

# Comportamiento sanitario de maíz frente a la aplicación de aminoácidos en Villa Mercedes, San Luis, Argentina

## Sanitary behavior of maize front to the application of amino acids in Villa Mercedes, San Luis, Argentina

Danilo Gastón Oliva, María Victoria Micca Ramirez y Nora Raquel Andrada

Departamento de Ciencias Agropecuarias. FICA. UNSL. Au. 55 Norte, 5730, Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

daniloliva75@gmail.com, marciamicca@gmail.com, nrandrada@gmail.com

### CientifICA N°1

Año: 2024

pp. 35 – 52

### Historial del Artículo

Recibido:

15/04/2024

Enviado revisión:

18/04/2024

Aceptado:

07/05/2024

### Área temática:

Sistemas

Agropecuarias:

Ingeniería agrícola

**Resumen:** El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), en siembras tardías requiere mayor nutrición ya que es afectado por agentes bióticos con mayor intensidad. Las nuevas tecnologías incluyen fertilizantes foliares a base de aminoácidos siendo necesario evaluar su efecto. Se analizó el comportamiento sanitario del cultivo en respuesta a la aplicación de aminoácidos en distintos manejos sanitarios. El ensayo se desarrolló en la Universidad Nacional de San Luis. El diseño completamente aleatorizado (DCA) con diez (10) tratamientos y tres (3) repeticiones, consistió en manejos sanitarios diferenciales: T4: con aplicación de aminoácido (CA) y control total de plagas con Fungicidas (F) Herbicidas (H) e Insecticidas (I); T3: CA y F + H; T2: CA y H + I; T1: CA y F + I y T0: CA y sin control de plagas; T5: Sin aplicación de aminoácido (SA) y control total de plagas con (F), (H) e (I); T6: SA y F + H; T7: SA y H + I; T8: SA y F + I y T9: SA y sin control. Se utilizó el híbrido KM 4200 GL STACK (KWS). Se analizaron parámetros de severidad, área bajo la curva del progreso de la enfermedad, análisis de la varianza y test de Tukey, para roya (*Puccinia sorghi* Schwein.), tizón (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs) y lunares blancos (patógeno no identificado). Los resultados obtenidos de severidad para roya fueron de 19,5% con valores mínimos de 0% y promedios de 2,3%, para tizón los valores fueron menores a 3,6% y para lunares blancos 0,5 % de severidad. No se obtuvieron diferencias significativas al considerar el uso de aminoácidos, pero sí en la aplicación de fungicidas (p-valor <0,05).

### Palabras Claves:

Epidemiología, maíz, fertilizantes foliares.

### Keywords:

Plant disease epidemiology, corn, foliar fertilizers

**Abstract:** The corn (*Zea mays* L.) yield, in late plantings, requires greater nutrition since it is affected by biotic agents with greater intensity. New technologies include foliar fertilizers based on amino acids, and their effect needs to be evaluated. The health behavior of the crop was analyzed in response to the application of amino acids in different health management. The experiment was developed at the National University of San Luis. The completely randomized design (CRD) with ten (10) treatments and three (3) repetitions, consisted of differential sanitary management: T4: with application of amino acid (WA) and total pest control with Fungicides (F) Herbicides (H) and Insecticides (I); T3: WC and F + H; T2: AC and H+I; T1: CA and F + I and T0: WA and no pest control; - T5: Without application of amino acid (WoA) and total pest control with (F), (H) and (I); T6: WoA and F + H; T7: WoA and H+I; T8: WoA and F + I and T9: WoA and without control. The KM 4200 GL STACK (KWS) hybrid was used. Parameters severity, area under the disease progress curve, analysis of variance and Tukey's test were analyzed for rust (*Puccinia sorghi* Schwein.), blight (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs) and white spot (unidentified pathogen). The severity results obtained for rust were 19.5% with minimum values 0% and averages 2.3%, for blight the values less than 3.6% and for white spots 0.5% severity. No significant differences were obtained when considering the use of amino acids, but there were differences in the application of fungicides (p-value <0.05).

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), pilar de la producción agropecuaria, es usado de distintas formas al ser uno de los cereales de mayor importancia. Se utiliza como alimento humano, ya sea doméstico o industrial; alimento para animales y fermentado para varios productos industriales. En Argentina la mayor parte de la producción de grano se exporta y aproximadamente un tercio de la misma se usa internamente como forraje o es destinado a las industrias de molienda y producción de etanol [16].

El área de siembra ha aumentado en forma sostenida durante los últimos diez años llegándose a una superficie de 7,4 millones de ha entre 2020 y 2021, con una producción de 60,5 millones de t de grano. El rendimiento en grano promedio del primer quinquenio fue de 6,78 t/ha mientras que en el segundo fue 7,30 t/ha, lo que representa un incremento de 7,6%. El rendimiento por hectárea presenta importantes variaciones debido a las características edafoclimáticas de las regiones donde se cultiva maíz [36]. En Argentina para el 2021/2022 el área sembrada fue de 8,64 millones de ha con un rinde de 6,8 t/ha y una producción de 51,0 millones de t. En la provincia de San Luis se sembraron 514.500 ha cosechándose 424.000 ha de maíz con un rinde promedio 4,6 t/ha, y una producción de 1.966.500 t en la campaña 2020/21 [16].

El rendimiento se ve afectado por agentes bióticos, en maíces sembrados tardíos con mayor intensidad, lo que hace que requieren buena nutrición. Por ello, la última tendencia es evaluar los efectos de los nuevos fertilizantes foliares a base de aminoácidos. Éstos son los componentes básicos de las proteínas y se obtienen a partir de la hidrólisis de sustancias proteicas de origen vegetal o animal. En los últimos años han surgido en el mercado argentino productos fitosanitarios bioestimulantes, los cuales podrían funcionar como complemento o reemplazo del uso de fungicidas convencionales. Estos productos exacerban las defensas del cultivo mejorando su nutrición y también estimulando la producción de fitoalexinas, importantes sustancias orgánicas con las cuales las plantas resisten el ataque de patógenos, principalmente hongos [42].

Actualmente, si bien los usos más frecuentes que se le dan a los aminoácidos ya se mencionaron, también se utilizan cuando se quiere ayudar a la planta en momentos críticos, tales como el enraizamiento, antes de floración, antes del cuaje, durante el llenado, en la asimilación del potasio (K), etc. [6] y [39]. Se ha observado que las plantas resisten estrés hídrico, cuando se les aplican aminoácidos e involucran respuestas fisiológicas, estructurales y modificaciones morfológicas a corto y largo plazo. Estos cambios ayudan a minimizar el estrés en la planta y a maximizar los recursos internos y externos [9].

El conocimiento de los patógenos presentes permite evaluar cómo afectan a la productividad. Muchas de las modificaciones en el sistema de producción que se realizan para procurar estabilidad y aumento de la productividad, son causantes de las variaciones registradas en las enfermedades [2]. Frente al cambio del panorama climático y manejo de los cultivos, se esperan algunas modificaciones en los parámetros de numerosas enfermedades epidémicas, que solían presentar comportamiento endémico en la región semiárida de Villa Mercedes, San Luis. Tradicionalmente se adoptan estrategias de manejo recomendadas para otras zonas, pero esto no garantiza los mismos resultados, por ello es necesario contribuir a los estudios realizados en la provincia para establecer correctos criterios de manejo.

El objetivo general del presente trabajo es analizar el comportamiento sanitario del cultivo de maíz en respuesta a la aplicación de aminoácidos en distintos manejos sanitarios en Villa Mercedes, San Luis, y los objetivos específicos son relevar las enfermedades presentes en el maíz en distintas condiciones sanitarias y evaluar el progreso de las enfermedades de mayor intensidad.

## ANTECEDENTES

En la provincia de San Luis, se busca un equilibrio entre la máxima producción y la integridad ambiental, a través de distintos manejos que muchas veces no incluyen el aspecto sanitario. Las siembras tardías se han incrementado en los últimos años, por ello es importante estudiar en forma permanente el comportamiento de enfermedades de los cultivos en diferentes condiciones ambientales y de manejo. Las principales enfermedades fúngicas registradas en la provincia de San Luis para maíz son: **roya común** (*Puccinia sorghi* Schwein.) y **tizón común** (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs); presentándose esporádicamente otras tales como **carbón común** (*Ustilago maydis* (D.C.) Corda), **lunar blanco** (patógeno no identificado) y **virosis** tales como Mal de Río Cuarto y Mosaico Enanizante [1], [2], [3], [5], [24] y [25].

El tizón foliar común es una enfermedad foliar endémica, cuyos síntomas son lesiones foliares, ligeramente ovaladas y acuosas que tienen 3-15 cm de longitud y que luego se transforman en zonas necróticas alargadas

y ahusadas. Las manchas se manifiestan primeramente en las hojas basales y en ataques graves, la enfermedad avanza hacia arriba, las hojas se deforman, marchitan y finalmente se secan. Cuando las lesiones maduran, pueden volverse de color marrón con marcadas zonas oscuras de esporulación fúngica [15] y [32]. Es considerada la principal preocupación sanitaria de los maíces de siembra tardía, ya que el desarrollo del cultivo transcurre bajo condiciones climáticas propicias para la enfermedad. Estas condiciones son principalmente períodos prolongados de mojado foliar (>10 h) y temperaturas moderadas (17-28°C) [32]. En la zona centro de Córdoba y San Luis esta enfermedad se presenta todos los años con diferentes niveles de severidad según las condiciones climáticas y el material genético sembrado [15], [26], [27] y [29].

El lunar blanco puede ser causado por hongos (*Phaeosphaeria maydis*), bacterias (*Pantoea ananatis*, *Pseudomonas syringae* Van Hall), entre otros, o factores abióticos como deriva de herbicidas. Las manchas producidas por bacterias se presentan como manchas redondas a elípticas, que tiene de 2 a 10 mm de diámetro, inicialmente las lesiones son acuosas y de color verde oscuro, y más tarde llegan a ser de color blanco cremoso a marrón y eventualmente se secan y se vuelven pardas, a menudo con márgenes rojizos o pardos [18] y [44]. Las manchas producidas por hongos aparecen como numerosas manchas blancas sobre las hojas, redondas de 0,5 a 1,5 cm de diámetro, color verde-pálido o cloróticas y posteriormente irregulares de color amarillento a pardo, con bordes delgados [18].

La roya común genera puntos cloróticos, luego forma pústulas o uredosoros alargados, pulverulentos, de color pardo-rojizo, que se diseminan en el limbo mayoritariamente en el haz, también ubicadas en forma de bandas. Luego, las pústulas se vuelven negras cuando las uredosporas son sustituidas por teliosporas, las cuales continúan su irrupción rompiendo la epidermis a medida que la planta madura [20]. Las condiciones climáticas para la presencia de la roya común son temperaturas de 16 a 23 °C y 100 % humedad relativa, siendo una enfermedad de amplia distribución en Argentina, tal como fue reportado por diferentes autores [13], [14], [19], [20] y [21]. Las estimaciones de pérdidas varían de acuerdo al porcentaje de área foliar infectada en diferentes fases de crecimiento del hospedante. Los niveles de intensidad de roya han sido estudiados por diferentes autores, mediante el uso de curvas epidémicas modelizadas de acuerdo a distintos modelos y gradientes para estimar daños y obtener el umbral de daño económico. Se estiman pérdidas del 3% al 8% por cada 10% de área foliar total infectada [10] y [34], variando significativamente según las áreas geográficas consideradas [1], [2], [5], [17], [28], [33], [38], [40] y [41]. El manejo de la enfermedad está centrado en el uso de productos químicos basados en fungicidas triazoles mezcla con estrobirulinas, con resultados diferenciales de acuerdo a distintos autores [4], [11] y [30].

En maíz son escasos los estudios respecto a los efectos de bioestimulantes a base de aminoácidos en relación a enfermedades. En la campaña 2020-21 en INTA Marcos Juárez condujeron un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de aplicaciones foliares de fertilizantes y productos bioestimulantes, sobre el rendimiento del cultivo de maíz, sus componentes e incidencia de enfermedades. Las enfermedades que se presentaron fueron roya común y lunar blanco, de etiología no totalmente determinada, puesto que de estas manchas se suelen aislar hongos (*Phoma* sp., *Phyllosticta* sp.) y también bacterias (*Pantoea ananatis*). Los porcentajes de severidad de las enfermedades, que se pueden considerar muy bajos y sin diferencias significativas entre tratamientos, excepto para roya en la hoja debajo de la espiga, donde si bien se encontraron diferencias entre tratamientos, éstas se pueden considerar agrónomicamente insignificantes. Las enfermedades que se presentaron en el cultivo tuvieron una baja incidencia y severidad y no se detectó efecto de los productos foliares evaluados [22].

Se han estudiado en muchos otros cultivos los efectos de los bioestimulantes, en tomate el uso de estos incrementó el número de frutos por planta, en el cultivo de zapallito italiano presentó aumentos en el rendimiento [8], [45], en soja se lograron incrementos de rendimiento [23]. En cereales de invierno (cebada y trigo) demostraron que los fungicidas logran mayor control de los patógenos (royas y manchas) cuando se aplican en conjunto con un bioestimulante [7]. En otro trabajo evaluaron la efectividad del uso de bioestimulantes en dos momentos de aplicación foliar en trigo frente a royas, logrando diferencias significativas en la intensidad final, siendo una de las claves que el bioestimulante no sólo potencia las defensas del cultivo, sino que tiene un efecto antiestresante, que le permite sobreponerse a otras condiciones desfavorables, como por ejemplo en la actualidad la falta de agua [12]. Se obtuvieron resultados positivos en maíz frente al estrés salino al probar un bioestimulante a base de aminoácidos. Las plantas tratadas lograron reponerse del estrés ocasionado por la salinidad y llevaron los valores de asimilación de nitrógeno y tasa fotosintética cercanos a los de las plantas control sin aminoácidos [31]. Diversos ensayos en campos con aplicaciones de productos hidrolizados enzimáticos en proteínas han demostrado como los aminoácidos ayudan a la mayor absorción y transporte de nutrientes dentro de la planta mejorando la producción y calidad de las cosechas [8].

## MATERIALES Y MÉTODO

El ensayo se realizó en la ciudad de Villa Mercedes (San Luis) en el Campo Experimental del Departamento de Ciencias Agropecuarias, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de San Luis. La zona está ubicada en la región semiárida entre las isohietas de 600 y 700 mm. La mayoría de los cultivos anuales que se realizan en la región son durante el periodo estival. Respecto a la temperatura, en octubre supera siempre los 15° C y en noviembre y febrero oscila entre 16,8 y 24,9° C; diciembre y enero presentan las temperaturas medias más altas del año (22,6 y 22,9° C, respectivamente). El período libre de heladas es de octubre a abril, con un promedio de 180 días, siendo las fechas medias de primera y última helada el 15 de abril y 15 de octubre, respectivamente [35] y [43].

El ensayo consistió la evaluación de diez (10) tratamientos (Tabla 1) con tres (3) repeticiones cada uno, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado (DCA). Los tamaños de las parcelas fueron de 4 m de largo por 2 m de ancho, con 5 surcos. En cada parcela se procedió al etiquetado y la selección de 5 plantas de maíz al azar de los dos surcos centrales. Se utilizó el híbrido KM 4200 GL STACK (KWS), sembrado el 23 de diciembre del 2021, con una densidad de siembra de 2,4 plantas/m a una distancia de 52 cm.

Los productos utilizados fueron:

**Glifosato (Glif 48):** solución concentrada cuyo grupo químico es la fosfometilglicina. Su modo de acción es sistémico, foliar, traslocable por floema. Es Inhibidor de la síntesis de aminoácidos, actúa a nivel de la enzima 5-enolpiruvilshikimato – 3 fosfato sintetasa y cuyo espectro de acción son gramíneas y latifoliadas a dosis de 2,2 – 3,5 l/ha. El momento de aplicación fue en preemergencia y postemergencia.

**2,4 D Ester 100% (ZAMBA):** solución líquida y coadyuvante. Grupo químico: Fenoxiderivado. Su modo de acción es sistémico y con un espectro de acción que alcanza a latifoliadas. Selectivo para cultivos de gramíneas en tratamientos de post emergencia de malezas y cultivos. Dosis 0,4 a 2,0 l/ha.

**Lamdaclotrina (Kendo 5%):** concentrado emulsionable. Grupo químico: Piretroide. Su modo de acción es por contacto e ingestión. De amplio espectro, que actúa especialmente sobre larvas de Lepidópteros. La dosis recomendada es de 175 -250 cm<sup>3</sup>/ha. En preemergencia y postemergencia.

**Azoxistrobina + cyproconazole (Amistar XTRA):** solución concentrada, fungicida para el control de enfermedades foliares, sistémico para el control de enfermedades foliares en los cultivos de ajo, avena, cebada cervecera, maíz, maní, poroto, soja, sorgo y trigo. La mezcla de ambos principios activos determina una acción combinada, bloqueando el proceso respiratorio y la síntesis de ergosterol en los hongos. Esta acción asegura un amplio espectro de control durante un período prolongado y reduce el riesgo de aparición de cepas resistentes. La dosis del producto fue 500 cm<sup>3</sup>/ha, aplicado en R1 según la escala de Ritchie y Hanway [37] (Fig. 1).

**Tabla 1:** Tratamientos con diferentes aplicaciones de aminoácidos y productos químicos, utilizados en maíz. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias - Universidad Nacional de San Luis - 2021/2022. Villa Mercedes, San Luis.

<b>TOC</b>	Tratamiento Testigo repetición N°1 con aminoácidos (sin fungicidas, insecticida ni herbicidas).
<b>TOS</b>	Tratamiento Testigo repetición N°1 sin aminoácidos (sin fungicidas, insecticida ni herbicidas).
<b>T1C</b>	Tratamiento T1 repetición N°1 con aminoácidos (con aplicación de fungicida Insecticida).
<b>T1S</b>	Tratamiento T1 repetición N°1 sin aminoácidos (con aplicación de fungicida Insecticida).
<b>T2C</b>	Tratamiento T2 repetición N°1 con aminoácidos (con aplicación Herbicida + Insecticida).
<b>T2S</b>	Tratamiento T2 repetición N°1 sin aminoácidos (con aplicación Herbicida + Insecticida).
<b>T3C</b>	Tratamiento T3 repetición N°1 con aminoácidos (con aplicación fungicida + Herbicida).
<b>T3S</b>	Tratamiento T3 repetición N°1 sin aminoácidos (con aplicación de fungicida + Herbicida).
<b>T4C</b>	Tratamiento T4 repetición N°1 con aminoácidos (con aplicación Herbicida + Insecticida + Fungicida).
<b>T4S</b>	Tratamiento T4 repetición N°1 sin aminoácidos (con aplicación Herbicida + Insecticida + Fungicida).

El Aminoácido: fueron aminoácidos cuya composición es nitrógeno:fosforo:potasio (T 4 : 0.4 : 0.8) L-aminoácidos 20% (L-alamina, L-arginina, L-prolina, L-glutaico, L-metionina, L-lisina, L-triptófano) y

micronutrientes (magnesio, calcio, zinc, cloruros, fosfatos) (AMINU-TRIC CROP), aplicado con mochila Guaraní, pico cono hueco, presión 2,5 bares con capacidad de 20 l, según la dosis recomendada de 1.5 l/ha.

El muestreo fue sistemático, la cuantificación de la intensidad de las enfermedades se realizó por incidencia y severidad, con una frecuencia de un muestreo semanal, durante todo el ciclo del cultivo. La primera evaluación se realizó el día 31 de enero del 2022 estando en estado fenológico V5 según la escala de Ritchie y Hanway [37], hasta el 30 de marzo del 2022.

Durante el estado vegetativo se evaluaron todas las hojas completamente desarrolladas. A partir del estado fenológico reproductivo R<sub>1</sub> (presencia de espiga) solo se consideraron las siguientes hojas: hoja (H-1) está por debajo de la segunda espiga (HE2), por encima se encuentra la hoja de la espiga (HE1) y por último la hoja superior (H+1) (Fig. 2).

Para roya común del maíz, en estados vegetativos se observaron y cuantificaron el número de pústulas en cada hoja presente, contando la cantidad de estas, en estado reproductivo solo se observó y cuantifico de la misma forma, pero solo las cuatro hojas como se detalla en la (Fig. 2). Se equiparó el número de pústulas con la severidad en porcentaje, considerando 1% de severidad = 8 pústulas [26] y [30].

En tizón se observó presencia de síntomas en cada hoja del maíz y se anotó el porcentaje de la mancha según la escala diagramática de De Rossi [15] (Fig. 3). Presencia de otras enfermedades tales como lunares blancos, se anotaron como número de lesiones (lunar blanco) por hoja.

Para el análisis temporal de las epidemias presentes, se construyeron las curvas del progreso de la enfermedad en planillas de cálculo Excel.

En el caso de roya, los valores de severidad se potenciaron de acuerdo a la importancia de las hojas y al aporte que sus tercios realizan respecto al rendimiento de la siguiente manera:

Tercio Bajo: 0.5, Tercio Medio: 0.35, y Tercio Superior: 0.15

Hojas de plantas con una (1) espiga: HE: 0.5, H-1 y H+1: 0.25

Hojas de plantas con dos (2) espigas: HEP: 0.5, HES: 0.18; H-1 y H+1: 0.16

Se calcularon parámetros de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE),  $r$  y  $1/b$  del modelo Weibull. La validación de los supuestos poblacionales, los análisis de la varianza y test de Tukey se hicieron con el programa estadístico R.

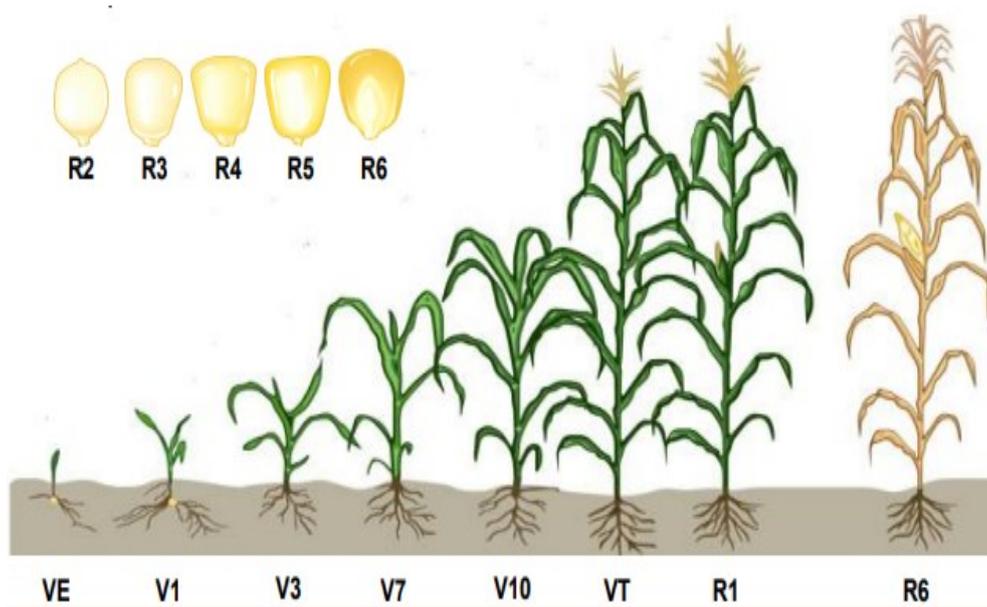


Figura 1. Escala fenológica del cultivo de maíz. Ritchie y Hanway. (Fuente: Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 2008).

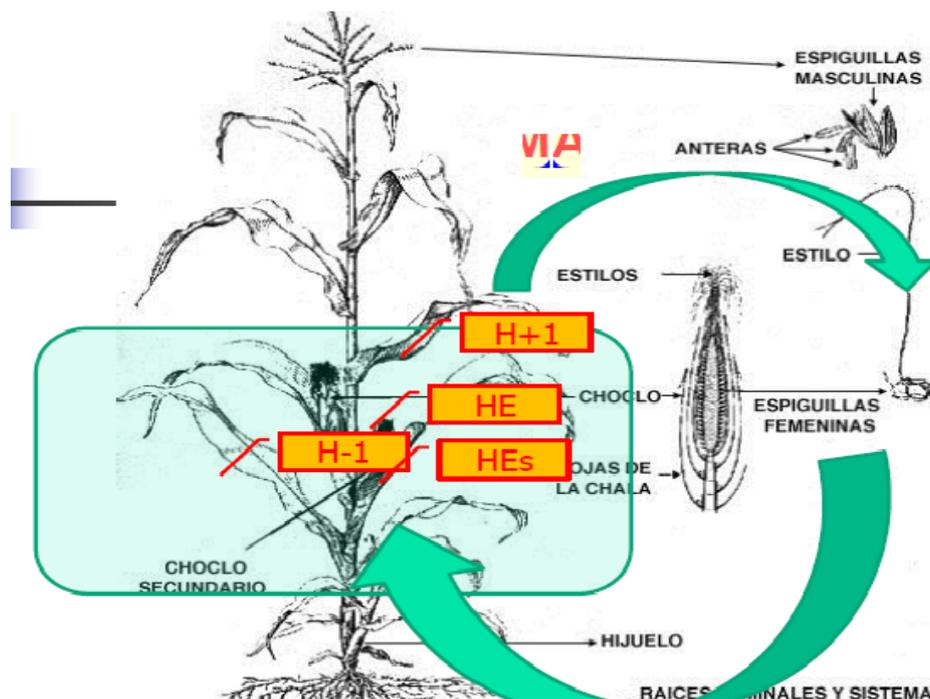


Figura 2. Representación de la ubicación de las hojas. Hoja de las espigas (HE), inmediata superior (H+1) e inmediata inferior (H-1), evaluadas en la planta de maíz. (fuente: Facultad de Ingeniería Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis. 2016.

Clase	Escala diagramática del tizón foliar común del maíz ( <i>Exserohilum turcicum</i> )	
L.I. - P.M. - L.S.		
0	0 - 0 - 0	
1	0,0 - 1,2 - 1,6	
2	1,6 - 2,0 - 2,6	
3	2,6 - 3,3 - 4,2	
4	4,2 - 5,4 - 6,9	
5	6,9 - 8,7 - 10,9	
6	10,9 - 13,6 - 16,9	
7	16,9 - 20,8 - 25,3	
8	25,3 - 30,4 - 36,0	
9	36,3 - 42,0 - 48,3	
10	48,3 - 54,6 - 60,8	
11	60,8 - 66,7 - 66,7	

Figura 3. Escala diagramática para la estimación visual de la severidad del tizón foliar común del maíz (*Exserohilum turcicum*). Se detalla en cada clase el límite de severidad inferior (L.I.), el punto de severidad medio (P.M.) y el límite de severidad superior (L.S.). De Rossi, R. L. 2020

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.- Relevamiento de enfermedades presentes en el maíz en distintas condiciones sanitarias

Las enfermedades que se presentaron en la campaña 2021-2022 en el cultivo de maíz, en Villa Mercedes, San Luis, fueron: roya común, tizón común y lunares blancos, coincidiendo con lo establecido por diferentes autores [13], [14], [19], [21] y [32]. En Argentina la diversificación de ambientes en donde actualmente se cultiva maíz y la ampliación de la fecha de siembra, entre otros factores, son ambientes propicios para el progreso de estas enfermedades tradicionales y la detección y aumento de nuevas patologías. De igual manera y como lo establece Formento, N. [20] son las principales enfermedades fúngicas que se presentan todos los años con diferentes niveles de severidad según las condiciones climáticas, el material genético sembrado y los biotipos de los patógenos presentes.

#### Roya común del maíz – *Puccinia sorghi* -

La roya fue detectada en estados fenológicos tempranos del maíz, observándose pústulas de color rojo en las hojas del cultivo (Fig. 4), estos signos son característicos y coincidentes con los descriptos por Formento, N. [20]. Están constituidos por pústulas uredosóricas de color marrón, generalmente se disponen en bandas y se ubican en la parte media de la hoja. Las pústulas teleutosóricas son negras y se presentan al final del ciclo del cultivo, del mismo modo que lo describe González, M. [21].

#### Tizón común del maíz – *Exserohilum turcicum* -

Al igual que campañas anteriores en la provincia de San Luis, el tizón fue una de las enfermedades registradas, tal como lo manifiesta el equipo de investigación de la UNSL en sendos trabajos [26], [27] y [29].

Los primeros síntomas se presentan como manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas de color marrón y alargadas en las hojas del cultivo de maíz (Fig. 5) coincidiendo con lo descrito por De Rossi [15]. Las manchas se presentaron en la planta en forma acrópeta, no desarrollándose más allá de la hoja de la espiga, siendo este patrón descrito también por Micca Ramirez, *et al.* [29].

#### Lunar Blanco del maíz

Síntomas de manchas pequeñas observadas en las hojas, bien redondas con diámetros menores a 1 cm, de color blanco (Fig. 6) fueron detectadas como lunar blanco, por comparación a síntomas similares a los descriptos por White Donald, G. [44] y Formento, N. [18]. A diferencia de los descriptos por estos autores, las mismas fueron siempre del mismo tamaño, por lo cual se habrían iniciado como puntuaciones blancas. Sí fueron, casi siempre circulares y en cualquier sector de la lámina foliar y coincide, además, en la baja incidencia y severidad, registrado por los autores antes mencionados [18] y [44]. No se pudo determinar el agente causal de las mismas. Es relevante seguir estudiando si todos son diferentes estados de un mismo síntoma y agente causal o son ocasionados por distintos organismos o causas.



Figura 4. *Puccinia sorghi*. Roya común. Primeros signos observados en hojas de maíz del híbrido KM 4200 GL Stack, en Villa Mercedes Campaña 2021. Foto: Oliva Danilo.



Figura 5. *Exserohilum turcicum*. Tizón común del maíz. Síntomas en hojas del híbrido KM 4200 GL Stack, en Villa Mercedes Campaña 2021. Foto: Oliva Danilo



Figura 6. Lunar blanco en las hojas del híbrido KM 4200 GL Stack, en Villa Mercedes Campaña 2021. Foto Oliva Danilo.

## 2.- Progreso de enfermedades

Las intensidades de las enfermedades presentes en la campaña en estudio, fueron definidas por el híbrido, el manejo apropiado para la enfermedad y las condiciones climáticas del año, que en San Luis determinan ambientes con distintos grados de fragilidad para la agricultura y una alta variabilidad de comportamiento epidémico, de igual manera que lo ocurrido en campañas descritas anteriormente [26].

El híbrido KM 4200 GL Stack, sembrado en forma tardía, tiene alta tolerancia a roya y baja a tizón. Estas características fueron definitorias al momento de expresión de la severidad cada enfermedad, tal como lo menciona Formento, N. *et al.* [17] y [19] para Entre Ríos, quienes afirmaron que las enfermedades del maíz, se han manejado fundamentalmente mediante la tolerancia o resistencia genética de los híbridos a las enfermedades más limitantes como la roya común (*Puccinia sorghi*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), mal de Río Cuarto (MRC), y por ello, la importancia de tener híbridos adaptados a estas tolerancias y a las condiciones ambientales de cada zona.

Las siembras tardías han cobrado auge en los últimos años, es por eso que se coincide con distintos autores [1], [2], [5], [28], [33] y [34] en que la severidad con que la roya se presenta cada año depende de las condiciones ambientales reinantes durante el ciclo del cultivo y con Schlie, *et al.* [40] en que en las fechas de siembras tardías hay mayor predisposición para la evolución de las enfermedades.

En la campaña 21/22, se presentaron diferentes condiciones ambientales para el cultivo, teniendo un periodo de abundantes precipitaciones para fines de diciembre y mediados de febrero, luego un periodo de calor con temperaturas altas a fines de febrero y parte de marzo, finalizando con una helada el 30 de marzo.

### Roya común del maíz – *Puccinia sorghi* -

La roya común del maíz es una de las enfermedades endémicas en Argentina, por lo que se presenta todos los años pudiendo manifestar diferentes niveles de severidad. Por ejemplo, González, M. [21] registró niveles de severidad de hasta el 40%, mientras que, en nuestra zona, también han sido variables estas intensidades [1], [2], [3], [5.] [24], [25], [28], [30] y [38].

En maíz, *Puccinia sorghi* se presenta con características epidémicas en esta región por lo que es necesario aplicaciones de fungicidas para reducir la intensidad de las enfermedades presentes año tras año en el cultivo de maíz, reafirmando de esta manera lo dicho por Andrada, N. *et al.* [4] quienes consideraron que, en las condiciones agroecológicas de Villa Mercedes, San Luis, Argentina, se hace necesario optimizar el manejo sanitario, en especial la aplicación de productos químicos. En este contexto, las curvas de progreso de la enfermedad de la roya común del maíz –*Puccinia sorghi* se puede observar en las Fig. 7 y 8.

El control químico es una alternativa válida para disminuir la severidad y reducir las pérdidas en rendimiento causadas por esta enfermedad. Esto queda demostrado en este ensayo, donde se puede observar, que los que menor porcentaje de severidad presentaron fueron los T4, T3, T1 que fueron tratados con fungicidas, mientras que los T2 y T0 presentaron mayor porcentaje de severidad, coincidiendo con Couretot, L. *et al.* quienes observaron que los niveles de severidad de roya, en los tratamientos con fungicidas, fueron menores que en el testigo [11].

El periodo crítico (PC) del cultivo ocurrió desde el 22 de febrero al 24 de marzo, (V13 - R3), durante el cual la enfermedad se va incrementando hasta registrar el pico máximo de severidad a partir del 14 de marzo, para luego mantenerse, alcanzando el tratamiento T2S2, una intensidad máxima de 19,5%, con valores mínimos del 0% y promedios 2,3% para otros tratamientos, difiriendo con los valores de Carmona, M. *et al.* [10] quienes registraron valores de severidad en un rango de 1,8% a 8,8%. Entre los tratamientos T2 y T0 la diferencia de intensidad entre ellos (menor % de severidad en T0), puede explicarse por el estado de las plantas, que, debido a la alta presión de malezas, tenían un estado de debilidad mucho mayor, Fig. 8.

En la Fig. 9 se puede observar el efecto de la aplicación de aminoácidos. Entre los tratamientos químicos se mantiene la tendencia vista en la Fig. 8., pero se puede observar que en los tratamientos sin aminoácidos T2S2 (69%) y T0S1 se presentan los mayores porcentajes de severidad que los mismos tratamientos con aminoácidos T2C1 y T0C1. Los umbrales recomendados para control de roya se encuentran entre 3 y 5% de severidad en los estadios V8- V10 en hojas que rodean la espiga, coincidente con diferentes autores [11] y [33]. Al analizar el ABCPE, los valores por epidemia y que pueden observarse en la Tabla 2, reflejan lo observado en la exploración de las curvas.

El análisis de Varianza (Tabla 3), muestra que las diferencias son significativas al hacer la comparación de tratamientos químicos. Se coincide con Andrada, N. *et al.* [1] donde se obtuvieron los mayores valores de ABCPE de la provincia en maíces tardíos con cobertura. Las diferencias significativas en la interacción de las variables confirman la relación entre el manejo y los distintos ambientes, lo que demanda manejos diferenciales. Carmona, M. *et al.* [10] obtuvieron valores de ABCPE que variaron de 188 a 445 unidades de área. Schlie, G. *et al.* [41] en Rafaela encontraron valores similares a Carmona en Buenos Aires [10], difiriendo en ambos casos a los encontrando en esta campaña con valores de 493,54 - 9617,61.

El Test de Tukey (Tabla 4), muestra que el T0 se diferencia del resto de los tratamientos. En la Tabla 5 consta el ANOVA para analizar la aplicación de aminoácidos. Del mismo se deduce que no hay diferencias significativas entre ellos. El proveedor del producto, por comunicación personal 2023, informó que ante años estresantes es necesario realizar doble aplicación, una en V10 y otra como se aplicó en este ensayo.

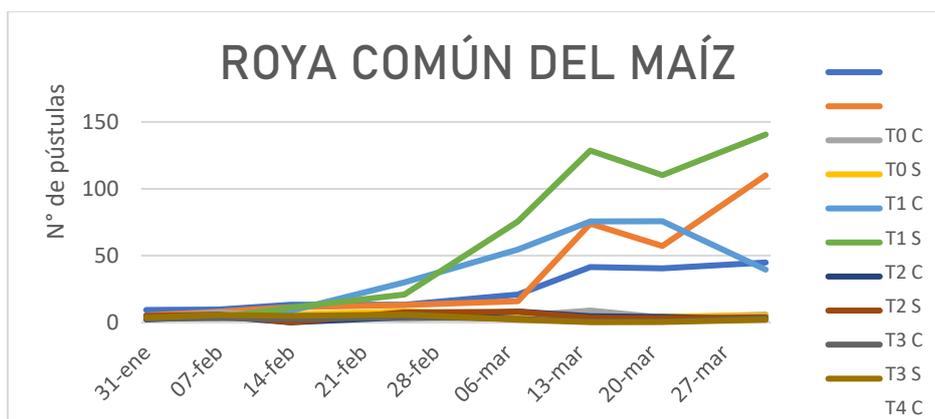


Figura 7. Curvas de progreso de la enfermedad de *Puccinia sorghi* con valores de número de pústulas, potenciados según ubicación de las hojas en la planta para el material KM 4200 GL STACK (KWS) bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

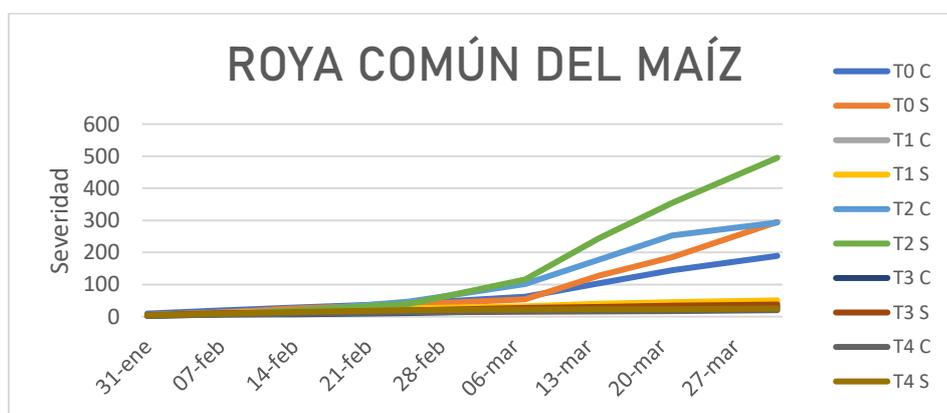


Figura 8. Curvas de progreso de *Puccinia sorghi* con valores de severidad acumulada, potenciados según ubicación de las hojas en la planta para el material KM 4200 GL STACK (KWS) bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

Tabla 2. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de las enfermedades de roya común del maíz *Puccinia sorghi* en distintos tratamientos sanitarios (T0: sin productos químicos - T1: Con fungicida (F) + Insecticida (I). T2: Con Herbicida (H) + (I) T3: F + H y T4: F + H + I. C: con aminoácidos - S: Sin aminoácidos. Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

Tratamiento Químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE	Tratamiento Químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE
T0	C	1	4123.798	T2	S	1	8260.051
T0	C	2	4189.358	T2	S	2	9617.561
T0	C	3	4156.578	T2	S	3	8938.806
T0	S	1	6722.812	T3	C	1	1030.036
T0	S	2	3638.22	T3	C	2	781.284
T0	S	3	5180.516	T3	C	3	442.160
T1	C	1	1372.404	T3	S	1	1233.888
T1	C	2	1344.315	T3	S	2	1187.723
T1	C	3	1358.359	T3	S	3	1210.805
T1	S	1	1942.344	T4	C	1	876.309
T1	S	2	1191.293	T4	C	2	493.645
T1	S	3	1566.818	T4	C	3	684.977
T2	C	1	5847.618	T4	S	1	1287.079
T2	C	2	6793.246	T4	S	2	666.444
T2	C	3	6320.432	T4	S	3	976.760

Tabla 3. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de las enfermedades de la roya común *Puccinia sorghi* del maíz en distintos tratamientos sanitarios, ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022. Df: Degree free - Grados de Libertad; Mean Sq: cuadrado medio; Pr (>F): probabilidad de decisión; Sum Sq: suma de cuadrados.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Tratamiento de manejos químicos	4	139888717	34972179	35.36	1.79e-07 ***
Residuos	15	14834312	988954		

\*\*\* Diferencia significativas

Tabla 4. Test de Tukey de ABCPE de epidemias roya - *Puccinia sorghi* en tratamientos sanitarios (T0: sin químicos - T1: Con fungicida (F) + Insecticida (I). T2: Con Herbicida (H) +(I) T3: F + H y T4: F + H + I., Villa Mercedes, San Luis. 2021/2022. Dff: diferencia de medias; lwr: límite inferior; upr: límite superior; p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Tratamientos	diff	lwr	upr	p adj
T1-T0	32.059.580	53.773.576	1.034.558	0.0029500
T2-T0	2961.0720	789.6724	5.132.472	0.0057808
T3-T0	36.103.143	5781.7138	1438.915	0.0009887
T4-T0	3837.6778	60.090.773	1666.278	0.0005420
T2-T1	61.670.300	3995.6304	8338.430	0.0000024
T3-T1	4.043.562	25.757.558	1767.043	0.9767904
T4-T1	6.317.198	2803.1193	2803.1193	0.8930928
T3-T2	65.713.862	87.427.858	4399.987	0.0000011
T4-T2	67.987.497	8970.1493	4627.350	0.0000007
T4-T3	2.273.635	2398.7631	1944.036	0.9973605

Tabla 5. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad de roya *Puccinia sorghi* en respuesta a fertilización a base de aminoácidos. C: con aminoácidos - S: sin aminoácidos. Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos con aminoácidos y sin aminoácidos	1	3956409	3956409	0.472	0.501
Residuos	18	150766620	8375923		

### Tizón común del maíz – *Exserohilum turcicum* -

Las curvas de progreso de la enfermedad de *Exserohilum turcicum*, tizón común del maíz, se pueden observar en las Fig. 9 y 10.

En la Fig. 9 se muestra que en etapas fenológicas tempranas se observó la presencia de tizón en todos los tratamientos. Siendo el mayor el porcentaje en los T0C1 y T0C2 con un porcentaje de 3,6% de severidad para ambos, el 14 de febrero. El menor porcentaje se presentó en T1, T3, T4 siendo este último el de menor intensidad. A partir de esta fecha y en adelante la tasa de infección disminuye al diluirse los valores de la epidemia tras la aparición de nuevas hojas sanas (H-1, HE, H+1). A partir del 14 de marzo, también las hojas reproductivas comienzan a manifestar algunos síntomas. Este comportamiento de la enfermedad fue debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del patógeno y también porque el material KM 4200 GL STACK (KWS) presenta baja tolerancia al tizón.

En la campaña 2011/12 Parisi, L. y Couretot, L. [33] reportaron que, en maíces de siembra tardía, el 57% de los híbridos presentaron niveles de severidad de tizón menores al 1% y el 43% de los híbridos restantes alcanzaron valores entre 1,1 y 4% en R1. Mientras que en R4 sólo el 26% de los cultivares pudo conservar niveles de severidad de tizón iguales a 1% o menores; y el 22% de los materiales alcanzó severidades mayores al 4,1%. El 52% de los híbridos presentó niveles de severidad entre 1,1 y 4%. Mientras que en la campaña 2021/22 en Villa Mercedes para el híbrido KM 4200 GL Stack los valores de severidad para tizón fueron menores a 3,60%.

En la Fig. 10 se observa que, a diferencia de lo ocurrido con la roya, los tratamientos con aminoácidos T0C1-T0C2 presentaron el mayor porcentaje de severidad siendo este último con un 10,7% el 31 de marzo. Luego le siguen los tratamientos sin aminoácidos T0S2-T0S1.

Se coincide con Couretot, L. *et al.* [11] en los años 2009 y 2010 en Buenos Aires y Formento, N, en año 2010 en Entre Ríos [20] en que la ampliación de la fecha de siembra, lluvias intensas y frecuentes durante los

meses de verano producen que los altos niveles de severidad de tizón generalmente se presentan en maíces de fecha de siembra de diciembre/enero.

Al analizar el ABCPE de esta enfermedad, los valores de los parámetros por epidemia (Tabla 6), reflejan lo observado en la exploración de las curvas. Los valores mayores ABCPE los obtuvo T0S1 con 315,84 y el menor T4S1 con 86,774 en la siembra tardía evaluada. Micca Ramírez *et al.* [27] obtuvieron resultados que muestran interacción entre sitio y fecha de siembra, que siembras tempranas se enferman más en el Este (Barranquitas) con un (ABCPE 257.67 vs. 60.34), mientras que en Sur (La Lucre) lo hacen las tardías (ABCPE 142.49 vs. 217.64). Con respecto a las fechas de siembra del cultivo, De Rossi, R. en el año 2020 [15] observó en la matriz epidemiológica que a medida que las siembras se realizaban de manera más tardía se generaron mayores severidades finales de TFC (tizón foliar común). Así mismo, en las localidades de Ballesteros y Villa María, se registraron las mayores ABCPE, siendo de 2150,1 y de 1335,7 respectivamente. En las demás localidades evaluadas los valores de ABCPE fueron menores a 320, presentando en todos los casos diferencias estadísticamente significativas.

Los análisis de Varianza de tizón al igual que para roya muestran que las diferencias son significativas al hacer la comparación de tratamientos químicos, no así entre los aminoácidos. No se presentan diferencias significativas entre los tratamientos a excepción del T0 con T1, T2, T4. (Tablas 7, 8 y 9).

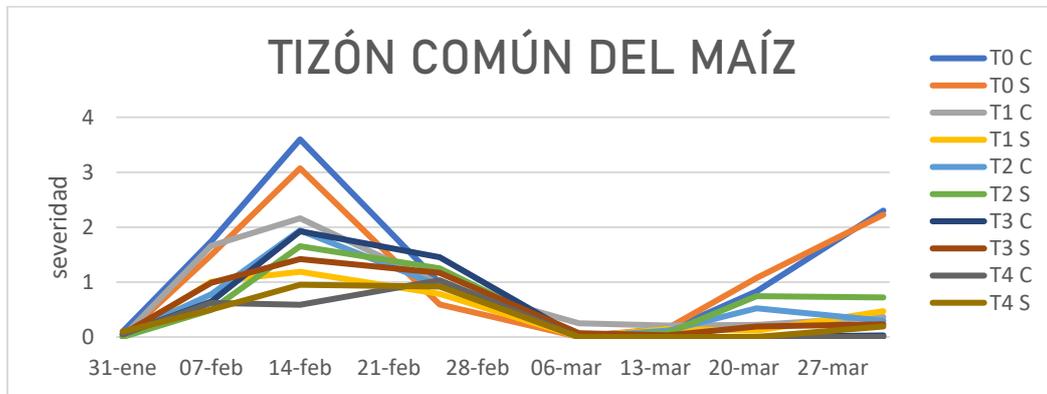


Figura 9. Curvas de progreso de tizón común del maíz, *Exserohilum turcicum*, con valores de severidad potenciados según ubicación de las hojas en la planta para el material KM 4200 GL STACK (KWS), bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

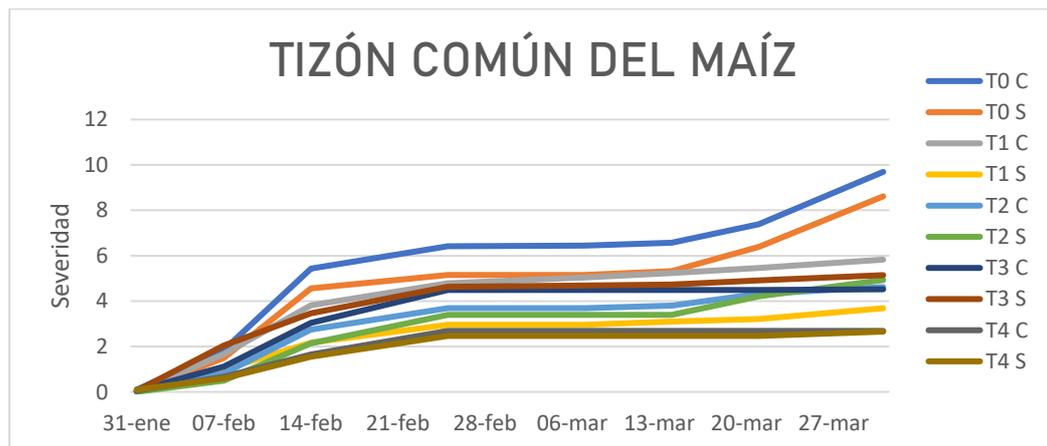


Figura 10. Curvas del progreso de tizón común del maíz, *Exserohilum turcicum*, con valores de severidad acumulados, potenciados según ubicación de las hojas en la planta para el material KM 4200 GL STACK (KWS), bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

Tabla 6. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de las enfermedades de tizón común del maíz, *Exserohilum turcicum*, en distintos tratamientos sanitarios (T0: sin productos químicos - T1: Con fungicida (F) + Insecticida (I). T2: Con Herbicida (H) + (I) T3: F + H y T4: F + H + I. C: con aminoácidos - S: Sin aminoácidos. Villa Mercedes, San Luis. 2021/2022.

Tratamiento químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE	Tratamiento químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE
T0	C	1	315.84	T2	S	1	164,08
T0	C	2	298.135	T2	S	2	144,186
T0	C	3	306.987	T2	S	3	154.13
T0	S	1	255.253	T3	C	1	176,633
T0	S	2	258.214	T3	C	2	196,763
T0	S	3	256.733	T3	C	3	186.69
T1	C	1	181.13	T3	S	1	180,371
T1	C	2	264.437	T3	S	2	234,414
T1	C	3	222.78	T3	S	3	207.303
T1	S	1	123,653	T4	C	1	106,33
T1	S	2	143,374	T4	C	2	114,777
T1	S	3	133.57	T4	C	3	194.52
T2	C	1	151,613	T4	S	1	86,774
T2	C	2	180,063	T4	S	2	119,068
T2	C	3	165.805	T4	S	3	207.652

Tabla 7. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de las enfermedades de tizón común del maíz, *Exserohilum turcicum*, en distintos tratamientos sanitarios ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento de manejos químicos	4	65298	16324	13.78	6.53e-05 ***
Residuos	15	17766	1184		

\*\*\* Diferencia significativas

Tabla 8. Test de Tukey para la variable ABCPE del tizón común del maíz, *Exserohilum turcicum* en distintos tratamientos sanitarios (T0: sin productos químicos - T1: Con fungicida (F) + Insecticida (I). T2: Con Herbicida (H) + (I) T3: F + H y T4: F + H + I, ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

Tratamientos	diff	lwr	upr	p adj
T1-T0	103.71200	17.885.792	28.566.079	0.0052382
T2-T0	121.87500	19.702.092	46.729.079	0.0012534
T3-T0	8.481.525	15.996.117	9.669.329	0.0235572
T4-T0	17.512.325	250.26917	99.977.329	0.0000265
T2-T1	18.16300	93.30892	56.982.921	0.9418456
T3-T1	18.89675	56.24917	94.042671	0.9335282
T4-T1	7.141.125	14.655.717	3.734671	0.0663762
T3-T2	37.05975	38.08617	112.205.671	0.5643036
T4-T2	53.24825	128.39417	21.897.671	0.2363614
T4-T3	90.30800	16.545.392	15.162.079	0.0152462

Tabla 9. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad del tizón común *Exserohilum turcicum* del maíz en respuesta a fertilización a base de aminoácidos, ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos con aminoácidos y sin aminoácidos	1	3818	3818	0.867	0.364
Residuos	18	79246	4403		

## Lunar Blanco del Maíz – (Agente no determinado)

Las curvas de progreso de la enfermedad del lunar blanco se pueden observar en las Fig. 11 y 12.

De acuerdo a la Fig. 11, la presencia de lunares blancos en hojas se registra desde las primeras etapas fenológicas del maíz, pero en ningún caso, la intensidad fue de importancia. El pico máximo se observó en el T3S2 con 0.539% de severidad el 7 de marzo y los T4 obtuvieron los valores mínimos. Estos valores coinciden con los descrito por Schlie, G. *et al.* [41] quienes encontraron en un híbrido de maíz una incidencia promedio del 90% pero con severidades muy bajas, menores al 3% para lunar blanco. La presencia de mancha blanca fue generalizada en el híbrido KM 4200 GL Stack. Un análisis objetivo permite inferir que el área afectada es ínfima y no debe preocupar, tal como lo indica Formento, N. [18].

Al igual que en las anteriores enfermedades, en la Fig. 12, se muestran las curvas epidémicas por aplicación de aminoácidos, y se puede observar que los tratamientos T3S2 y el T1C1 presentaron los mayores porcentajes siendo el primero con 2,36% con presencia de lunares blancos, el 31 de marzo. El hecho de que los tratamientos con aplicación de fungicidas tienen la presencia de estos lunares, en intensidades similares a los no tratados, podría dar lugar a inferir que el agente causal sea de origen bacteriano. En cultivos severamente afectados por lunares blanco podrían asociarse al efecto de gramínicas y para ello es importante observar si en las proximidades existen algunas malezas poaceas con síntomas similares. En el híbrido KM 4200 GL Stack no se observó tal efecto como explica Formento, N. para la zona del Litoral de Argentina [18].

Lo observado mediante la exploración de las curvas epidémicas, se corrobora con las ABCPE, que pueden observarse en la Tabla 9. Los análisis de varianza de lunar blanco, a diferencia de las otras dos enfermedades, no muestran diferencias significativas al hacer la comparación de tratamientos químicos, como tampoco así entre los tratamientos con aminoácidos (Tablas 10 11 y 12)

Estos resultados coinciden con Gudelj, V. *et al.*, [22] en que los porcentajes de severidad de las enfermedades presentes en ese año, fueron muy bajos y no encontraron diferencias al aplicar bioestimulantes. Si bien, no se pudo demostrar que estos productos contribuirían a un mejor rendimiento y calidad debido a una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes, mayor tolerancia a estrés (sequía, frío, ataque de plagas) y mayor actividad o crecimiento radicular, se resalta que es el primer año realizado en la zona y este resultado no debe ser considerado concluyente.

En el cultivo del maíz para la campaña 2021/22? no se observaron los efectos descritos por los siguientes autores observados en otros cultivos [7], [8], [12], [23], [31] y [45]. Se puede coincidir con Bastini, L. [7] que demostraron que los fungicidas logran mayor control de los patógenos cuando se aplican en conjunto con un bioestimulante.

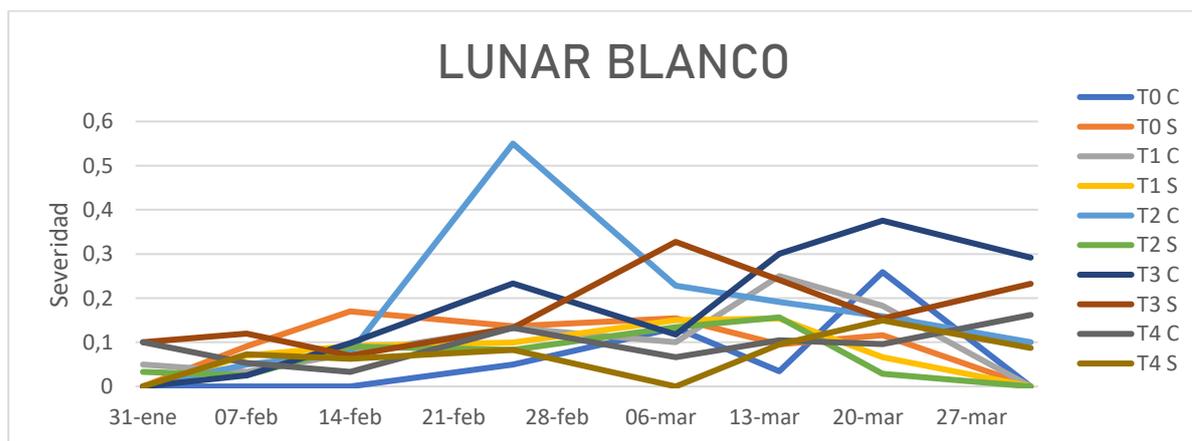


Figura 11. Curvas del progreso de la enfermedad, de manchas con características similares a *lunar blanco* con valores de severidad potenciados según ubicación de la hoja en la planta, para el material para el material KM 4200 GL STACK (KWS), bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

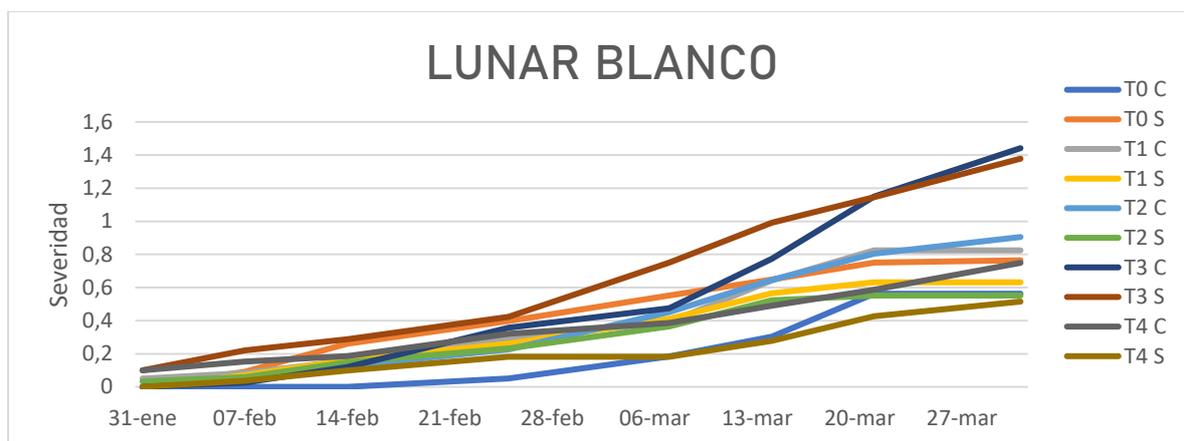


Figura 12. Curvas del progreso de la enfermedad con valores de severidad acumulados para manchas con características similares a *lunar blanco*, potenciados según ubicación de las hojas en la planta para el material KM 4200 GL STACK (KWS), bajo distintos manejos químicos fitosanitarios, con uso de aminoácidos, campaña 2021/22. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

Tabla 10. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad *lunar blanco* del maíz en distintos tratamientos sanitarios (T0: sin productos químicos - T1: Con fungicida (F) + Insecticida (I). T2: Con Herbicida (H) + (I) T3: F + H y T4: F + H + I. C: con aminoácidos - S: Sin aminoácidos., ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

Tratamiento químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE	Tratamiento químico	Aminoácidos	Repetición	ABCPE
T0	C	1	12,614	T2	S	1	11,116
T0	C	2	10,647	T2	S	2	23,133
T0	C	3	11,635	T2	S	3	18,123
T0	S	1	32,226	T3	C	1	36,645
T0	S	2	16,529	T3	C	2	24,194
T0	S	3	24,358	T3	C	3	30,564
T1	C	1	39,739	T3	S	1	10,117
T1	C	2	5,635	T3	S	2	63,392
T1	C	3	25,666	T3	S	3	73,005
T1	S	1	27,288	T4	C	1	15,414
T1	S	2	11,002	T4	C	2	25,515
T1	S	3	19,232	T4	C	3	15,752
T2	C	1	17,843	T4	S	1	19,745
T2	C	2	27,174	T4	S	2	4,354
T2	C	3	20,002	T4	S	3	10,253

Tabla 11. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad *lunar blanco* ocurridos en Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento de manejos químicos	4	755	188.8	0.964	0.455
Residuos	15	2936	195.7		

Tabla 12. Análisis de la varianza del área bajo la curva del progreso de la enfermedad *lunar blanco* del maíz en respuesta a fertilización a base de aminoácidos. C: con aminoácidos - S: sin aminoácidos. Villa Mercedes, San Luis. Campaña 2021/2022.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos con aminoácidos y sin aminoácidos	1	1	0.61	0.003	0.957
Residuos	18	3690	205.03		

## CONCLUSIONES

En Villa Mercedes, en la campaña 2021/22 las enfermedades que se presentaron fueron la roya común del maíz (*Puccinia sorghi* Schwein), tizón común (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs) y lunar blanco y su manejo debe basarse en el uso de híbridos tolerantes y control químico.

El híbrido de maíz KM 4200 GL Stack presenta alta tolerancia a roya y baja tolerancia a tizón.

La aplicación de aminoácidos no afectó la intensidad de las enfermedades presentes, en cambio la aplicación química es necesaria para disminuir la severidad de las enfermedades.

Es necesario continuar con el estudio de aplicación de bioestimulantes como estrategia de combinación de manejo de enfermedades, como así también determinar fehacientemente el agente causal del lunar blanco.

## REFERENCIAS

- [1]. Andrada, N.; Micca Ramirez, M.; Bravo M.; Cendoya, A. (2016). Roya Común del Maíz *Puccinia sorghi*, en cultivos con manejos y ambientes agroecológicos diferenciales en la provincia de San Luis. *Pres. en 4° Congreso Argentino de Fitopatología*. Resúmenes. pp. 137.
- [2]. Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Lucero, F. (*ex aequo*). (2008). Primeras evaluaciones epidemiológicas de la Roya del Maíz *Puccinia sorghi*, en la región semiárida de la provincia de San Luis. *Pres. en 1° Congreso Argentino de Fitopatología*. ISBN: 97898724373051. Resúmenes. pp.135.
- [3]. Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Micca Ramirez, M.V. (2015a). Elección mediante parámetros epidemiológicos de materiales genéticos de maíz de mejor comportamiento frente a roya (*Puccinia sorghi*) en San Luis, Argentina. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol. 33, Suplemento 2015. ISSN- 2007-8080. Pag. 148
- [4]. Andrada, N.R.; Larrusse, A.S. y Micca Ramirez, M.V. (2015b). Evaluación de aplicaciones y dosis de fungicida para el control de *Puccinia sorghi*, en maíz, en San Luis, Argentina. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol. 33, Suplemento 2015. ISSN- 2007-8080. Pag. 149.
- [5]. Andrada, N.R.; Micca Ramirez, M.V.; Oliva, D.G.; Carlini, R.B.; Bonivardo, S.L.; Colombino, M.A.A.; Funes, M.B., Martínez, A.N.; Mayer, L.I.; Rauber, R.B. (2018). Epidemias de *Puccinia sorghi* Schwein, en distintos sistemas epidemiológicos del cultivo de maíz en Villa Mercedes (San Luis), Argentina. *Pres. en XVIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas*.
- [6]. Andreu, A. (2005). La fertilización foliar con aminoácidos. *Horticultura Revista de Industria Distribución y Socioeconomía Hortícola*. Recuperado de: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_1983\\_12\\_33\\_35.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1983_12_33_35.pdf).
- [7]. Bastini, L.A. (2020). Con bioestimulación los cereales tienen mejores defensas para enfrentar las enfermedades invernales. Recuperado de: <https://www.infocampo.com.ar/conbioestimulacionloscerealestienenmejores-defensas-para-enfrentar-las-enfermedades-invernales>.
- [8]. Botta, A.N. (2007). Mejora en cuajado y calibre tras la aplicación de Boro con aminoácidos en diferentes cultivos. *Pres en: XI Congreso SECH: 2007 Albacete-España. Actas de Horticultura n° 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*.
- [9]. Calmet, A.C. (2003). Efectos de la aplicación de fertilizantes foliares en plantas anuales. Recuperado de <drive-download-20230409T204648Z-001.zip>
- [10]. Carmona, M.; Quiroga, M.; Díaz, C.; Fernández, P. (2008). Gradiente de la Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*): sus utilidades para estimar daños y obtener el umbral de daño económico. *Pres. en 1° Congreso Argentino de Fitopatología*. Libro de Resúmenes: 119.
- [11]. Couretot, L.; Ferraris, G.; Mousegne, F.; Russian, H. (2008). Control químico de Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*). *Pres en: 1° Congreso Argentino de Fitopatología*. Libro de Resúmenes: 211.
- [12]. Couretot, L.; Magnon, E.; Samoiloff, M.; Labatte, M.; Russian, H. (2020). Determinar el efecto de los bioestimulantes y fertilizantes foliares aplicados en diferentes momentos y su relación con la sanidad del

- cultivo. *INTA- Pergamino- grupo de fitopatología*. Recuperado de: <https://repositorio.inta.gov.ar/handle/20.500.12123/199/browse?authority=20234076567&type=author>
- [13]. Couretot, L.; Parisi, L.; Magnone, G.; De Rossi, R.; Guerra, F.; Plaza, M.C.; Vuletic, E.; Brucher, E.; Guerra, G. (2016). Enfermedades del maíz en las últimas cinco campañas. *INTA EEA - Pergamino*. Recuperado de: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/26440/mod\\_resource/content/0/inta\\_pergamino\\_Enf%20Ma%C3%ADz%20Julio%202016.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/26440/mod_resource/content/0/inta_pergamino_Enf%20Ma%C3%ADz%20Julio%202016.pdf)
- [14]. De Rossi, R.L.; Guerra, F.A.; Vuletic, E.; Plazas, M.C.; Brucher, E.; Guerra, G.D. (2015). Informes fitosanitarios región centro norte de Córdoba. (2013, 2014, 2015, 2016). ISSN 2451-5949.
- [15]. De Rossi, R.L. (2020). Aportes epidemiológicos para la generación de herramientas de manejo del tizón foliar común del maíz (*Exserohilum turcicum*) Informes fitosanitarios región centro norte de Córdoba. (2017 - 2020). ISSN 2451-5949.
- [16]. Erardo, R.; Rodríguez, A.; y Buteler, J.M. (2021). Bolsa de cereales de Córdoba (BCCBA).
- [17]. Ferraris, G.L.; Couretot, L.; Terraris, G. (2010). Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (BsAs). Campaña2009/10.
- [18]. Formento, A.N. (2013). El lunar blanco del maíz: Certezas e incertidumbres. *INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Recuperado de: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el\\_lunar\\_blanco\\_del\\_maz.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el_lunar_blanco_del_maz.pdf)
- [19]. Formento, A.N.; Velázquez, P.D.; Carmona M.A.; y Scandiani, M.M. (2012). Manifestación de las enfermedades foliares de maíz (*Zea mays*) según diferentes ambientes durante el ciclo agrícola 2011/12. *Pres en: XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Libro de resúmenes: 161.
- [20]. Formento, N. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Mancha ocular (*Kabatiella zeae*). *INTA - Informe Técnico*.
- [21]. González, M. (2005). Roya del maíz en Argentina. Últimos avances. *Conferencias pres en: VIII Congreso Nacional de Maíz*. p. 451.
- [22]. Gudelj, V.; Conde, B.; Alberione, E.; Gudelj, O.; Lorenzo, C. (2020). *Fertilización de maíz: brecha de rendimiento, respuesta a micronutrientes y bioestimulante*. INTA - Informe Técnico.
- [23]. Laralesma, S.E. (2013). Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soja (*Glycine max* L.) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Rios.
- [24]. Larrusse, A.S.; Andrada, N.R. (ex aequo). (2012). *Directorio de patógenos en poaceas naturales*. ISBN: 978-987-1834- 05- Editorial "El Tabaquillo". 82 p.
- [25]. Larrusse, A.S.; Andrada, N.R. (ex aequo). (2012). *Directorio de patógenos que afectan a las especies vegetales en la provincia de San Luis*. ISBN: 978-987-733-026-7. Ed. Nueva Editorial Universitaria. 45 p.
- [26]. Micca Ramirez, M.V.; Andrada, N.R.; Larrusse, A.S. (2015). Análisis exploratorio espacial a nivel parcelario de tizón de maíz (*Exserohilum turcicum*) en estratos foliares de maíz, Villa Mercedes, S. L. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de Esperanza (FAVE) – UNL*. ISSN: 1666-7719. Año: 2015- Vol: 14 (2). 12 pp.
- [27]. Micca Ramirez, M.V.; Andrada, N.R.; Bravo, M.B. y Cendoya, A. (2017). Cultivos de maíz con manejos y ambientes agroecológicos diferenciales en la provincia de San Luis: Efectos en la severidad de Tizón (*Exserohilum turcicum*). *Pres. en: 4° Congreso Argentino de Fitopatología*. ISBN 978-987-24373-2-9. Libro de resúmenes pp. 137.
- [28]. Micca Ramirez, M.V.; Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Rodríguez, M.E. (2014). Análisis exploratorio espacial a nivel parcelario de roya (*Puccinia sorghi*) para híbridos de maíz en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *Pres en: 3° Congreso Argentino de Fitopatología* ISBN 978-987-24373-1-2. Libro de resúmenes pp. 276.
- [29]. Micca Ramirez, M.V.; Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Rodríguez, M.E.; Colombino, M.A.; Cortez Farias, M. (2014). Análisis exploratorio espacial de Tizón (*Exserohilum turcicum*) en estrato foliar para híbridos

de maíz en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *Pres. en 3º Congreso Argentino de Fitopatología*. ISBN: 978-987-24373-0-51 Libro de resúmenes. pp. 277.

- [30]. Micca Ramirez, M.V.; Andrada, N.R. y Larrusse, A.S. 2(015). Evaluación de aplicaciones y dosis de fungicida para el control de *Puccinia sorghi*, en Maíz, en San Luis, Argentina. *Pres en: XVII Congreso Internacional, XLII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, XVIII Asociación Latinoamericana de Fitopatología (ALF) y LV Sociedad Americana de Fitopatología (APS – División Caribe)*.
- [31]. Mladenova, Y.I.; Maini, P.; Mallegni, C. y Goltz, L. (2005). Vol, V;. Author Affiliation: Acad. D. Kostoff Institute of Genetics, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, Bulgaria. Journal article: *Agro Food Industry Hi-Tech* 1998 Vol.9 No.6 pp.18-22 ref.46.
- [32]. Munvold, G.; P.; White, D. G. (2016). *Compendium of Corn Diseases*. Fourth Edition. The American Phytopathological Society, APS Press. 216 p.
- [33]. Parisi, L.; Couretot, L. (2012). Aspectos fitosanitarios y comportamiento de cultivares de maíz en siembras tardías. Campaña 2011/12. INTA EEA Pergamino. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/scriptmpaspectos\\_fitosanitarios\\_maiz\\_siembra\\_tardia\\_camp2011.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/scriptmpaspectos_fitosanitarios_maiz_siembra_tardia_camp2011.pdf)
- [34]. Pataky, J.; Blockl, P.M.; Michener, L.M.; Shepherd, D.C. (2004). *Ability of an ELISA-based seed health test to detect *Erwinia stewartii* in maize seed treated with fungicides and insecticides*.
- [35]. Peña Zuviate, C.; D'Hiriart, A. (2006). *Carta de Suelos de la República Argentina Hoja San Luis Provincia de San Luis*.
- [36]. Presello, D.A.; Fernando J.; Giménez, A.; Facundo, J.; Ferragut, J. (2022). *La producción de maíz en Argentina, así avanza en ciencias e Ingeniería*, arti sección c, vol. 14 N°1 ID: 2573.
- [37]. Ritchie; Hanway. (1982). *Escala fenológica del cultivo de maíz*.
- [38]. Rodríguez, M.E.; Micca, M.V.; Andrada, N.R. y Larrusse, A.S. (ex aequo). (2015b). Análisis temporal de las epidemias de roya de maíz (*Puccinia sorghi*) en Villa Mercedes, San Luis. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de Esperanza (FAVE) – UNL*. ISSN: 1666-7719. Año: 2015-Vol: 14 (2)
- [39]. Sanabria, G. (2014). *Calcio y Potasio en la maduración, engorde y calidad de frutos*. Recuperado de: <https://tecnicrop.com/blog/calcio-y-potasio-en-la-maduracion-engorde-y-calidad-de-frutos>.
- [40]. Schlie, G.; Grossetti, L.; Zuil, S. (2019). Perfil sanitario de maíz temprano y tardío en Rafaela. Campaña 2018/19. Información técnica de cultivos de verano - Campaña 2019. *Publicación Miscelánea Año VII*. N° 3 ISSN 2314-3126 INTA - Centro Regional Santa Fe. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela Área Producción Vegetal pág. 26.
- [41]. Schlie, G.; Maumary, R.; Rossetti L. (2018). Comportamiento sanitario de híbridos de maíz. Campaña 2017/2018. Información técnica de Cultivos de Verano. Campaña 2018/2019 *Publicación Miscelánea* año VI N° 2.
- [42]. Teyssandier, E. (2005). Como predecir y controlar la ocurrencia de enfermedades limitantes de la producción de maíz. *Conferencias pres. en: VIII Congreso Nacional de Maíz*. p. 448- 450.
- [43]. Veneciano, J.H.; Frigerio, K.L.; Frasinelli, C. (2004). Acumulación de forrajimasa e indicadores de calidad de gramíneas perennes estivales fertilizadas. *Revista de la Facultad de Agronomía [La Pampa]*. Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Agronomía. Vol.15, no.1-2. P.43-55.
- [44]. White Donald, G. (2004). *Plagas y enfermedades del maíz*. The American Phytopathological Society ediciones. Mundi-prensa Madrid ISBN: 8484761622.
- [45]. Zegarra Hinojosa, H.B. (2012). *Influencia de aminoácidos en el rendimiento del cultivo de zapallito Italiano (*Cucurbita pepo* L.)*. Tesis Universidad Nacional Jorge Basad Re Grohman • Tagna Facultad de Ciencias Agropecuarias. 76 pág.