

**EVALUACIÓN Y CONTROL SITIO ESPECÍFICO DE
ENFERMEDADES FOLIARES DEL MAÍZ**

HIRSCHFELDT, Mariano Adrian

LLANOS, Matías Iván

Ing. Agr. Mg. CORRÓ MOLAS, Andrés

Ing. Agr. PhD. PÉREZ FERNÁNDEZ, Jesús

Ingeniería Agronómica

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa

2014

ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	8
Hipótesis.....	8
Metodología.....	9
Análisis estadístico.....	11
Resultados.....	11
Conclusiones.....	18
Agradecimientos.....	18
Bibliografía.....	19
Anexos.....	22

RESUMEN

La evaluación y el control de las enfermedades foliares del maíz, entre las que se destaca la Roya Común (*Puccinia sorghi*), resultan de particular interés debido a que este cultivo es el tercero en importancia en La Pampa. Durante la campaña 2012-13 se realizaron experimentos de campo para cuantificar la presencia de enfermedades foliares y determinar las pérdidas de rendimiento de grano asociadas a las mismas en dos sitios de diferente productividad dentro del mismo lote (bajo y loma). Los sitios seleccionados presentaron diferente posición en el relieve y propiedades físico-químicas. El sitio loma presentó menor productividad en relación al sitio bajo. En cada sitio se realizaron dos tratamientos: 1) Testigo y 2) Aplicado con fungicida con un diseño aleatorizado de 12 repeticiones. El fungicida utilizado aplicado en dosis de $500 \text{ cm}^3\text{ha}^{-1}$ fue una mezcla de Azoxistrobin (20 %) + Cyproconazol (8%) con el agregado de $500 \text{ cm}^3\text{ha}^{-1}$ de Aceite mineral parafínico (48,5 %). Se evaluó incidencia y severidad de enfermedades foliares en forma previa a la aplicación de fungicidas y a los 30 días posteriores. El fungicida se aplicó entre 8 hojas y panojamiento del cultivo. En la campaña 2012/2013, las condiciones ambientales fueron desfavorables para el desarrollo de enfermedades foliares. Para el cultivo de maíz de siembra tardía la RC estuvo presente con valores de severidad menores al 2 % mientras que el TF se presentó con valores de incidencia cercanos a 0. La roya común se presentó en niveles bajos, sin embargo, permitió encontrar diferencias entre ambientes y tratamientos. Los valores de incidencia y severidad foliar fueron mayores en el bajo respecto de la loma. A los 30 días de la aplicación, el tratamiento aplicado con fungicidas presentó niveles de incidencia foliar menores al testigo en ambos sitios. Sólo en el sitio loma el tratamiento con fungicida presentó niveles de severidad significativamente menores al testigo. No obstante, el rendimiento de grano, número de granos m^{-2} y peso de 1000 granos, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los sitios. Para el cultivar moderadamente susceptible utilizado, la severidad de RC observada no fue suficiente para detectar pérdidas de rendimientos significativas en sitios de diferente productividad. Estudios futuros deberían analizar el efecto sitio específico de enfermedades foliares en distintas condiciones ambientales. Una mayor presencia de RC en el bajo alentaría el uso de tratamientos de control químico de enfermedades foliares del maíz sitio específicos.

Palabras claves: *Puccinia sorghi*, severidad, incidencia, control químico.

ABSTRACT

The evaluation and control of foliar diseases of corn, caused by Common rust, *Puccinia sorghi*, result from particular interest because crop is the third in importance in La Pampa. During 2012-13 were conducted experiments to quantify the presence of the diseases and to determine reduction of yield grain associated in two sites of different productivity inside the same plot (lower and hill). The chosen places presented different position and physical-chemical properties. The hill soil plot presented less productivity as regards the lower place. In each plot two treatments were realized: 1) untreated and 2) a fungicide treatment arranged in a complete block design with 12 replicates for treatment. The fungicide was applied at a rate of $500 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ a mixture of Azoxistrobin (20 %) + Cyproconazol (8 %) with $500 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ of waxed mineral Oil (48,5 %). Diseases were assessed visually and incidence and severity estimated before the application of fungicides and 30 days later. The fungicide was applied at phenological growth of 8 leaf. During this experiment, the environmental conditions were unfavorable for diseases development. For a late sowing corn the *Puccinia sorghi* was recorded with severity less than 2 % while *Exserohilum turcicum* appeared with values of incidence near 0. Despite the low levels of common rust scored, it allowed to find differences between places and treatments. The values of incidence and severity of foliar disease were higher in the lower with regard to the hill. After 30 days, the treatment applied with fungicides presented lower disease incidence levels for the untreated the witness in both places. Only in the hill plot the fungicide treatment presented severity levels significantly lower to the untreated. Nevertheless, the grain yield, number of grains m^{-2} and weight of 1000 grains, were not significantly different between treatments for both places. For a moderately susceptible cultivar used in this experiment, the severity of *Puccinia sorghi* was not sufficient to detect significant losses of yields in places of different productivity. Future studies should analyze the effect specific site of foliar diseases in different environmental conditions. A higher disease severity of *Puccinia sorghi* in the lower plot would encourage the use of fungicide treatments to disease of a corn specific site crop.

Keywords: *Puccinia sorghi*, severity, incidence, fungicide control.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el tercer cultivo estival en importancia de acuerdo a la superficie sembrada en la provincia de La Pampa. En la campaña 2010/11 ocupó 245.200 ha mientras que la soja, girasol y sorgo abarcaron 336.300, 318.600 y 91.300 ha respectivamente (SAGPyA, 2012). Los rendimientos promedio en los departamentos del noreste de la Provincia de La Pampa son variables, con valores de 6.000, 5.000, 4.000, 3.200, 3.000 y 2.500 kg/ha en los departamentos Chapaleufú, Maracó, Quemú Quemú, Realicó, Conhelo, Trenel y Rancul respectivamente (SAGPyA, 2012).

El cultivo permite una amplia diversidad de usos entre los que se destacan la producción de granos para la venta, la confección de silaje de planta entera o grano húmedo, el pastoreo directo, el pastoreo diferido durante fines de otoño e invierno y la producción de biocombustibles.

Entre las enfermedades que afectan al cultivo en la región se destacan el Mal de Río Cuarto causado por el virus MRCV, la roya común (RC) producida por el hongo *Puccinia sorghi* Schwein y el tizón foliar (TF) causado por *Exserohilum turcicum* (Syn. *Helminthosporium turcicum*). Las dos últimas son consideradas enfermedades foliares (Anexo, foto 1).

De las enfermedades foliares, la RC es la mas importante endémica en la Argentina. Esta es causada por un parásito obligado que reduce la capacidad de fotosíntesis de la planta y deriva nutrientes para la multiplicación del hongo, produciendo una merma en el rendimiento de la semilla en la cosecha (Lindquist, 1982). Los 3 factores que determinan la severidad de una epidemia de la roya común en el maíz son: el nivel de resistencia de la

planta hospedadora, la cantidad de inóculo (uredosporas) y las condiciones ambientales para el desarrollo de la enfermedad.

Los síntomas de la enfermedad se manifiestan por la presencia de uredosoros con uredosporas. Es un patógeno policíclico con ciclos que se cumplen en aproximadamente 10 días. Durante las etapas finales del cultivo de maíz aparecen los teliosoros con teliosporas (Anexo, foto 2). Sobre *Oxalis spp.* se producen los estadios pínico y ecídico (Gonzalez et al, 2011; Lindquist, 1982). Las condiciones predisponentes para la enfermedad son humedad relativa cercana al 100 % y temperaturas entre 16 y 23 °C. (González, 2006). Períodos de 3 horas de mojado foliar son suficientes para la germinación de las esporas en condiciones de temperaturas óptimas (Mederick y Sackston, 1972). Esta enfermedad puede presentarse desde las primeras hojas nacidas pero alcanza su máxima expresión en las 4 semanas posteriores a la antesis. Este patógeno causa la disminución del área foliar verde, anticipa la maduración del cultivo y disminuye el peso del grano. En general, se estima una reducción de peso del grano de 3 a 8 % por cada 10 % del área foliar afectada (White, 1999). Pataky, (1987) encontró una merma del 6 % en el peso de la espiga por cada 10 % de severidad de RC. En cada año el cultivo se presenta con diferentes grados de severidad de acuerdo al comportamiento de los híbridos utilizados y las condiciones ambientales. El ambiente más predisponente se da cuando se combinan siembras tardías, escasez de lluvias, alta humedad relativa y temperaturas frescas (Carmona et al. 2009).

El TF es otra de las enfermedades foliares de importancia en el cultivo de maíz en la región semiárida pampeana. El progreso de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas moderadas y largos períodos de mojado foliar ocasionados por lluvias o rocío, condiciones que se presentan comúnmente en la región en forma coincidente con los estados reproductivos del maíz (De Souza, 2007 citado por Formento, 2010). Las primeras lesiones se detectan en

las hojas inferiores como pequeñísimas manchas oblongas, de color pajizo con halo húmedo, aisladas, desde etapas muy tempranas en el cultivo. Luego confluyen formando manchas extendidas, pardas o pardo oscuro, gris-verdosas de 2,5 a 25 cm de longitud, limitadas por un margen más o menos definido, oscuro marrón-rojizo, avanzando sobre las nervaduras (Anexo, foto 3). En ataques graves, la enfermedad avanza hasta la parte superior de la plantas, las hojas se deforman, marchitan y finalmente se secan, se rajan longitudinalmente y la planta muere, confundiendo los síntomas con el efecto de heladas o sequías extremas (Formento, 2010).

En siembras tardías, la ocurrencia del período post-floración se retrasa a los meses de febrero y marzo. En este período, Casagrande et al (2012) encontraron un incremento en la humedad relativa y disminución del déficit hídrico. Estas condiciones podrían incrementar la severidad de enfermedades foliares en relación a siembras tempranas.

Una medida de control económica y práctica para enfermedades foliares es la utilización de híbridos tolerantes o resistentes. Numerosos cultivares disponibles en el mercado han sido caracterizados por su susceptibilidad a RC y TF (Couretot et al. 2010, Sillón 2009, González 2006).

En el caso de cultivares susceptibles o ante el surgimiento de nuevos biotipos, la aplicación de fungicidas permite reducir las pérdidas asociadas a RC y TF. Los fungicidas más utilizados pertenecen a los grupos de las estrobilurinas, triazoles o sus mezclas (Carmona et al. 2011, Paul et al. 2011, Shah y Dillard, 2010, Formento, 2010). Los tratamientos con fungicida en los estados V8 a R1 son los que producen mejores resultados (Formento 2010, Sillón, 2009).

Las características edáficas pueden determinar diferencias en el crecimiento del canopeo que modifican el microclima dentro del cultivo. Mayores índices de área foliar

disminuyen la radiación que llega a los estratos inferiores del cultivo y podrían incrementar la duración del mojado foliar favoreciendo el desarrollo de RC y TF. La agricultura por ambientes puede contribuir a identificar sitios de mayor probabilidad de daño por enfermedades foliares. Permite geo-referenciar sitios de diferente productividad dentro de un campo a través del análisis con sistemas de información geográficos de la información generada con sensores remotos. Esta tecnología permite determinar áreas homogéneas que eventualmente se pueden constituir en unidades de manejo distintas. En la actualidad, la agricultura por ambientes ha avanzado en la región semiárida pampeana en el manejo de densidades y fertilización sitio específicas (Ghironi et al. 2012, Quiroga et al. 2006). Sin embargo, no se dispone de criterios de manejo de enfermedades por ambientes. La cuantificación de los niveles de severidad de enfermedades foliares y el daño asociado en cada ambiente del mismo lote constituyen el insumo inicial para determinar la factibilidad del control químico de enfermedades foliares sitio específico.

Los objetivos del trabajo son:

- Cuantificar la presencia de enfermedades foliares en dos sitios de diferente productividad dentro de un lote de producción de maíz.
- Determinar las pérdidas de rendimiento de grano asociadas a enfermedades foliares mediante la aplicación de fungicida, en dos sitios de diferente productividad dentro del mismo lote.

La hipótesis del trabajo es:

- Sitios de mayor productividad presentan mayor pérdida a causa de enfermedades foliares que sitios de bajo potencial productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En cercanías de la estación Trilí (departamento Maracó, provincia de La Pampa) se sembró, el 7 de diciembre del 2012, un lote de maíz con el híbrido Don Mario 2741 MGRR, caracterizado como moderadamente susceptible a RC y TF (Couretot et al. 2010). Se utilizó una densidad de 55000 semillas/ha. La fertilización se realizó a la siembra con 40 kg de Nitrocomplex (N:20-P:17-K:3-S:4-Mg:1) y 195 kg de Solmix (N:30 P:0 K:0 S:2,6) al estado de V2. En el mismo, se seleccionaron dos sitios de diferentes potenciales de acuerdo a su posición en el relieve (bajo y loma). El sitio identificado como “Bajo” (S 35°54’4014” / O 63°38’56.35”), de mayor productividad potencial, presentó suelos con mayor contenido en materia orgánica y fósforo disponible respecto del sitio identificado como “Loma” (S 35°54’16,06” / O 63°38’54,47”). A diferencia del ambiente Loma, en el Bajo se detectó la influencia de napa freática al alcance de las raíces (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los sitios evaluados.

Sitio	P disponible (ppm)	N total (%)	MO total (%)	MO total (tn/ha)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	IMO	Napa (cm)
Bajo	77,0	0,06	1,13	28,31	2,00	10,56	87,44	6,1	170
Loma	63,0	0,05	0,89	22,18	2,00	11,56	86,44	6,25	>300

P: fósforo; N: nitrógeno; MO: materia orgánica total ; IMO: cociente MO / (Arcilla+Limo)

En cada sitio se realizó un diseño completamente aleatorizado con 12 repeticiones. Las unidades experimentales constaron de siete surcos de 10 m de largo. Aquellas tratadas con el fungicida se aplicaron cuando la planta se encontraba entre los estados fenológicos de V8 – R1 (Ritchie et al. 1996), utilizando una mochila manual de dióxido de carbono a presión

constante. El fungicida utilizado estuvo compuesto por una mezcla de triazol y estrobilurina, registrado para el control de enfermedades de fin de ciclo en maíz. Los tratamientos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos aplicados en los sitios seleccionados.

Tratamiento	Producto formulado	Ingrediente activo y concentración (p/v)	Grupo químico fungicida	Dosis de producto formulado (cm³ * ha⁻¹)
Testigo	---	---	---	---
Tratado	Amistar Xtra + Nimbus	Azoxistrobin (20 %) - Cyproconazol (8%) + Aceite mineral parafínico (48,2 %)	Estrobilurina Triazol ---	500 + 500

Tres plantas de cada parcela fueron marcadas con una cinta para observar la evolución en el tiempo de las enfermedades presentes. La estimación de cada enfermedad se evaluó visualmente en cada hoja verde de la planta utilizando la escala propuesta por Peterson et al. (1948). Los resultados fueron expresados en valores de incidencia foliar y severidad foliar. La incidencia foliar se calculó como el porcentaje de hojas verdes que presentaron síntomas, mientras que la severidad estimó el porcentaje de área foliar de las hojas verdes cubierto por síntomas de la enfermedad.

La severidad se determinó en dos momentos. El primero en forma previa a la aplicación del fungicida y el siguiente a los 30 días posteriores a la misma. A madurez se cosechó una superficie de 2.6 m² por parcela y la trilla se realizó mediante una máquina estacionaria marca Forty. El producto de la trilla fue pesado y determinado su contenido de humedad mediante un higrómetro portátil Tesma Campo. Se determinó el peso de 1000 granos y se estimó el rendimiento en condiciones de humedad de recibo (14,5%).

Los valores de incidencia y severidad foliar, rendimiento, peso del mil granos y número de grano por metro cuadrado fueron analizados mediante un análisis de la varianza de una vía (ANDEVA).

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software INFOSTAT (Di Rienzo et al. 2011).

RESULTADOS

a) Condiciones ambientales y desarrollo de enfermedades

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron inferiores en un 33 % respecto de la media histórica de la zona para el período 1921-2012. (Tabla 3)

Tabla 3. Precipitaciones del período diciembre – marzo durante el ciclo del cultivo y promedio del período 1921-2012.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
2012-13 (Trilí)	124	0	49	77	250
1921-2012 (Gral. Pico)	93	86	87	110	376
Diferencia	31	-86	-38	-33	-126

Fuente: UEyDT INTA Gral Pico (inédito)

A partir de los 30 días luego de la siembra y hasta la madurez fisiológica las precipitaciones fueron escasas, con registros cercanos o menores a 10 mm a excepción de una lluvia que alcanzó los 25 mm.

En la figura 1 se observa la distribución de precipitaciones y humedad relativa en el período comprendido entre los 50 y 90 días post siembra. Este período representa los 40 días previos a

la evaluación final de enfermedades. Se destaca la escasa magnitud de las precipitaciones, y baja humedad relativa.

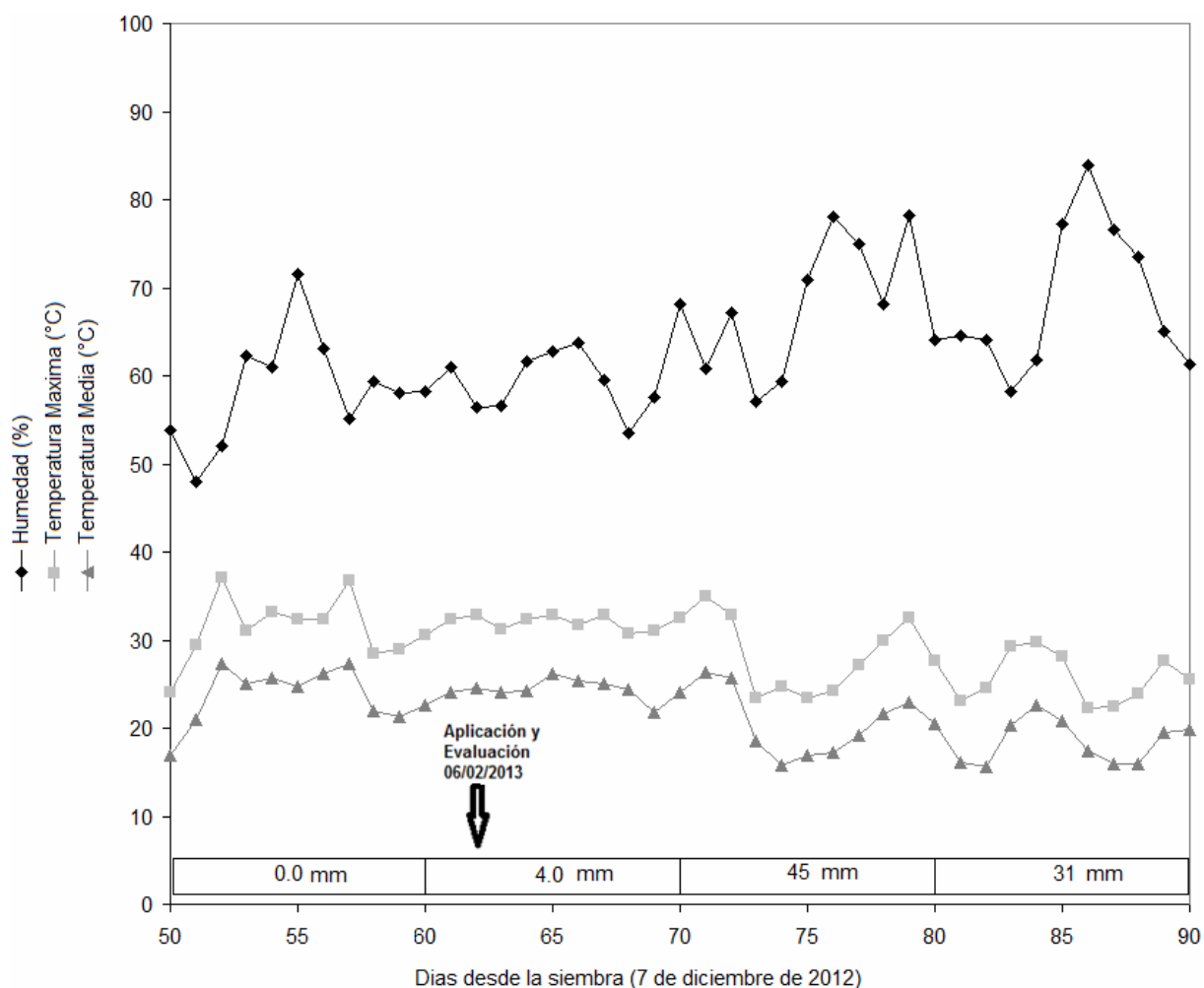


Figura 1. Temperaturas máximas, medias, humedad y sumatoria de precipitaciones cada 10 días en el período de 40 días previo a la evaluación final de enfermedades. La flecha indica momento de la primera evaluación de enfermedades y aplicación de fungicidas.

En el período comprendido entre las dos semanas previas y dos posteriores al tratamiento con fungicida las condiciones ambientales se caracterizaron por temperaturas elevadas, con valores máximos superiores a 30 °C y humedad relativa por debajo del 70 %. Las temperaturas medias observadas fueron superiores mientras que la humedad relativa resultó inferior a la óptima para el desarrollo de RC. Esto podría explicar los bajos niveles de

severidad RC y de TF, este último presenta mayores requerimientos de horas de mojado foliar para producir nuevas infecciones.

En el estado fenológico Vt, la enfermedad foliar más frecuente en las plantas evaluadas fue RC. El TF presentó en ese momento muy baja incidencia (datos no presentados).

Los valores registrados de incidencia foliar de RC al estado de Vt y a los 30 días siguientes en el testigo se presentan en la figura 2. Esta en el testigo fue mayor en el Bajo que en la Loma.

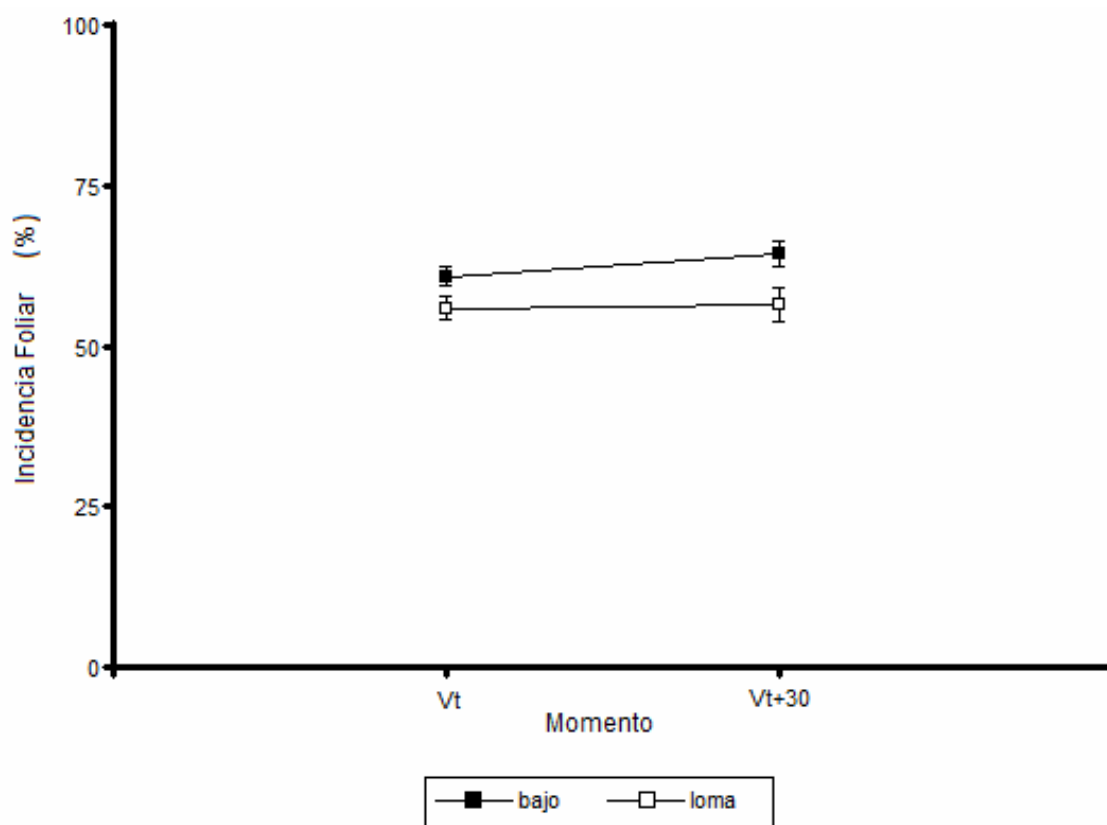


Figura 2. Incidencia foliar de roya común en el estado de Vt y a los 30 días (Vt+30) en el testigo en loma y bajo.

Los valores de severidad al momento de aplicación fueron bajos. En ambos sitios no superaron el 2%. (Figura 3). En forma similar a lo observado para la incidencia foliar, los valores de severidad en el Bajo resultaron superiores a la Loma.

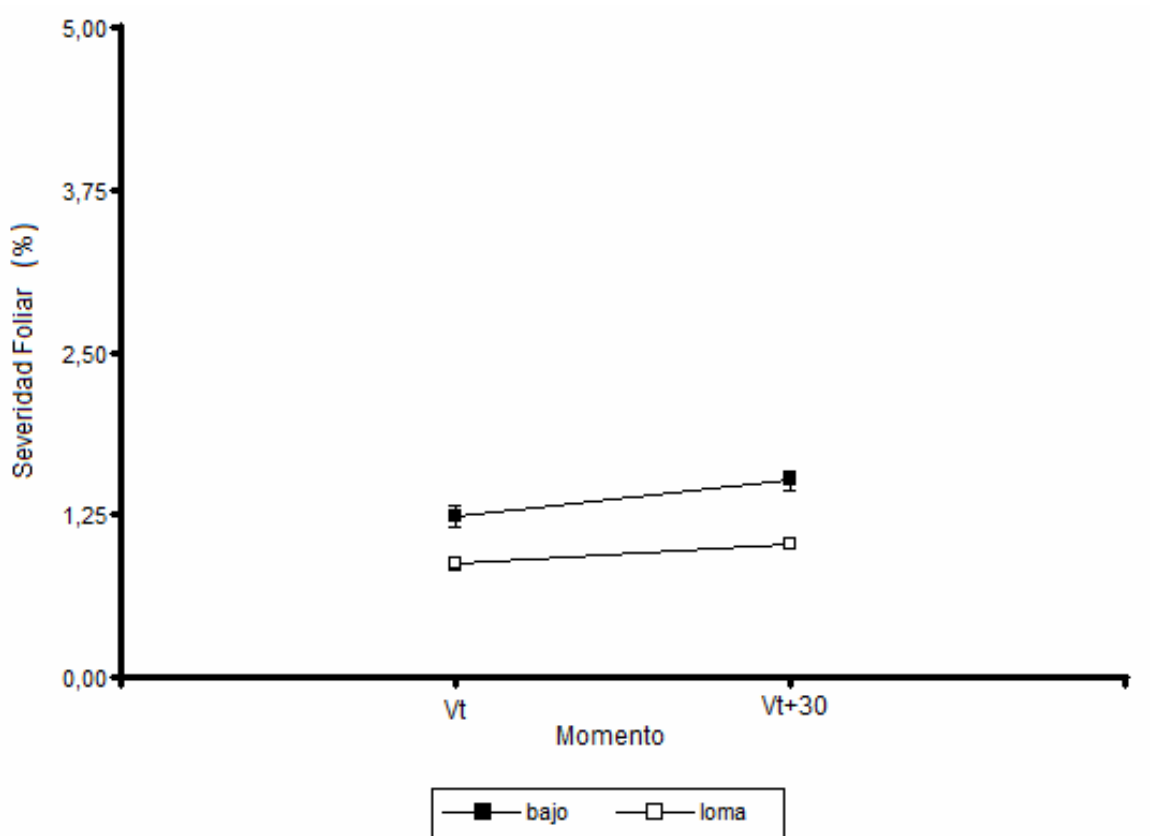


Figura 3. Severidad foliar de roya común al momento de aplicación (Vt) y a los 30 días (Vt+30) en el testigo en loma y bajo.

El carbón común del maíz presentó una incidencia de 2,6% de plantas afectadas en el Bajo, mientras que en la Loma la se redujo a la mitad.

No se observaron síntomas relacionados con el Mal de Río Cuarto.

b) Efecto del tratamiento con fungicidas en sitios de diferente potencial productivo

Si bien los niveles de incidencia y severidad en el bajo fueron levemente superiores a la loma, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos testigo y aplicado en cuanto al rendimiento ($P_{\text{Bajo}}= 0.6836$; $P_{\text{Loma}}= 0.7990$), peso de mil granos ($P_{\text{Bajo}}= 0.2611$; $P_{\text{Loma}}= 0.4988$) y en el número de granos por metro cuadrado ($P_{\text{Bajo}}= 0.5122$; $P_{\text{Loma}}= 0.8436$) en ambos sitios. Tabla 4. Los bajos niveles de severidad de enfermedades foliares registrados en relación a los mencionados por White (1999) y Pataky (1987) podrían explicar la ausencia de diferencias significativas en el rendimiento de grano entre tratamientos.

Tabla 4. Rendimiento, peso de mil granos y número de granos m^{-2} para bajo y loma.

Sitio	Tratamiento	Rendimiento ($kg \cdot ha^{-1}$)	Peso de mil granos (gr)	N° granos * m^{-2}
Bajo	Testigo	9606 a	322 a	2992 a
	Aplicado	9628 a	319 a	3020 a
Loma	Testigo	2750 a	291 a	952 a
	Aplicado	2686 a	287 a	934 a

Letras diferentes para el mismo sitio indican diferencias significativas de acuerdo al test DMS de Fisher ($p < 0.05$)

A los 30 días post aplicación el tratamiento con fungicida presentó niveles de incidencia foliar menores al testigo tanto en el bajo como en la loma ($p < 0,04$ y $p < 0,0001$ respectivamente, Figura 4).

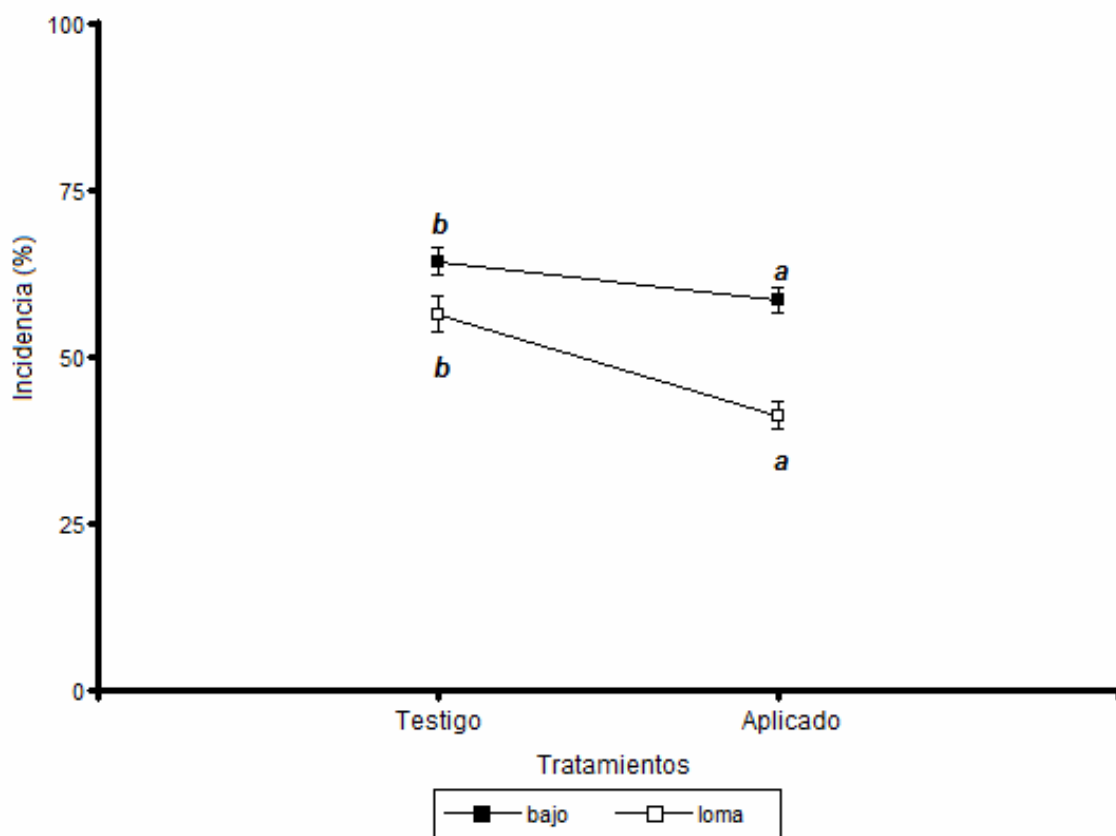


Figura 4. Incidencia foliar de Roya Común en tratamientos testigo y aplicado con fungicida a los 30 días post aplicación en dos sitios de diferente productividad. Letras distintas indican diferencias significativas para el mismo sitio de acuerdo al Test LSD de Fisher ($p < 0,05$)

En el Bajo, las diferencias de severidad entre tratamientos no fueron significativas ($p=0.2064$) mientras que en la loma, el tratamiento con fungicida presentó menor severidad de RC que el testigo ($p < 0.0074$, Figura 5).

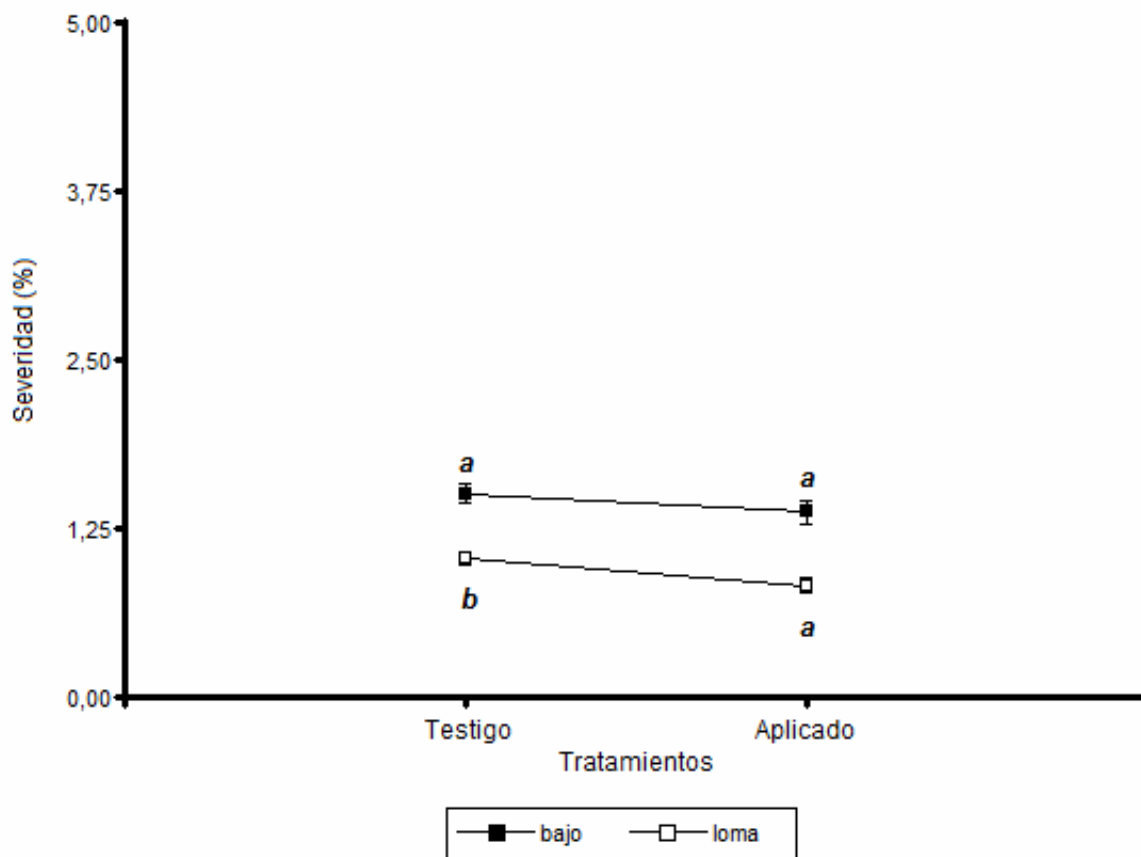


Figura 5. Severidad foliar de roya común en tratamiento testigo y aplicado con fungicida a los 30 días post aplicación, en dos sitios de diferente productividad. Letras distintas indican diferencias significativas para el mismo sitio de acuerdo al Test LSD de Fisher ($p < 0,05$)

CONCLUSIONES

Durante la campaña 2012/2013, las condiciones ambientales fueron desfavorables para el desarrollo de enfermedades foliares. Para el cultivo de maíz de siembra tardía la RC estuvo presente con valores de severidad menores al 2 % mientras que el TF se presentó con valores de incidencia cercanos a 0. En estas condiciones, el sitio bajo presentó niveles más elevados de RC que la loma. El uso de fungicidas permitió disminuir la incidencia de RC en ambos sitios y la severidad sólo en la loma.

Para el cultivar moderadamente susceptible utilizado, la severidad de RC observada no fue suficiente para detectar pérdidas de rendimientos significativas en sitios de diferente productividad.

Estudios futuros deberían analizar el efecto sitio específico de enfermedades foliares en distintas condiciones ambientales. Una mayor presencia de RC en el bajo alentaría el uso de tratamientos de control químico de enfermedades foliares del maíz sitio específicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Agrónomo Andrés Corro Molas, nuestro Director de Tesis, por su presencia incondicional, sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios, sugerencias y ayuda constante en la redacción durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ingeniero Agrónomo Jesús Pérez Fernández, nuestro Co-director de Tesis, por su paciente seguimiento y asistencia compartiendo su tiempo de manera generosa durante el desarrollo del presente trabajo.

A los Ingenieros Agrónomos Hugo Raúl Mirasson y Miguel Ángel Fernández por la lectura del manuscrito, las sugerencias y críticas constructivas para la corrección y finalización del trabajo.

Bibliografía

- 1) Carmona M.; Quiroga M.; Diaz C.; Fernandez P.; Sautua F. 2009. Control químico de la roya común del maíz (*Puccinia sorghi*): Criterio basado en el Umbral de Daño Económico (UDE). *Tropical Plant Pathology* 34:S120
- 2) Carmona, M., Sautua F., Quiroga M., Diaz C. y P. Fernández 2011. Umbral de daño económico (UDE) como herramienta de manejo para el control integrado de la roya común del maíz *Puccinia sorghi*. *Revista AAPRESID Maíz* 2011. PP 69-72.
- 3) Casagrande G.A., Deanna M.E., Farrell A., y F. Babinec. 2012. Estadísticas agroclimáticas de la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” Publicación Técnica N° 88. 46 pp.
- 4) Couretot, L., Ferraris G., Mousegne F. López de Sabando M., Magnone G. y H. Rosanigo. 2010. Comportamiento sanitario de híbridos de maíz en la zona norte de la provincia de Buenos Aires. EEA INTA Pergamino Proyecto Regional CRBAN.
- 5) Di Rienzo, J.A., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., Robledo, C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- 6) 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*). En Actualización técnica N° 2: Maíz, girasol y sorgo 2010. Estación Experimental Agropecuaria Paraná.
- 7) Ghironi E., Corró Molas A., Gili A. Hevia E. y H. Reinoso. 2012. Manejo sitio específico de densidades en los cultivos de girasol, maíz y sorgo en la región semiárida pampeana central. Capítulo 4 en Publicación técnica N° 90. Avances en la agricultura por sitios en la región semiárida pampeana central. PP 21-55.

- 8) González M. 2005. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campana 04/05). Revista Agromensajes N° 15. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- 9) González, M.P., G. Eyherabide y G.I. Laguna. 2011. Variabilidad de *Puccinia sorghi* en la zona maicera núcleo Argentina. Tropical Plant pathology Vol 36 (3) pp 195-199.
- 10) González, M.P. 2006. Roya del maíz en Argentina. Últimos avances. Para mejorar la producción N° 32. EEA INTA Oliveros. PP 114-115.
- 11) Lindquist, J.C. 1982. Royas de la República Argentina y zonas limítrofes. Colección Científica. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. INTA. Argentina. 574 pp.
- 12) Mederick F. M. and W.E. Sackston. 1972. Effects of temperature and duration of dew period on germination of rust urediniospores on corn leaves. Canadian Journal of Plant Science 52: 551-557.
- 13) Paul, P.A. , L.V. Madden, C.A. Bradley, A.E. Robertson, G.P. Munkvold, G. Shaner, K.A. Wise, D.K. Malvick, T.W. Allen, A. Grybauskas, P. Vincelli, and P. Esker .2011. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt.
- 14) Pataký J. K. 1987. Quantitative relations between sweet corn yield and common rust, *Puccinia sorghi*. Phytopathology 77:1066-1071.
- 15) Peterson, R.F., A.B. Campbell, and A.E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Can. J. Res., Sect. C 26:496-500.
- 16) Quiroga A., Ormeño O. y S. Rojas. 2006. Respuesta diferencial del cultivo de maíz ante diferentes tecnologías aplicadas en la zona semiárida. En Boletín de Divulgación Técnico N° 91. Ediciones INTA EEA Anguil. Pp 1-9.

- 17) Ritchie, S.W., J.J. Hanway, and G.O. Benson. 1996. How a corn plant develops. Iowa State Univ., Coop. Ext. Serv.,SR-48, Ames, IA.
- 18) SAGPyA 2012. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Nación. Estimaciones Agrícolas 2012.
- 19) Shah D.A. and Dillard H.R. 2010. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. *Plant diseases* 90:213-220.
- 20) Sillón, M. 2009. La roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). Gacetilla didáctica para Centinela. 3 pp.
- 21) White D.G. 1999. Compendium of corn diseases. APS Press Third edition. 128 pp.

Anexos

Síntomas de enfermedades en maíz

Foto 1: Detalle de síntomas de roya común (pústulas ubicadas por encima de la nervadura central) y Tizón Foliar (mancha de aspecto acuoso por debajo de la nervadura central) sobre la misma hoja.



Foto 2: Hojas mostrando pústulas con uredosporas (izquierda) y con teliosporas (derecha)



Foto 3: Detalle de mancha necrótica producida por *Exserohilum turcicum* (Tizón Foliar)



Foto 4: Síntomas producidos por el Virus del Mal de Rio IV: a) Enaciones en hoja. B) Enanismo en planta afectada rodeada de plantas con crecimiento normal.

a)



b)



Análisis de la varianza

Rendimiento 14.5 de grano

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo	Rendimiento 14.5	24	1,8E-04	0,00	9,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3042,25	1	3042,25	3,9E-03	0,9509
Tratamientos	3042,25	1	3042,25	3,9E-03	0,9509
Error	17269054,41	22	784957,02		
Total	17272096,66	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=750,11769

Error: 784957,0186 gl: 22

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1,00	9606,03	12	255,76 A
2,00	9628,54	12	255,76 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

P1000 Peso de mil granos

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo	P1000	24	0,01	0,00	4,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40,04	1	40,04	0,23	0,6392
Tratamientos	40,04	1	40,04	0,23	0,6392
Error	3897,92	22	177,18		
Total	3937,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,26968

Error: 177,1780 gl: 22

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2,00	319,17	12	3,84 A
1,00	321,75	12	3,84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

N° granos/m²

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo	N° granos/m ²	24	2,3E-03	0,00	10,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4724,97	1	4724,97	0,05	0,8248
Tratamientos	4724,97	1	4724,97	0,05	0,8248
Error	2070008,05	22	94091,28		
Total	2074733,03	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=259,70550

Error: 94091,2752 gl: 22

Tratamientos Medias n E.E.

1,00 2991,98 12 88,55 A

2,00 3020,05 12 88,55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento 14.5

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Loma	Rendimiento 14.5	24	3,0E-03	0,00	22,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24601,09	1	24601,09	0,07	0,7990
Tratamientos	24601,09	1	24601,09	0,07	0,7990
Error	8150426,89	22	370473,95		
Total	8175027,97	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=515,32986

Error: 370473,9494 gl: 22

Tratamientos Medias n E.E.

2,00 2686,36 12 175,71 A

1,00 2750,40 12 175,71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

P1000

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Loma	P1000	24	0,02	0,00	4,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	90,09	1	90,09	0,47	0,4988
Tratamientos	90,09	1	90,09	0,47	0,4988
Error	4191,15	22	190,51		
Total	4281,24	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,68588

Error: 190,5066 gl: 22

Tratamientos Medias n E.E.

2,00 287,42 12 3,98 A

1,00 291,29 12 3,98 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

N° granos/m²

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Loma	N° granos/m ²	24	1,8E-03	0,00	23,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1948,63	1	1948,63	0,04	0,8436
Tratamientos	1948,63	1	1948,63	0,04	0,8436
Error	1076101,69	22	48913,71		
Total	1078050,32	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=187,24998

Error: 48913,7133 gl: 22

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2,00	934,18	12	63,84 A
1,00	952,20	12	63,84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

Incidencia y severidad foliar pre-aplicación

Incidencia foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia foliar	48	0,14	0,12	10,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	285,19	1	285,19	7,44	0,0090
Ambiente	285,19	1	285,19	7,44	0,0090
Error	1763,29	46	38,33		
Total	2048,48	47			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,59761

Error: 38,3324 gl: 46

Ambiente Medias n E.E.

Loma 56,46 24 1,26 A

Bajo 61,33 24 1,26 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Severidad foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad foliar	48	0,32	0,31	21,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,10	1	1,10	21,92	<0,0001
Ambiente	1,10	1	1,10	21,92	<0,0001
Error	2,31	46	0,05		
Total	3,41	47			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,13024

Error: 0,0502 gl: 46

Ambiente Medias n E.E.

Loma 0,90 24 0,05 A

Bajo 1,20 24 0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Incidencia y severidad foliar post-aplicación

Incidencia foliar

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo	Incidencia foliar	24	0,17	0,13	10,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,38	1	198,38	4,37	0,0484
tratamientos	198,38	1	198,38	4,37	0,0484
Error	999,58	22	45,44		
Total	1197,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,70696

Error: 45,4356 gl: 22

tratamientos Medias n E.E.

2,00	58,58	12	1,95	A
1,00	64,33	12	1,95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Severidad foliar

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bajo	Severidad foliar	24	0,07	0,03	18,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,12	1	0,12	1,70	0,2064
tratamientos	0,12	1	0,12	1,70	0,2064
Error	1,54	22	0,07		
Total	1,66	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,22432

Error: 0,0702 gl: 22

tratamientos Medias n E.E.

2,00	1,37	12	0,08	A
1,00	1,51	12	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Incidencia foliar

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Loma	Incidenca foliar	24	0,49	0,47	16,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1395,38	1	1395,38	21,16	0,0001
tratamientos	1395,38	1	1395,38	21,16	0,0001
Error	1450,58	22	65,94		
Total	2845,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,87490

Error: 65,9356 gl: 22

tratamientos	Medias	n	E.E.
2,00	41,17	12	2,34 A
1,00	56,42	12	2,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Severidad foliar

Ambiente	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Loma	Severidad foliar	24	0,28	0,25	17,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,24	1	0,24	8,70	0,0074
tratamientos	0,24	1	0,24	8,70	0,0074
Error	0,60	22	0,03		
Total	0,84	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,14001

Error: 0,0273 gl: 22

tratamientos	Medias	n	E.E.
2,00	0,83	12	0,05 A
1,00	1,03	12	0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)