



“EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA FERTILIZACIÓN CON N Y P SOBRE EL DESARROLLO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA CENTRAL.”

Trabajo final de Graduación presentado para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo

**AUTORES:** GIMENEZ RICCI, Bautista; RIOS RODRIGUEZ, Remigio

**DIRECTOR:** Ing. Agr. (MSc) Andrea Figueruelo. Fitopatología. Fac. Agr. - UNLPam

**CODIRECTOR:** Ing. Agr. (MSc) Daniel O. Funaro. EEA INTA Anguil “G. Covas”

**EVALUADOR:** Ing. Agr. MSc. Miguel Angel Fernandez. Cereales y Oleaginosas. Fac. Agr. - UNLPam

**EVALUADOR:** Dr. Jesus, Perez Fernandez. Fitopatología. Fac. Agr. - UNLPam

FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA  
Santa Rosa (La Pampa) - Argentina (2018)

**INDICE**

1. RESUMEN.....	2
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCION.....	4
4. HIPOTESIS.....	12
5. OBJETIVO.....	12
6. MATERIALES Y METODOS.....	13
7. RESULTADOS .....	16
Condiciones del sitio y climáticas.....	16
Desarrollo de enfermedades.....	18
a)    Incidencia.....	18
b)    Severidad.....	19
i)    Roya Común del maíz.....	19
ii)   Tizón Foliar.....	22
c)    Índice de verdor.....	23
8. CONCLUSIONES.....	24
9. BIBLIOGRAFIA.....	25
10. ANEXO.....	29

## **RESUMEN**

Durante la campaña 2014-15 se evaluó el efecto de diferentes manejos en el cultivo de maíz sobre el desarrollo de enfermedades. Para lograr el objetivo se implantó un ensayo en condiciones de campo en micro parcelas experimentales en la E.E.A INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”. El híbrido seleccionado fue el DK 72-10. Las variables de manejo fueron 2 fechas de siembra (Octubre y Diciembre), 3 densidades de siembra (15.000 pl/ha, 30.000 pl/ha y 72.000 pl/ha) y 2 niveles de fertilización con Nitrógeno y Fósforo (0 Kg de FDA y 0 Kg de urea (Testigo) y 115 Kg de FDA y 320 Kg de urea. Se registró la incidencia foliar, incidencia individual y severidad de las enfermedades presentes en el estado de R3 (grano pastoso). Las escalas utilizadas en la evaluación de las enfermedades fue la propuesta por Peterson *et al.* (1948) como porcentaje de la hoja con síntoma. Las enfermedades observadas fueron la roya común del maíz *Puccinia sorghi* Schwein y el tizón foliar causado por *Exserohilum turcicum* (Syn.*Helminthosporium turcicum*). La incidencia y severidad de ambas enfermedades en la fecha de siembra temprana fueron muy bajas. La incidencia foliar e individual de roya común fue del 100 % para la segunda fecha de siembra en todos los tratamientos evaluados. Hubo interacción altamente significativa entre la fecha de siembra y la densidad y entre la fecha de siembra y la fertilización para la severidad de roya común. La mayor severidad se registró con densidades de siembra de 15.000 pl/ha y 30.000 pl/ha y alta fertilización.

**ABSTRACT:**

During the 2014-15 campaign, the effect of different management options on the development of diseases in corn crop was evaluated. An experimental test was implanted in micro experimental plots in the E.E.A INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". The hybrid selected was DK 72-10. The management variables were 2 different sowing dates (October and December), 3 sowing densities (15,000 pl/ha, 30,000 pl/ha and 72,000 pl/ha), and 2 levels of Nitrogen and Phosphorus fertilization (0 Kg of FDA/0 Kg of urea- Control) and 115 Kg of FDA/320 Kg of urea. The leaf incidence, individual incidence and severity of the diseases in the R3 state (pasty grain) were recorded. The scales used in the evaluation of the diseases were those proposed by Peterson et al. (1948) as a percentage of leaf with symptoms. The diseases observed were the common rust of corn *Puccinia sorghi* Schwein and leaf blight caused by *Exserohilum turcicum* (Syn. *Helminthosporium turcicum*). Incidence and severity of both diseases on early planting dates were very low. Foliar and individual incidence of common rust was 100% for the second sowing date in all the treatments. There was a highly significant interaction between the sowing date and density, and between the sowing date and fertilization for the severity of common rust. The highest severity was registered with planting densities of 15,000 pl/ha and 30,000 pl/ha and high levels of fertilization.

## **INTRODUCCIÓN:**

El maíz, *Zea mays* L., tiene su origen en México, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y es el cereal más ampliamente distribuido a nivel mundial. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu *Maydeas* y es la única especie cultivada de este género. Es una gramínea anual, que se caracteriza por tener la inflorescencia femenina (mazorca) y la masculina (panoja) separadas en la misma planta (diclino monoica). De polinización abierta (alógama), ésta ocurre con la diseminación del polen por el viento, desde la panoja a los estigmas (barbas) de la mazorca (Andrade *et al.*, 1.996).

En el año 2000 la producción total a nivel mundial de maíz ocupaba la tercera posición, detrás del arroz y del trigo. A partir de allí, fue en aumento hasta convertirse en el cereal de mayor producción mundial con 1060 millones de toneladas, representando un 40% del total de cereales, estimado para el año 2017 en 2642 millones, dejando muy por detrás al trigo y al arroz (FAO, 2017).

Los principales países productores a nivel mundial son Estados Unidos (36%), China (21%), Brasil (6%) y Argentina (3.5%), éstos producen dos tercios del maíz a nivel mundial (FAO, 2017).

Ningún otro cereal tiene un uso tan variado; casi todas las partes de la planta de maíz tienen valor económico. Su uso no solo redundará en la producción de alimentos sino también en la fabricación de papel, textiles, cerámicas, pinturas, jabones, industria farmacéutica entre otros (Aguirrezabal y Andrade, 1998).

En nuestro país en la campaña 2017 el principal destino del grano de maíz fue para producción de carne con un 82 % del total de toneladas producidas estimadas en 17.312.000.

El consumo humano se situó en 1.200.000 tn. y la producción de biocombustible en 1.640.000 tn (Secretaría de Mercados Agroindustriales, 2017).

El área de siembra en la Argentina en la campaña 2015/16 fue de aproximadamente 6.9 millones de has. Las provincias de Córdoba y Buenos Aires poseen un poco más del 50% de esta superficie, secundadas por Santa Fe, Santiago del Estero y La Pampa, conformando entre todas el 80%. El rinde promedio nacional de los últimos 10 años es de 6.697 Kg/ha (Ministerio agroindustria, 2017).

En la Provincia de La Pampa el maíz para grano es el tercer cultivo de verano en orden de importancia de acuerdo a la superficie sembrada detrás de la soja y girasol. En los departamentos de Chapaleufù, Maracó y Quemú Quemú se obtiene el 46% de la producción Provincial. El rendimiento promedio en los departamentos del noreste de la Provincia de La Pampa es variable, con valores de 6.800, 6.200, 5.500, 4.300, 4.000 y 3.600 kg/ha en los departamentos Chapaleufú, Maracó, Quemú Quemú, Realicó, Catriló, y Conhelo respectivamente (Ministerio de Agroindustria, 2017).

El cultivo de maíz tiene requerimientos variables de agua en diferentes etapas de su ciclo de vida, incrementándose progresivamente desde la emergencia, para llegar al máximo de necesidades diarias durante el período crítico (20 días previos a floración y primeros 10 días de llenado de granos), de ahí en adelante van decreciendo gradualmente (Nicosia y Martin, 1998). En la región semiárida pampeana el componente más importante de las condiciones ambientales que limita la productividad de los cultivos es la disponibilidad de agua. No obstante, en los cultivos estivales se presentan con frecuencia situaciones de altas temperaturas que también afectan la productividad de los mismos. La combinación de estrés hídrico y térmico produce

efectos más severos sobre el rendimiento que cuando se presentan en forma individual (Corró Molas, 2012).

El crecimiento del maíz está directamente relacionado con la capacidad del canopeo para capturar la luz solar incidente, la cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (Cirilo, 2002).

La disponibilidad de recursos modifica marcadamente la respuesta a la densidad en maíz. En buenos ambientes, los mayores rendimientos de maíz se obtienen con elevadas densidades debido a la escasa plasticidad que muestra la planta en bajas densidades. En cambio, en condiciones de baja oferta ambiental, la densidad de plantas es sensiblemente menor. A densidades altas, la tasa de crecimiento por planta alrededor de floración es baja cuando los recursos son limitantes y, por ende, la proporción de individuos dentro del cultivo que sufre aborto de espigas y de granos puede ser alta. Esta situación puede ser prevenida con el uso de una menor densidad de plantas que aumente la disponibilidad de recursos por individuo y, por lo tanto, el número de granos fijados (Vega y Andrade, 2002).

La elección de la densidad de plantas es clave para optimizar la productividad de los sistemas agrícolas, en especial cuando la disponibilidad hídrica es escasa para el desarrollo del mismo. Ésta, depende de las condiciones ambientales (disponibilidad hídrica), del manejo (fecha de siembra) y de las particularidades fisiológicas de la especie o el fenotipo (Vega y Andrade, 2002).

La oferta de nutrientes favorece el desarrollo del cultivo, siendo conocido que la escasez de nitrógeno produce una disminución en la expansión foliar y la eficiencia fotosintética (Andrade *et al.*, 2002).

Según ensayos realizados en la planicie medanosa norte de La Pampa, la fertilización incrementó los rendimientos frente al testigo en 3.371, 1.023 y 1.585 kg/ha para las campañas 2011/12, 2013/14 y 2014/15, respectivamente (Ghironi *et al.*, 2015).

La siembra tardía de maíz en la Región Semiárida Pampeana Central (RSPC) ha tenido en los últimos años una fuerte elección por parte de los productores. Esto es debido a una mayor estabilidad en el rendimiento, mejor aprovechamiento del agua y el escape a las altas temperaturas y déficit hídrico en el periodo crítico el cual se ubica desde 20 días anteriores a panojamiento y 10 días posteriores.

Las enfermedades en los cultivos forman parte, junto con la presencia de malezas y plagas, del conjunto de adversidades bióticas responsables de importantes mermas en el rendimiento de grano. Estas mermas resultan de la interferencia que las enfermedades producen sobre los diferentes procesos conducentes a la producción y partición de biomasa en el cultivo (Windauer *et al.*, 2003).

Las enfermedades más importantes que afectan el maíz en la RSPC por su incidencia y severidad son: el Mal de Río Cuarto causado por el virus MRCV, la roya común (RC) *Puccinia sorghi* Schwein, el tizón foliar (TF) causado por *Exserohilum turcicum* (Syn. *Helminthosporium turcicum*) y el carbón del maíz (CM) *Ustilago maydis*.

La RC del maíz es una enfermedad endémica de la zona maicera núcleo argentina que se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presentes y de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo (Gonzalez, 2005b). Los síntomas diagnósticos en cualquier tejido verde de la planta son las pústulas uredosóricas, alargadas, de color herrumbroso oscuro con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas sobre el centro de las hojas (Anexo, foto 1). Las uredosporas



esporulan en ambas caras de la hoja siete días luego de la infección. Los teliosoros con teliosporas oscuras, casi negras (Anexo, foto 2), se observan al final del ciclo del cultivo (González, 2005a y 2005b. Lindquist, 1982, White, 1999). El agente causal de la RC, es un hongo heteroico, es decir que, para realizar su ciclo completo necesita parasitar a un hospedante alternativo. Así se cumplen dos estadios de *P. sorghi* sobre maíz y tres en el hospedante alternativo, que en este caso son plantas del género *Oxalis spp* (Presello *et al.*, 2007). Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la enfermedad se sitúan entre 16°C - 25°C con una óptima de 17°C y humedad relativa superior al 95% (White, 1999). El ambiente más predisponente se da cuando se combinan siembras tardías, escasez de lluvias, alta humedad relativa y temperaturas frescas (Carmona *et al.* 2009).

La severidad de esta enfermedad se evalúa a través del porcentaje de área foliar afectada. Para ello se utiliza la escala visual para roya anaranjada de la hoja de trigo (Peterson *et al.*, 1948).

Esta enfermedad reduce los rendimientos en híbridos susceptibles y moderadamente susceptibles. La reducción de los rendimientos se produce no solo por disminución del área fotosintéticamente activa, sino por la competencia por fotoasimilados entre dos destinos constituidos por los granos en el momento de llenado y las pústulas que generan esporas (Presello *et al.*, 2007). White (1999) reportó que un nivel de severidad de 10% ocasiona reducciones de hasta 8% en el peso del grano.

En siembras tardías realizadas en la EEA Pergamino en la campaña 2010/11, el 50% de los híbridos presentaron valores inferiores al 5% de severidad de roya común y el 47% de los híbridos alcanzaron valores entre 5-10%. En la campaña 2011/12, en Colón (Pcia de Bs As), con maíces sembrados en septiembre, el 57% de los híbridos no superaron el 5% de severidad. Mientras que en el mismo sitio en las campaña 2009/10 y 10/11 los máximos valores de

severidad de roya común fueron de 25 % y 20% respectivamente (Couretot *et al.*, 2010, Ferraris y Couretot, 2011).

El uso de híbridos resistentes es una de las herramientas para el manejo de roya común del maíz, pero para aquellos híbridos que se destacan por su potencial de rendimiento y son susceptibles, la aplicación de fungicidas foliares se transforma en una alternativa válida para reducir las pérdidas de rendimiento causadas por esta enfermedad (Couretot, 2011).

El TF es otra de las enfermedades foliares de importancia en el cultivo de maíz en la RSPC. Este patógeno tiene una aparición epifítica esporádica y limitante del rendimiento, como ocurrió en el ciclo 2009/10 en todas las áreas maiceras de Argentina. El TF adquiere importancia en siembras realizadas en diciembre y enero, con presencia de rastrojo en superficie, con riego por aspersión o frecuentes e intensas precipitaciones durante los meses estivales (Formento, 2010). El progreso de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas moderadas y largos períodos de mojado foliar por lluvias o rocío, condiciones que se presentan comúnmente en Entre Ríos, coincidentes con los estados reproductivos del maíz (de Souza, 2007). Las condiciones predisponentes para este hongo son temperaturas entre 17 y 27 °C. El tiempo de mojado foliar que requiere para infectar al hospedante es térmicamente dependiente. A 25 °C, 1 hora de mojado foliar es suficiente para causar la infección y a esta temperatura solo requiere 14 horas de mojado foliar para esporular. En condiciones naturales, cuando las horas de mojado foliar de una noche no son suficientes para el desarrollo de los conidios las horas de rocío de las noches subsiguientes le permiten completar la formación de estos (Levy y Pataky, 1992).

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 planta, 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). El hongo sobrevive como micelio y conidios en el rastrojo, éstos últimos pueden permanecer en forma libre en el suelo y la enfermedad se disemina por el viento a grandes distancias (Formento y Vicentin, 2005).

El establecimiento de la enfermedad antes de la fecundación de los estigmas puede ocasionar pérdidas del rendimiento que oscilan entre el 30 y 50% y son mínimas si el clima es seco o la enfermedad ocurre unas 6 semanas después de la fecundación de los estigmas (Formento 2010).

Durante la campaña 2009/10 en ensayos comparativos de rendimiento (ECR) en la zona norte de Provincia de Buenos Aires y en lotes de producción de maíces de siembra tardía y de segunda, los altos niveles de TF permitieron caracterizar híbridos con diferente comportamiento. De los híbridos evaluados el 50 % alcanzó niveles de severidad entre 45-60 % mientras que el otro 50 % fueron bajos y moderados entre 5 a 25 % (Couretot, 2011). En la campaña 2011/12 en maíces de siembra tardía el 78 % de los cultivares presentaron severidades de TF iguales o menores a 4% y el 22% de los materiales fueron mayores (Parisi *et al.*, 2012).

En las últimas campañas se difundió en la región pampeana la práctica de implantar los maíces en fecha tardía. Este cambio modifica las condiciones ambientales que se producen durante el periodo crítico del cultivo. Para la región semiárida pampeana, las siembras tardías determinan condiciones de menor temperatura y radiación durante el periodo crítico del cultivo. Al mismo tiempo, para la mayoría de los años, menor déficit hídrico (Corró Molas, 2012). Los cambios en el sistema de producción de maíz, adoptados en la región como la siembra tardía,

la variación en la densidad de siembra y la fertilización impactan en el desarrollo de enfermedades que puede afectar el cultivo. Algunas prácticas de manejo pueden favorecer el desarrollo de ciertas enfermedades y en otras ser perjudiciales (Escande, 2002). Es necesario entender el efecto y la dinámica de las enfermedades presentes en la región bajo determinados manejos u adopción de tecnología para lograr un control adecuado de las mismas, tendiente a alcanzar buenos rendimientos con el menor impacto negativo en el agroecosistema.

**HIPÓTESIS:**

“Las condiciones ambientales que se desarrollan bajo un sistema de cultivo de maíz con siembras tardías, alta densidad y fertilización favorecen el desarrollo de enfermedades”

**OBJETIVO:**

Evaluar el efecto de diferentes medidas de manejo (fecha de siembra, densidad de siembra y dosis de fertilizante) en el cultivo de maíz sobre la incidencia y severidad de enfermedades que lo afectan.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar las enfermedades presentes en el cultivo de maíz.
- Determinar la dinámica de las enfermedades en el desarrollo del cultivo.
- Evaluar qué prácticas de manejos favorecen en mayor medida la presencia y dinámica de las enfermedades.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El ensayo se realizó en el campo experimental de la EEA Anguil “Ing. Agr. G. Covas”, ubicado en ruta nacional N° 5 Km 580, Anguil, Provincia de La Pampa durante la campaña 2014-2015.

Para cumplir con los objetivos correspondientes se realizaron 12 tratamientos en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones de 8 surcos y de un largo de 20 metros con una separación entre surcos de 0,52 m. El híbrido seleccionado fue DK 72-10 VT3P (Monsanto), las características de su perfil sanitario expresan que presenta un comportamiento moderado a RC del maíz y muy buen comportamiento a Mal de Río Cuarto y TF.

Las variables aplicadas en el manejo del cultivo fueron:

- 1- Fechas de siembra (2): una temprana (16 de octubre) y otra tardía (6 de diciembre).
- 2- Densidad de plantas (3): 15.000 plantas/ha, 30.000 plantas/ha y 72.000 plantas/ha para cada una de las fechas de siembra.
- 3- Fertilización en ambas fechas de siembra y en cada densidad, a saber (2):
  - 1)- Testigo sin fertilizar (0FDA/0UREA)
  - 2)- 115 Kg de FDA/320 Kg de urea (115FDA/320UREA)

La fertilización se realizó a la siembra con urea (46% de Nitrógeno) y fosfato diamónico (20% de Fósforo y 18% de Nitrógeno).

#### Variables del sitio y climáticas:

Se caracterizó el sitio edáficamente por espesor del suelo (ES, cm), análisis granulométrico: contenidos de arcilla, limo y arena determinados por el método Bouyoucus (1962). Durante el ciclo del cultivo se analizaron las variables de temperatura máxima y mínima diaria, precipitación y humedad relativa. Datos de la Estación Meteorológica EEA Anguil “G. Covas”.

#### Variables medidas en el cultivo:

Se registró la incidencia foliar (IF), incidencia por planta o individual (IP) y severidad de las enfermedades presentes en el estado de R3 (grano pastoso) (Ritchie y Hanway, 1982). La severidad en el caso de RC y TF se registró utilizando la escala propuesta por Peterson *et al.* (1948). La evaluación de severidad de la RC y TF se realizó en las hojas ubicadas desde espiga menos uno hacia el ápice en su totalidad sobre 5 plantas elegidas al azar por parcela por repetición. La incidencia por planta se calculó como el porcentaje de plantas con síntomas sobre el total de plantas evaluadas, la incidencia foliar se calculó como el porcentaje de hojas verdes que presentaron síntomas sobre el total de hojas por planta y la severidad se estimó como el porcentaje de área foliar de las hojas verdes cubierto por síntomas de la enfermedad. Los datos de severidad para el análisis estadístico fueron tomados solo de: la hoja de la espiga menos uno (por debajo), la hoja de la espiga y la hoja de espiga más uno (por encima).

Se determinó el índice de verdor en cada tratamiento sobre las mismas hojas evaluadas para enfermedades en la 2° FS en R3. En madurez fisiológica (R6) se procedió a la cosecha de las espigas en 3,12 m<sup>2</sup>. Se procedió al desgranado de las espigas y posterior pesaje de los granos, previa determinación de humedad utilizando el Tesma Tester, obteniendo el peso de mil granos y el peso hectolítrico corregido al 14,5 % de humedad.

Para el análisis estadístico y procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014). Se realizó el análisis estadístico mediante ANAVA, las diferencias entre las medias se analizaron mediante el test de Tukey al 5 %.

Los valores de incidencia de enfermedades fueron transformados mediante RAIZ ( $X+1$ ) para su análisis estadístico para cumplir con los supuestos de normalidad.



## **RESULTADOS**

### 1. Condiciones del sitio y climáticas:

El suelo donde se realizó el ensayo es un haplustol éntico con una textura franco-arenosa y los siguientes valores de fracciones granulométricas: arena 57%, limo 36% y arcilla 7%. El análisis químico del suelo arrojó un contenido de Materia Orgánica del 1,7% en los primeros 20 centímetros de suelo.

Las precipitaciones ocurridas hasta Octubre del año 2014 fueron de 605.3 mm con una buena distribución mensual por lo cual permitió iniciar la siembra del maíz en Octubre con un buen contenido de humedad en el suelo. Las precipitaciones ocurridas entre Diciembre de 2014 y Marzo de 2015 fueron inferiores la media histórica en la mayoría de los meses, solo siendo superior en el mes de Febrero de 2015 (Tabla 1).

Tabla 1. Precipitación media mensual histórica (1973-2016) y de 2014-2015 (en mm).

	Precipitaciones (mm)			
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Anguil (2014-2015)	19,1	37,8	110	38,5
Media Histórica (1973-2016)	96,2	98,3	92,3	107,3
Diferencia	-77,1	-60,5	17,7	-68,8

Fuente: Estación Meteorológica INTA Anguil "G. Covas".

La 1°FS de maíz tuvo muy pocos milímetros durante su etapa crítica y llenado de grano ya que la suma de milímetros ocurrida entre diciembre y enero no superó los 56,9 mm. La 2°

FS si bien sufrió esto durante su desarrollo vegetativo, fue favorecida por las lluvias abundantes del mes de febrero en su etapa crítica y comienzo de llenado de granos.

La HR (%) también fue mayor a partir de febrero influenciada por las mayores precipitaciones (Gráfico 1).

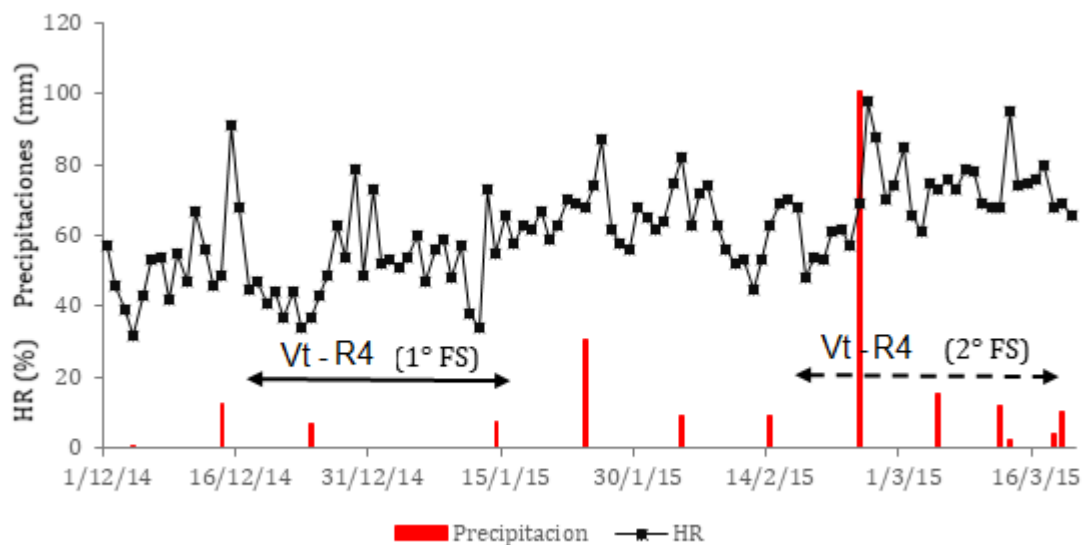


Gráfico 1. Precipitaciones (en mm) y Humedad Relativa (en %) para el periodo de cultivo evaluado. Estación Meteorológica INTA Anguil “G. Covas”. Vt-R4: periodo transcurrido entre panojamiento (Vt) y grano pastoso (R4) para cada FS.

Las temperaturas medias y máximas observadas durante el período de desarrollo del cultivo para ambas fechas de siembra se muestran en el Grafico 2.

Analizados los datos se observa que durante el periodo de floración y grano pastoso, solo se observaron 4 días con temperaturas medias inferiores a 20°C y solo 1 día con temperatura máxima menor a 25 °C para la 1° FS. En cambio para el mismo periodo de cultivo en la 2° FS los días con temperaturas medias menores a 20 °C fueron 9 y los días con temperaturas máximas menores a 25 °C fueron 2.

Si bien las temperaturas de febrero no fueron mucho más frescas que en enero se observan dos momentos con al menos 3 días continuos de temperaturas frescas. Estas variables junto con las precipitaciones y humedad relativa presentes en febrero se aproximan más a las condiciones predisponentes que aseguran la infección y el desarrollo de RC del maíz y TF.

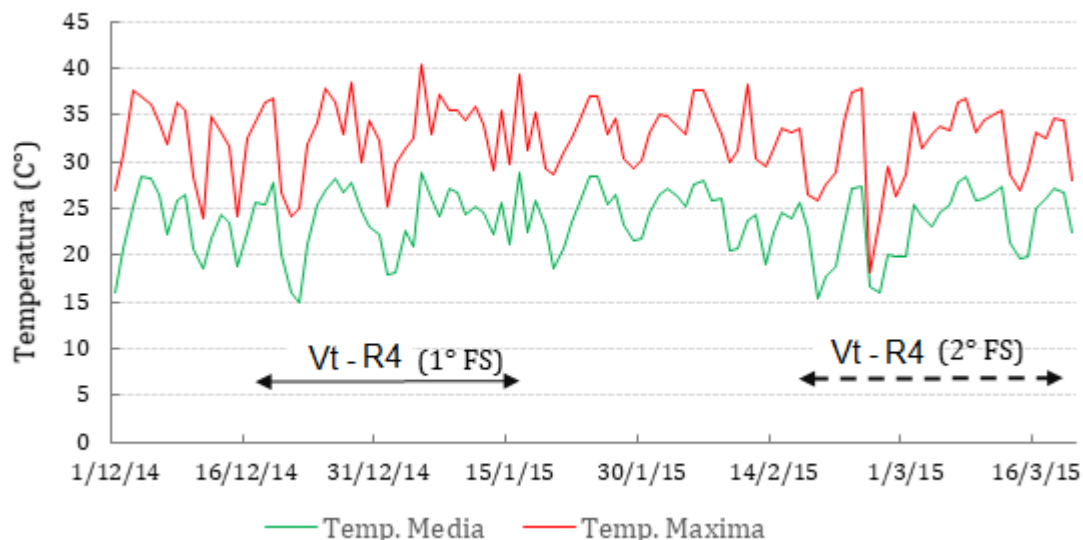


Gráfico 2. Temperatura medias y máximas diarias en grados centígrados (°C) para el periodo de cultivo evaluado. Estación Meteorológica INTA Anguil “G. Covas”. Vt-R4: transcurrido entre panojamiento y grano pastoso para cada FS.

## 2) Desarrollo de enfermedades:

Las enfermedades identificadas en el cultivo fueron la roya común del maíz (RC) producida por el hongo *Puccinia sorghi Schwein* y el tizón foliar (TF) causado por *Exserohilum turcicum* (Syn. *Helminthosporium turcicum*).

### a) Incidencia:

Los valores de incidencia foliar (IF) e individual o por planta (IP) para la RC y el TF en ambas fechas de siembra se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Incidencia foliar (IF) y por planta (IP) de roya común (RC) y tizón foliar (TF) para ambas fechas de siembras, densidades y fertilización evaluadas.

Tratamientos			tizón foliar (TF)		roya común (RC)	
			IF	IP	IF	IP
1° FS	15.000 pl/ha	0FDA/0UREA	0	0	28	28
		115FDA/320UREA	0	0	39	39
	30.000 pl/ha	0FDA/0UREA	0	0	33	100
		115FDA/320UREA	0	0	29	100
	72.000 pl/ha	0FDA/0UREA	0	0	32	93
		115FDA/320UREA	0	0	17	87
2° FS	15.000 pl/ha	0FDA/0UREA	3	27	100	100
		115FDA/320UREA	3	20	100	100
	30.000 pl/ha	0FDA/0UREA	2	13	100	100
		115FDA/320UREA	3	13	100	100
	72.000 pl/ha	0FDA/0UREA	0	0	100	100
		115FDA/320UREA	0	0	100	100

No se detectó TF en la 1° FS para ninguno de los tratamientos. Para la 2° FS la IF no superó el 3%, siendo nula en la densidad más alta en ambos niveles de fertilización. Los niveles de IP fueron mayores en la densidad más baja, disminuyendo en la densidad de 30.000 pl/ha.

La IF para RC en la 1° FS varió desde 17 a 39 %, siendo la IP para la densidad de 15.000 pl/ha menor a 39 % y en las demás densidades superando el 87 %. Se observa que la IF y la IP en RC para la 2° FS fueron del 100 % para todas las densidades y fertilizaciones evaluadas.

b) Severidad:

i) Roya común del maíz.

Los valores de severidad de RC del maíz para todos los tratamientos se muestran en el Gráfico 3. Se observaron valores de severidad en la 1° FS muy bajos, menores a 1 %. Para la 2° FS los valores aumentaron considerablemente con valores mínimos de 10,3 para el tratamiento de 72.000 pl/ha y 0FDA/0UREA y valores máximos de 17,1 para el tratamiento de 15.000 pl/ha y 115FDA/320UREA (Gráfico 3). El análisis estadístico para el modelo ajustado fue altamente significativo, con un  $R^2$  de 0,96 y un CV=11,85%. Se registró una interacción entre las variables FS\*DENSIDAD y FS\*FERTILIZACIÓN con un  $p < 0,01$ . Las diferencias de medias para cada interacción se ilustran en el Gráfico 4 y 5 respectivamente.

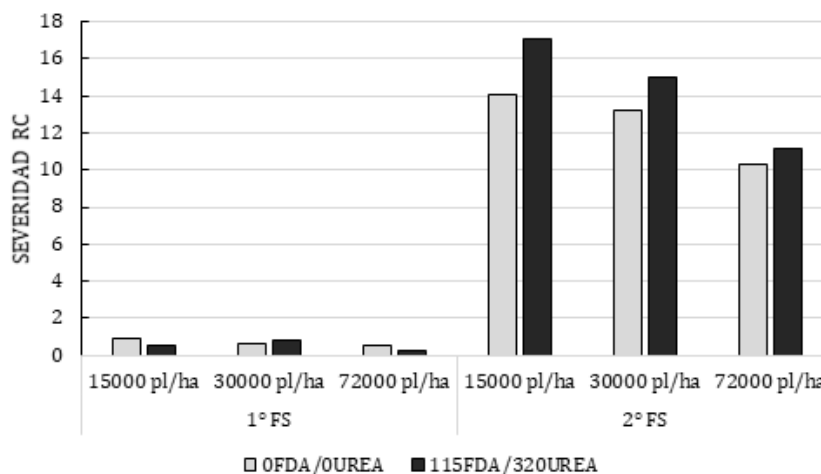


Gráfico 3. Severidad de RC para todos los tratamientos evaluados

En el Gráfico 4 se observa que la severidad de RC para las diferentes densidades se comportó distinta entre las dos FS. Se observó mayor S en la 2° FS para las densidades de 15.000 pl/ha y 30.000 pl/ha, no siendo significativamente diferente entre ellas pero si con respecto a la densidad de 72.000 pl/ha.

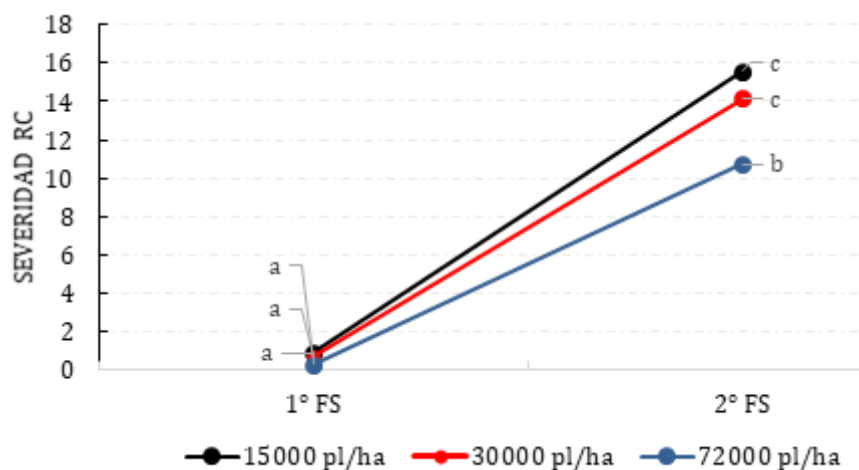


Gráfico 4. Severidad de RC para las diferentes densidades y fechas de siembra. Letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

En el Gráfico 5 se observa que la diferencia de severidad debido a las fertilizaciones varía según la fecha de siembra. En la 2° FS los valores de severidad para las dos fertilizaciones (0FDA/0UREA= 12.55 y de 115FDA/320UREA= 14.43) son significativamente diferentes.

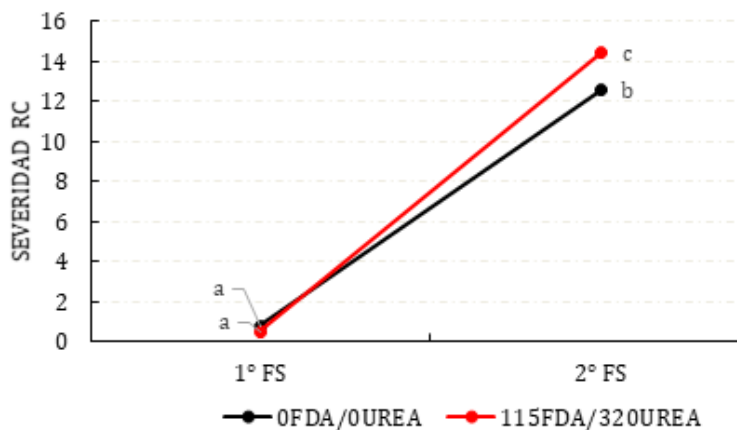


Gráfico 5. Severidad de RC para las diferentes fertilizaciones y fechas de siembra. Letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

## ii) Tizón Foliar:

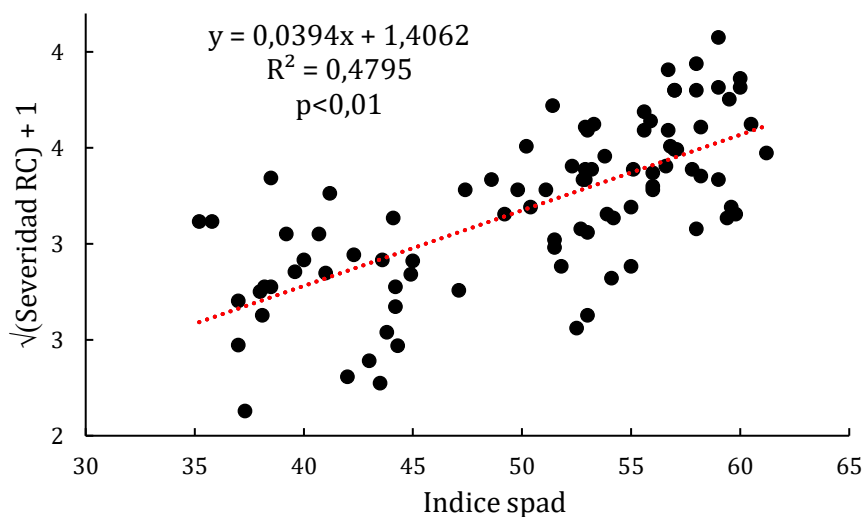
La severidad de TF en la 2° FS registró valores muy bajos y no hubo diferencia significativa estadística entre los tratamientos. Los valores se presentan en la [Tabla 3](#).

Tabla 3. Severidad de tizón foliar para los diferentes tratamientos.

15.000 pl/ha		30.000 pl/ha		72.000 pl/ha	
0FDA 0UREA	115FDA 320UREA	0FDA 0UREA	115FDA 320UREA	0FDA 0UREA	115FDA 320UREA
0,48	0,42	0,29	0,52	0	0

## C) Índice de verdor:

La relación entre el índice de verdor (Spad) y la severidad de RC para el conjunto de datos se presenta en el [Gráfico 6](#).



[Gráfico 6](#). Relación entre índice de verdor y severidad de RC.

El p valor para las variables relacionadas es altamente significativo ( $p < 0,01$ ) y un  $R^2$  de 0,48.

#### D) Rendimiento y Peso de mil granos

Si bien no se puede inferir el efecto de las enfermedades sobre el rendimiento y peso de mil granos (no fue el objetivo de este trabajo) al no tener un testigo sin enfermedad para todos los tratamiento, se presenta en la tabla 4 el rendimiento en Kg/ha y peso de 1000 granos para todos los tratamientos.

Tabla 4. Rendimiento (Kg/ha) y Peso de 1000 granos (gr) para los diferentes tratamientos

Densidad (pl/ha)	Fertilización (Kg FDA/UREA)	Rendimiento (Kg/ha)		Peso 1000 granos (gr)	
		1° FS	2° FS	1° FS	2° FS
15.000	0/0	6491,4	7899,8	348,2	313,0
15.000	0/0	5643,6	7725,1	299,5	259,3
15.000	0/0	5993,6	7350,7	293,8	292,5
15.000	115/320	7017,1	6639,4	307,1	299,8
15.000	115/320	6082,7	6686,2	297,3	264,7
15.000	115/320	6745,7	5953,0	285,4	308,6
30.000	0/0	8531,2	12227,3	270,0	279,1
30.000	0/0	8178,1	10536,2	330,7	329,3
30.000	0/0	7955,8	14005,7	289,8	273,5
30.000	115/320	7312,4	11765,5	293,0	331,2
30.000	115/320	8909,6	11160,2	290,3	280,7
30.000	115/320	8232,5	8352,2	262,9	263,4
72.000	0/0	9261,6	14177,3	274,8	265,1
72.000	0/0	9791,5	13874,6	249,2	335,3
72.000	0/0	7937,8	14779,4	226,2	263,5
72.000	115/320	12098,6	14336,4	244,3	300,7
72.000	115/320	7287,7	14826,2	238,5	304,5
72.000	115/320	9675,2	16907,3	307,5	283,0



## **CONCLUSIONES:**

Las condiciones climáticas durante la campaña 2014/15 en la fecha de siembra temprana fueron desfavorables para el desarrollo de enfermedades foliares. En el caso de la fecha de siembra tardía las condiciones ambientales generaron un mejor ambiente para el desarrollo de enfermedades. Con las condiciones dadas el planteo de baja densidad con fecha de siembra tardía y con aplicación de fertilizante presentó niveles más elevados de severidad de RC y TF con respecto a los demás tratamientos, por lo que no se pudo aceptar la hipótesis que proponía que: en la fecha tardía, con fertilización y en alta densidad tendría los mayores ataques de las enfermedades estudiadas.

En estudios futuros se debería investigar cual es la causa de una mayor severidad de RC a bajas densidades, si se debe a el efecto de las condiciones nutricionales o de microclima generado dentro del cultivo.

Consideramos que hubiera sido de gran valor obtener datos del efecto de las severidades evaluadas en los diferentes manejos sobre el rendimiento y peso de mil granos y deberá ser objeto de futuras investigaciones.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Aguirrezabal L. A. N. y Andrade F. H. 1998. Calidad de productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Unidad Integrada Balcarce. 315 pags.
- Andrade F. H., Echeverría H. E., Gonzalez N. S. y Uhart S. 2002. Requerimientos de nutrientes minerales. *En*: Andrade F. H. & Sadras V. O. (eds), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce. Cap 8. Pp. 211-238.
- Andrade, FH; A Cirilo; S Uhart & M Otegui. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa. EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires. 292 pp.
- Belmonte M. L., Casagrande G., Deanna M. E., Olguin Páez R., Farrell A., Babinec F. 2016. Estadísticas agroclimáticas de la EEA Anguil “Guillermo Covas” Período 1973-2016. Ediciones INTA. 58 pp
- 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.
- Cirilo A. G. 2002. “Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz”. *Revista idiaXXI*. Pag 128-133.
- Corró Molas A, Ghironi E. 2012. Avances de la agricultura por ambientes en la región semiárida pampeana. Publicación técnica N° 90. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 64 pp.

- Couretot, L. 2010. Principales enfermedades del cultivo de maíz en la zona Norte de la Prov. de Bs. As. Campaña 2009/10 Disponible en <http://www.inta.gov.ar/pergamino>.
- Couretot L., Ferraris G., Mousegne F., y Magnone, G. 2011. Principales enfermedades foliares del cultivo de maíz. Revista Maíz INTA Marcos Juarez 2011.
- de Souza J. 2007. Enfermedades del maíz en Entre Ríos. Actualización Técnica Maíz, Girasol y Sorgo. INTA EEA Paraná. Serie Extensión 44:80-85.
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2014. “Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina”. (<http://www.infostat.com.ar>)
- Escande A. 2002. Manejo de la sanidad. *En*: Andrade F. H. & Sadras V. O. (eds), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce. Cap 13. Pp. 377-411
- FAO, 2017 (<http://faostat3.fao.org>).
- Formento N. 2010. Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zae*). <http://inta.gob.ar/documentos/enfermedadesfoliares-reemergentes-del-cultivo-de-maiz-royas-puccinia-sorghiy-puccinia-polysoratizon-foliar-exserohilum-turcicum-y-mancha-ocular-kabatiella-zae/>
- Formento N., Vicentin G. 2005. Mancha ocular en maíz (*Aureobasidium zae* Syn. *Kabatiella*).  
[http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion\\_vegetal/maiz/enfermedades/20314\\_051026\\_manc.htm](http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/maiz/enfermedades/20314_051026_manc.htm)

- Ghironi, E.; Corró Molas, A. Gili. 2012. Manejo sitio-específico de densidades en los cultivos de girasol, maíz y sorgo en la región semiárida pampeana central. ISSN 0325-2132. Publicación técnica N° 90. Avances de la agricultura por ambientes en la región semiárida.pampeana. Cap. IV: Agosto, 2012.
- González, M. 2005a. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campaña 04/05). Rev. Agromensajes N°15. FCA-UNR.
- González, M. 2005b. Roya del maíz en Argentina. Últimos Avances. Conferencias. VIII Congreso Nacional de Maíz. p. 451. 16-18 de noviembre, Rosario-Santa Fe.
- Ministerio de Agroindustria. 2017. Estimaciones agrícolas. Series históricas. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>.
- Nicosia M. G., Martin. G. O. 1998. “Cultivos: Producción de Maiz” ([http://www.produccion.com.ar/1998/98oct\\_09.htm](http://www.produccion.com.ar/1998/98oct_09.htm)).
- Levy Y, and Pataky J.K. 1992. Epidemiology of Northern leaf blight on sweet corn. Phytoparasitica. Vol 20. Issue 1, pp 54-66.
- Lindquist, J. C. (1982). Royas de la República Argentina y zonas limítrofes. Colección Científica. Tomo XX, p.574.
- Parisi, L. y Couretot, L. 2012. Aspectos fitosanitarios y comportamiento de cultivares de maíz en siembras tardía. Campaña 2011/12. Actas de VII Jornada de Actualización Técnica de Maíz. Pergamino, 11 de Julio 2012.
- Peterson, R.F.; F.A. Campbell; A.E. Hannah. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian Journal Research 26: 496-500.
- Presello D.; Eyhéabide G.; Iglesias J.; Lorea R. D. Comportamiento de cultivares en Pergamino frente a enfermedades durante la campaña 2006/2007: Roya común del maíz

y Virus del Mal de Río Cuarto. II Jornadas de Actualización Técnica de Maíz – Pergamino 4 de Julio de 2007.

Ritchie, S. W. y J. J. Hanway. 1982. How a Corn Plant Develops. Iowa State University of Science and Technology. Coop. Ext. Serv. Ames, Iowa. Special Report No 48.

Secretaria de mercados agroindustriales. Ministerio de Agroindustria. 2017.

[https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/granos/archivos/Informes/calculoinicialdeConsumodeMaizenArgentina-Cosecha2016-17Julio02017.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/granos/archivos/Informes/calculoinicialdeConsumodeMaizenArgentina-Cosecha2016-17Julio02017.pdf)

Vega. C. R. C. & Andrade F. H. 2002. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. *En*: Andrade F. H. & Sadras V. O. (eds), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce. Cap 4. Pp 97-135

Windauer L., Gil A., Guglielmini A. y Benech-Arnold R. 2003. “Bases para el control y manejo de enfermedades en cultivo para granos. *en*: Produccion de granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomia. UBA. Cap 23. Pp. 653-681.

White, D. G. (1999) Compendium of Corn Diseases. 3rd edt. American Phytopathological Society Press, St Paul, MN.

## ANEXO

### TABLAS DE ANALISIS ESTADISTICO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIZ X+1 HE	180	0,96	0,96	11,85

#### Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	351,08	17	20,65	256,84	<0,0001
FS	342,79	1	342,79	4263,15	<0,0001
Densidad	3,39	2	1,69	21,07	<0,0001
Fert	0,67	1	0,67	8,36	0,0044
REP	0,03	2	0,02	0,21	0,8108
PLANTA	0,22	4	0,05	0,68	0,6095
FS*Densidad	2,94	2	1,47	18,28	<0,0001
FS*Fert	0,75	1	0,75	9,30	0,0027
Densidad*Fert	0,09	2	0,05	0,57	0,5651
FS*Densidad*Fert	0,20	2	0,10	1,24	0,2933
Error	13,03	162	0,08		
Total	364,11	179			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20905

Error: 0,0804 gl: 162

FS	Densidad	Medias	n	E.E.	
1,00	72000,00	1,00	30	0,05	A
1,00	30000,00	1,01	30	0,05	A
1,00	15000,00	1,02	30	0,05	A
2,00	72000,00	3,41	30	0,05	B
2,00	30000,00	3,87	30	0,05	C
2,00	15000,00	4,04	30	0,05	C

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15384

Error: 0,0804 gl: 162

FS	Fert	Medias	n	E.E.	
1,00	P115N320	1,01	45	0,04	A
1,00	P0N0	1,02	45	0,04	A
2,00	P0N0	3,65	45	0,04	B
2,00	P115N320	3,90	45	0,04	C

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

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
raiz x+1 sev	90	0,49	0,48	0,10	45,08	52,58

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	1,40	0,22	0,96	1,84	6,33	<0,0001		
Indice	0,04	4,3E-03	0,03	0,05	9,11	<0,0001	83,00	1,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,67	1	7,67	82,92	<0,0001
Indice	7,67	1	7,67	82,92	<0,0001
Error	8,13	88	0,09		
Total	15,80	89			

## SINTOMAS DE ENFERMEDADES EN MAIZ



Foto 1: roya común, hojas mostrando pústulas con uredosporas





Foto 2: roya común, hoja mostrando pústulas con teliosporas



Foto 3: Tizón Foliar, hoja mostrando mancha necrótica producida por *Exserohilum turcicum*