dosis	Mecanismo de acción
Peróxido de hidrógeno	500 Vol., al 49,5%	SL	1,5 % V/V	Desconocido
Lambdacialotrina	25%	CS	35 cm ³ . ha ⁻¹	Modulador de los canales de sodio ¹ .
Bioestimulante *	100%	SL	4 L. ha ⁻¹	Desconocido
Trichoderma harzianum	1x10 ⁹ UFC. ml ⁻¹	SL	1 L. ha ⁻¹	Biológico con múltiples modos de acción ¹ .
Bacillus subtilis	1x10 ⁹ UFC. ml ⁻¹	SL	1 L. ha ⁻¹	Disruptores de la membrana celular ¹ .

4.4. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue un diseño en bloques completos al azar, con 3 repeticiones. Las unidades experimentales empleadas fueron parcelas de 6 líneas distanciados a 52,5 cm, cuya longitud fue de 7 m, teniendo así cada parcela donde fue aplicado el tratamiento de fitosanitarios 21,84 m². El esquema del ensayo, así como los tratamientos asignados a cada unidad experimental se presentan en la Figura 2.

Bloque III	T7	T5	T4	T1	T6	T3	T2
Bloque II	T3	T7	T2	T5	T1	T4	T6
Bloque I	T4	T1	T3	T6	T7	T2	T5

Figura 2. Esquema del diseño experimental utilizado en el ensayo.

4.5. Evaluaciones agronómicas.

A lo largo del ciclo el lote fue monitoreado de manera constante, realizando recorridas cada 5 días como máximo, con el objetivo de detectar y controlar cualquier otra plaga o enfermedad

que pudiese interferir con los resultados del ensayo. A lo largo del ciclo, con excepción de algunas plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae), no se registraron ataques de otras plagas o enfermedades. Además, se hizo el seguimiento de los estados fenológicos del cultivo usando la escala fenológica de Ritchie y Handway (1982) (Tabla 4).

Tabla 4. Estados fenológicos del cultivo de maíz según la escala de Ritchie y Handway (1982).

Estados vegetativos		Estados reproductivos	
VE	Emergencia	R1	Estigmas visibles
V1	1° hoja	R2	Cuaje
V2	2° hoja	R3	Grano lechoso
...	...	R4	Grano pastoso
V _n	Enésima hoja	R5	Grano duro
VT	Panojamiento	R6	Madurez fisiológica

4.5.1. Cuantificación del estado sanitario.

4.5.1.1. Momentos de muestreo.

Se realizaron muestreos de sintomatología de tizón foliar común (TFC) y de roya común (RC) en V14, es decir, aproximadamente una semana después de la última aplicación de los distintos tratamientos. Para ello, se muestreó la totalidad de las plantas en cinco metros lineales en las dos líneas de plantación centrales de cada repetición, dejando como bordes sin muestrear las plantas ubicadas en las otras líneas y el primer y último metro de las dos líneas de plantación centrales. No se monitorearon estas enfermedades en estados fenológicos posteriores debido a que no se podría atribuir con certeza un posible efecto de los tratamientos sobre dichas enfermedades.

El achaparramiento del maíz (CS) se monitoreó en R4, esto debido a que en dicha etapa se encuentra el momento óptimo para muestrear por sintomatología (Barontini *et al.*, 2021). Además, para confirmar el diagnóstico por sintomatología se envió una muestra sintomática y otra asintomática de cada repetición al Instituto de Patología Vegetal (IPAVE) para la confirmación del diagnóstico por test ELISA.

4.5.1.2. Variables analizadas.

Para cada una de las repeticiones de los distintos tratamientos se midió la incidencia, es decir, la proporción de las plantas que presentan sintomatología. En el caso de las tres enfermedades analizadas se tomó como positiva aquella planta que al momento del monitoreo presentó síntomas coincidentes con la enfermedad en cualquiera de sus órganos.

También se midió la variable severidad para cada planta que resultó positiva y se le asignó un grado de severidad. Para ello se utilizaron diferentes escalas, utilizando la escala propuesta por Bleicher (1988) para TFC (Figura 3), para roya se utilizó la escala propuesta por Peterson y Campbell (1949) (Figura 4), y para CS se utilizó la escala propuesta por Oleszczuk y colaboradores (2015) (Figura 5)

Finalmente, para estimar la severidad de cada una de las enfermedades a nivel de la repetición, en el caso de RC y TFC se hizo un promedio de la severidad de cada una de las plantas, tanto sintomáticas como no; para CS del maíz se utilizó un índice de severidad, cuya determinación se presenta en la Ecuación 1 (Adaptado de Barontini *et al.*, 2021).

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

Ecuación 1

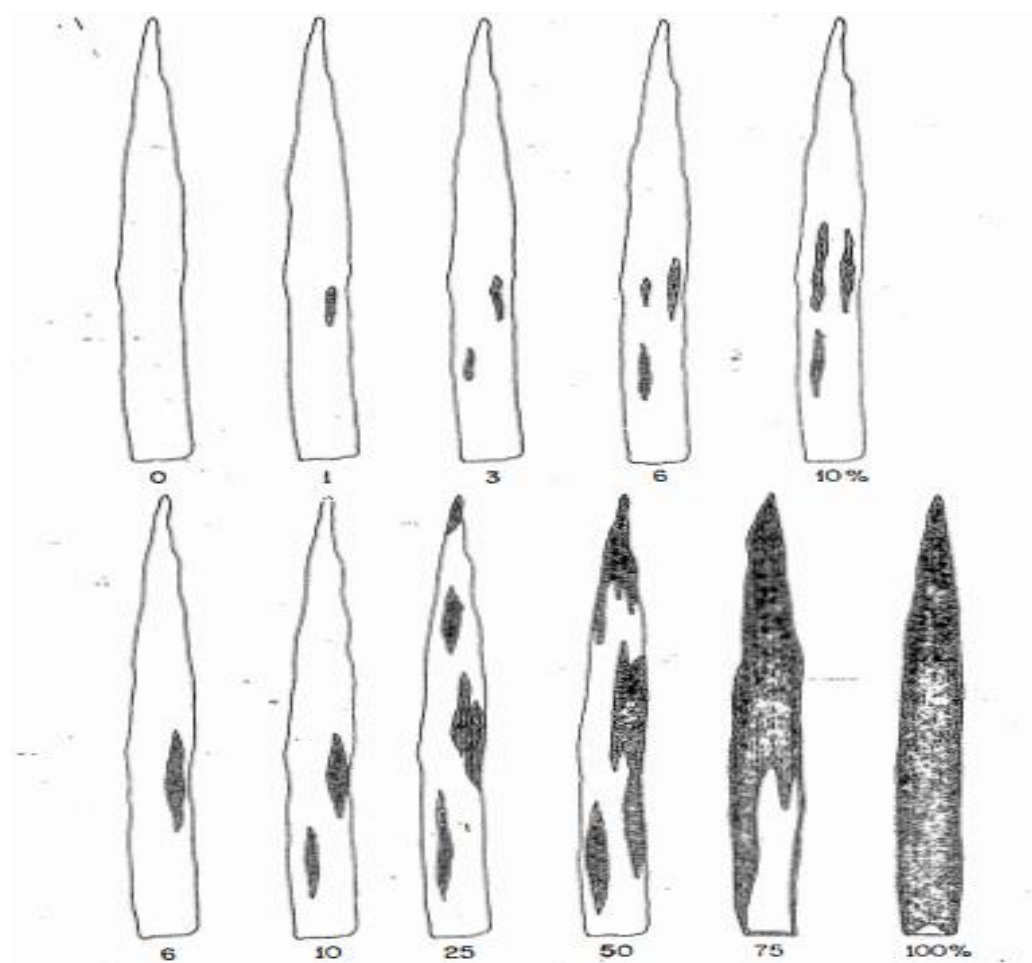


Figura 3. Escala de severidad usada para TFC. Tomado de: Bleicher (1988).

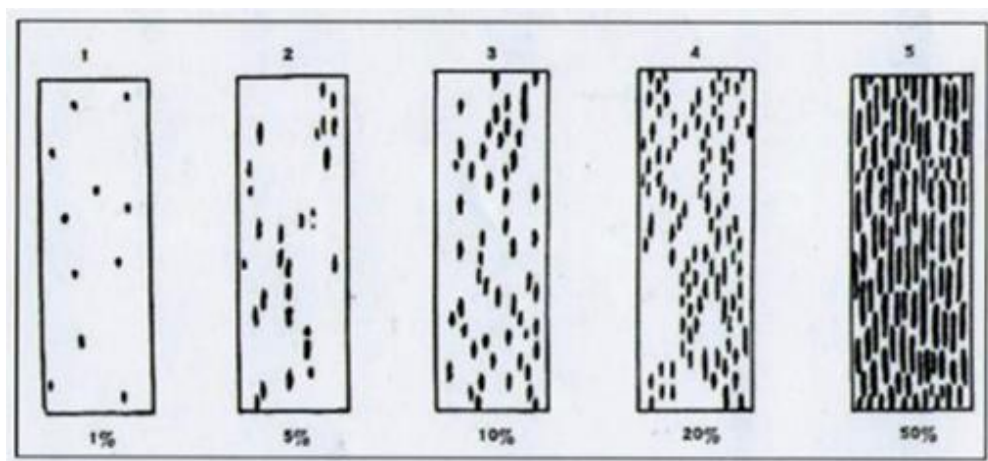


Figura 4. Escala de severidad para RC. Tomado de: Peterson y Campbell (1949).



Figura 5. Grados de severidad de CS. Tomado de: Oleszczuk *et al.*, 2015.

4.5.2. Mediciones de rendimiento.

La cosecha se realizó el 29 de abril de 2023, momento en el cual el cultivo se encontraba cercano a madurez comercial.

Por cada repetición se cosecharon cinco plantas de manera manual, tomando la espiga y rotulando la misma para su posterior análisis, a su vez, se procedió a cortar el resto de la planta al ras del suelo.

El número de granos por espiga (NGE) se determinó multiplicando el número de hileras por espiga (NH) y el número de granos por hilera (NGH), haciendo esto para la o las espigas de cada una de las plantas cosechadas. Se tomó como variable de análisis al NH y NGH solamente de la espiga apical, esto debido a que no todas las repeticiones presentaron espigas sub-apicales. El número de granos por metro cuadrado (NG) se calculó a partir del NGE, sumando tanto los de la espiga apical como sub-apical, multiplicando dicho valor por la cantidad de plantas por metro cuadrado.

El peso de 1000 granos (P1000) se determinó calculando el peso individual de cada grano y luego llevando dicho valor, que se obtuvo dividiendo el NGE y el peso de los granos de la espiga (PE), al correspondiente a 1000 granos.

Una vez contados los granos, los mismos se colocaron en bolsas individuales para cada espiga y se pusieron en estufa a 80°C hasta peso constante para de esa manera determinar el peso seco

de los mismos. El rendimiento de granos (RG) se calculó ajustando la humedad a la base comercial para maíz, expresando así el rendimiento con un 14,5 % de humedad en kg. ha⁻¹.

En el caso del resto de la planta, cada una de las plantas individuales se colocó en bolsas debidamente rotuladas y se pusieron en estufa a 80°C hasta peso constante; una vez llegado a peso constante se pesaron. Con esto se calculó la biomasa aérea total (BAT) expresada en kg. ha⁻¹, y luego el índice de cosecha (IC).

4.6. Análisis estadístico.

Una vez obtenidos todos los datos, los mismos se volcaron en una planilla de Microsoft Office Excel ® para poder analizarlos.

Los datos se analizaron utilizando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020). En primer lugar, se procedió a verificar que los mismos cumplan con los supuestos de independencia, de normalidad y de homogeneidad de varianzas para cada una de las variables.

Luego, los datos se sometieron a un análisis de la varianza (ANOVA), utilizando un p-valor menor a 0,05 para aceptar el modelo. En el caso de encontrar diferencias significativas los datos se sometieron al test de comparación de medias LSD Fisher ($\alpha = 0,05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Sanidad del cultivo.

Durante la ejecución de este trabajo, se identificó la presencia por sintomatología de Tizón foliar común (TFC) cuyo agente causal es *Exserohilum turcicum* (Figura 6), roya común (RC) cuyo agente causal es *Puccinia sorghi* (Figura 7), y del complejo del achaparramiento del maíz (CS), con sintomatología correspondiente sus tres agentes causales: Corn Stunt Spiroplasma (CSS), Maize Rayado Fino Virus (MRFV), y Maize Bushy Stunt Phytoplasma (MBSP) (Figura 8).

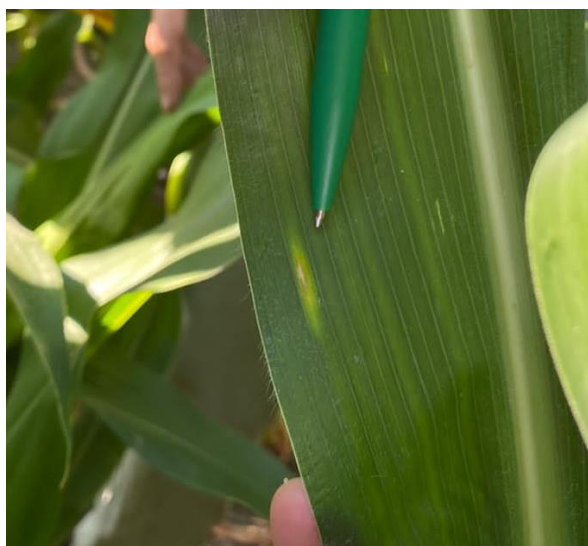


Figura 6. Síntomas iniciales de TFC registrados en V14.

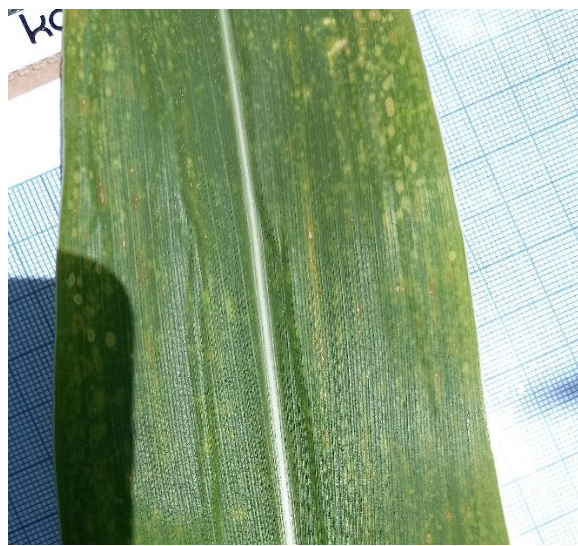


Figura 7. Síntomas iniciales de RC registrados en V14.

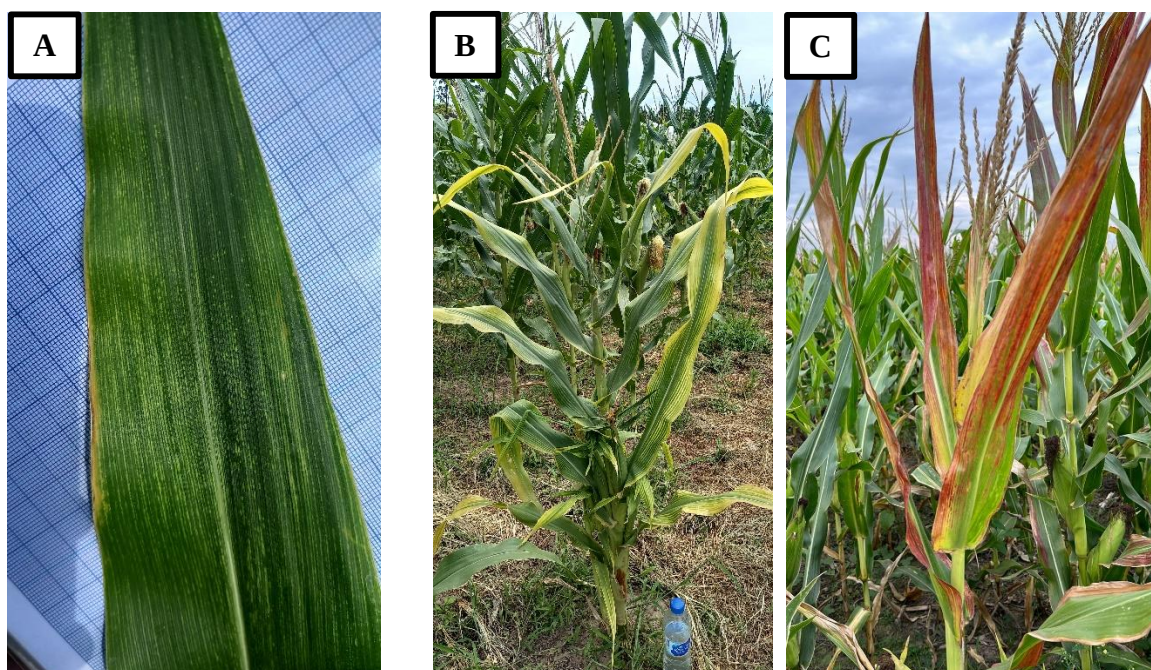


Figura 8. Sintomatología de CS identificada en R4. **A:** síntomas de MRFV. **B:** síntomas de CSS. **C:** Síntomas de MBSP.

5.1.1. Incidencia y severidad de RC y TFC en V14.

Las evaluaciones realizadas en V14 demostraron que solamente el T7 presentó mayores niveles de incidencia de TFC (p-valor = 0,0425), no existiendo diferencias significativas entre los otros tratamientos para dicha enfermedad.

Tabla 5. Incidencia y severidad de TFC y RC en V14. **sd:** sin determinar. **ns:** no significativo. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según (LSD, $p < 0,05$).

Tratamiento	Incidencia (%)		Severidad (%)	
	TFC	RC	TFC	RC
T1	3,90 B	0,00	0,14	0,00
T2	1,47 B	0,00	0,04	0,00
T3	0,00 A	0,00	0,00	0,00
T4	0,00 B	0,00	0,00	0,00
T5	2,21 B	0,00	0,12	0,00
T6	0,00 B	0,00	0,12	0,00
T7	8,09 A	0,00	0,32	0,00
p-valor	0,0425	sd	ns	sd

En el caso de RC, con excepción de una única planta perteneciente a T1, no se encontró presencia de la enfermedad, por lo cual los niveles de incidencia fueron de 0,98% para T1, y 0% para el resto de los tratamientos, no habiendo diferencias significativas (Tabla 5).

La disminución de la incidencia de TFC en T6 se condice con los resultados obtenidos por Limdolthamand *et al.*, (2023), quienes hallaron que *T. harzianum* en formulaciones líquidas tuvo el potencial de disminuir un 55,7% la incidencia de TFC.

Para la variable severidad, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos tanto para TFC como para RC (Tabla 5). Esto pudo deberse a que durante el período comprendido entre VE y V14 las condiciones ambientales no fueron propicias para el desarrollo de la enfermedad (Figura 1).

5.1.2. Incidencia y severidad de CS en R4.

Las mediciones de incidencia realizadas en R4 indicaron que T1, T2 y T6 tuvieron los mayores niveles de incidencia de CS, en tanto que T5 y T7 tuvieron los menores niveles de incidencia de la enfermedad (Tabla 6). Puede inferirse de esa manera que T1, T2 y T6 no fueron efectivos para el control del vector del CS.

En cuanto a los tratamientos T3 y T4, redujeron la incidencia de la enfermedad en un 36% y 20% respectivamente (Tabla 6). Así, se puede decir que al adicionar PH al caldo de aplicación en conjunto con el insecticida permitiría bajar los niveles de incidencia de CS, esto posiblemente al controlar más eficientemente su vector.

El T7 y T5 fueron los tratamientos que menores niveles de incidencia presentaron, diferenciándose estadísticamente (p-valor = 0,0138) de T1, T2, T4 y T6 (Tabla 6).

Tabla 6. Incidencia y severidad de CS en R4. **ns:** no significativo. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según (LSD, $p < 0,05$).

Tratamiento	Incidencia (%)	Índice de severidad
T1	95,00 A	6,13
T2	95,00 A	4,58
T3	60,00 BC	3,25
T4	76,67 B	4,75
T5	50,00 C	3,00
T6	80,00 AB	4,75
T7	55,00 C	3,13
p-valor	0,0138	ns

En cuanto a la variable severidad (p-valor = ns), los tratamientos que tuvieron mayor índice de severidad fueron T1, T4 y T6, en tanto que solamente T5 y T7 tuvieron menores niveles de índice de severidad que el resto de tratamientos (Tabla 6).

Todos estos resultados de medición de incidencia y severidad fueron respaldados por las muestras enviadas para análisis por serología, mediante los cuales se encontró que en un 90,5% de los casos el diagnóstico de la presencia de la enfermedad se condice con los resultados obtenidos por test ELISA.

5.2. Producción de biomasa aérea.

5.2.1. Rendimiento y componentes de rendimiento.

El análisis de los datos de RG arrojó que T2 fue el tratamiento que mayores rendimientos tuvo, siendo el incremento respecto del tratamiento testigo de $1.398 \text{ kg. ha}^{-1}$, lo que representa un 22,2 % de incremento. T6 no se diferenció estadísticamente de T2 ni de T5 y T1, pero si lo hizo de T7, T3 y T4, en tanto que estos dos últimos tratamientos si se diferenciaron significativamente de T1, presentando rendimientos de $5.063 \text{ kg. ha}^{-1}$ y $4.978 \text{ kg. ha}^{-1}$ respectivamente, lo que representa una merma en el rendimiento del 19,46% y 20,82% respectivamente (Figura 9).

La aplicación de T2 pudo incrementar los rendimientos en comparación con el testigo debido a una respuesta diferencial de la planta ante el estrés generado por la enfermedad, incrementando su producción de biomasa y rendimiento. Esto podría deberse al aumento de la concentración de clorofila en las hojas, así como el mayor crecimiento de raíces (Santillán *et al.*, 2023). En este sentido, también ha sido reportado que el PH permitió mitigar el estrés por salinidad en el cultivo de maíz, aumentando la actividad fotosintética de las hojas (Dias de Azevedo *et al.*, 2005; Ashraf *et al.*, 2014).

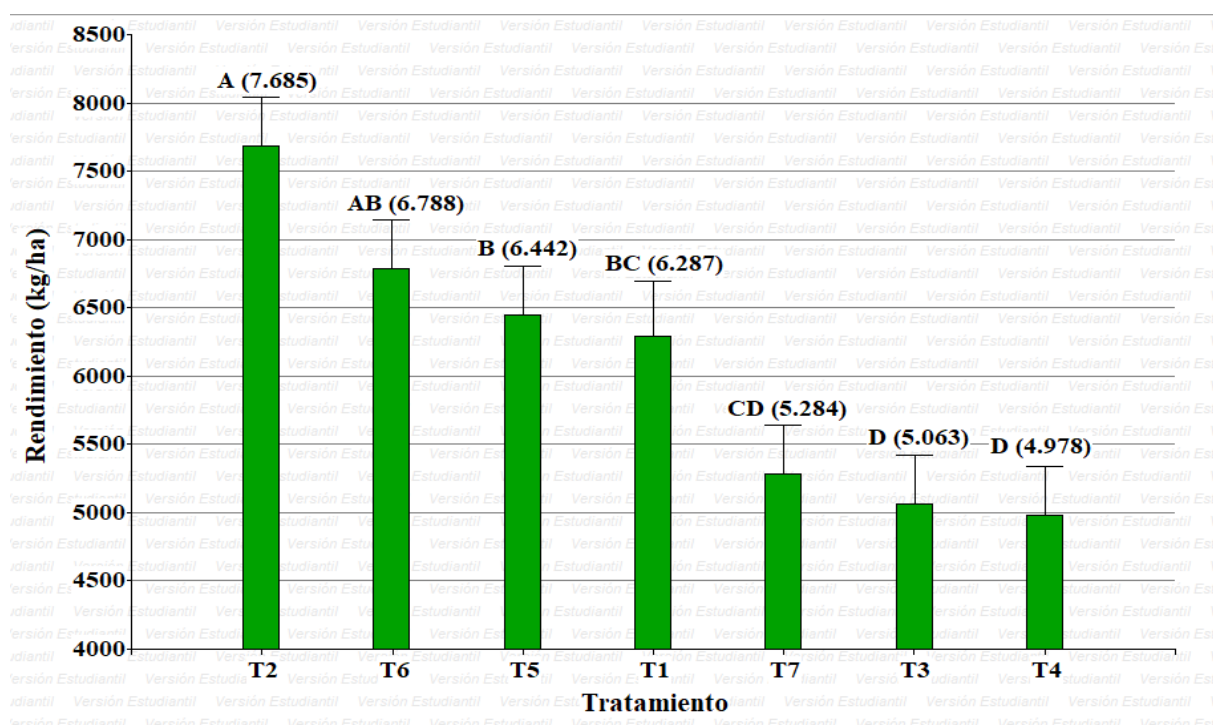


Figura 9. Comparación de rendimiento ajustado a 14,5 % de humedad (RG) entre los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según (LSD, $p < 0,05$). Los valores entre paréntesis indican el rendimiento expresado en kg. ha^{-1} .

En cuanto a los componentes numéricos de rendimiento, para la variable NG los tratamientos que presentaron los mayores valores fueron T2, T3, T6 y T7, en tanto que T1 y T4 presentaron los menores valores (Tabla 7).

Para la variable P1000 (Tabla 7), se observó que T2 y T5 presentaron los valores más elevados, en tanto que estos se diferenciaron estadísticamente solo de T3 y T4 que presentaron los menores valores, siendo esta una de las variables que podría explicar el menor RG presentado por dichos tratamientos (Figura 9). Esa disminución en el P1000 pudo deberse a una interrupción en el llenado de los granos, lo cual en este caso se pudo deber a la disminución del área foliar activa (Andrade *et al.*, 1996), lo cual ha sido reportado previamente por Carpane *et al.*, (2012).

Para la variable NH los tratamientos que presentaron los mayores valores fueron T2, T3, T4, T5 y T7, no habiendo diferencias significativas entre ellos. El tratamiento que presentó los menores valores fue T1, diferenciándose significativamente de T2, T3, T4, T5 y T7, pero no de T6 (Tabla 7).

Finalmente, en el caso de la variable NGH, los tratamientos que presentaron los mayores valores fueron T2, T6, T7 y T3, en tanto que T5, T4 y T1 fueron los que presentaron los menores valores, difiriendo estadísticamente solo de T2 (Tabla 7).

Tabla 7. Componentes numéricos de rendimiento. **NG:** número de granos por metro cuadrado. **P1000:** Peso de mil granos. **NH:** número de hileras por espiga. **NGH:** número de granos por hilera. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según (LSD, $p < 0,05$).

Tratamiento	NG (granos. m ⁻²)	P1000 (g)	NH	NGH
T1	2.678 C	143,42 ABC	14,44 C	28,29 B
T2	3.701 A	160,70 A	16,27 AB	34,87 A
T3	3.318 AB	120,83 C	16,60 A	30,53 AB
T4	2.927 BC	127,01 C	15,94 AB	28,73 B
T5	3.131 BC	155,81 AB	16,47 AB	29,07 B
T6	3.326 AB	144,53 ABC	15,23 BC	32,53 AB
T7	3.242 ABC	134,55 BC	16,13 AB	30,60 AB
p-valor	0,0038	0,0032	0,0037	0,0065
CV (%)	23,69	24,46	11,29	20,07

5.2.2. Partición del rendimiento.

La construcción de rendimiento por parte del híbrido bajo diferentes tratamientos mostró tendencias en cuanto a la proporción del rendimiento de granos aportado por la espiga sub-apical. Es así que en el caso de T1, T4 y T7 el aporte al rendimiento por parte de las espigas

sub-apicales fue casi nulo, en tanto que en T2, T3, T5 y T6 hubo un aporte importante por parte de las espigas sub-apicales (Figura 10).

Los resultados de la construcción del rendimiento por parte del híbrido en función a los distintos tratamientos ciertamente resultan interesantes, esto debido que P2089 está caracterizado como un híbrido que, en las densidades utilizadas, solo es capaz de presentar una espiga, siendo poco frecuente que presente una espiga sub-apical (G.A. Maddonni, comunicación personal del 19 de abril de 2023). El aporte de las espigas sub-apicales fue cercano al 20% para T2, T3 y T5, mientras que para T6 el aporte mayor, superando al 12% reportado para el mismo material en el NEA (Red de Ultrabaja Densidad de Maíz). La planta de maíz es capaz de presentar espiga sub-apical en condiciones de elevadas tasas de crecimiento (TCC) durante el período de V12 a R2 (Maddoni *et al.*, 2021), por lo cual puede inferirse que T2, T3, T5 y T6 presentaron elevadas TCC en dicho período.

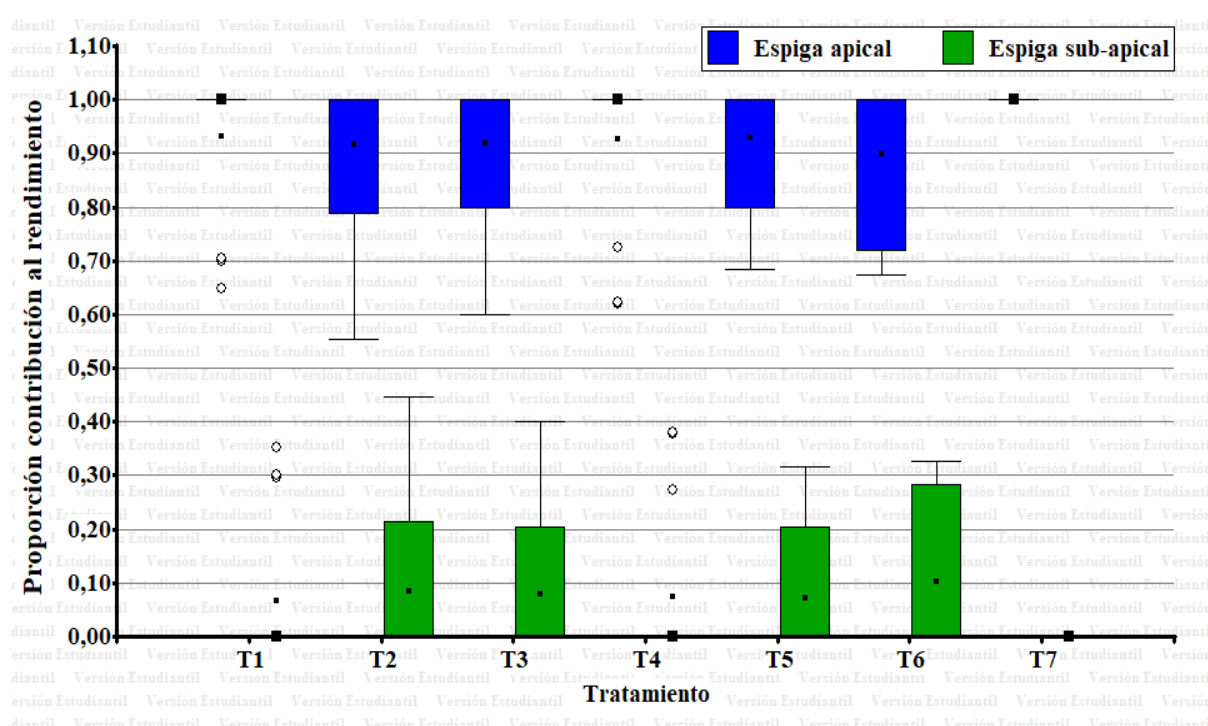


Figura 10. Construcción del rendimiento por parte de las espigas apicales y sub-apicales.

En el caso de la variable BAT, el tratamiento que presentó los mayores valores fue T1, el cual no se diferenció estadísticamente de T2, pero si del resto de los tratamientos, en tanto que T3 fue el tratamiento que presentó los menores valores de producción de BAT (Tabla 8). Previamente, se ha encontrado que el uso de PH permite incrementar la producción de BAT en el cultivo de maíz (Guzel y Terzi, 2013).

El mayor valor de IC correspondió a los tratamientos T2 y T6, en tanto que el menor valor fue para T1, que no se alcanzó a diferenciar significativamente de T7 (Tabla 8)

La menor producción de BAT en conjunto con bajos IC llevaron a que T3 y T4 sean los tratamientos que menor RG presentaron.

Tabla 8. Biomasa aérea generada por el cultivo y partición de la misma. **BAT:** biomasa aérea total. **IC:** índice de cosecha. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según (LSD, $p < 0,05$).

Tratamiento	BAT (kg. ha ⁻¹)	IC
T1	16.192, 65 A	0,39 D
T2	15.340, 16 AB	0,50 A
T3	11.060, 68 E	0,45 BC
T4	11.789, 74 DE	0,42 CD
T5	13.858, 69 BC	0,46 B
T6	12.669, 86 CDE	0,53 A
T7	12.820, 93 CD	0,41 D
p-valor	<0,0001	<0,0001
CV (%)	14,06	13,55

6. CONCLUSIONES.

La realización del presente trabajo de investigación permitió generar información acerca del uso de fitosanitarios no convencionales, de menor impacto ambiental, en el cultivo de maíz en fecha de siembra tardía para la campaña 2022/23 en la provincia de Corrientes.

En el aspecto sanitario del cultivo, no se encontraron diferencias entre tratamientos para RC, pero si para TFC en los cuales BE + *B. subtilis* fue el único tratamiento con presencia de la enfermedad, superando al resto de tratamientos, inclusive al testigo.

En cuanto a CS, con excepción del tratamiento con PH, el resto de los tratamientos presentaron disminuciones significativas de la incidencia de la enfermedad, no habiendo diferencias entre tratamientos para la variable severidad.

Los tratamientos que presentaron mayores rendimientos fueron el tratado con PH y BE + *T. harzianum*, en tanto que los tratados con lambdacialotrina y PH + lambdacialotrina tuvieron rendimientos menores inclusive que el tratamiento testigo. En cuanto a los componentes numéricos del rendimiento, PH presentó el mayor número de granos por metro cuadrado, seguido por BE + *T. harzianum* y PH + lambdacialotrina, en tanto que para la variable peso de 1000 PH, BE y BE + *T. harzianum* presentaron los valores más elevados, mientras que PH + lambdacialotrina y solo con aplicación de lambdacialotrina tuvieron valores de peso de 1000 granos menores que el tratamiento testigo inclusive.

También se encontraron resultados relevantes en la producción de biomasa aérea, variable para la cual PH y testigo presentaron los valores más altos, en tanto que BE + *T. harzianum* y PH fueron los tratamientos que mayor proporción de dicha biomasa particionaron a grano, reflejándose en elevados índices de cosecha. En tanto, los resultados obtenidos indicarían que posiblemente la aplicación de PH, BE y BE+*T. harzianum* permitieron que la planta pueda construir rendimiento mediante mecanismos de prolificidad, esto debido a la importante contribución al rendimiento que tuvieron las espigas sub-apicales.

Se concluye de esta manera que la utilización de bioinsumos, así como de peróxido de hidrógeno permite mejorar la sanidad del cultivo, lo cual se vio reflejado en los rendimientos y sus componentes numéricos, resultados que se muestran promisorios para continuar con estos experimentos.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- **Agrios, G.N. (2005).** Fitopatología. 2a. ed. Ed. Limusa. México.
- **Alivizatos, A.S., Markham, P.G. (1986).** Acquisition and transmission of corn stunt spiroplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. Annals of Applied Biology 118 (3): 535-544.
- **Andrade, F. (2020).** Los desafíos de la agricultura global. INTA Ediciones. Argentina.
- **Andrade, F.H., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui, M. (1996).** Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalb Press, Argentina. 292 p.
- **Andrade, F.H., Neiff, N., Andrade, F. (2023).** Crecimiento del cultivo. En: Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. Andrade, F., Otegui, M.E., Cirilo, A., Uhart, S. (Eds.). Asociación Civil MAIZAR. Balcarce, Argentina. Pp. 73-105.
- **Andrade, F.H., Sadras, V.O., Vega, C.R.C., Echarte, L. (2005).** Physiological determinant of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. Journal of Crop Improvement 14 (1): 51-101.
- **APG IV. The Angiosperm Phylogeny Group (2017).** <https://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- **Ashraf, M.A., Rashid, R., Husain, A., Iqbal, M., Haider, M.Z., Parveen, S., Sajid, M.A. (2014).** Hydrogen peroxide modulates antioxidant system and nutrient relation in maize (*Zea mays* L.) under water-deficit conditions. Archives of Agronomy and Soil Science 61 (4): 507-523.
- **Barontini, J.M., Peña Malavera, A.M., Ferrer, M., Torrico, A.K., Maurino, M.F., Giménez Pecci, M.P. (2021).** Infection with *Spiroplasma kunkelli* on temperate and tropical x temperate maize in Argentina and development of a tool to evaluate germoplasm. European Journal of Plant Pathology 162: 455-463.
- **Ben Mrid, R., Benmrid, B., Hafsa, J., Boukcim, H., Sobeh, M., Yasri, A. (2021).** Secondary metabolites as biostimulant and bioprotectant agents: A review. Science of the total environment 777.
- **Bleicher, J. (1988).** Níveis de resistência a *Herminthosporium turcicum* Pass. Em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.). Tesis doctoral, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil. En:
- **Bonilla-Cruz, S., Reyes-Gómez, J.P., Martínez-Reséndiz, G.M., Capan-Molina, E.C., Armenta-Barrios, J.A., Juárez-Santillán, A.F. (2021).** Evaluación de fitohormonas y peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Renewable energy, biomass & sustainability 3 (2): 109-115.
- **Bulgari, R., Franzoni, G., Ferrante, A. (2019).** Biostimulant application in horticultural crops under abiotic stress conditions. Agronomy 9 (6).
- **Camilloni, I.A. (2018).** Argentina y el cambio climático. Ciencia e Investigación 68 (5): 5-10.
- **Carpane, P., Melcher, U., Wayadande, A., Giménez Pecci, M. P., Laguna, G., Dolezal, W., Fletcher, J. (2012).** An Analysis of the Genomic Variability of the Phytopathogenic Mollicute *Spiroplasma kunkelii* Phytopathology 103(2).
- **Carpane, P.D., Giménez Pecci, M.P., Conci, L.R., Carloni, E., Murúa, L., Bisonard, E.M., Laguna I.G. (2012).** Achaparramiento del maíz. En: Enfermedades

del maíz producidas por virus y mollicutes en Argentina. Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L. (Eds.). INTA Ediciones. Córdoba, Argentina. Pp. 57-84.

- **CASAFE (2024).** Guía Online de Productos Fitosanitarios. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. <https://guiaonline.casafe.org/>
- **Casuso, M. (2017).** Dalbulus Maidis (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae): Una Plaga Que Va Cobrando Importancia En Los Maíces Del Sudoeste Chaqueño.
- **Chaube, H.S., Singh, U.S. (1991).** Plant disease management: Principles and practices. Taylor & Francis Group, Estados Unidos.
- **Cirilo, A.G., Otegui, M.E. (2017).** Progreso genético del maíz en Argentina: efecto de la fecha de siembra. Congreso de Maíz Tardío. 14 de septiembre de 2017, Pp. 37-45.
- **Cruz López, G.M., Aguayo Zambrano, A.J. (2020).** Efecto del silicio y bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) amarillo duro. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador. En: <https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1335> consulta: enero 2024.
- **De Rossi R.L.¹, Giménez Pecci M.P., Guerra F.A., Plaza M.C., Brücher E., Guerra G.D., Torrico A.K., Camiletti, B.X. Maurino M.F., Barontini J., Ferrer M., Lucini E., Laguna I.G. (2016).** Enfermedades del maíz de siembra tardía causadas por hongos. En: El mismo maíz, un nuevo desafío: compendio del primer congreso de maíz tardío. Borrás, L., Uhart, S.A. (Eds). Dow AgroSciences. Argentina.
- **De Rossi, R.L. (2020).** Aportes epidemiológicos para la generación de herramientas de manejo del tizón foliar común del maíz (Exserohilum turcicum (PASS.) Leonard & Suggs). Tesis doctoral, Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, República Argentina. En: <https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2942/> consulta: enero de 2024.
- **De Rossi, R.L.², Guerra, F., Plaza, M.C., Vuletic, E., Brücher, E., Guerra, G., Couretot, L., Parisi, L., Magnone, G. (2016).** Enfermedades del maíz en las últimas cinco campañas. XXIV Congreso AAPRESID. 3-5 de agosto de 2016, Rosario, Argentina.
- **Departamento de estimaciones agrícolas (2024).** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>
- **Dey, U.K., Harlapur, S.I., Dhutraj, D.N., Suryawanshi, A.P., Badgujar, S.L., Jagtap, G.P., Kuldhar, D.P. (2012).** Spatiotemporal yield loss assessment in corn due to common rust caused by Puccinia sorghi Schw. African Journal of Agricultural Research 7: 5265-5269.
- **Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W.** InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- **Dias de Azevedo, A., Tarquinio, P., Enéas-Filho, J., Medeiros, J.V.R., Gomes-Filho, E. (2005).** Hydrogen peroxide pre-treatment induces salt-stress acclimation in Maize plants. Journal of Plant Physiology 162 (10): 1114-1122.
- **El-Kazzaz, M.K., Golem, K.E., Ashmawy, M.A., Omar, G.E., Hafez, Y.M. (2020).** Suppression of wheat strip rust disease caused by puccinia striiformis f. sp. tritici by

eco-friendly bio-control agents correlated with yield improvement. *Fresenius Environmental Bulletin* 29 (9): 8385-8393.

- **Escobar, E.H., Ligier, D., Melgar, M., Matteio, H., Vallejos, O. (1994).** Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes, Argentina. Publicaciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-ICA-CFI). Argentina. pp. 129.
- **FAOSTAT (2024).** Food and Agriculture data. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- **Fernández, E.J.C. (2021).** Efecto de peróxido de hidrógeno como agente preventivo en enfermedades de pimiento (*capsicum annum*). Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. En: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CULQUE%20FERNANDEZ%20ELVIS%20JOE L.pdf> consulta: enero 2024.
- **Formento, A.N. (2021).** Roya estriada del trigo (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*): aspectos claves para su manejo. Serie Extensión INTA EEA Paraná 87: 19-27.
- **Gadhve, K.R., Finch, P., Gibson, T.M., Gange, A.C. (2015).** Plant growth-promoting *Bacillus* suppress *Brevicoryne brassicae* field infestation and trigger density-dependent and density-independent natural enemy responses. *Journal of Pest Science* 89: 985-992.
- **Giménez Pecci, M.P. (2023).** La chicharrita del maíz, ¿vino para quedarse? Aspectos sobresalientes de las enfermedades transmitidas por vectores en el maíz en la región y el país. Disertación en la Jornada de Actualización en enfermedades de maíz de la Provincia de Córdoba. Proyecto COFECyT, Córdoba, Universidad Católica de Córdoba. 16 de agosto de 2016.
- **Giménez Pecci, M.P., De Rossi, R.L., Maurino, M.F., Barontini, J., Druetta, M., Torrico, A.K., Ferrer, M., Oleszczuk, J.D., Plazas, M.C, Guerra, F.A., Brücher, E., Guerra, G.D., Laguna, I.G. (2016).** Enfermedades del maíz en siembra tardía causada por virus, mollicutes y bacterias. En: *El mismo maíz, un nuevo desafío: compendio del primer congreso de maíz tardío*. Borrás, L., Uhart, S.A. (Eds). Dow AgroSciences. Argentina.
- **Golik, S. I., Larran, S., Gerard, G.S., Fleitas, M. C. (2018).** Maíz: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química. En: *Cereales de verano*. Simón M.R Golik S.I (Coord.). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales; Pp. 10-32.
- **González, M.P., Eyherabide, G., Laguna, I.G. (2011).** Variabilidad de *Puccinia sorghi* en la zona maicera núcleo Argentina. *Tropical Plant Pathology* 36 (3): 195-199.
- **Grijalva, E.P., Espinel, C., Cuartas, P.E., Chaparro, M.L., Villamizar, L.F. (2018).** *Metarhizium rileyi* biopesticide to control *Spodoptera frugiperda*: Stability and insecticidal activity under glasshouse conditions. *Fungal Biology* 122 (11): 1069-1076.
- **Guzel, S., Terzi, R. (2013).** Exogenous hydrogen peroxide increases dry matter production, mineal content and level of osmotic solutes in Young Maize leaves and alleviates deleterious effects of copper stress. *Botanical Studies* 54 (26).
- **Herbario virtual.** Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. <https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar>

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20191220-121415/es.php>

consulta: enero de 2024.

- **Hulbert, S.H. (1997).** Structure and evolution of the rp1 complex conferring rust resistance in maize. *Annual Review of Phytopathology* 35: 293-310.
- **Jauch, C. (1976).** Patología vegetal. Ed. El Ateneo. Argentina.
- **Juárez Santillán, L.F., López García, S.A., Heriberto, E.B. (2023).** Uso de peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia Latina* 7 (1).
- **Juárez-Santillán, L.F., Tejada-Tapia, Y., Reyes-Gómez, J.P., López-Ceballos, J.J., Martínez-Aguilar, K., Armenta-Barrios, J.A. (2022).** Peróxido de hidrógeno y bicarbonato de sodio para control de gomosis en el cultivo de naranja valencia. *Revista multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo* 1 (1): 15-22.
- **Kachapur, M.R., Hegde, R. (1988).** Studies on turicum blight of maize (*Zea mays* L.) caused by *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs with special reference to crop loss assessment. *Plant Pathology Newsletter* 6: 33-35.
- **Khan, M.A., Raheel, M., Khan, S.A., Abid, A.D., Shahzad, S., Siddiqui, H.Z., Atif, M., Hanif, A. (2023).** Eco-friendly management of wheat stripe rust through application of *Bacillus subtilis* in combination with plant defense activator. *Journal of King Saud University - Science* 35 (4).
- **Kunkel, L.O. (1946).** Leafhopper Transmission of Corn Stunt. *PNAS* 32 (9): 246-247.
- **Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P. (2012).** Panorama mundial de las enfermedades causadas por virus y mollicutes en el cultivo de maíz. En: *Enfermedades del maíz producidas por virus y mollicutes en Argentina*. Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L. (Eds.). INTA Ediciones. Córdoba, Argentina. Pp. 31-41.
- **Levy, Y. (1984).** Analysis of epidemics of northern leaf blight on sweet corn in Israel. *Phytopathology* 79: 1253-1255.
- **Limdolphamand, S., Songkumarn, P., Suwannarat, S., Jantasornb, A., Dethoup, T. (2023).** Biocontrol efficacy of endophytic *Trichoderma* spp. in fresh and dry powder formulations in controlling northern corn leaf blight in sweet corn. *Biological Control* 181.
- **Maciel, R.M.A., Luski, P.G.G., Sutil, W.P., Goncalves, J., Hayashida, R., Queiroz, A.P. Neves, P.M.O.J., Bueno, A.F. (2024).** The use of baculovirus *Spodoptera SfMNPV* alone and combined with herbicides and adjuvant to control *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Biological Control* 188.
- **Maddonni, G.A., Parco, M., Rotili, D.H. (2021).** Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de la Argentina. *Agronomía & Ambiente* 41 (2): 84-99.
- **Mamani de Marchese, A., Filippone, M.P. (2018).** Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 38 (1): 9-21.
- **Martínez Álvarez, D. (2015).** Ecofisiología del cultivo de maíz. En: *El cultivo de maíz en San Luis*. Garay, J.A., Cruz Colazo, J. INTA Ediciones. Argentina. Pp. 14-31.

- **Massignam, A.M., Chapman, S.C., Hammer, G.L., Fukai, S. (2009).** Physiological determinants of maize and sunflower grain yield as affected by nitrogen supply. *Field Crops Research* 113 (4): 256-267.
- **Massola Júnior, N.S., Bedendo, I.P., Amorim, L., Lopes, J.R. (1999).** Effects of the inoculation time on corn with *Spiroplasma kunkelii* on yield components. *Fitopatologia Brasileira* 24: 571–573.
- **Mercau, J.L., Otegui, M.E., (2014).** A modeling approach to explore water management strategies for latesown maize and double-cropped wheat-maize in the rain-fed Pampas region of Argentina. En: *Advances in Agricultural Systems Modeling*. Lajpat, A., Liwang, M., Lascano, R. (Eds.) ASA-CSSA-SSSA. Baltimore, Estados Unidos de América. Pp. 351-374.
- **Morand, V., Ruiz, A., Madias, A., Uhart, S. (2020).** Achaparramiento de maíz por Spiroplasma: nuevamente una preocupación en el Norte Argentino. *Red de Innovadores maíz. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Siembra Directa* Julio 2020: 82-89.
- **Munkvold, G.P., White, D.G. (2016).** *Compendium of Corn Diseases* (4th ed.). APS Press, St. Paul, MN.
- **Murphy, G.M. (2008).** *Atlas agroclimático de Argentina*. Editorial Facultad de Agronomía, Argentina. 130 pp.
- **Nault, L.R. (1990).** Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. *Maydica* (35): 165-175.
- **Oerke, E. C. (2006).** Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144: 31–43.
- **Oleszczuk, J.D., Catalano, M.I., Dalaisón, L., Di Rienzo, J.A., Giménez Pecci, M.P., Carpane, P. (2020).** Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. *PLoS ONE* 15 (10).
- **Oliveira, E., Resende, R., Gimenez Pecci, M.P., Laguna, I., Herrera, P., Cruz, I. (2003).** Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por mollicutes em milho no Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 19–25.
- **Otegui, M.E. (2023).** Desarrollo del cultivo. En: *En: Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz*. Andrade, F., Otegui, M.E., Cirilo, A., Uhart, S. (Eds.). Asociación Civil MAIZAR. Balcarce, Argentina. Pp. 51-70.
- **Parisi L., Couretot, L., Presello, D., Suarez, L., Magnone, G., Ferraris, G. (2013).** Evaluación de enfermedades de maíz en R4. INTA Pergamino.
- **Parisi, L. y Couretot, L. (2014).** Evaluación de enfermedades foliares de híbridos comerciales. Siembra tardía. Campaña 2013/14. INTA Pergamino.
- **Permingeat, H. (2024).** Bioestimulantes se adueñan del prime time agrícola. *Revista AAPRESID* 225: 14-24.
- **Peterson, R.F., Campbell, A.B. (1949).** A diagrammatic scale for estimating rust severity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal Research Science* 26: 249-500.
- **Pitre, H.N. (1967).** Greenhouse studies of the host range of *Dalbulus maidis*, a vector of the corn stunt virus. *Journal of Economic Entomology* 60 (2): 417-421.

- **Puricelli, E.C.J.M., Arregui, M.C. (2013).** Mecanismos de acción de plaguicidas (1ed). UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
- **Red de Ultrabaja Densidad de Maíz.** Informes Anuales del Grupo de Estudio de Trabajo de la Red de Ultrabaja Densidad de Maíz. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Buenos Aires. <https://www.agro.uba.ar/GET/reduba-demaiz/informe>
- **REM AAPRESID.** Red de manejo de plagas de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. <https://www.aapresid.org.ar/rem/>
- **Ritchie, S.W., Hanway, J.J. (1982).** How a Corn Plant Develops. Special Report n°. 48, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service.
- **Roelf, A.P., Bushnell, W.R. (1985).** The cereal rusts. Diseases, distribution, epidemiology, and control. (Vol. 2). Academic Press, Estados Unidos de América.
- **Russo, C. (2024).** Se estiman 59 Mt para el maíz 2023/34 y sería récord para Argentina (Informe n° 167). Bolsa de Comercio de Rosario. https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/202401/informe_especial_167_2024_01_10.pdf
- **Saborio, F. (2002).** Bioestimulantes en fertilización foliar. En: Meléndez, G., Molina, E. (Eds.), *Fertilización foliar, principios y aplicaciones* (pp. 107-124). Universidad de Costa Rica.
- **Santillán, L., García, S., Benito, H. (2023).** Uso de peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7: 9452-9461.
- **Sartori, M., Nesci, A., Fomento, A., Etcheverry, M. (2015).** Selection of potential biological control of *exserohilum turcicum* with epiphytic microorganisms from maize. *Revista Argentina de Microbiología* 47 (1): 62-71.
- **Satorre, E., Andrade, J. (2023).** El maíz en los sistemas productivos de Argentina: Un análisis global y regional de su desarrollo reciente. En: *Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz*. Andrade, F., Otegui, M.E., Cirilo, A., Uhart, S. (Eds.). Asociación Civil MAIZAR. Balcarce, Argentina. Pp. 25-49.
- **Satorre, E.H., Andrade, F.H. (2021).** Cambios productivos y tecnológicos de la agricultura extensiva argentina en los últimos quince años. *Ciencia Hoy* 29 (173): 18-27.
- **Shah, D.A., Dillard, H.R. (2006).** Yield loss in sweet corn caused by *Puccinia sorghi*: A meta-analysis. *Plant Disease* 90: 1413-1418.
- **Sohag, A. A. M., Tahjib-Ul-Arif, M., Brestič, M., Afrin, S., Sakil, M. A., Hossain, M. T., (...) Hossain, M. A. (2020).** Exogenous salicylic acid and hydrogen peroxide attenuate drought stress in rice. *Plant, soil and environment* 66 (1): 7-13.
- **Summers, C.G., Newton, A.S., Opgenorth, D.C. (2004).** Overwintering of corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), and *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae) in California's San Joaquin Valley. *Environmental Entomology* (33): 1644-1651.
- **Teng, P.S. (1987).** Crops loss assessment and pest management. American Phytopathological Society United States. Estados Unidos de América.

- **Teng, P.S., Krupa, S.V. (1980).** Assessment of losses which constrain production and crop improvement in agriculture and forestry. Proceedings of the E.C. Stackman Commemorative Symposium. St. Paul: University of Minnesota.
- **Teyssandier, E. (2005).** Como predecir y controlar la ocurrencia de enfermedades limitantes de la producción de maíz. VIII Congreso Nacional de Maíz. 16- 18 de noviembre, Rosario-Santa, Argentina. Pp. 448-450.
- **Velastegui, G., Toapanta Vargas, G.J. (2018).** Aplicación de peróxido de hidrógeno para el control del oidio (oidium sp.) en el cultivo de mora (rubus glaucus benth.) bajo cubierta plástica. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. En: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28030> consulta: enero de 2024.
- **Virla, E., Paradell, S., Diez, P. (2003).** Estudios bioecológicos sobre la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (Insecta - Cicadellidae) en Tucumán (Argentina). Boletín de Sanidad Vegetal "Plagas" 29: 17-26.