

# Roya común del maíz, el rol en el sistema epidemiológico fitosanitario en San Luis, Argentina

## Common rust of corn, the role in the phytosanitary epidemiological system in San Luis, Argentina

Rocio Belén Carlini, Marcia Victoria Micca Ramirez y Nora Raquel Andrada

Departamento de Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias – UNSL

rociocarliniagronomia@gmail.com, marciamicca@gmail.com, nrandrada@gmail.com

### CientiFICA N°1

Año: 2024

pp. 70 – 88

### Historial del Artículo

#### Recibido:

17/04/2024

#### Enviado revisión:

18/04/2024

#### Aceptado:

30/04/2024

### Área temática:

Sistemas

Agropecuarias -

Ingeniería agrícola.

**Resumen:** El conocimiento de los patógenos que afectan al maíz (*Zea mays* L.), permite evaluar cómo afectan a la productividad en cantidad y calidad. Bajo la hipótesis de que *Puccinia sorghi* -roya común del maíz- es un componente importante en sistemas epidemiológicos semiáridos, con el objetivo de estudiar curvas epidémicas y el efecto de severidad sobre los componentes del rendimiento, se desarrollaron ensayos en 2017-2018-2019 Villa Mercedes, San Luis. En diseño experimental de bloques al azar, se establecieron los tratamientos **T0**: sin químicos; **T1**: con fungicida e insecticida; **T2**: con herbicidas e insecticidas; **T3**: con herbicida y fungicida; **T4**: control total y 3 repeticiones. En monitoreos semanales, se evaluó: intensidad de la enfermedad. Se construyeron curvas epidemiológicas y se ajustaron a modelos: Logístico, Gompertz y Weibull. Se estimaron: tasas de infección, forma de la curva, duración total de la epidemia, severidad final, y Área bajo la curva de progreso de la enfermedad. Se realizaron: ANOVA, Tukey, verificación gráfica de supuestos de Normalidad y Homocedasticidad, Test de Shapiro-Wilk y Test de Levene. Los resultados mostraron que *P. sorghi* es epidémica. La variabilidad de intensidad entre años, se explica por condiciones ambientales. Los picos de número de pústulas coinciden con los de humedad relativa alta de días anteriores. La aplicación del fungicida mostró respuesta favorable. Los resultados obtenidos ayudarán a establecer pautas para el manejo integrado y que Argentina participe de la producción mundial de ellos con prácticas necesarias para lograr el desarrollo y el crecimiento óptimo del cultivo.

### Palabras Claves:

*Puccinia sorghi*,  
epidemiología,  
hongo, *Zea mays*.

### Keywords:

*Puccinia sorghi*,  
epidemiology,  
fungus, *Zea mays*.

**Abstract:** Knowledge of the pathogens that affect maize (*Zea mays* L.), it makes it possible to assess how they affect productivity in quantity and quality. Under the hypothesis that *Puccinia sorghi* -common rust of maize- is an important component in semi-arid epidemiological systems, in order to study epidemic curves and the effect of severity on performance components, trials were developed in 2017-2018-2019 Villa Mercedes, San Luis. In a randomized block experimental design, the T0 treatments were established: without chemicals; T1: with fungicide and insecticide; T2: with herbicides and insecticides; T3: with herbicide and fungicide; T4: total control and 3 repetitions. In weekly monitoring, the following were evaluated: Disease intensity. Epidemiological curves were constructed and adjusted to the following models: Logistic, Gompertz and Weibull. It was estimated: infection rates, curve shape, total duration of the epidemic, final severity, and area under the disease progression curve. The following tests were performed: ANOVA, Tukey, graphical verification of assumptions of Normality and Homoscedasticity, Shapiro-Wilk test and Levene test. The results showed that *P. sorghi* is epidemic. The variability of intensity between years is explained by environmental conditions. The peaks in the number of pustules coincide with high relative humidity of previous days. The application of the fungicide showed a favorable response. The results obtained will help establish guidelines for integrated management and Argentina to participate in the world production of maize with the necessary practices to achieve the development and optimal growth of the crop.

## INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades que causan mayores daños al cultivo de maíz, es la roya común [*Puccinia sorghi*]; el continuo estudio de los aspectos epidemiológicos de la misma resulta necesario.

En cuanto a su biología, se presenta con signos que son pústulas uredosóricas o teleutosóricas que se presentan tanto en el haz como envés de las hojas. Estas lesiones son alargadas, de color anaranjado oscuro a marrón según su estado de madurez, acompañados con restos de tejidos epidérmicos. Las teleutosporas oscuras, casi negras se observan al final del ciclo del cultivo y de la enfermedad [24], [26], [27] y [55].

El número de lesiones, la cantidad de tejido dañado o el número de plantas enfermas, definen el patrón de comportamiento de una epidemia que puede ser representada mediante una curva. Esta curva de progreso de la enfermedad (CPE), es una representación gráfica del número de casos epidémicos en una población de plantas, en el tiempo. La forma ideal del desarrollo de esta enfermedad, es sigmoide y responde a la curva tipo campana de Gauss simétrica de su patrón poblacional de inóculo. Tanto el punto de origen como la forma de la curva, indican la época de aparición, la cantidad de inóculo inicial y la resistencia o susceptibilidad del hospedante durante su crecimiento [40]. Las CPE, permite predecir enfermedades, conocer patrones de propagación, su magnitud, tendencia en el tiempo y períodos de exposición y/o de incubación, para seleccionar la mejor estrategia de control, aplicable en un momento y a una enfermedad en particular [32].

Sus parámetros, fenómenos y relaciones son descriptos utilizando modelos matemáticos y estadísticos. Estos pueden ser desarrollados de diferentes formas dependiendo del tipo de experimento, de los datos disponibles y de los objetivos del trabajo, a través de modelos empíricos que relacionan datos observados sin tener incorporada ninguna información previamente conocida sobre las variables dependientes e independientes y/o a través de modelos mecanísticos, que, por el contrario, son escritos basados en un concepto y pueden ser testeados en cuanto a su precisión para describir una realidad [9] y [36].

En epidemiología los modelos pueden ser aplicados a: simulación de progreso, prevención de ocurrencia de las enfermedades y cuantificación de daños y pérdidas. Para los de simulación de progreso de las enfermedades se usan modelos empíricos basados en las CPE. Dentro de los principales modelos, existe el Modelo Logístico [8], la interpretación biológica de su fórmula indica que la velocidad de aumento de enfermedad es proporcional a la propia cantidad de enfermedad y la cantidad de tejido sano disponible. El Modelo Gompertz [8] al igual que el Logístico, muestra incrementos crecientes hasta que se alcanza el punto de inflexión, seguido de incrementos decrecientes que tienden a cero. El punto de inflexión, diferente del Logístico, ocurre en el punto  $x = 0,37 [1/e]$ , mientras que Logístico lo tiene al  $x = 0.5$ , resultando una curva asimétrica inclinada hacia la izquierda. Este modelo, así como el Logístico, es especialmente útil para describir enfermedades policíclicas que presentan más de un ciclo infeccioso por ciclo del cultivo. Ambos modelos basados en el inóculo secundario - número de ciclos secundarios, o en una cantidad de inóculo secundario - son útiles cuando el patógeno presenta baja cantidad de inóculo inicial y la potencialidad de desarrollar muchos ciclos secundarios durante el período de crecimiento del hospedante [1] y [58].

En el caso de la roya común del maíz (*P. sorghi*) los niveles de intensidad de enfermedad han sido estudiados por diferentes autores mediante el uso de curvas epidémicas modelizadas de acuerdo a distintos modelos. En Buenos Aires, Carmona *et al.* en 2008 [11]; González *et al.* 2001 - 2004/2005 [27] y [28]; Couretot 2008 [13]; Parisi y Couretot 2011/2012 [42], [43], [44], [45] y [46]; Parisi *et al.*, 2013 [47]; Díaz *et al.* [17]; Couretot *et al.* 2016 [14], Ferraris *et al.* [20], [21], [22] y [23] y Canale *et al.* [10] en 2019/2020 en Córdoba. En Santa Fe, Sillón *et al.* 2004/2005 y 2005/2006 [53] y [54]; González *et al.* 2007/2008, 2009/2010 [29] [30] y [31]; Ferraguti, *et al.* 2018/2019 [19], De Rossi *et al.* [15] y [16] y Schlie *et al.* durante la campaña 2018/19. [52]. En Entre Ríos, Formento, *et al.* 2012-2015 [25], y en San Luis Andrada *et al.*, en el 2008 [3] y Larrusse, 2010-2012 [33], [34] y [35] Rodríguez *et al.*, durante la campaña 2010/2011 [51]; Micca Ramírez, durante la campaña 2011/2012 [37], [38] y [39] y al año siguiente, Rodríguez *et al.* [50]. En las campañas 2015-2017, Andrada *et al.* [2], [4], [5] y [6].

## HIPÓTESIS y OBJETIVOS

Proponiendo como hipótesis que *Puccinia sorghi* - roya común del maíz- es un componente de importancia en los sistemas epidemiológicos semiáridos de este cultivo y bajo las predicciones biológicas de que la tasa de velocidad de la enfermedad está condicionada por la humedad relativa y precipitaciones que afectan a la cantidad de ciclos de infección; la mayor intensidad de la enfermedad influye directamente en los parámetros fisiológicos y en el rendimiento del cultivo y que las aplicaciones de fungicidas en distintas condiciones de

manejo resultan en disminución de la intensidad de la enfermedad, se plantearon los objetivos de estudiar las curvas epidémicas de *Puccinia sorghi* generadas durante tres años de ensayos en cultivos de maíz con diferentes condiciones de manejo sanitario y el de evaluar el efecto de la severidad sobre los componentes del rendimiento en grano del cultivo de maíz bajo diferentes condiciones de manejo sanitario.

## MATERIALES Y MÉTODO

El ensayo se realizó durante las campañas 2017-2018-2019 en la ciudad de Villa Mercedes (San Luis, Argentina), en el Campo Experimental del Departamento de Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (U.N.S.L.).

Esta región semiárida se ubica entre las coordenadas 33° 40' 0'' S y 65° 28' 0'' W, entre las isohietas de 600 y 700 mm anuales y se caracteriza por presentar un clima templado con lluvias monzónicas, las cuales disminuyen de este a oeste y el 70% se presentan desde octubre a marzo (época estival), por lo que la mayoría de los cultivos anuales se realizan en este período, ya que en invierno son casi nulas. El período libre de heladas abarca alrededor de 180 días siendo las fechas de primera y última helada el 15 de abril y 15 de octubre respectivamente. La temperatura promedio anual, en la provincia es de 16°C al sur y 18°C, con mínimas extremas para la zona de -14 °C y máximas de hasta 35°C. [41],[48], [49] y [57]

El ensayo se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar, utilizando el híbrido Dekalb (DK) 7010 RR2 sembrado a mediados de diciembre (fecha de siembra tardía), en parcelas de 12 m de largo por 5 m de ancho, con 8 surcos a una distancia de 0,52 m entre ellos. Los tratamientos consistieron en: **T0**: sin aplicación de químicos; **T1**: con aplicación de fungicida e insecticida; **T2**: con aplicación de herbicidas e insecticidas; **T3**: con aplicación de herbicida y fungicida; **T4**: control total con aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas; con 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos. (Fig. 1).

El monitoreo se realizó con una frecuencia: semanal a partir de V3 y hasta que el cultivo se entregó; la muestra utilizada fue de 10 plantas por repetición, identificadas mediante etiquetas. La unidad muestral es la hoja, evaluado en estado vegetativo, todas las hojas totalmente expandidas (lígula visible) y en estado reproductivo: hojas de la espiga (HE), hoja espiga secundaria si había (HE2), hoja inmediata superior (H+1) y hoja inmediata inferior (H-1). Se utilizó el Método tripartito [28] y dada la diferencia de aporte de las hojas del estrato superior de la planta, que contribuyen en un 90% al llenado de granos [58] se ponderó la intensidad de acuerdo a la Fig. 2. Las variables medidas fueron:

- Incidencia = hoja con al menos una pústula esporulante/ hoja evaluada
- Severidad =  $(\text{N}^\circ \text{ de pústulas} / \text{total del área} \times 100) \times \text{valor ponderado de tercio/hoja}$ . Se consideraron 12 pústulas = 1% Escala de Peterson [7], [12] y [56].

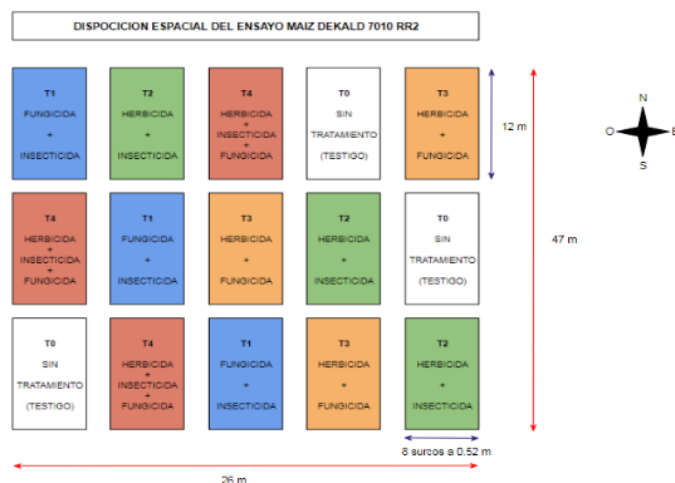


Figura 1. Distribución espacial del ensayo de Maíz Dekalb 7010 RR2, para evaluación temporal de *Puccinia sorghi*, durante las campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

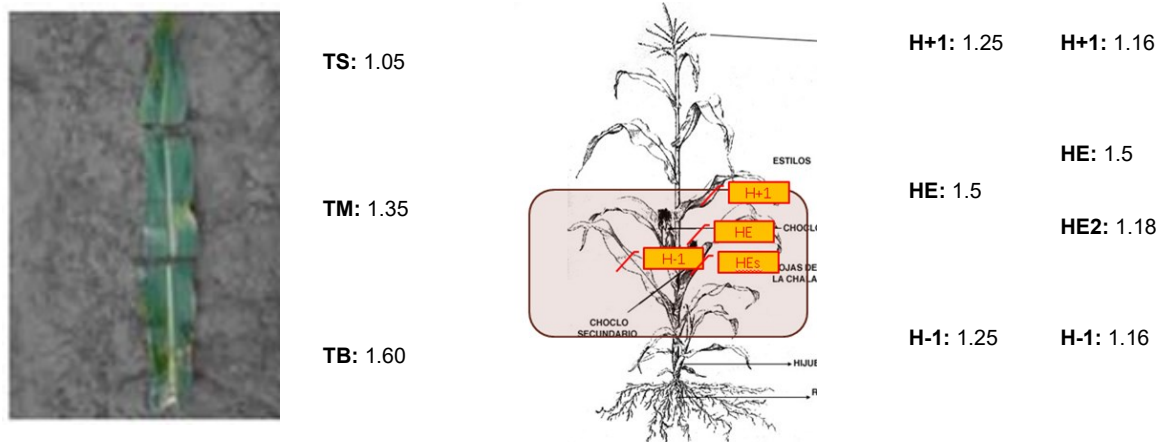


Figura 2. Método de Monitoreo Tripartito para roya en maíz. TS: Tercio Superior; TM: Tercio Medio; TB: Tercio Base y sus valores de ponderación. Hojas evaluables en estado reproductivo: (HE), hoja espiga secundaria si había (HE2), hoja inmediata superior (H+1) y hoja inmediata inferior (H-1) y sus valores de ponderación, para evaluación temporal de *Puccinia sorghi*, durante las campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

Para explicar las relaciones entre las epidemias de roya, el cultivo y el ambiente se construyeron curvas de progreso las cuales fueron ajustadas a modelos: **Logístico**, Log. ( $y = \ln [y/(1-y)]$ ), **Gompertz**, Gmp. ( $y = -\ln [-\ln(y)]$ ) y **Weibull**, Wbl. ( $y = \ln [\ln(1/1-y)]$ ). Las curvas se modelizaron en el programa estadístico R donde se estimaron los siguientes parámetros:

- **R<sup>2</sup>** (Coeficiente de determinación)
- **AIC** (Criterio de Información Akaike) que establece que el modelo que más se ajusta a la realidad es el de menor valor y por lo tanto el que más probabilidad de ocurrencia tiene.
- **BIC** (Criterio de Información Bayesiana) que proporciona una aproximación asintótica de la probabilidad y al igual que el AIC el de menor valor es el mejor modelo. La diferencia entre el BIC y AIC es la mayor penalización impuesta por el número de parámetros por el primero que por el segundo. Este análisis permite diferenciar cuál de los tratamientos se ajusta a la situación real.

La bondad de los ajustes se evaluó considerando la significancia de los parámetros estimados, la dispersión de los valores residuales respecto a los predichos, la desviación estándar de la regresión lineal y el coeficiente de determinación ajustando los parámetros:

- **Tasas de infección aparente de modelos: Logístico (rL) y Weibull (BW)**
- **Forma de la curva de Weibull (C)**
- **Duración total de la epidemia (X<sub>t</sub>)**
- **Severidad final (Y<sub>f</sub>)**
- **Severidad final del período vegetativo (Y<sub>f</sub>VT)**
- **Severidad máxima del PC (Y<sub>max</sub>PC)**
- **Inicio de la enfermedad (X<sub>0</sub>) e Inóculo primario (Y<sub>0</sub>)**
- **Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)**, estimada por método trapezoidal:  

$$ABCPE = \sum [(Y_i + 1 + y_i)/2] (t_i + 1 - t_i) \quad n-1 \quad i=1$$
- **ABCPE relativa:**  $ABCPE_r = ABCPE * 100 / ABCPE_{>}$  Donde ABCPE<sub>></sub> es el valor mayor de ABCPE de todas las epidemias
- **ABCPE estandarizada:**
- **ABCPE relativa estándar:**  $ABCPE_{er} = ABCPE_r / X$

- **ANOVA y Análisis de componentes principales;** para el cálculo de los ejes de variación y correlación de las variables en estudio, se utilizó el software estadístico R, versión 3.6.2 (versión libre) [18]

El análisis de la varianza que se realizó fue el de dos vías o factores por ser 3 años de evaluación y por ser las plantas independientes entre sí en los tres años de evaluación, es decir no se mide la misma planta en el tiempo. Se analizaron las siguientes variables: duración total de la epidemia ( $X_t$ ), severidad final ( $Y_f$ ), inicio de la enfermedad ( $X_0$ ), el ABCPE trapezoidal ( $ABCPE_t$ ), relativa y relativa estándar. Al detectarse diferencias significativas en los tratamientos, en los años, como así también en la interacción año-tratamiento (A-T), se realizaron pruebas a posteriori o post hoc con la Prueba de Tukey para detectar donde se había generado esa diferencia. Luego se realizó la verificación gráfica de los supuestos de Normalidad y Homocedasticidad arrojados por el ANOVA, como así también se realizaron los Test de Shapiro-Wilk para la normalidad de los residuos y el Test de Levene para los supuestos de homocedasticidad (varianza constante) de los residuos.

## RESULTADOS

En la Fig. 3 y 4, se pueden observar los síntomas y signos con los que identificó la enfermedad durante las campañas en estudio.



Figura 3. Izq.: Puntos cloróticos (síntomas). Med. y Der.: Pústulas rojizo anaranjadas de *Puccinia sorghi* en Maíz. Villa Mercedes, San Luis, Argentina. Micca Ramírez, 2018



Figura 4. Evolución de *Puccinia sorghi* en maíz, de Izquierda a Derecha: pústulas uredospóricas aisladas; pústulas congruentes iniciando la necrosis del tejido; pústulas teleutospóricas; lámina foliar con capacidad fotosintética afectada.

Los diferentes niveles de severidad con la que se presentó dependieron del híbrido, de los diferentes manejos realizados al cultivo y de las condiciones ambientales durante el ciclo del mismo. Las diferencias entre los distintos años y tratamiento se resumen en la Fig. 5.

En forma particular, las curvas de progreso generadas por las epidemias se pueden observar en las Fig. 6, 7 y 8 para las campañas 2017-2019 en las cuales se detalla por año el porcentaje de severidad en los tratamientos T2, T4 y Testigo (en línea punteada las evaluaciones realizadas en el período vegetativo y en líneas continuas las de etapa reproductiva).

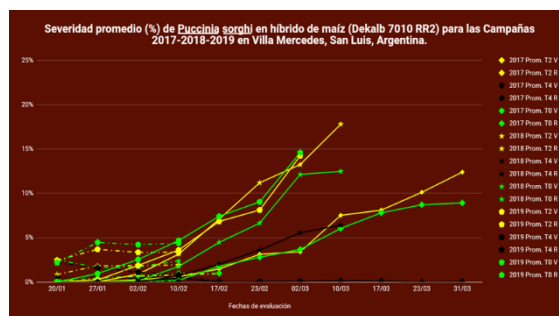


Figura 5. Curvas de progreso de severidad Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*), en distintos sistemas epidemiológicos de híbridos de maíz Dekalb 7010 RR2 - T0: sin aplicación de químicos; T2: con aplicación de herbicidas e insecticidas; T4: control total con aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Campañas 2017, 2018 y 2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.



Figura 6. Curvas de progreso de severidad Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*), en distintos sistemas epidemiológicos de híbridos de maíz Dekalb 7010 RR2 - T0: sin aplicación de químicos; T2: con aplicación de herbicidas e insecticidas; T4: control total con aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Campaña 2016/2017 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

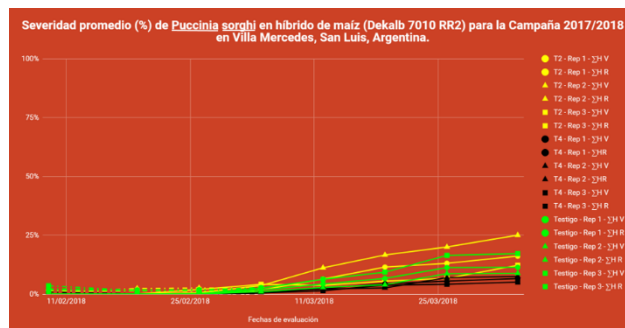


Figura 7. Curvas de progreso de severidad Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*), en distintos sistemas epidemiológicos de híbridos de maíz Dekalb 7010 RR2 - T0: sin aplicación de químicos; T2: con aplicación de herbicidas e insecticidas; T4: control total con aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Campaña 2017/2018 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

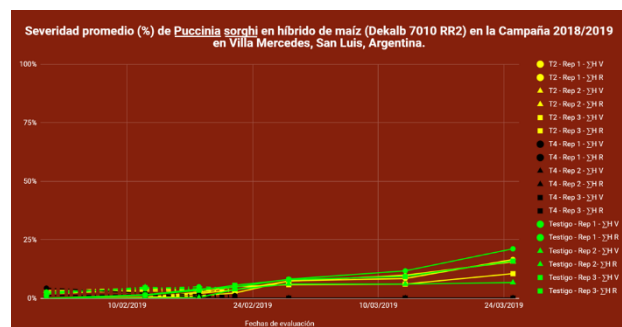


Figura 8. Curvas de progreso de severidad Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*), en distintos sistemas epidemiológicos de híbridos de maíz Dekalb 7010 RR2 - T0: sin aplicación de químicos; T2: con aplicación de herbicidas e insecticidas; T4: control total con aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Campaña 2018/2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

En función del análisis exploratorio realizado, los modelos ajustados a las distintas epidemias fueron Logístico, Gompertz y Weibull, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 1).

Tabla 1: Parámetros epidemiológicos de las epidemias evaluadas de *Puccinia sorghi* en las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| Año                      | Trat | Rp | Yi     | Y <sub>max</sub> PC | Yi VT | Fecha X <sub>0</sub> | X <sub>0</sub> | Fecha X <sub>t</sub> | X <sub>t</sub> | BW      | rL      | ABCPE <sub>r</sub> | ABCPE <sub>r</sub> | ABCPE <sub>e</sub> | ABCPE <sub>e</sub> |
|--------------------------|------|----|--------|---------------------|-------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|---------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 2017<br>PC: 8/2 al 10/3  | T0   | R1 | 133.07 | 65.58               | 12.76 | 17/2                 | 48             | 31/3                 | 90             | -0.8680 | -0.7133 | 484.616            | 4.366              | 0.703              | 0.703              |
|                          |      | R2 | 48.49  | 32.28               | 11.28 | 2/2                  | 33             | 31/3                 | 90             | -0.7292 | -0.8224 | 216.214            | 1.948              | 0.313              | 0.313              |
|                          |      | R3 | 139.05 | 119.69              | 11.38 | 10/2                 | 41             | 31/3                 | 90             | -0.4953 | -0.9000 | 615.466            | 5.545              | 0.892              | 0.892              |
|                          | T2   | R1 | 144.54 | 78.45               | 8.77  | 2/2                  | 33             | 31/3                 | 90             | -1.1652 | -0.6509 | 487.291            | 4.39               | 0.706              | 0.706              |
|                          |      | R2 | 109.66 | 69.46               | 9.8   | 2/2                  | 33             | 31/3                 | 90             | -1.9854 | -0.3882 | 373.324            | 3.363              | 0.541              | 0.541              |
|                          |      | R3 | 191.82 | 122.63              | 14.87 | 2/2                  | 33             | 31/3                 | 90             | -0.6453 | -0.8059 | 689.819            | 6.215              | 1                  | 1                  |
|                          | T4   | R1 | 1.46   | 4.57                | 0.56  | 10/2                 | 41             | 31/3                 | 90             | -0.0565 | -3.2119 | 12.171             | 0.11               | 0.018              | 0.018              |
|                          |      | R2 | 0.31   | 4.7                 | 0.22  | 27/1                 | 27             | 31/3                 | 90             | 0.03435 | 7.66535 | 5.622              | 0.051              | 0.008              | 0.008              |
|                          |      | R3 | 0      | 10.76               | 0.33  | 27/1                 | 27             | 10/2                 | 41             | -0.2597 | 11.9968 | 10197              | 0.092              | 0.015              | 0.015              |
| 2018<br>PC: 25/2 al 27/3 | T0   | R1 | 136.7  | 135.29              | 32.97 | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.5394 | -1.1821 | 283.992            | 4.982              | 0.461              | 0.461              |
|                          |      | R2 | 105.89 | 104.09              | 21.89 | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.5917 | -1.2187 | 202.304            | 3.549              | 0.329              | 0.329              |
|                          |      | R3 | 206.32 | 197.44              | 30.83 | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.6336 | -1.1194 | 415.552            | 7.29               | 0.675              | 0.675              |
|                          | T2   | R1 | 193.47 | 156.95              | 12.65 | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.3694 | -1.4017 | 390.803            | 6.856              | 0.635              | 0.635              |
|                          |      | R2 | 300.29 | 240.12              | 29.72 | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.5277 | -1.1389 | 615.839            | 10.804             | 1                  | 1                  |
|                          |      | R3 | 146.52 | 79.89               | 26.6  | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -2.2397 | -0.4025 | 273.434            | 4.797              | 0.444              | 0.444              |
|                          | T4   | R1 | 79.08  | 65.76               | 1.29  | 5/3                  | 64             | 3/4                  | 93             | -0.4949 | -1.2168 | 158.956            | 2.789              | 0.258              | 0.258              |
|                          |      | R2 | 90.07  | 83.89               | 1.8   | 26/2                 | 57             | 3/4                  | 93             | -0.7721 | -1.2089 | 160.048            | 2.808              | 0.26               | 0.26               |
|                          |      | R3 | 61.3   | 50.07               | 0.77  | 5/3                  | 64             | 3/4                  | 93             | -0.2522 | -1.7997 | 119.463            | 2.096              | 0.194              | 0.194              |
| 2019<br>PC: 13/2 al 15/3 | T0   | R1 | 253.61 | 111.83              | 50.44 | 12/2                 | 43             | 25/3                 | 84             | -1.9901 | -0.5151 | 357.933            | 8.324              | 1                  | 1                  |
|                          |      | R2 | 80.55  | 72.74               | 52.51 | 12/2                 | 43             | 25/3                 | 84             | -0.2181 | -3.0635 | 160.865            | 3.741              | 0.449              | 0.449              |
|                          |      | R3 | 190.86 | 140.6               | 54.89 | 12/2                 | 43             | 25/3                 | 84             | -2.4554 | -0.4769 | 304.155            | 7.073              | 0.85               | 0.85               |
|                          | T2   | R1 | 198.82 | 101.11              | 41.25 | 12/2                 | 43             | 25/3                 | 84             | -1.5251 | -0.6893 | 251.69             | 5.853              | 0.703              | 0.703              |
|                          |      | R2 | 187.08 | 118.29              | 45.19 | 18/2                 | 49             | 25/3                 | 84             | -1.7792 | -0.7489 | 268.81             | 6.251              | 0.751              | 0.751              |
|                          |      | R3 | 126.11 | 72.74               | 34.58 | 12/2                 | 43             | 25/3                 | 84             | -1.1117 | -0.9482 | 153.784            | 3.576              | 0.43               | 0.43               |
|                          | T4   | R1 | 1.07   | 0                   | 13.61 | 25/3                 | 84             | 25/3                 | 84             | -0.4601 | -1.4745 | 92.959             | 2.162              | 0.26               | 0.26               |
|                          |      | R2 | 0.53   | 0.53                | 9.88  | 13/3                 | 72             | 25/3                 | 84             | -0.1406 | -3.1648 | 0.622              | 0.014              | 0.002              | 0.002              |
|                          |      | R3 | 1.07   | 1.07                | 6.15  | 22/2                 | 81             | 25/3                 | 84             | -0.2539 | -4.1873 | 2.04               | 0.047              | 0.006              | 0.006              |

En las tablas 2 a 20, se muestran por parámetro epidemiológico: Análisis de la Varianza, por año y por tratamiento, Prueba de Tukey (por año y por tratamiento) Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio.

## Intensidad final (Y<sub>f</sub>)

Tabla 2: Análisis de la Varianza, por año y por tratamiento, de la variable intensidad final (severidad) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA            |    |        |         |         |          |
|------------------------------------|----|--------|---------|---------|----------|
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 16883  | 8441    | 3.372   | 0.571    |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 113854 | 56927   | 22.737  | 1.19e-05 |
| AÑO:TRATAMIENTOS                   | 4  | 8313   | 2078    | 0.830   | 0.523    |
| RESIDUALS                          | 18 | 45067  | 2504    |         |          |
| SIN LA INTERACCIÓN AÑO-TRATAMIENTO |    |        |         |         |          |
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 16883  | 8441    | 3.479   | 0.0487   |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 113854 | 56927   | 23.462  | 3.5e-06  |
| RESIDUALS                          | 22 | 53380  | 2426    |         |          |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 3: Prueba de Tukey (por año y por tratamiento) de la variable intensidad final (severidad) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY |            |           |           |           |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| AÑO             | Diff       | Lwr       | upr       | p adj     |
| 2018 - 2017     | 61.24889   | 2.91747   | 119.58031 | 0.0384141 |
| 2019 - 2017     | 30.14444   | -28.18697 | 88.47586  | 0.4110758 |
| 2019 - 2018     | -31.10444  | -89.43586 | 27.22697  | 0.3891012 |
| TRATAMIENTOS    | Diff       | Lwr       | upr       | p adj     |
| T2 - T0         | 33.75222   | -24.5792  | 92.08364  | 0.3319729 |
| T4 - T0         | -117.73889 | -176.0703 | -59.40747 | 0.0001270 |
| T4 - T2         | -151.49111 | -209.8225 | -93.15969 | 0.0000042 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 4: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para la severidad final de epidemias de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|
| 2017                    | 2018      | 2019      |
| 85.37778                | 146.62667 | 115.52222 |
| DESVÍOS POR AÑO         |           |           |
| 2017                    | 2018      | 2019      |
| 73.74262                | 75.96865  | 98.46322  |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |           |           |
| T0                      | T2        | T4        |
| 143.83778               | 177.59000 | 26.09889  |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |           |           |
| T0                      | T2        | T4        |
| 64.12044                | 56.31724  | 38.72721  |

| MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |          |          |            |
|-------------------------------|----------|----------|------------|
|                               | T0       | T2       | T4         |
| 2017                          | 106.8700 | 148.6733 | 0.59000    |
| 2018                          | 149.6367 | 213.4267 | 76.81667   |
| 2019                          | 175.0067 | 170.6700 | 0.89000    |
| DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |          |          |            |
|                               | T0       | T2       | T4         |
| 2017                          | 50.64690 | 41.23566 | 0.7692204  |
| 2018                          | 51.44963 | 78.80358 | 14.5179280 |
| 2019                          | 87.61243 | 39.0340  | 0.3117691  |

## Intensidad máxima en el Período Crítico ( $Y_{\max PC}$ )

Tabla 5: Análisis de la Varianza por año y tratamiento de la variable intensidad máxima de *Puccinia sorghi* en el período crítico del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA            |    |        |         |         |          |
|------------------------------------|----|--------|---------|---------|----------|
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 23088  | 11544   | 7.739   | 0.003755 |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 46225  | 23112   | 15.495  | 0.000122 |
| AÑO:TRATAMIENTOS                   | 4  | 1494   | 374     | 0.250   | 0.905619 |
| RESIDUALS                          | 18 | 26849  | 1492    |         |          |
| SIN LA INTERACCIÓN AÑO-TRATAMIENTO |    |        |         |         |          |
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 23088  | 11544   | 8.96    | 0.00142  |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 46225  | 23112   | 17.94   | 2.39e-05 |
| RESIDUALS                          | 22 | 28343  | 1288    |         |          |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 6: Prueba de Tukey (por año y por tratamiento) de la intensidad máxima de *Puccinia sorghi* en el período crítico del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY |            |           |           |           |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| AÑO             | Diff       | Lwr       | upr       | p adj     |
| 2018 - 2017     | 67.26444   | 24.75956  | 109.76932 | 0.0017813 |
| 2019 - 2017     | 12.31000   | -30.19488 | 54.81488  | 0.7500032 |
| 2019 - 2018     | -54.95444  | -97.45932 | -12.44956 | 0.0099129 |
| TRATAMIENTOS    | Diff       | Lwr       | upr       | p adj     |
| T2 - T0         | 6.677778   | -35.8271  | 49.18266  | 0.9180444 |
| T4 - T0         | -84.243333 | -126.7482 | -41.73845 | 0.0001583 |
| T4 - T2         | -90.921111 | -133.4260 | -48.41623 | 0.0000616 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 7: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para la severidad máxima de epidemias de *Puccinia sorghi* en el período crítico del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |           |          |
|-------------------------|-----------|----------|
| 2017                    | 2018      | 2019     |
| 56.45778                | 123.72222 | 68.76778 |
| DESVÍOS POR AÑO         |           |          |
| 2017                    | 2018      | 2019     |
| 46.31019                | 64.12704  | 55.35413 |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |           |          |
| T0                      | T2        | T4       |
| 143.83778               | 177.59000 | 26.09889 |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |           |          |
| T0                      | T2        | T4       |
| 48.40397                | 54.88945  | 32.75880 |

| MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |           |          |            |
|-------------------------------|-----------|----------|------------|
|                               | T0        | T2       | T4         |
| 2017                          | 72.51667  | 90.1800  | 6.6766667  |
| 2018                          | 145.60667 | 158.9867 | 66.5733333 |
| 2019                          | 108.39000 | 97.3800  | 0.5333333  |
| DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |           |          |            |
|                               | T0        | T2       | T4         |
| 2017                          | 44.11593  | 28.45974 | 3.5368677  |
| 2018                          | 4752242   | 80.13441 | 16.9246635 |
| 2019                          | 34.06054  | 23.00294 | 0.530078   |

## Intensidad final en el Período Vegetativo (Y<sub>VT</sub>)

Tabla 8: Análisis de la Varianza de la variable intensidad final de epidemias de *Puccinia sorghi* en el período vegetativo del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA |    |        |         |         |          |
|-------------------------|----|--------|---------|---------|----------|
|                         | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                     | 2  | 3231   | 1615.4  | 82.398  | 8.70e-10 |
| TRATAMIENTOS            | 2  | 3646   | 1822.9  | 92.983  | 3.2e-10  |
| AÑO: TRATAMIENTOS       | 4  | 752.0  | 188.1   | 9.592   | 0.000246 |
| RESIDUALS               | 18 | 353    | 19.6    |         |          |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 9: Prueba de Tukey (por año, por tratamiento e interacción año-tratamientos) de la intensidad final de epidemias de *Puccinia sorghi* en el período vegetativo del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY  |             |             |             |           |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| AÑO              | diff        | lwr         | upr         | p adj     |
| 2018 - 2017      | 9.83889     | 4.511884    | 15.16589    | 0.0004843 |
| 2019 - 2017      | 26.503333   | 21.176328   | 31.83034    | 0.0000000 |
| 2019 - 2018      | 16.664444   | 11.33744    | 21.99145    | 0.0000007 |
| TRATAMIENTOS     | Diff        | Lwr         | upr         | p adj     |
| T2 - T0          | -6.168889   | -11.49589   | -0.841884   | 0.0219526 |
| T4 - T0          | -27.148889  | -32.47589   | -21.821884  | 0.0000000 |
| T4 - T2          | -20.980000  | -26.30700   | -15.652995  | 0.0000000 |
| AÑO:TRATAMIENTOS | Diff        | lwr         | upr         | p adj     |
| 2018:T0-2017:T0  | 16.7566667  | 4.0894181   | 29.4239152  | 0.0049938 |
| 2019:T0-2017:T0  | 40.8066667  | 28.1394181  | 53.4739152  | 0.0000000 |
| 2017:T2-2017:T0  | -0.6600000  | -13.3272485 | 12.0072485  | 0.9999999 |
| 2018:T2-2017:T0  | 11.1833333  | -1.4839152  | 23.8505819  | 0.1087631 |
| 2019:T2-2017:T0  | 28.5333333  | 15.8660848  | 41.2005819  | 0.0000087 |
| 2017:T4-2017:T0  | -11.4366667 | -24.1039152 | 1.2305819   | 0.0956333 |
| 2018:T4-2017:T0  | -10.5200000 | -23.1872485 | 2.1472485   | 0.1508492 |
| 2019:T4-2017:T0  | -1.9266667  | -14.5939152 | 10.7405819  | 0.9997380 |
| 2019:T0-2018:T0  | 24.0500000  | 11.3827515  | 36.7172485  | 0.0000855 |
| 2017:T2-2018:T0  | -17.4166667 | -30.0839152 | -4.7494181  | 0.0034201 |
| 2018:T2-2018:T0  | -5.5733333  | -18.2405819 | 7.0939152   | 0.8222303 |
| 2019:T2-2018:T0  | 11.7766667  | -0.8905819  | 24.4439152  | 0.0802387 |
| 2017:T4-2018:T0  | -28.1933333 | -40.8605819 | -15.5260848 | 0.0000102 |
| 2018:T4-2018:T0  | -27.2766667 | -39.9439152 | -14.6094181 | 0.0000161 |
| 2019:T4-2018:T0  | -18.6833333 | -31.3505819 | -6.0160848  | 0.0016580 |
| 2017:T2-2019:T0  | -41.4666667 | -54.1339152 | -28.7994181 | 0.0000000 |
| 2018:T2-2019:T0  | -29.6233333 | -42.2905819 | -16.9560848 | 0.0000051 |

|                 |             |             |             |           |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 2019:T2-2019:T0 | -12.2733333 | -24.9405819 | 0.3939152   | 0.0617677 |
| 2017:T4-2019:T0 | -52.2433333 | -64.9105819 | -39.5760848 | 0.0000000 |
| 2018:T4-2019:T0 | -51.3266667 | -63.9939152 | -38.6594181 | 0.0000000 |
| 2019:T4-2019:T0 | -42.7333333 | -42.7333333 | -30.0660848 | 0.0000000 |
| 2018:T2-2017:T2 | 11.8433333  | -0.8239152  | 24.5105819  | 0.0774966 |
| 2019:T2-2017:T2 | 29.1933333  | 16.5260848  | 41.8605819  | 0.0000063 |
| 2017:T4-2017:T2 | -10.7766667 | -23.4439152 | 1.8905819   | 0.1331525 |
| 2018:T4-2017:T2 | -9.8600000  | -22.5272485 | 2.8072485   | 0.2055022 |
| 2019:T4-2017:T2 | -1.2666667  | -13.9339152 | 11.4005819  | 0.9999890 |
| 2019:T2-2018:T2 | 17.3500000  | 4.6827515   | 30.0172485  | 0.0035534 |
| 2017:T4-2018:T2 | -22.6200000 | -35.2872485 | -9.9527515  | 0.0001844 |
| 2018:T4-2018:T2 | -21.7033333 | -34.3705819 | -9.0360848  | 0.0003045 |
| 2019:T4-2018:T2 | -13.1100000 | -25.7772485 | -0.4427515  | 0.0392905 |
| 2017:T4-2019:T2 | -39.9700000 | -52.6372485 | -27.3027515 | 0.0000001 |
| 2018:T4-2019:T2 | -39.0533333 | -51.7205819 | -26.3860848 | 0.0000001 |
| 2019:T4-2019:T2 | -30.4600000 | -43.1272485 | -17.7927515 | 0.0000034 |
| 2018:T4-2017:T4 | 0.9166667   | -11.7505819 | 13.5839152  | 0.9999991 |
| 2019:T4-2017:T4 | 9.5100000   | -3.1572485  | 22.1772485  | 0.2402709 |
| 2019:T4-2018:T4 | 8.5933333   | -4.0739152  | 21.2605819  | 0.3513198 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 10: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para la severidad final de epidemias de *Puccinia sorghi* en el período vegetativo del híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |           |           | MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |          |          |          |
|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| 2017                    | 2018      | 2019      |                               | T0       | T2       | T4       |
| 7.774444                | 17.613333 | 34.277778 | 2017                          | 11.80667 | 11.14667 | 0.37000  |
|                         |           |           | 2018                          | 28.56333 | 22.99000 | 1.28667  |
|                         |           |           | 2019                          | 52.61333 | 40.34000 | 9.88000  |
| DESVÍOS POR AÑO         |           |           | DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |          |          |          |
| 2017                    | 2018      | 2019      |                               | T0       | T2       | T4       |
| 5.810801                | 13.605946 | 19.36445  | 2017                          | 0.827124 | 3.265369 | 0.173494 |
|                         |           |           | 2018                          | 5.877494 | 9.089571 | 0.515008 |
|                         |           |           | 2019                          | 2.226799 | 5.363217 | 3.730000 |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |           |           |                               |          |          |          |
| T0                      | T2        | T4        |                               |          |          |          |
| 30.99444                | 24.82556  | 3.84556   |                               |          |          |          |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |           |           |                               |          |          |          |
| T0                      | T2        | T4        |                               |          |          |          |
| 18.044209               | 13.863765 | 4.918615  |                               |          |          |          |

## Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Relativa (ABCPE<sub>r</sub>)

Tabla 11: Análisis de la Varianza, por año y por tratamiento, de la variable Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Relativa (ABCPE<sub>r</sub>) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA            |    |        |         |         |          |
|------------------------------------|----|--------|---------|---------|----------|
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 22.06  | 11.03   | 3.583   | 0.049    |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 115.92 | 57.96   | 18.828  | 3.87e-05 |
| AÑO:TRATAMIENTOS                   | 4  | 10     | 2.53    | 0.823   | 0.527    |
| RESIDUALS                          | 18 | 55.41  | 3.08    |         |          |
| SIN LA INTERACCIÓN AÑO-TRATAMIENTO |    |        |         |         |          |
|                                    | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                | 2  | 22.06  | 11.03   | 3.701   | 0.0411   |
| TRATAMIENTOS                       | 2  | 115.92 | 57.96   | 19.452  | 1.37e-05 |
| RESIDUALS                          | 22 | 65.55  | 2.98    |         |          |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 12: Prueba de Tukey (por año y por tratamiento) de la variable Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Relativa (ABCPE<sub>r</sub>) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY |            |            |           |           |
|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|
| AÑO             | Diff       | Lwr        | Upr       | p adj     |
| 2018 - 2017     | 2.21011    | 0.1660397  | 4.254183  | 0.0324873 |
| 2019 - 2017     | 1.2178889  | -0.8261826 | 3.26196   | 0.3117587 |
| 2019 - 2018     | -0.9922222 | -3.0362937 | 1.051849  | 0.4546234 |
| TRATAMIENTOS    | Diff       | Lwr        | Upr       | p adj     |
| T2 - T0         | 0.5874444  | -1.456627  | 2.631516  | 0.7532661 |
| T4 - T0         | -4.0721111 | -6.116183  | -2.02804  | 0.0001488 |
| T4 - T2         | -4.659556  | -6.70363   | -2.615484 | 0.0000267 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 13: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Relativa (ABCPE<sub>r</sub>) de epidemias de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |          |          |
|-------------------------|----------|----------|
| 2017                    | 2018     | 2019     |
| 2.897778                | 5.107889 | 4.115667 |
| DESVÍOS POR AÑO         |          |          |
| 2017                    | 2018     | 2019     |
| 2.430558                | 2.796069 | 2.992909 |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |          |          |
| T0                      | T2       | T4       |
| 5.20200                 | 5.78944  | 1.12989  |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |          |          |
| T0                      | T2       | T4       |
| 2.059359                | 2.24755  | 1.287758 |

| MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |          |          |          |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
|                               | T0       | T2       | T4       |
| 2017                          | 3.953000 | 4.656000 | 0.084333 |
| 2018                          | 5.273667 | 7.485667 | 2.564333 |
| 2019                          | 6.379333 | 5.226667 | 0.741000 |
| DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |          |          |          |
|                               | T0       | T2       | T4       |
| 2017                          | 1.833720 | 1.444487 | 0.030238 |
| 2018                          | 1.887478 | 3.052601 | 0.405700 |
| 2019                          | 2.368935 | 1.443304 | 1.230733 |

## Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Estándar (ABCPE<sub>e</sub>)

Tabla 14: Análisis de la Varianza, por año y por tratamiento, de la variable Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Estándar (ABCPE<sub>e</sub>) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA                      |    |        |         |         |          |
|----------------------------------------------|----|--------|---------|---------|----------|
|                                              | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| AÑO                                          | 2  | 0.0039 | 0.0020  | 0.046   | 0.955    |
| TRATAMIENTOS                                 | 2  | 1.8091 | 0.9046  | 21.094  | 1.91e-05 |
| AÑO:TRATAMIENTOS                             | 4  | 0.2118 | 0.0529  | 1.235   | 0.331    |
| RESIDUALS                                    | 18 | 0.7719 | 0.0429  |         |          |
| SIN AÑO Y SIN LA INTERACCIÓN AÑO-TRATAMIENTO |    |        |         |         |          |
|                                              | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F)  |
| TRATAMIENTOS                                 | 2  | 1.8091 | 0.9046  | 21.98   | 3.76e-06 |
| RESIDUALS                                    | 22 | 0.9876 | 0.0412  |         |          |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 15: Prueba de Tukey (por año y por tratamiento) de la variable Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Estándar (ABCPE<sub>e</sub>) de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY |             |            |            |           |
|-----------------|-------------|------------|------------|-----------|
| TRATAMIENTOS    | Diff        | Lwr        | upr        | p adj     |
| T2 - T0         | 0.05977778  | -0.1790321 | 0.2985877  | 0.8078797 |
| T4 - T0         | -0.51677778 | -0.7555877 | -0.2779679 | 0.0000433 |
| T4 - T2         | -0.57655556 | -0.8153655 | -0.3377456 | 0.0000092 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 16: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad Estándar (ABCPE<sub>e</sub>) de epidemias de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|
| 2017                    | 2018      | 2019      |
| 0.4662222               | 0.4728889 | 0.4945556 |
| DESVÍOS POR AÑO         |           |           |
| 2017                    | 2018      | 2019      |
| 0.3910408               | 0.2588274 | 0.3594413 |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |           |           |
| T0                      | T2        | T4        |
| 0.6302222               | 0.6900000 | 0.1134444 |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |           |           |
| T0                      | T2        | T4        |
| 0.2534042               | 0.2090718 | 0.1246125 |

| MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |           |           |             |
|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|
|                               | T0        | T2        | T4          |
| 2017                          | 0.6360000 | 0.749     | 0.01366667  |
| 2018                          | 0.4883333 | 0.693     | 0.23733333  |
| 2019                          | 0.7663333 | 0.628     | 0.08933333  |
| DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |           |           |             |
|                               | T0        | T2        | T4          |
| 2017                          | 0.2952575 | 0.2325016 | 0.005131601 |
| 2018                          | 0.1746120 | 0.2825013 | 0.037541089 |
| 2019                          | 0.2848690 | 0.1731444 | 0.147815200 |

## Tasa Weibull (BW)

Tabla 17: Análisis de la Varianza, por año y por tratamiento, de la variable tasa de Weibull de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| ANÁLISIS DE LA VARIANZA                   |    |        |         |         |         |
|-------------------------------------------|----|--------|---------|---------|---------|
|                                           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F) |
| AÑO                                       | 2  | 0.984  | 0.4921  | 1.387   | 0.27530 |
| TRATAMIENTOS                              | 2  | 4.369  | 2.1846  | 6.156   | 0.00918 |
| AÑO:TRATAMIENTOS                          | 4  | 1.224  | 0.3061  | 0.863   | 0.00918 |
| RESIDUALS                                 | 18 | 6.387  | 0.3548  |         |         |
| SIN AÑO Y SIN INTERACCIÓN AÑO-TRATAMIENTO |    |        |         |         |         |
|                                           | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (>F) |
| TRATAMIENTOS                              | 2  | 4.369  | 2.1846  | 6.099   | 0.00721 |
| RESIDUALS                                 | 22 | 8.596  | 0.3582  |         |         |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 18: Prueba de Tukey (por tratamiento) de la tasa de Weibull de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| PRUEBA DE TUKEY |            |             |           |           |
|-----------------|------------|-------------|-----------|-----------|
| TRATAMIENTOS    | Diff       | Lwr         | upr       | p adj     |
| T2 - T0         | -0.3142111 | -1.01874245 | 0.3903202 | 0.5150923 |
| T4 - T0         | 0.6516844  | -0.05284689 | 1.3562158 | 0.735826  |
| T4 - T2         | 0.9658956  | 0.26136422  | 1.6704269 | 0.0060689 |

(\*) Valores inferiores a P>0.001 indican diferencias altamente significativas

Tabla 19: Medias y desvíos (por año, por tratamientos e interacción año-tratamiento) del análisis exploratorio para la tasa de Weibull de epidemias de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 bajos distintos tratamientos de manejos para las Campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| MEDIAS POR AÑO          |            |            |
|-------------------------|------------|------------|
| 2017                    | 2018       | 2019       |
| -0.6856322              | -0.7134600 | -1.1038511 |
| DESVÍOS POR AÑO         |            |            |
| 2017                    | 2018       | 2019       |
| 0.6212843               | 0.5913649  | 0.8728571  |
| MEDIAS POR TRATAMIENTO  |            |            |
| T0                      | T2         | T4         |
| -0.9468056              | -1.2610167 | -0.2951211 |
| DESVÍOS POR TRATAMIENTO |            |            |
| T0                      | T2         | T4         |
| 0.7535803               | 0.6674576  | 0.2471737  |

| MEDIAS POR AÑO Y TRATAMIENTO  |            |           |             |
|-------------------------------|------------|-----------|-------------|
|                               | T0         | T2        | T4          |
| 2017                          | -0.6975533 | -1.265340 | -0.09400333 |
| 2018                          | -0.5882800 | -1.045657 | -0.50644333 |
| 2019                          | -1.5545833 | -1.472053 | -0.28491667 |
| DESVÍOS POR AÑO Y TRATAMIENTO |            |           |             |
|                               | T0         | T2        | T4          |
| 2017                          | 0.1884006  | 0.6756208 | 0.1505871   |
| 2018                          | 0.0471808  | 1.0371315 | 0.2601172   |
| 2019                          | 1.1805595  | 0.3368842 | 0.1619494   |

Tabla 20: Resumen del análisis exploratorio de cada una de las variables analizadas para epidemias de *Puccinia sorghi* en el híbrido Dekalb 7010 RR2 en las campañas 2017-2018-2019 en Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

| VARIABLES                       | DISTRIBUCIÓN DE MEDIAS                       |                                                 | GRÁFICO DE CAJAS                                                           | GRÁFICO INT. FACT                                                                                                                | ANOVA                                                                                                                                               | ANOVA SIN...                                                                                                   |
|---------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | AÑOS                                         | TRATAMIENTOS                                    |                                                                            |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                                                                                                                |
| Y <sub>i</sub>                  | 2018 >, 2019 = y 2017 < a la media.          | T2 >, T0 > y T4 < a la media.                   | Varianza homogénea y normal para años. T2 y T4 no son normales.            | No hay interacción para años y trat. T2 > Y <sub>i</sub> en todos los años y más en 2018. T4 < Y <sub>i</sub> para el mismo año. | Año y A-T: no dif 5 y 1%; si 10% (P.Valor = 0.0571 y 0.5234, resp.)<br>Trat: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 1.19x10 <sup>-5</sup> )                      | A-T<br>Año: sig 5 y 10% (P.Valor= 0.0487)<br>Trat: sig al 5, 1 y 10% (P.Valor= 3.5x10 <sup>-6</sup> )          |
| Y <sub>max</sub> P <sub>C</sub> | 2018 >, 2019 < y 2017 < a la media.          | T2 >, T0 > y T4 < a la media.                   | Años y trat. varianza homogénea y normal.                                  | No hay interacción para años y trat. 2018 y T2 > Y <sub>max</sub> PC, T4 de <. En el 2019 el T2 y T4 de <.                       | Año y trat.: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.003755 y 0.000122, resp.)<br>A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.905619)                                   | A-T<br>Año y trat.: sig al 5, 1 y 10% (P.Valor= 0.00142 y 2.39x10 <sup>-5</sup> , resp.)                       |
| X <sub>0</sub>                  | 2018 >, 2019 > y 2017 < a la media.          | T4 >, y T0 y T2 < a la media.                   | Varianza no homogénea ni normal para años, y homogénea y normal para trat. | Hay interacción para años y trat. T4 > X <sub>0</sub> en 2019, y el T2 < en 2017.                                                | Año, trat. y A-T: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 3.22x10 <sup>-8</sup> , 3.35x10 <sup>-5</sup> y 1.06x10 <sup>-4</sup> , resp.)                          |                                                                                                                |
| Y <sub>VT</sub>                 | 2019 >, 2018 < y 2017 < a la media.          | T0 >, T2 > y T4 < a la media.                   | Año y trat. con falta de homogeneidad en varianza.                         | Hay interacción en años y trat. T0 > Y <sub>VT</sub> en 2019, y T4 <.                                                            | Año, trat. y A-T: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 8.70x10 <sup>-10</sup> , 3.2x10 <sup>-10</sup> y 0.000246, resp.)                                       |                                                                                                                |
| X <sub>i</sub>                  | 2018 >, 2017 < y 2019 < a la media.          | T2 y T0 > y T4 < a la media.                    | Varianza homogénea y normal para año y trat.                               | No hay interacción en años y trat. T2 y T0 > X <sub>i</sub> en 2018, y T4 > en 2017 y 2019.                                      | Año, trat y A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.104, 0.387 y 0.433, resp.)                                                                          |                                                                                                                |
| ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub>   | 2017 >, 2018 < y 2019 < a la media.          | T4 >, y T0 y T2 < a la media.                   | Varianza homogénea y normal para año y trat.                               | No hay interacción en años y trat. T4 > ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub> en 2017, y T0 y T2 el de <.                                | Año, trat y A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.335, 0.593 y 0.509, resp.)                                                                          |                                                                                                                |
| ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub>   | 2018 >, 2019 > y 2017 < a la media.          | T2 >, T0 > y T4 < a la media.                   | Varianza homogénea y normal para año y trat.                               | No hay interacción en años y trat. T2 > ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub> en 2018 y el T4 el de <.                                   | Año: dif 5 y 10% (P.Valor = 0.049); no 1%<br>Trat: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 3.87x10 <sup>-5</sup> )<br>A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.527)    | A-T<br>Año: sig 5 y 10% (P.Valor= 0.0411); no 1%<br>Trat: sig al 5, 1 y 10% (P.Valor = 1.37x10 <sup>-5</sup> ) |
| ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub>   | Similares a la media                         | T2 mucho mayor, T0 mayor y T4 menor a la media. | Varianza homogénea y normal para año y trat.                               | No hay interacción en años y trat. T2 > ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub> en 2017.                                                   | Año: no dif 5 y 1%; si 10% (P.Valor = 0.955)<br>Trat: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 1.91x10 <sup>-5</sup> )<br>A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.331) | A-T<br>Trat: sig 5, 1 y 10% (P.Valor = 3.76x10 <sup>-5</sup> )                                                 |
| AB CPE <sub>0</sub>             | 2019 >, pero los 3 son similares a la media. | T2 >, T0 > y T4 < a la media.                   | Varianza homogénea y normal para año y trat.                               | No hay interacción en años y trat. T2 > ABCP <sub>E<sub>i</sub></sub> en 2017, y el T4 <.                                        | Año y A-T: no dif 5, 1y 10% (P.Valor = 0.0955 y 0.331, resp.)<br>Trat: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 1.91x10 <sup>-5</sup> )                            | A-T<br>Trat: sig 5, 1 y 10% (P.Valor = 3.76x10 <sup>-5</sup> )                                                 |
| BW                              | 2017 y 2018 >, 2019 < a la media.            | T4 >, T0 y T2 < a la media.                     | Varianza homogénea y normal para años y no homogénea para trat.            | No hay interacción en años y trat. T4 > BW en el 2017, y T2 el <.                                                                | Año y A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.27530 y 0.50500, resp.)<br>Trat.: dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.00918)                                      | A-T<br>Trat: sig 5% (P.Valor = 0.00721)                                                                        |
| rL                              | 2017 >, 2018 y 2019 < a la media.            | T4 >, T0 y T2 < a la media.                     | Varianza ni homogénea ni normal para año y trat.                           | No hay interacción en años y trat. T4 y 2017 > rL.                                                                               | Año, trat. y A-T: no dif 5, 1 y 10% (P.Valor = 0.0611, 0.4832 y 0.0784, resp.)                                                                      |                                                                                                                |

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En las campañas estudiadas, la roya común del maíz se presentó con características epidémicas tal como ha sido el comportamiento reportado en los últimos diez años en la provincia, por Andrada, *et al.* 2018, 2016, 2015 a y b, 2008 [2], [3], [4], [5] y [6]; Larrusse, S. *et al.* 2012 a y b, 2010 [33], [34] y [35]; Rodríguez, M. *et al.* 2015 a y b [50] y [51] y Micca Ramírez *et al.* 2014, 2015 [37], [38] y [39].

Los primeros síntomas y signos aparecieron desde el estadio V3 en adelante, y a medida que la planta se fue desarrollando, la infección avanzó desde las hojas más viejas a las nuevas, en correspondencia con lo descrito por Formento *et al.*, 2010 [24] respecto a que las pústulas urediniosóricas se presentan en el haz y envés de las hojas, de color herrumbroso oscuro acompañadas con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas en el centro de las hojas. La enfermedad comenzó con puntos cloróticos que se observan en las hojas (Fig. 3) y luego al romperse la epidermis afloran las pústulas que son circulares y pueden alargarse debido a la congruencia de muchas de ellas. Presentan coloración rojiza-anaranjada (Fig. 4), en el haz.

El tejido foliar que rodea las pústulas se torna clorótico dejando grandes áreas lesionadas, disminuyendo así la capacidad fotosintética de la planta. Con el avance de la enfermedad las pústulas uredospóricas se tornan negras al formarse las teliospores y continúan infectando a las plantas y hojas vecinas, hasta que la planta llega a su madurez al igual que lo descrito por González, 2005 a y b [26] y [27].

Los diferentes niveles de severidad con la que se presenta dependen del híbrido, de los diferentes manejos realizados al cultivo y de las condiciones ambientales durante el ciclo del mismo. Todas las curvas fueron de formas sigmoides aplanadas. Una de las principales diferencias entre las campañas fue el tiempo de duración de las epidemias a causa de las condiciones climáticas, que en algunos años (2018 y 2019) predispusieron al acortamiento del ciclo del cultivo en coincidencia a lo encontrado por González, 2001 [27], que reportaron en estudios comparativos de híbridos, tuvieron mayor promedio de severidad en aquellos de ciclo corto respecto a los de ciclo largo.

Respecto a la intensidad final, el tratamiento que presentó más severidad fue el T2 (53,36%) del año 2018, y el que menos tuvo fue el T4 (0,15%) del año 2019. De los tratamientos T0, en el año que tuvo mayor severidad promedio fue el 2019 con un porcentaje de 14.58% y en el año de menor severidad fue en el 2017 con 8.91%. En el caso de los tratamientos T2, en el año 2018 también se presentó con la mayor severidad promedio con un porcentaje de 17.79%, y la menor en el año 2017 con 12.39%. Y para los tratamientos T4, la mayor severidad se presentó en el año 2018 con 6.40%, y en el 2017 fue el de menor severidad con 0%.

En la **campaña 2016/2017** las curvas, en su mayoría, presentaron crecimiento sigmoide aplanadas con una duración total de la epidemia de 70 días aproximadamente, desde el 20/1 hasta el 31/3 correspondiente con la última evaluación.

En los tratamientos en los que no hubo control de la epidemia (T0 y T2), se registraron 2 momentos de picos de infección, uno durante el PC y el otro al final de las evaluaciones coincidiendo con el período de llenado de granos. La severidad final alcanzada por los tratamientos Testigo y T2 fue de un promedio del 12,39% siendo la intensidad máxima en el PC promedio del 7,52%. Durante el PC, que en la presente campaña estuvo ubicado entre el 8/2 al 10/3, la mayor severidad se manifestó en el T2 R3 (9.97%) coincidente con el mayor porcentaje acumulado al final del período reproductivo (15,98%) y, el de menor severidad en el mismo período, T4 R1 (0.38%) culminó con un porcentaje de severidad del 0% al final del período reproductivo (marcado como el final de tal período la última evaluación).

Las plantas de los T2, al no competir con malezas ni ser atacadas con insectos, resultaron tener mejor condición general, y representaría un sustrato más aún favorable para el establecimiento del patógeno biotrófico coincidente con publicación de roya local del 2018. Eso podría explicar la mayor severidad observadas en todos los años respecto al T0 en los cuales no se aplicó ningún tratamiento químico.

Con la aparición de las primeras pústulas, se realizó el control químico previsto para el T4 por lo que, al inicio del período reproductivo, y con severidades de períodos vegetativos bajas, que no superan en ninguno de los casos el 2%, los rastros de la enfermedad disminuyeron, reduciéndose a minúsculas lesiones mostrando la efectividad del control. Las severidades de los períodos evaluados son similares a los máximos encontrados en el año 2012 en Santa Fe tanto por Parisi *et al.*, 2012 [42], [43], [44], [45] y [46] quienes reportan al estado V10-12, que el 26% de los híbridos analizados, presentaron entre 0 y 3% del área foliar afectada por roya, el 57% de los híbridos con severidad entre 3.1 y 5% y sólo el 17% de los híbridos tuvieron entre 5.1 y 10%, como por Sillón con niveles de severidad que oscilaron entre 10% a 22% considerados como moderados [53].

Hasta esta campaña, en el resto de las zonas maiceras argentinas, se registraron valores diferentes de severidad. En Buenos Aires; desde 1,8% a 8% en el año 2008, Carmona [11] y entre 15 - 30% en el año 2005, González [26], [27] y [28], demostrando una situación epidémica que podría caracterizarse de moderada a alta, tal lo ocurrido en el presente año en las epidemias estudiadas. En 2012 a 2015 en R1 en el estrato medio el 48% de los cultivos presentaron entre 5.1 y 10% de severidad; el 44% alcanzaron severidades superiores al 10% y tan sólo el 9% de los materiales tuvo valores menores al 5% [13], [14], [42], [43], [44], [45], [46] y [47].

En Santa Fe, entre los años 2004 a 2009, se reportaron situaciones bajas, moderadas y alta al registrarse valores de severidades entre 0 y 40% [29], [30], [31], [53] y [54].

En Córdoba, entre 2012 y 2016 fue considerada como una enfermedad de carácter epidémico debido a que los niveles de severidad oscilan entre bajo a severo, con una mayor frecuencia de la severidad moderada [grado 2: 6 - 25% de severidad] y menores al 10% en R4 [10], [14] y [17].

En la **campaña 2017/2018** las curvas, en su mayoría, también presentaron crecimiento sigmoide con una duración total de la epidemia de 53 días aproximadamente, desde el 09/2 hasta el 3/4 correspondiente con la última evaluación. Esta menor duración y los valores de severidad registrados tanto en los tratamientos sin control (4 - 25%) y en el T4, donde no hubo una acción eficiente del fungicida como en la campaña 2016/2017, muestran una agresividad del patógeno diferente al año anterior.

La aparición de las primeras pústulas, se registró de manera explosiva. Entre el 2 y el 9/2, se pasó de severidad 0% en todos los tratamientos a tener 3.53% en el tratamiento T0 R3 como máxima severidad inicial.

Las diferencias con la campaña anterior fueron notorias, aún el tratamiento T4, que recibió dos aplicaciones de fungicida, siguió evidenciando presencia del patógeno hasta final de madurez, pero en menor proporción que los demás tratamientos.

En el PC, ubicado en esta campaña entre el 25/2 y el 27/3, la mayor severidad se manifestó en el tratamiento T2 con un 20% de severidad que coincide además con el mayor porcentaje acumulado al final del período reproductivo (25.02%) y con promedio aproximados de 17.79%. El tratamiento que presentó menor severidad en el mismo período, fue el T4 R3 con un 4.17 %, y culminó con un porcentaje de 15.11% al final del período reproductivo.

Los tratamientos T4, si bien se espera que tengan un porcentaje casi nulo de la enfermedad, la presencia acumulativa del inóculo corresponde a condiciones ambientales predisponentes para el avance de la misma, las cuales perduraron durante el período reproductivo con bajas temperaturas (17,9°C) y alta humedad

ambiental (70,69%]) Esta relación deberá ser considerada en siguientes trabajos. A la misma conclusión llegan autores en Córdoba, quienes asocian a las condiciones ambientales predisponentes a la proliferación del patógeno ocurridas en esta campaña, a las severidades mayores que la campaña 2017. Para el año 2018 se determinaron incidencias entre 50 - 100 % de roya, con severidades entre 7 - 30% [15] y [16] mientras en Buenos Aires [20], [21], [22] y [23] se registraron severidades entre el 1% al 10%, dependiendo principalmente del híbrido utilizado.

En la **campaña 2018-2019**, en coincidencia con lo encontrado por Formento en Entre Ríos [25], las curvas de progreso de la enfermedad continuaron con la característica forma sigmoide. La duración total de las epidemias fue de 53 días aproximadamente, marcado por las evaluaciones realizadas entre el 1/2/19 hasta el 25/3/19. En este año al igual que el año 2018, superó el 50% de severidad de la enfermedad en algunas de las repeticiones, pero no llegando a límites máximos como los alcanzados en ese año. Se puede observar que posterior a la correspondiente aplicación de agroquímicos, el tratamiento T4 no presentó nuevas infecciones manteniéndose en valores de severidad cercanos al 0%.

En una aparición explosiva, al inicio de las evaluaciones marcaron severidades entre el 0 al 4.31%. Durante el 13/2 y el 15/3 ocurrió el PC y en él la mayor severidad la registró el tratamiento T0 R1 con un porcentaje de 11.72% y con una intensidad final de 21.13%. En el mismo período el tratamiento T4 no registró la enfermedad.

En el resto del país, los valores registrados oscilaron en Buenos Aires y Santa Fe con un 100% de incidencia entre 5 - 33% [19].

El incremento de severidad promedio respecto a la campaña anterior fue 2,2% en un rango de 0 a 7,2%. Aunque no son coincidentes con otras zonas de la misma provincia donde Schlie [52] en la campaña 2018/2019, determinó que *P. sorghi* se presentó con una alta prevalencia en ambas fechas de siembra con niveles de severidad que no superaron el 2% promedio, y pudo deberse a que las condiciones ambientales fueron propicias para la ocurrencia de epidemias, ya que pocas horas de mojado foliar y amplitud térmica, sólo se registraron durante los meses de enero y diciembre solamente, no permitiendo el progreso de la enfermedad.

El ajuste de los modelos es variable según la campaña y el tratamiento. Pero considerando los valores de R<sup>2</sup>, entre 0.976 - 0.9914, cualquiera de ellos explica las epidemias, por lo que es indistinto el uso de los modelos Logístico, Gompertz o Weibull.

En Buenos Aires, en el año 2008 se determinó que el ABCPE varió de 38,5 a 302,4 [p<0,0001] [11].

Los resultados obtenidos, abordados como parte integral del sistema epidemiológico maíz, ayudarán a establecer pautas para el manejo integrado tendiente a la optimización del rendimiento y la calidad de los granos. Asimismo, pretende ser un aporte a futuros estudios que sean de alto impacto para la producción de la materia prima, fuente de alimento; permitiendo que Argentina, al participar de la producción mundial de ellos (exportando y comercializando en el mercado interno el grano y sus derivados), lo haga efectivamente llevando a cabo las prácticas necesarias para lograr el desarrollo y el crecimiento óptimo del cultivo, bajo los lineamientos de los ODS y desarrollándose en un marco de sustentabilidad tanto económica, ambiental y social.

## BIBLIOGRAFIA

- [1]. Achicano, A.; López, H. (2000). Descripción cuantitativa de las epidemias de las plantas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. ISSN 0304-2847. Vol. N° 53, p. 941-968.
- [2]. Andrada, N.; Micca Ramírez, M.; Bravo, M.B.; Cendoya, A. (2016). Roya Común del Maíz *Puccinia sorghi*, en cultivos con manejos y ambientes agroecológicos diferenciales en la provincia de San Luis. *Pres. de 4° Congreso Argentino de Fitopatología Asociación Argentina de Fitopatólogos. Resúmenes* 137.
- [3]. 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. de 1° Congreso Argentino de Fitopatología Asociación Argentina de Fitopatólogos. Resúmenes*. 135. ISBN: 978-987-24373-0-51.
- [4]. Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Micca Ramírez, M. V. (2015 a). 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. 2015. S 146.

- [5]. Andrada, N.R.; Larrusse, A.S.; Micca Ramírez, M.V. (2015 b). 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. 2015. S 147.
- [6]. Andrada, N.R.; Micca Ramírez, M.V.; Oliva, D.G.; Carlini, R.B.; Bonivardo, S.L.; Colombino, M.A.A.; Funes, M.B., Martínez, A.N.; Mayer, L.I. y Rauber, R.B. (2018). Epidemias de *Puccinia sorghi* Schwein, en distintos sistemas epidemiológicos del cultivo de maíz en Villa Mercedes (San Luis), Argentina. *Revista del Noroeste Argentino*. ISSN: 0080-2069. Vol. 38 (1), 84 p.
- [7]. Bade, C. I. y Carmona, M. A., 2011. Comparación de métodos para evaluar la severidad de la roya común causada por *Puccinia sorghi* en maíz. *Trop. Pathol Vegetal*, vol.36, n.4, págs. 264-266. ISSN 1982-5676. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762011000400009>.
- [8]. Campbell, C.L. (1986). Interpretation and uses of disease progress curves for root diseases. En: K.J. Leonard and W. E. Fry (eds.) *Plant Disease Epidemiology, vol 1: Population Dynamics and Management* Macmillan, N. Y. 120 pp.
- [9]. Campbell, C.L.; Madden, L.V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley and Sons, N. Y. 532 pp.
- [10]. Canale, A.; Salomón, A.; Feresin, P.; Videla, H.; Alberione, E.; Conde, M.B. y Martínez, R. (2020). Evaluación de *Puccinia sorghi* en ensayos de híbridos de maíz de siembras tempranas. Recuperado de: <https://horizonteadigital.com/evaluacion-de-puccinia-sorghi-en-ensayos-de-hibridos-de-maiz-de-siembras-tempranas/>
- [11]. 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. de 1º Congreso Argentino de Fitopatología*. Libro de Resúmenes: 162.
- [12]. Ciarlo, E.; Lagrassa, F.L.; Morre, J.; Di Miro, M. (2013). *Fungicidas en un cultivo de maíz: control de Roya Común del Maíz*. Recuperado de: <http://www.engormix.com/ma-agricultura/maiz/articulos/fungicidas-cultivo-maiz-control-t4363/417-p0.htm>
- [13]. Couretot, L.; Ferraris, G.; Mousegne, F.; Russian, H. (2008). Control químico de Roya Común del Maíz (*Puccinia sorghi*). *Pres. de 1º Congreso Argentino de Fitopatología*. Libro de Resúmenes: 211.
- [14]. Couretot, L.; Parisi, L.; Magnone, G.; De Rossi, R.; Guerra, F.; Plaza, M. C.; Vuletic, E.; Brücher, 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)
- [15]. De Rossi, R.L.; Guerra, F.A.; Vuletic, E.; Plazas, M.C.; Brücher, E.; Guerra, G.D. *Informes fitosanitarios región centro norte de Córdoba*. (2013, 2014, 2015, 2016). ISSN 2451-5949. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/322070791\\_SITUACION\\_FITOSANITARIA\\_DEL\\_CULTIVO\\_D\\_E\\_MAIZ\\_EN\\_ARGENTINA/link/5a42889baca272d2945902bb/download?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/322070791_SITUACION_FITOSANITARIA_DEL_CULTIVO_D_E_MAIZ_EN_ARGENTINA/link/5a42889baca272d2945902bb/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxxpY2F0aW9uIn19)
- [16]. De Rossi, R.; Guerra, F.; Lábaque, M.; Brücher, E.; Plazas, M. C.; Vuletic, E.; Guerra, G. (2018). Comportamiento sanitario de híbridos de maíz. Centro Norte de Córdoba. *Ciclo agrícola 2017/18*. Recuperado de <http://creacordobanorte.org.ar/wp-content/uploads/2020/07/Sanidad-Maiz-17-18-CREA-COR.pdf>
- [17]. Díaz, C.; De Rossi, R.; Couretot, L.; Sillón, M.; Formento, N.; González, V. (2012). *Prevalencia y distribución de enfermedades del maíz en Argentina*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Roberto\\_De\\_Rossi2/publication/278783122\\_Prevalencia\\_y\\_distribucion\\_de\\_enfermedades\\_del\\_maiz\\_en\\_Argentina/links/5585599f08ae71f6ba8c9669.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto_De_Rossi2/publication/278783122_Prevalencia_y_distribucion_de_enfermedades_del_maiz_en_Argentina/links/5585599f08ae71f6ba8c9669.pdf)
- [18]. Equipo principal de R. /2013). R: Un lenguaje y un entorno para estadísticas informática. *Fundación R para la Computación Estadística, Viena, Austria*. Recuperado de: <http://www.R-project.org/>.

- [19]. Ferraguti, F.; Miguez, L.; Magnone, G. y Couretot, L. (2019). *Relevamiento de enfermedades foliares en maíces tardíos. INTA EEA Oliveros campaña 2018/19*. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-relevamiento-enfermedades-foliares-maices-tardios.pdf>
- [20]. Ferraris G.; Couretot, L. (2010). *Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (Bs As). Campaña 2009/10*. Recuperado de: <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=1598>.
- [21]. Ferraris, G.; Presello, D. (2018). *Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colon (Bs As). campaña 2017/18*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion\\_y\\_evaluacion\\_comparativa\\_de\\_cultivares\\_de\\_maiz\\_en\\_la\\_localidad\\_de\\_colon\\_bs.as\\_campana\\_2017\\_18.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion_y_evaluacion_comparativa_de_cultivares_de_maiz_en_la_localidad_de_colon_bs.as_campana_2017_18.pdf)
- [22]. Ferraris, G. N.; Mousegne, F. (2018). *Maíz: Caracterización y evaluación comparativa en Colón, Buenos Aires – Campaña 2017/18*. Recuperado de: <https://horizonteadigital.com/maiz-caracterizacion-y-evaluacion-comparativa-en-colon-buenos-aires-campana-2017-18/>
- [23]. Ferraris, G.; Presello, G. (2018). *Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (Bs. As.). Campaña 2017/18. Revista RTA Vol 10 - N°37*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion\\_y\\_evaluacion\\_comparativa\\_de\\_cultivares\\_de\\_maiz\\_en\\_la\\_localidad\\_de\\_colon\\_bs.as\\_campana\\_2017\\_18.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion_y_evaluacion_comparativa_de_cultivares_de_maiz_en_la_localidad_de_colon_bs.as_campana_2017_18.pdf)
- [24]. Formento, A. N. (2010). *Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: Royas (Puccinia sorghi y Puccinia polysora), tizón foliar (Exserohilum turcicum) y mancha ocular (Kabatiella zaeae). Actualización Técnica N° 2 – Maíz, Girasol y Sorgo 2010. INTA - EEA Paraná*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2\\_16\\_enfermedades-foliares-reemergentes.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2_16_enfermedades-foliares-reemergentes.pdf)
- [25]. 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.
- [26]. González M. (2005 b). *Roya del maíz en Argentina. Últimos avances. Pres. en: Conferencias del VIII Congreso Nacional de Maíz*. p. 451.
- [27]. González, M. (2005 a). *Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (Campaña 04/05). Revista Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. ISSN 2591-4383. Vol. N° 15*. Recuperado de: <http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/583/Roya%20com%25C3%25B1a%20del%20ma%25C3%25ADz%20altos%20niveles%20de%20severidad%20en%20la%20zona%20maicera%20n%25C3%25B1a%20Campa%25C3%25B1a%2004-05.pdf?sequence=1>
- [28]. González, M.; Botta, G.; Ghio, A.; Incremona, M. (2001). *Comportamiento de cultivares de maíz frente a la roya común en Argentina. Pres en: XXXIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Revista Oficial da Sociedade Brasileira de Fitopatologia*, Resúmenes: 484.
- [29]. González, M.; Ghio, A.; Incremona, M.; Cruciani, M.; González, A.; Papucci, S.; Pedrol, H.; Castellarín, J. (2009). *Roya común del maíz (Puccinia sorghi) en las localidades de Venado Tuerto, Carcarañá, Zavalla y Oliveros. Campaña 2008/09. Para mejorar la producción 41 - INTA EEA Oliveros 2009*. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-roya-comn-del-maz.pdf>
- [30]. González, M.; Ghio, A.; Incremona, M.; Cruciani, M.; González, A.; Papucci, S.; Pedrol, H.; Castellarín, J. (2008). *Roya común del maíz en las localidades de Oliveros, Zavalla y Venado Tuerto en la campaña 2007/08. Para mejorar la producción 41 - INTA EEA Oliveros*. Recuperado de: [link:https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-roya-comun-maiz-localidades-oliveroszavalla-y-v.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-roya-comun-maiz-localidades-oliveroszavalla-y-v.pdf).
- [31]. González, M.; Ghio, A.; Incremona, M.; Cruciani, M.; González, A.; Papucci, S.; Pedrol, H.; Castellarín, J. (2010). *Roya de maíz en el Sur de Santa Fe. Oliveros y Zavalla; campaña 2009/2010. Para mejorar la producción. INTA EEA Oliveros*. Recuperado en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-roya-de-maz.pdf>

- [32]. Granetto, M.; Frandiño, M.; Marinelli, A.; Oddino, C.; García, J.; March, G.J. (2008). Control químico de la Roya del Maíz (*Puccinia sorghi*) en la región centro-sur de Córdoba. *Pres. en 1º Congreso Argentino de Fitopatología*. Libro de resúmenes: 252.
- [33]. Larrusse, A.S.; Andrada, N.R. ex aequo. (2012). *Directorio de patógenos en poáceas naturales*. ISBN: 978-987-1834-05-1. Editorial "El Tabaquillo". 82 p.
- [34]. 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.
- [35]. Larrusse, A.S.; Andrada, N.R.; Ramírez, Y.F.; Bazán, P.L.; Micca, M.; Rodríguez, M.; Cortez Farías, M. y Amieva, R. (2010). Primeras evaluaciones epidemiológicas de la "roya del maíz" (*Puccinia sorghi*), sobre distintos materiales de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *saccharata*) en siembras escalonadas en la zona de Villa Mercedes (S.L.). *Pres en 33º Congreso Argentino de Horticultura*. Libro de Resúmenes: 69.
- [36]. Maddonni, M. (2012). Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina-a probabilist. *Theor Appl Climatol*. 107:325–345.
- [37]. Micca Ramírez, 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: 3º Congreso Argentino de Fitopatología*. ISBN 978-987-24373-1-2. Libro de resúmenes: 276.
- [38]. Micca Ramírez, M.V.; Andrada, N.R.; Larrusse, A.S. (2015). 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)*.
- [39]. Mora Aguilera, G. 2012. *Curso Internacional de Epidemiología Vegetal*. Universidad de San Carlos Guatemala. 68 pp.
- [40]. Otegui M.E.; Bonhomme, R. (1998). Grain yield components in maize. I. Ear growth and kernel set. *Field Crops Res.*, 56:247-256.
- [41]. 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/script-tmp-aspectos\\_fitosanitarios\\_maiz\\_siembra\\_tardia\\_camp2011\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos_fitosanitarios_maiz_siembra_tardia_camp2011_.pdf)
- [42]. Parisi, L.; Couretot, L. (2014). *Evaluación de enfermedades foliares de híbridos comerciales. Siembra tardía. Campaña 2013/14*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos\\_fitosanitarios\\_maiz\\_siembra\\_tardia\\_camp2014\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos_fitosanitarios_maiz_siembra_tardia_camp2014_.pdf)
- [43]. Parisi, L.; Couretot, L.A.; Ferraguti, F.; Magnone, G.; Gatti, N.; Gonzáles, M.P. (2015). Primer reporte de *Puccinia polysora* en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe. Campaña 2014/2015. *Pres. en XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Libro de resúmenes: 121.
- [44]. Parisi, L.; Couretot, L.; Magnone G., Gatti, N. (2015). *Detecciones de Roya Polysora, Mancha Ocular y Cercosporiosis en estadios avanzados en maíces tardíos y de segunda en el norte de la provincia de Buenos Aires. Campaña 2014/15*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos\\_fitosanitarios\\_maiz\\_siembra\\_tardia\\_camp2015\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos_fitosanitarios_maiz_siembra_tardia_camp2015_.pdf).
- [45]. Parisi, L.; Couretot, L.; Magnone, G.; Beribe, M. J.; Gatti, N. (2015). Control de enfermedades foliares en maíz tardío con una mezcla de triazol + estrobilurina sobre cinco híbridos comerciales de diferente perfil sanitario. Campaña 2013/14. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en siembra directa*. Recuperado de: [http://Try-Issuu: Digital Marketing | Join Today ryissuu?utm\\_medium=referral&utm\\_source=www.aapresid.org.ar](http://Try-Issuu: Digital Marketing | Join Today ryissuu?utm_medium=referral&utm_source=www.aapresid.org.ar).
- [46]. Parisi, L.; Couretot, L.; Sillón, M.; Magliano Sillón, M.F. y Villar, J. (2013). Panorama Sanitario del cultivo de maíz en norte de Buenos Aires y centro de Santa Fe, Ciclo de cultivo 2012/2013. *Pres. en: 3º Congreso Argentino de Fitopatología*. ISBN 978-987-24373-1-2. Resúmenes: 403.
- [47]. Passioura, J.B., 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regul.* 20, 79-83.

- [48]. Peña Zubiate, C.A.; d'Hiriart, A. (2006). *Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja San Luis. Provincia de San Luis. Escala 1:100 000. INTA Centro Regional La Pampa - San Luis y Ministerio del Campo del Gobierno de la Provincia de San Luis*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-carta\\_de\\_suelos\\_hoja\\_san\\_luis.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-carta_de_suelos_hoja_san_luis.pdf).
- [49]. Peterson, R.F.; Campbell, A.B. and Hannah, A.E. (1948). A diagrammatic scale of estimating rust intensity on leaves and items of cereals. *Can. J. Res. Sect. c* 26: 496-500.
- [50]. Rodríguez, M.E.; Micca, M.V.; Andrada, N.R. y Larrusse, A.S. *ex aequo*. (2015). 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). 12 pp.
- [51]. Rosetti, L.; Lozano Coronel, A. (2019). Evaluación de híbridos de maíz en fechas de siembra temprana y tardía en INTA Rafaela durante la campaña 2018/19. Información técnica de cultivos de verano Campaña 2019 *Publicación Miscelánea Año VII. N° 3*. ISSN (en línea): 2314-3126: Recuperado en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_rafaela\\_publicacion\\_cultivos\\_verano\\_2019.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_rafaela_publicacion_cultivos_verano_2019.pdf)
- [52]. Schlie, G.; Roseti, L.; Zuil, S. (2019). Perfil sanitario de maíz temprano y tardío en Rafaela. Campaña 2018/19. Información técnica de cultivos de verano *Publicación Miscelánea Año VII. N° 3* ISSN 2314-3126 INTA - Centro Regional Santa Fe. EEA Rafaela Área Producción Vegetal. Recuperado en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc\\_online/INTA\\_Rafaela\\_Publicacion\\_cultivos\\_VERANO\\_2019.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc_online/INTA_Rafaela_Publicacion_cultivos_VERANO_2019.pdf)
- [53]. Sillón, M.R.; Couretot, L.; Sánchez, M.; Peralta, R. (2009). Propuesta metodológica para estimar a campo severidad de roya común de maíz: la regla de espacios. *Pres. en: XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. cd: pv 085.
- [54]. Sillón, M.R.; Magliano, M.F.; Gally, T.; Litardo, C.; Yabar, M.; Maumary, R.; Favaro, M.A.; Valetto, L.; Martinotti, J.; Sobrero, L.; Nocenti, D.; Baiz, P.; Boretto, G. (2015). Epidemiología e importancia de patógenos que afectan al cultivo de maíz (*Zea mays*) en el centro de Santa Fe. Período-2010/2015. *Pres en: XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Libro de resúmenes: p.142.
- [55]. Sillón, M.R.; Mandrile, M.D.; Albrecht, J.; Fontanetto, H.; Marinone, D.; Paravano, A. (2009). Diagnóstico y cuantificación de enfermedades fúngicas en híbridos de maíz durante el ciclo agrícola 2008/2009. *Pres. en: XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. cd: e097.
- [56]. Sinclair, T.R.; De Wit, C.T. (1975). Comparative analysis of photosynthate and nitrogen requirements in the production of seeds by various crops. *Science* 18, 565-567.
- [57]. Ventimiglia, L.; Torrens Baudrix, L. (2015). *Aplicación de fungicidas en Maíz: Efecto del genotipo, momento e intensidad de aplicación*. Recuperado en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_9\\_de\\_julio\\_aplicacin\\_de\\_fungicida\\_en\\_maz\\_efecto\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_9_de_julio_aplicacin_de_fungicida_en_maz_efecto_.pdf)
- [58]. White, DG.; Munkvold, G.P. (2016). *Compendium of Corn Diseases*, Fourth Edition. ISBN:978-0-89054-494-5. <https://doi.org/10.1094/9780890544945>. 78 pp.