



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Práctica Profesional

PRÁCTICA PROFESIONAL EN AGRESTE S.A.

**“EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES FÚNGICAS EN
HÍBRIDOS DE MAÍZ BAJO DIFERENTES FECHAS DE
SIEMBRA”**

**Franco Vos
DNI N° 33.827.320**

Director: Ing. Agr. Mónica Alcalde

Tutor Externo: Ing. Agr. Gustavo Torre

**Río Cuarto - Córdoba
Noviembre 2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**“COMPORTAMIENTO FRENTE A LAS
ENFERMEDADES FÚNGICAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ
SEMBRADOS EN DIFERENTES FECHAS DE
SIEMBRA”**

**Franco Vos
DNI N° 33.827.320**

Director: Ing. Agr. Mónica Alcalde

Tutor Externo: Ing. Agr. Gustavo Torre

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
comisión evaluadora:**

Fecha de Presentación: ____/____/____

INDICE

1-INTRODUCCIÓN.....	1
2-HIPÓTESIS.....	12
3-OBJETIVOS.....	12
3.1-Objetivo general.....	12
3.2-Objetivos específicos.....	12
4-MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
5.1-Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo.....	14
5.2-Identificación y evaluación de la intensidad de las enfermedades presentes durante el ciclo del cultivo.....	16
5.2.1-Identificación de las enfermedades.....	16
5.2.2-Evaluación y cuantificación de las enfermedades en dos fechas de siembra sobre los diferentes híbridos de maíz	16
5.2.2.1-Evaluación de <i>Exserohilum turcicum</i> y comparación del comportamiento en cada híbrido en las dos fechas de siembra.....	16
5.2.2.2-Evaluación de <i>Puccinia sorghi</i> y comparación del comportamiento en cada híbrido en las dos fechas de siembra.....	20
5.3 - Cuantificación de los rendimientos según híbrido y fecha de siembra y resumen de la incidencia final de las enfermedades	24
6-CONCLUSIONES.....	26
7-BIBLIOGRAFÍA.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Síntomas en la base del tallo ocasionados por la “podredumbre basal del tallo” (<i>Fusarium verticilloides</i>).....	7
Figura 2: Síntomas producidos por <i>Puccinia sorghi</i>	8
Figura 3: Síntomas producidos por <i>Exserohilum turcicum</i> en hojas.....	9
Figura 4: Síntomas producidos por <i>Colletotrichum gramínicola</i> sobre las hojas.....	10
Figura 5: Síntomas producidos por <i>F. verticilloides</i> en la espiga.....	11
Figura 6: Síntomas producidos por <i>Ustilago maydis</i> en las espigas.....	11
Figura 7: Promedio histórico de precipitaciones (serie 1975-2011), temperaturas mensuales (serie 2004-2011), precipitaciones y temperaturas ocurridas durante el ciclo del cultivo, campaña 2011-2012 para la región de Las Perdices.....	15
Figura 8: Curva epidémica de <i>Exserohilum turcicum</i> para ambos híbridos en las dos fechas de siembra. Ciclo 2011-2012.	17
Figura 9: Valores de incidencia final (%) de tizón para ambos híbridos en la primer y segunda fecha de siembra.....	17
Figura 10: Curvas epidémicas de tizón en la primer fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitación ocurridos diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados.....	19
Figura 11: Curvas epidémicas de tizón en la segunda fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitación ocurridos diez días antes a la primera medición y entre los intervalos evaluados.....	20
Figura 12: Curva epidémica de <i>Puccinia sorghi</i> para ambos híbridos en las dos fechas de siembra. Ciclo 2011-2012.	21
Figura 13: Valores de incidencia final (%) de roya en ambos híbridos en la primer y segunda fecha de siembra.....	21
Figura 14: Curvas epidémicas de roya en la primer fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitación ocurridos diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados.....	23

Figura 15: Curvas epidémicas de roya en la segunda fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitación ocurridos diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados.....**24**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Radiación incidente ($Mj/m^2/día$) durante la campaña 2011-2012 medido del periodo Julio 2011 a Julio 2012 y la radiación recibida por el cultivo en ambas fechas de siembra	15
Tabla 2: Incidencia final (%) para tizón en ambos híbridos y en las dos fechas de siembra	18
Tabla 3: Incidencia final (%) para roya en ambos híbridos y en las dos fechas de siembra	22
Tabla 4: Valores de incidencia final de roya y tizón y el rendimiento estimado de ambos híbridos para la primer y segunda fecha de siembra.....	25

RESUMEN

El maíz es un cultivo de gran importancia a nivel mundial, empleándose en la alimentación humana y animal y también, en la industria como materia prima básica para la obtención de almidón, aceite, bebidas alcohólicas y edulcorantes y, desde hace poco tiempo, en la fabricación de biocombustibles. Diversos factores influyen en el rendimiento del cultivo, siendo la ocurrencia de enfermedades fúngicas una de las causas de mayores problemas para la región centro-sur de Córdoba, en la Republica Argentina. Por esa razón, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de las fechas de siembra y comportamiento de híbridos de maíz sobre la incidencia de las enfermedades fúngicas. El mismo se realizó durante la campaña 2011-2012 en Las Perdices, provincia de Córdoba. Los híbridos evaluados fueron DUO 565 y A 190, sembrados en dos fechas (27/09/11 y 16/12/11) y la identificación de las enfermedades se realizó a partir de la observación de la sintomatología mientras que para su cuantificación se utilizó el parámetro incidencia. Las enfermedades identificadas durante el ciclo del cultivo fueron la “roya común del maíz” y el “tizón del maíz”. En lo que respecta al comportamiento y efecto de las fechas de siembra se registró que en la segunda fecha, ambos híbridos manifestaron una mayor susceptibilidad, siendo el híbrido DUO565 el más afectado en ambas fechas. Además se pudo registrar una estrecha relación entre las curvas epidémicas de las enfermedades y las condiciones climáticas que se dieron en el ciclo del cultivo.

Palabras claves: Roya, tizón, Córdoba

ABSTRACT

Corn is an important crop worldwide. It is used for human and animal consumption and as a raw material to obtain starch, oil, alcoholic beverages and sweeteners. Recently, it began to be used for bioethanol production. Many factors may affect corn yield, one of the most important problems in south-central region of Cordoba, Argentina are fungal diseases. For this reason, the objective of this research was to test the effect of fungal diseases on different planting dates and hybrid corn responses. Research was set during 2011-2012 season near Las Perdices, in the Cordoba state. Corn hybrids were DUO 565 and A190 with two planting dates, the first one on 09/27/2011 and the second on 12/16/2011. Diseases assessment started when the first symptoms appeared using incidence as a parameter. Diseases detected this season were “corn rust” and “blight of corn”. Both hybrids were more susceptible to diseases on the second planting date and DUO565 hybrid was more susceptible than A190 both planting dates. Additionally, it was able to link the epidemic curve and the weather conditions that occurred during the crop cycle.

Keywords: Rust, blight, Córdoba.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas y es la única especie cultivada de este género (Bianco *et al.*, 2006).

Se lo emplea en la alimentación humana y animal por su aporte de compuestos como aminoácidos, proteínas y fibras (FAO, 1988). También es utilizado en la industria como materia prima básica para la obtención de almidón, aceite, bebidas alcohólicas y edulcorantes y, desde hace poco tiempo, en la fabricación de biocombustibles.

En Argentina, el cultivo es uno de los que tiene mayor importancia dentro del sistema productivo, ocupando aun así, una baja superficie del total del área que se destina a la agricultura (Ministerio de Agricultura de Córdoba, 2009).

En la campaña (2011/2012) se sembró una superficie de 3.700.000 hectáreas, con una producción total aproximada de 19.303.133 toneladas y un rendimiento promedio de 55,1 qq ha⁻¹ en Córdoba, que con un 26% de la producción nacional es la provincia que tiene la mayor producción de maíz de todo el país, durante la campaña 2011/2012 se cosechó una superficie aproximada de 891.500 hectáreas, la producción fue de 5.021.550 toneladas y el rendimiento promedio de 56 qq ha⁻¹ (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2012).

Diversos factores influyen en la disminución del rendimiento del cultivo, entre ellos, los aspectos sanitarios son muy importantes, siendo la presencia de enfermedades una de las causas de mayores problemas para la región (Satorre *et al.*, 2003).

Algunas enfermedades son endémicas de la zona maicera, presentándose cada año con diferente intensidad según el genotipo utilizado, las condiciones climáticas y las prácticas culturales (Ghida, 2008; González, 2005).

Las mismas afectan a diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas y espigas) y pueden ser producidas por hongos, virus o bacterias, destacándose por las pérdidas ocasionadas, las enfermedades de origen fúngico como la podredumbre basal, la roya común, el tizón, la antracnosis de la hoja, podredumbres de la espiga y el carbón común del maíz (Pataky, 1987; Reifschneider y Army, 1983; Rivera-Canales, 1993; Granetto *et al.*, 2008).

De las enfermedades que afectan la zona del tallo y raíz, además de la sintomatología en dichos órganos, las mismas ocasionan marchitamiento de hojas, debilitamiento general de la planta, muerte prematura y vuelco, debido a la menor translocación de agua y nutrientes (Carmona *et al.*, 2006; Shurtleff, 1980; White, 1999).

Dentro de este grupo, se destaca la “podredumbre basal del tallo” que es una enfermedad que apareció con carácter grave y generalizado a partir de la década del 60, coincidiendo con la expansión del cultivo del sorgo, registrándose los ataques más severos en híbridos susceptibles de sorgo granífero y de maíz y presentándose los años de ataques intensos con carácter cíclico. La patología es producida por un complejo de hongos necrotróficos: *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb. (Syn *F.*

moniliforme), *Sclerotium bataticola* Taub., *Nigrospora spp.*, *Helminthosporium sp.*, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. y *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wils., los que sobreviven en restos de cosecha y/o en el suelo, pudiendo también hacerlo en la semilla y ser ésta vehículo de dispersión de los mismos (Lenardon *et al.*, 2008).

Puede ser considerada como enfermedad de fin de ciclo, ya que se manifiesta después de la floración, cuando la planta se aproxima a la madurez (en tallos aún verdes), momento en el que los factores involucrados en la aceleración de la senescencia natural contribuyen al aumento de la susceptibilidad.

Los síntomas se caracterizan por podredumbre de la base del tallo (Figura 1), que ocasiona el vuelco o quiebre de las plantas a nivel del suelo, lo cual es favorecido por la altura de las mismas y/o el peso de la espiga y/o la ocurrencia de fuertes vientos.

Por otro lado, condiciones de estrés que afecten a las plantas desde floración hasta llenado de grano pastoso son favorables para el desarrollo de esta enfermedad.



Figura 1. Síntomas producidos en “podredumbre basal del tallo”

Por su parte, las enfermedades que afectan al follaje ocasionan reducción del área foliar, disminuyendo la capacidad fotosintética y el rendimiento de los cultivos, por menor producción y translocación de fotoasimilados a los granos (Johnson, 1987; Nutter y Littrell, 1995).

Dentro de este grupo, se destacan la “roya común del maíz” (*Puccinia sorghi* Schwein.), el “tizón de la hoja” (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K, J. Leonard & E. G. Suggs) y la “antracnosis de la hoja” (*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Whils.) (De Souza, 2007; Sillon, 2009).

La “roya común del maíz” es una enfermedad endémica de la zona maicera núcleo de la Argentina, que se presenta cada año con diferente severidad dependiendo del cultivar, los biotipos del patógeno presente y las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo. Esta enfermedad reduce los rendimientos en híbridos susceptibles y moderadamente susceptibles, por la disminución del área

fotosintéticamente activa y la competencia por fotoasimilados entre dos destinos, constituidos por los granos en el momento del llenado y las pústulas que generan esporas (González *et al.*, 2005). Se caracteriza por ser una roya macrocíclica heteroica, siendo *Oxalis corniculata* L. el hospedante alternativo y el maíz el hospedante principal (Antonelli, 2011). Las ecidiosporas procedentes de *Oxalis* son llevadas por el viento y depositadas sobre las hojas de maíz, iniciando el proceso de infección y formando urediniosoros cuando ocurren temperaturas cálidas (16 °C - 23°C) con una óptima de 17°C y humedad relativa del 100%. Los biotipos presentes en la zona maicera núcleo argentina son diferentes a los encontrados en Estados Unidos, Sudáfrica y Hawai (González, 2005; Agudelo y Sarria Villa, 2007; González *et al.*, 2008; Carmona *et al.*, 2008). En nuestro país, las fases del ciclo biológico del patógeno se llevan a cabo en un solo hospedante (Menéndez Valderrey, 2008).

Los síntomas diagnósticos son las pústulas urediniosóricas en el haz y envés de las hojas, de color herrumbre, ubicadas en bandas en el centro de las mismas mientras que, las pústulas teliosóricas con teliosporas oscuras, casi negras, se observan al final del ciclo del cultivo (Figura 2). Los ataques más severos se presentan cuando existen condiciones de siembras tardías, lluvias escasas, humedad relativa alta y temperaturas frescas (17-23°C) (Gonzalez, 2005; Formento, 2010; Sillon, 2009).



Figura 2. Síntomas producidos por *Puccinia sorghi* en la lámina de la hoja

Desde la campaña 1996/97, en siembras tardías, se vienen detectando otras enfermedades foliares como el “tizón del maíz y del sorgo” ocasionado por el hongo *Exserohilum turcicum* con aparición epifítica esporádica y limitante del rendimiento, como ocurrió en el ciclo 2009/10 en todas las áreas maiceras de Argentina. El mismo adquiere importancia en siembras realizadas en diciembre y enero, con presencia de rastrojo en superficie, temperaturas entre 18-27°C, con riego por aspersión (Formento, 2001) o frecuentes e intensas precipitaciones durante los meses estivales como ocurrió en el período octubre 2009 – febrero 2010 con 1188 mm en Paraná y en diversas regiones del país, como en el centro norte de Córdoba (De Souza, 2007).

Es una enfermedad policíclica que se presenta desde estadios tempranos del cultivo, apareciendo los síntomas en hojas inferiores y progresando hacia las superiores a medida que avanza la enfermedad. Son manchas grandes (2,5 a 15 cm o más de largo), elípticas, ahusadas dispuestas en el mismo sentido que el eje de la lámina y de color castaño pajizo con márgenes más oscuros y, en epidemias severas, las manchas coalescen y se produce la muerte de las hojas tomando la planta un aspecto de quemado, de ahí el nombre de tizón (Foto 3).



Figura 3. Síntomas producidos por *Exserohilum turcicum*

El hongo sobrevive como micelio en el rastrojo y la enfermedad se disemina por el viento a grandes distancias (Formento y Vicentin, 2005). Otros hospedantes son el sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), sudangrass (*S. sudanensis* (Piper) Stapf) y sorgo de Alepo (*S. halepense* (L.) Pers.) (Malaguti, 2000).

El establecimiento de la enfermedad antes de la fecundación puede ocasionar pérdidas del rendimiento que oscilan entre el 30 y 50%, pero si el clima es seco o la enfermedad ocurre unas 6 semanas después de la fecundación de los estigmas, dichas pérdidas son mínimas. Su incidencia y severidad varía de un año a otro y de una zona a otra porque depende, en gran medida, de las condiciones ambientales y del híbrido utilizado (Formento, 2010).

Colletotrichum graminicola es el agente causal de la “antracnosis de la hoja del maíz”, una enfermedad que se presenta en cualquier momento de la fase de crecimiento produciendo, en principio, manchas acuosas ovales a alargadas ubicadas principalmente sobre la nervadura central, las

que luego al crecer se unen y se vuelven de color marrón en los centros con bordes de color pardo-rojizo (Sillón, 2010). En el tallo o caña se produce una podredumbre húmeda y una alteración del color que puede ser discontinua o continua. Si la enfermedad avanza, el tejido del tallo se torna blando y esponjoso, la parte superior de la planta se seca y la caña puede quebrarse. Si esto último no ocurre, la panoja presenta aborto de flores o granos muy pequeños. Sobre las manchas se observa la formación de acérvulas (Sillón, 2008) (Foto 4).



Figura 4. Síntomas producidos por *Colletotrichum gramínicola* en hojas

La intensidad de esta enfermedad está muy relacionada con la susceptibilidad del híbrido, las altas temperaturas y el tiempo húmedo (CIMMYT, 2004).

Por su parte, los hongos que causan enfermedades en espiga y granos provocan grandes pérdidas en los rendimientos, que a nivel mundial se estiman en un 9,4 % anual. Entre ellos sobresalen, *F. verticilloides* (Saccardo) Nirenberg, *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch y *Diplodia spp.*, causantes de “podredumbres en la espiga”, las que se ven favorecidas si se presentan lluvias desde la formación de la espiga a la cosecha y también se incrementa su incidencia por la implementación de labranza mínima y siembra directa (White, 1999).

La pudrición de la espiga por *Fusarium verticilloides* puede presentar dos síntomas característicos, un moho algodonoso blanco-rosado en los granos, generalmente en los sectores de la espiga que tienen algún tipo de daño, ya sea por insectos, aves o granizo, o bien puede ser una coloración rosada en aquéllos granos que no fueron dañados (Figura 5). Para el caso de *Gibberella zeae*, éste se identifica fácilmente por el color rosa o rojizo del moho, apareciendo en ciertos casos también un color blanco. Éstos aparecen sobre la punta de la espiga pudiendo afectar, en algunos casos, la espiga completa. Para ambos patógenos puede haber infección de granos sin presentar síntomas visibles. Cuando la podredumbre es ocasionada por *Diplodia spp.*, los síntomas se pueden

observar en etapas tempranas del desarrollo de las espigas, presentando las mismas un color amarillento y el secado de las brácteas infectadas de aquellas plantas que permanecen verdes (Buchaca, 2008).



Figura 5. Síntomas producidos por *F. verticilloides* en espigas de maíz

Otro patógeno fúngico, endémico de la zona maicera que afecta a la espiga es *Ustilago maydis* (DC.) Corda, agente causal del “carbón común del maíz”. Esta enfermedad se identifica fácilmente por las agallas que contienen una masa oscura, pulverulenta de teliosporas y que se forman, frecuentemente, en las espigas y panojas, aunque también en tallos, nudos y hojas, como resultado de infecciones localizadas en los tejidos meristemáticos (Figura 6) (Lenardón *et al.*, 2008).



Figura 6. Síntomas producidos por *Ustilago maydis* en espigas

El carbón común ocurre con tiempo húmedo y lluvioso y, numerosos trabajos indican un incremento importante del número de agallas en el cultivo si se producen heridas en los tejidos, ya sean provocadas por la caída de granizo, por fuertes vientos o daño mecánico por herramientas. Las líneas de maíces dulces tienden a ser más susceptibles a la enfermedad (Pérez Fernández, 2011).

En estudios experimentales donde se inocularon artificialmente plantas de maíz con *Ustilago maydis* se manifestaron reducciones en el rendimiento de un 30% y hasta 70% en híbridos que eran susceptibles (Gulomova y Massino, 1991).

De acuerdo a lo expuesto, surge que la cuantificación de enfermedades que afectan a diferentes híbridos de maíz bajo diferentes condiciones ambientales y prácticas de manejo, resulta de suma importancia para un eficiente manejo integrado de las mismas.

HIPÓTESIS

Las enfermedades fúngicas en el cultivo de maíz se presentan con diferente intensidad según la fecha de siembra y los híbridos utilizados, lo cual genera diferencias en los rendimientos.

OBJETIVOS

3.1-Objetivo General:

- Evaluar el efecto de las fechas de siembra y comportamiento de híbridos de maíz sobre la incidencia de las enfermedades fúngicas

3.2-Objetivos Específicos:

- Identificar y cuantificar las enfermedades fúngicas que afectan a dos híbridos de maíz, en dos fechas de siembra durante el ciclo del cultivo.
- Identificar y cuantificar las posibles interacciones entre fechas de siembra de híbridos.
- Cuantificar los rendimientos para cada híbrido y fecha de siembra.
- Comparar los niveles de enfermedad de los diferentes híbridos y fechas de siembra con los rendimientos producidos
- Adquirir experiencia en el muestreo y cuantificación de enfermedades a través de una práctica profesional en una empresa de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó durante la campaña 2011/12 en lotes pertenecientes a la empresa Agreste S.A. ubicados a 9 km al Norte de la localidad de Las Perdices, Córdoba.

El ensayo en el que se realizó la práctica profesional estaba dentro de uno que realiza la empresa (Agreste S.A.) todos los años, con una superficie total de 4 hectáreas, utilizando franjas apareadas y basado en la comparación de rendimientos relativos, siempre a partir del testigo utilizado, que para esa campaña fue el híbrido Dk190MGR2.

Para la práctica profesional el ensayo tuvo un diseño en bloques con arreglo factorial de tres repeticiones para cada híbrido y la cuantificación de las enfermedades se realizó siguiendo un diseño en diagonal en cada lote, en cada híbrido y fecha de siembra, sobre un total de 32 plantas por bloque, con una distancia de 30 mts entre cada repetición y un total de 96 plantas por cada híbrido y fecha de siembra (Ver en Anexos I y II).

Se utilizó una sembradora Fabimag de 12 surcos y con una distancia entre hileras de 0,52 m, en la cual 6 de ellos sembraban el híbrido Dk190MGRR2 y los restantes el híbrido DUO565HxRR. La densidad fue de 73.000 pl ha⁻¹.

Anterior a la primera fecha de siembra se realizó un barbecho el día 06/01/2011 con una mezcla de 1,5l ha⁻¹ de Glifosato (herbicida), 1kg ha⁻¹ de Atrazina (herbicida) y 20cm³ ha⁻¹ de Ecorizospray (coadyuvante).

El ensayo correspondiente a la primer fecha fue sembrado el día 27/09/2011, el cultivo antecesor era soja y luego de la siembra se realizaron dos aplicaciones de herbicidas, una el día 27/10/2011 con 2,5l ha⁻¹ de Glifosato y 20cm³ ha⁻¹ de coadyuvante (Ecorizospray) y la otra, el día 18/11/2011 con una mezcla de 2,5l ha⁻¹ de Glifosato, 2l ha⁻¹ de Atrazina y 20cm³ ha⁻¹ del coadyuvante (Ecorizospray).

La fertilización con Nitrógeno, Fosforo y Azufre se realizó al momento de la siembra con una mezcla física que contenía un 20% de Fosfato mono-amónico, 70% de Urea granulada y un 10% de Sulfato de amonio, utilizando una dosis de 135kg ha⁻¹.

Por su parte, el ensayo de la segunda fecha fue sembrado el día 16/12/2011 en un lote que tenía como antecesor trigo y se le realizó una aplicación de herbicidas posterior a la siembra el día 16/01/2012 utilizando una mezcla de 2,5l ha⁻¹ de Glifosato, 1l ha⁻¹ de Atrazina y 20cm³ ha⁻¹ de un coadyuvante (Speedwett). La fertilización con Nitrogeno, Fosforo y Azufre se realizó todo en la siembra con un 80% de Urea granulada (100Kg/ha) y un 20% de Fosfato mono-amónico.

Desde la emergencia de las plantas, se realizaron visitas al campo, con el fin de diagnosticar y cuantificar el avance de las enfermedades a partir del día en el cual se observaran los primeros síntomas. Las evaluaciones posteriores se efectuaron con una frecuencia de diez días efectuándose cinco en total.

La identificación de las enfermedades se realizó a partir de la observación de la sintomatología mientras que para la cuantificación de las mismas se utilizó el parámetro incidencia, observando, para el caso de enfermedades foliares el número de hojas afectadas desde el tercio medio superior de la planta. El resultado de este análisis se expresa como porcentaje de hojas afectadas sobre el total de hojas evaluadas por planta (Ecuación 1).

$$I (\%) = [N^{\circ} \text{ hojas afectadas} / N^{\circ} \text{ hojas evaluadas}] \times 100$$

En aquellas enfermedades que afectan la planta en general como la “podredumbre basal del tallo” o alguna otra parte de la planta como puede ser la espiga en el “carbón común del maíz”, para su evaluación al igual que las enfermedades foliares, se utilizó el parámetro de incidencia, con la diferencia que en este caso la unidad de muestra es una planta y no una hoja (Ecuación 2)

$$I (\%) = [N^{\circ} \text{ plantas afectadas} / N^{\circ} \text{ plantas evaluadas}] \times 100$$

Una vez terminado el ciclo del cultivo para ambas fechas de siembra, se realizó otra visita al campo para determinar el rendimiento esperado en forma estimativa para cada híbrido.

La metodología empleada fue contar en tres muestras, las espigas que había en 3 metros lineales de surco, que para esa distancia entre hileras (0,52 m) representaban 1,56 m² de superficie. Una vez contadas las espigas de cada muestra se procedió a contar los granos que había por espiga y se tomó como estándar un peso de 300 gramos para los 1000 granos. Para el cálculo se tuvieron en cuenta la cantidad de plantas en 3 metros lineales, el número de granos/espiga, el peso de las mil semillas y un coeficiente de corrección de 0,8 (que representa las pérdidas que ocurren desde que se estima el rinde a la cosecha). Se puede aclarar que existen métodos más confiables que el que se utilizó en este trabajo para la estimación de rendimiento, ya que el mismo puede tener un cierto grado de error al estimar un peso promedio de 300 gr para los 1000 granos de maíz, cuando este dato puede oscilar en otros valores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1- Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo

Para poder hacer un análisis de los resultados obtenidos durante el trabajo consideramos las condiciones meteorológicas que se han presentado en la zona de Las Perdices durante la campaña 2011-2012.

En la figura 7 se representan las precipitaciones mensuales ocurridas durante el ciclo del cultivo y las históricas de la serie 1975-2011 de la zona, las temperaturas medias registradas en el período de estudio y las temperaturas medias históricas de la serie 2004-2011 (Monetti, 2012).

Se puede observar que en los meses de noviembre, diciembre y enero se registró un importante stress hídrico, con un breve exceso de precipitaciones en el mes de octubre y un poco más marcado luego en marzo. Además se debe considerar que desde el mes de septiembre hasta marzo las temperaturas medias estuvieron por encima de la media histórica de la zona.

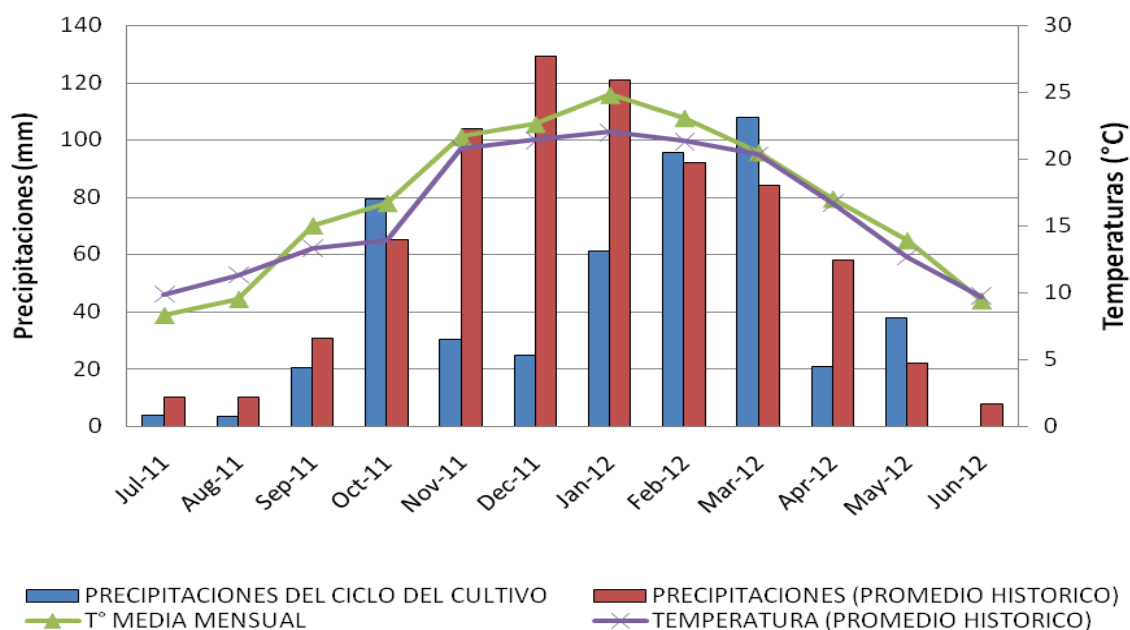


Figura 7. Promedio histórico de precipitaciones para la serie 1975-2011, temperaturas mensuales para la serie 2004-2011, precipitaciones y temperaturas ocurridas durante el ciclo de del cultivo de la campaña 2011-2012 para la región de Las Perdices

En la tabla 1 se pueden ver los datos de radiación incidente de la campaña 2011-2012 y el total de radiación incidente que tuvo el cultivo en ambas fechas de siembra (Monetti, 2012). Como se puede ver los híbridos que fueron sembrados en la primer fecha de siembra recibieron $662 \text{ Mj/m}^2/\text{día}$ más que los que fueron sembrados en la segunda fecha.

Tabla 1. Radiación incidente ($\text{Mj/m}^2/\text{día}$) durante la campaña 2011-2012 medido del periodo Julio 2011 a Julio 2012 y la radiación recibida por el cultivo en ambas fechas de siembra.

Mes y año	Radiación incidente ($\text{Mj/m}^2/\text{día}$)
JULIO – 2011	285.47
AGOSTO – 2011	429.55
SEPTIEMBRE – 2011	630.08
OCTUBRE – 2011	643.42
NOVIEMBRE – 2011	732.69
DICIEMBRE – 2011	887.19
ENERO – 2012	862.76
FEBRERO – 2012	611.78
MARZO – 2012	616.97
ABRIL – 2012	412.52
MAYO – 2012	332.14
JUNIO – 2012	282.37
JULIO – 2012	352.65
MAIZ DE 1º FECHA DE SIEMBRA	4120
MAIZ DE 2º FECHA DE SIEMBRA	3458

5.2-Identificación y evaluación de la intensidad de las enfermedades presentes durante el ciclo del cultivo

5.2.1-Identificación de las enfermedades

Durante todo el ciclo del cultivo se pudieron observar con mayor frecuencia dos enfermedades, el “tizón del maíz” y la roya común del maíz, cuyos agentes causales son *Exserohilum turcicum* y *Puccinia sorghi*, respectivamente. Además, dentro del lote, pero no en el ensayo, se registró la presencia de “carbón común del maíz” (*Ustilago maydis*), provocando la enfermedad conocida como “carbón común del maíz”.

En plantas afectadas por “tizón del maíz” se observaron manchas elípticas dispuestas en el mismo sentido que la lámina de la hoja, de color castaño, las cuales comenzaron a verse en hojas inferiores progresando hacia las superiores a medida que se iban dando las condiciones y llegando a producir en algunas hojas una senescencia total, dándole a la planta un aspecto de “quemado”.

En el caso de “roya común del maíz”, se manifestaron pequeñas pústulas de forma alargada, color anaranjado, donde al igual que en el tizón progresaron desde las hojas basales hacia las superiores a medida que se dieron las condiciones, aumentando el número de las mismas.

Para la primer fecha de siembra la aparición de enfermedades se registró a partir del día 30/12/2011, por lo que las siguientes mediciones fueron realizadas los días 09/01/2012, 19/01/2012, 29/01/2012 y 08/02/2012 con las plantas en los estadios R4, R4-R5, R5 y R6 respectivamente.

En caso de la segunda fecha de siembra los primeros síntomas, de roya y tizón, se manifestaron el día 19/02/2012 con las plantas en estadio V13 y a partir de este momento se hizo el relevamiento los días 01/03/2012, 11/03/2012, 21/03/2012 y 31/03/2012 con las plantas en los estadios R1-R2, R3, R4 y R4-R5 respectivamente.

5.2.2-Evaluación y cuantificación de las enfermedades en dos fechas de siembra sobre los diferentes híbridos de maíz

5.2.2.1- Evaluación de *Exserohilum turcicum* y comparación del comportamiento en cada híbrido en las dos fechas de siembra

Analizando la figura 8 se puede observar que la enfermedad, independientemente de la tasa de infección y del progreso de la misma, estuvo presente en ambos híbridos y para las dos fechas de siembra, siendo una de las enfermedades que en el país tienen un 100% de prevalencia en los lotes, tal como lo señala Díaz, *et al.*, (2012). Si se comparan las curvas epidémicas de la primer fecha de siembra con las de la segunda, se puede ver que los valores de incidencia de la primera, son inferiores a los de la segunda fecha, con una tasa de incremento de la enfermedad de la segunda fecha mucho mayor que la de la primera.

En cuanto al comienzo de la enfermedad, en ambas fechas de siembra los híbridos presentaron valores similares de incidencia inicial y en ambos casos el híbrido DUO565HxRR fue el más susceptible.

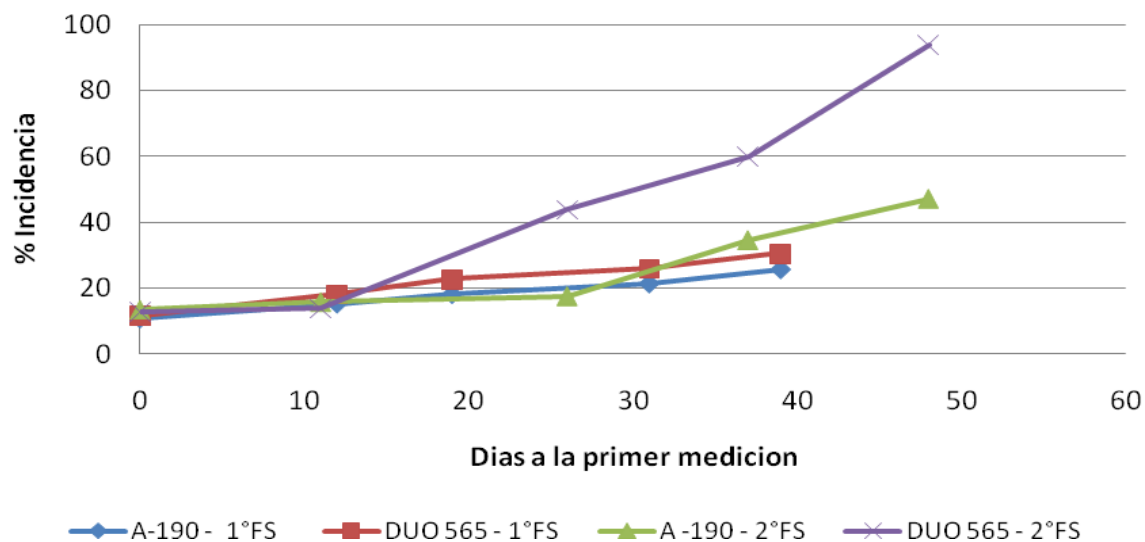


Figura 8. Curva epidémica de *Exserohilum turcicum* para ambos híbridos en las dos fechas de siembra. Ciclo 2011-2012. 1°FS: primera fecha de siembra. 2°FS: segunda fecha de siembra. A-190: híbrido Dx190MGRR2. DUO565: híbrido DUO565HxRR

En la figura 9 se puede observar que los valores de incidencia final (Yf) en la segunda fecha de siembra fueron mayores que en la primera, siendo estadísticamente significativo ($p < 0,0001$), lo que se correlaciona con lo que dice Couretot, *et al.*, (2013), que la exposición de la planta a temperaturas entre 17 y 27°C y largos períodos de mojado de la hoja, son condiciones favorables que permiten que el hongo infecte a la planta, siendo así que los maíces sembrados tardíamente son los más susceptibles a contraer la enfermedad con mayores niveles de incidencia (Formento, 2010).

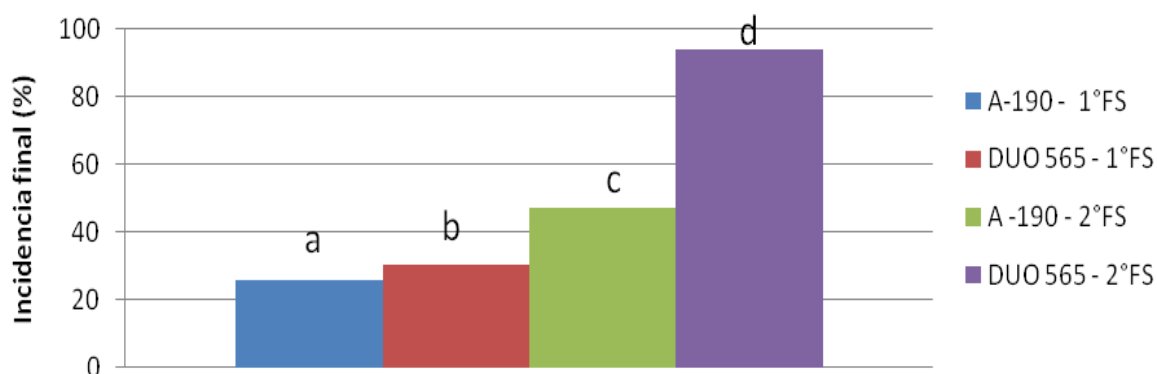


Figura 9. Valores de incidencia final (%) de tizón para ambos híbridos en la primera y segunda fecha de siembra. Ciclo 2011-2012. C.V.:19,82. DMS: 2,77

En cuanto al impacto que tuvo el tizón del maíz sobre la incidencia final en el cultivo, fue el mismo comportamiento en las dos fechas de siembra, siendo el híbrido DUO565HxRR el más afectado en ambas fechas, como se puede observar en la tabla 2 donde el promedio de incidencia de este último fue de 62,26%, mayor al promedio del híbrido Dk190MGRR2 que tuvo un promedio de 36,49%.

A pesar de esta similitud, para la primer fecha de siembra, la diferencia de incidencia entre los dos híbridos fue solo del 4,89%, no siendo así para la segunda fecha, donde la brecha fue del 46,65% como se indica en la tabla 2, existiendo diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) que validan los resultados.

Estos resultados demuestran la importancia que tiene el ambiente en el progreso de la enfermedad, dado que con condiciones más húmedas como las de la segunda fecha de siembra, el comportamiento entre ambos híbridos fue totalmente distinto al de la primer fecha, donde las condiciones del ambiente fueron más secas (March, *et al.*, 2010).

Tabla 2. Incidencia final (%) para tizón en ambos híbridos y para las dos fechas de siembra, con las diferencias que existen entre ellos y los promedios de incidencia por fecha de siembra y por híbrido.

TRATAMIENTO	INCIDENCIA (%)	DIFERENCIA (valor absoluto)
1º FECHA DE SIEMBRA	28,13 a	42,5
2º FECHA DE SIEMBRA	70,63 b	
DMS	1,96	
Dk190MGRR2	36,49 a	25,77
DUO565HxRR	62,26 b	
DMS	1,96	
Dk190MGRR2 - 1º FDS	25,69 a	4,89
DUO565HxRR - 1º FDS	30,58 b	
Dk190MGRR2 - 2º FDS	47,3 c	46,65
DUO565HxRR - 2º FDS	93,95 d	
FECHA DE SIEMBRA x HIBRIDO (valor p)		< 0,01
C.V.		19.82

DMS: Diferencia mínima significativa según test LSD de Fisher. En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas al 5% de probabilidad.

En la figura 10 se observa que en la primer fecha de siembra el comportamiento de la enfermedad en los dos híbridos fue similar, obteniendo valores prácticamente similares en cuanto a la incidencia inicial, mientras que la diferencia final de incidencia de ambos híbridos presenta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$).

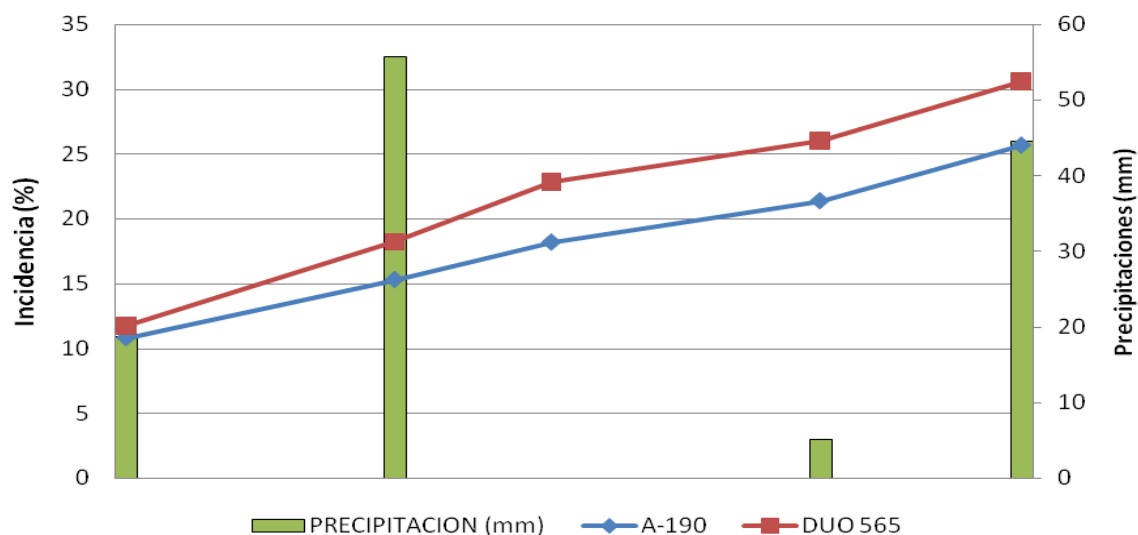


Figura 10. Curvas epidémicas de tizón en la primera fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitaciones ocurridos diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados.

En el gráfico anterior, también se presenta la precipitación caída 10 días antes de la primera evaluación y entre cada intervalo evaluado, para determinar si existe relación entre estos datos y el nivel de incidencia de la enfermedad.

Al respecto se aprecia que el inicio de la enfermedad se da con una precipitación anterior de aproximadamente 18,8 mm, aumentando luego los niveles de incidencia en el primer y segundo intervalo, la precipitación caída previo a la tercer medición fue mucha más elevada que a la cuarta, donde no llovió y la enfermedad no avanzó. En el caso del último intervalo observamos que ocurre otra acumulación de 44,6 mm y, paralelamente se produce un nuevo aumento en la tasa de infección de la enfermedad para ambos híbridos. Este avance de la enfermedad luego de las precipitaciones, se explica claramente se coincide con lo expresado por Couretot, (2013) con respecto al período de mojado que se da en la planta favoreciendo la infección.

En la figura 11 se representa las curvas epidémicas de tizón en ambos híbridos para la segunda fecha de siembra relacionadas también con la precipitación caída en el período anterior a cada medición. Con respecto a la evolución de la enfermedad, se puede observar que el híbrido DUO565HxRR fue mucho más susceptible llegando a valores muy altos en la última medición, prácticamente el doble de incidencia que el híbrido Dx190MGRR2, presentando diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,0001$).

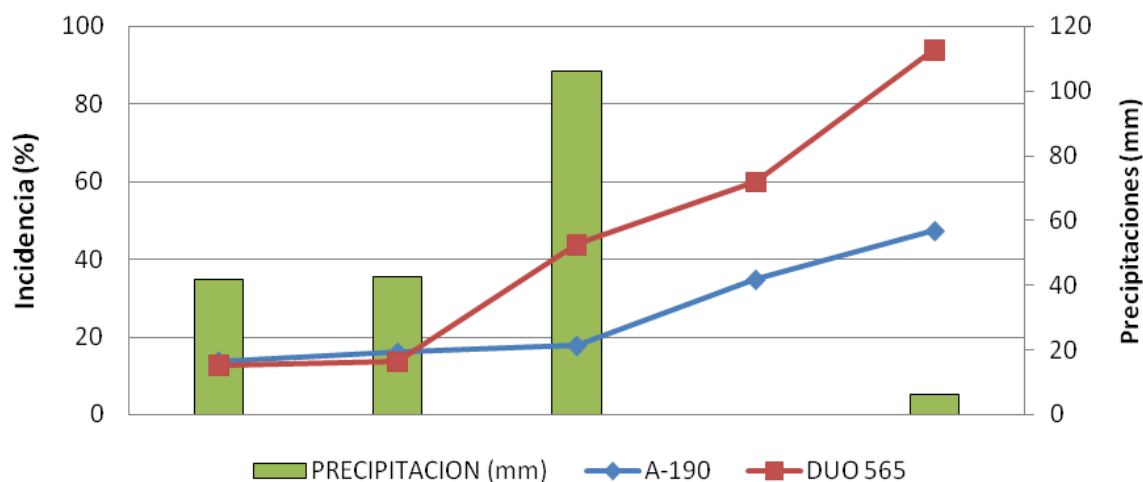


Figura 11. Curvas epidémicas de tizón en la segunda fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitaciones ocurridos diez días antes a la primera medición y entre los intervalos medidos.

Refiriendo estas curvas con las precipitaciones caídas en el período anterior, se observa que en las primeras dos mediciones los valores de incidencia en ambos híbridos fueron muy similares. En la tercera medición, luego de un período donde ocurrieron mayores precipitaciones (106,4 mm) que en los anteriores, se comienza a observar la mayor susceptibilidad que tiene el híbrido DUO565HxRR en cuya curva epidémica se manifiesta un aumento en la Intensidad pasando de 13,7 a 43,8% de incidencia entre la segunda y tercer medición. La curva epidémica del híbrido A-190 comienza a aumentar a partir de la tercer medición junto con el híbrido DUO565HxRR y se mantienen prácticamente similares hasta la quinta fecha de evaluación lo que puede relacionarse a las escasas precipitaciones que ocurrieron en este período (solo 6,4 mm).

5.2.2.2- Evaluación de *Puccinia sorghi* y comparación del comportamiento en cada híbrido en las dos fechas de siembra

En ambos híbridos y fechas de siembra se detectó la presencia de “roya del maíz”, que de acuerdo a Díaz, *et al.*, (2012), es esta una de las enfermedades que tienen 100% de prevalencia en el país.

En la figura 12 se puede observar, al comparar las curvas epidémicas de roya mediante la Incidencia entre ambas fechas de siembra, que para el caso de la primer fecha de siembra los valores de las curvas son inferiores a los de la segunda fecha en ambos híbridos. El híbrido DUO565HxRR en la segunda fecha de siembra presentó valores de incidencia muchos más altos y una tasa de incremento de la curva mucho mayor, no siendo así para el híbrido Dk190MGR2 donde la curva de incremento de la enfermedad fue similar a la de los dos híbridos en la primer fecha de siembra.

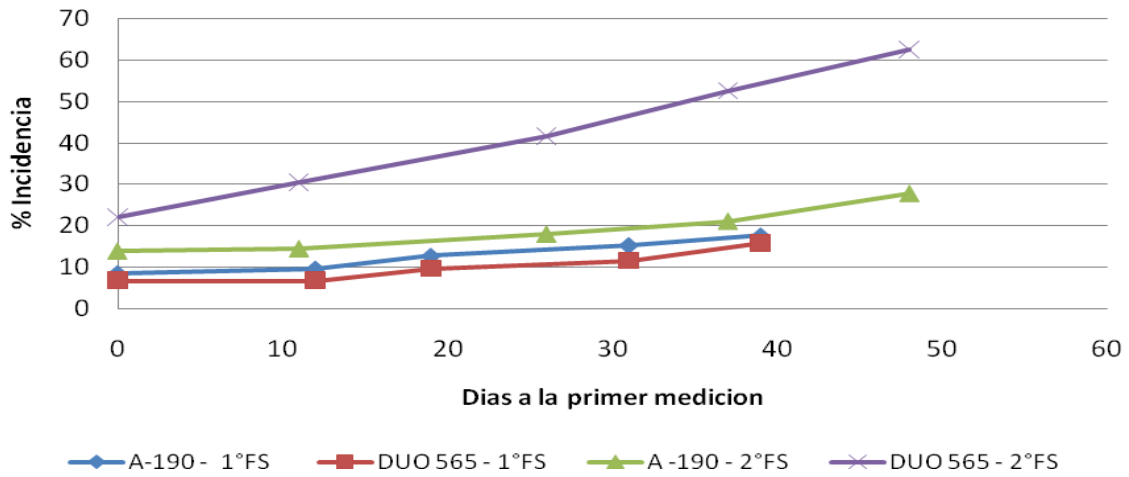


Figura 12. Curva epidémica de *Puccinia sorghi* para ambos híbridos en las dos fechas de siembra. Ciclo 2011-2012. 1°FS: primera fecha de siembra. 2°FS: segunda fecha de siembra. A-190: híbrido Dx190MGR2. DUO565: híbrido DUO565HxRR.

En la figura 13 podemos observar que los valores de incidencia final fueron mayores en la segunda fecha de siembra, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$), en coincidencia con condiciones predisponentes muy favorables para que se desarrolle la enfermedad, temperaturas moderadas (16-23°C), alta humedad relativa (>98%) y horas de mojado foliar (Couretot, *et al.*, 2012).

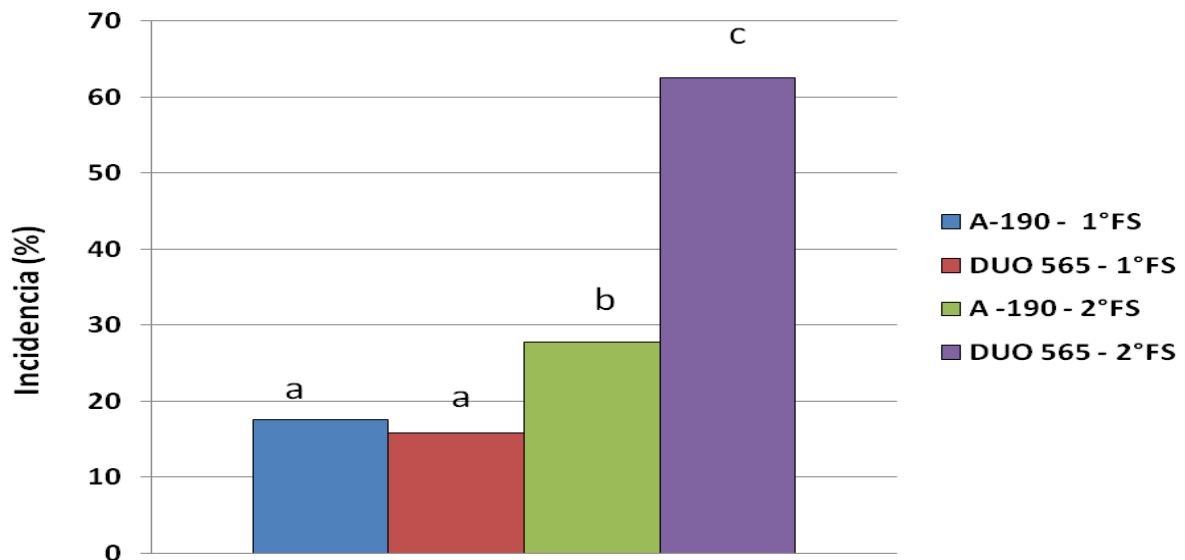


Figura 13. Incidencia final (%) de roya en ambos híbridos en la primera y segunda fecha de siembra. Ciclo 2011-2012. C. V.: 25,99. DMS: 3,43

En la tabla 3 se presenta la incidencia en ambos híbridos para las dos fechas de siembra. En la primer fecha, la diferencia entre los dos híbridos es prácticamente insignificante (1,54%), no pasando lo mismo en la segunda fecha, donde la misma fue de un 34,26%, siendo el más susceptible el híbrido DUO565HxRR, teniendo correlación con el análisis estadístico ($p < 0,0001$).

Tabla 3. Incidencia final (%) para roya en ambos híbridos y para las dos fechas de siembra, con las diferencias que existen entre ellos y los promedios de incidencia por fecha de siembra y por híbrido.

TRATAMIENTO	INCIDENCIA (%)	DIFERENCIA (valor absoluto)
1º FECHA DE SIEMBRA	17,09 a	28,32
2º FECHA DE SIEMBRA	45,41 b	
DMS	2,39	
Dk190MGRR2	23,07 a	16,36
DUO565HxRR	39,43 b	
DMS	2,32	
Dk190MGRR2 - 1º FDS	17,86 a	1,54
DUO565HxRR - 1º FDS	16,32 a	
Dk190MGRR2 - 2º FDS	28,28 b	34,26
DUO565HxRR - 2º FDS	62,54 c	
FECHA DE SIEMBRA x HIBRIDO (valor p)	< 0,01	
C.V.	25,99	

DMS: Diferencia significativa mínima según test de Fisher. En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas al 5% de probabilidad.

En la figura 14 están representadas las curvas epidémicas de roya para ambos híbridos en la primer fecha de siembra y las precipitaciones ocurridas diez días antes de la primera evaluación y en cada intervalo.

Observando las curvas, vemos que en ambos casos el progreso de la enfermedad fue similar, con la particularidad que el híbrido Dx190MGRR2 presentó valores de incidencia que fueron superiores a los de DUO565HxRR, lo que indicaría una mayor susceptibilidad, al contrario de lo que ocurrió para tizón en la misma fecha, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de ambos híbridos en la primer fecha de siembra ($p < 0,0001$).

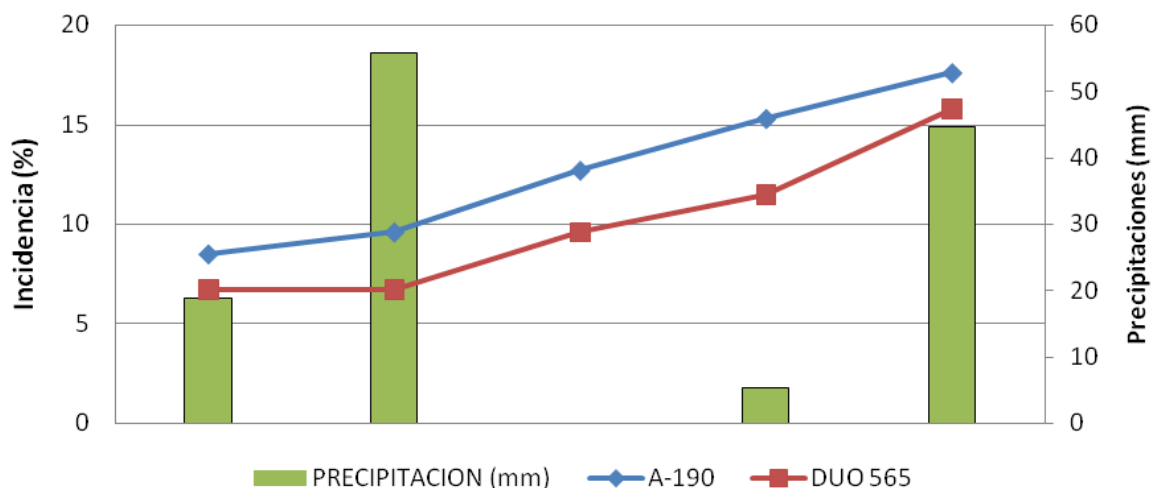


Figura 14. Curvas epidémicas de roya en la primera fecha de siembra correlacionada con los niveles de precipitaciones ocurridos diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados

En cuanto al comienzo de la enfermedad, ésta se registró con una precipitación de 18,8 mm, no teniendo importancia el aumento de la curva en el segundo intervalo, a pesar de haber acumulado 55,8 mm en ese período. En el siguiente intervalo, no se registraron precipitaciones, aún así, en ambas curvas se verificó un aumento en los valores de incidencia que perduraron hasta la última evaluación, acumulando 5,2 y 44,6 mm en el cuarto y quinto intervalo respectivamente.

En la figura 15 se grafican las curvas epidémicas de roya para los dos híbridos en la segunda fecha de siembra y la precipitación acumulada 10 días antes de la primer evaluación y entre cada intervalo medido.

Si bien al comienzo de la curva epidémica se encontró poca diferencia de incidencia entre ambos híbridos, a medida que ésta progresaba en el DUO565HxRR era superior a la del híbrido Dx190MGRR2, llegando el DUO565HxRR a valores de incidencia final más elevados, existiendo diferencias estadísticamente significativas en estos valores de Incidencia (If) ($p < 0,0001$). Si relacionamos este comportamiento con la precipitación acumulada, cuando se dieron condiciones más húmedas (en las primeras tres mediciones) el avance de la enfermedad en el híbrido DUO565HxRR fue mucho más importante, no afectando prácticamente al híbrido Dk190MGRR2.

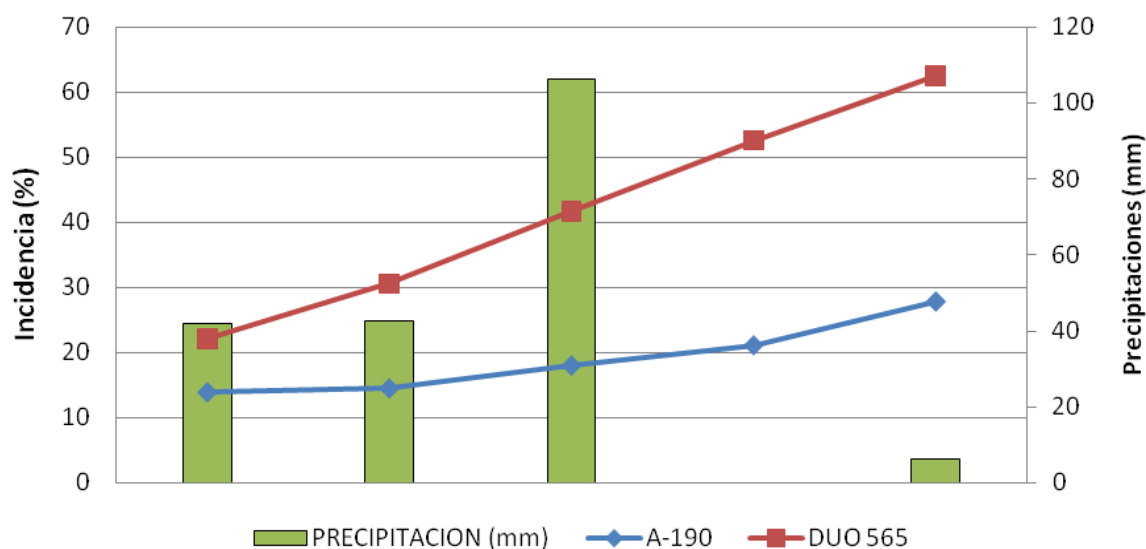


Figura 15. Curvas epidémicas de roya en la segunda fecha de siembra correlacionada con las precipitaciones ocurridas diez días antes a la primera evaluación y entre los intervalos evaluados

5.3 – Cuantificación de los rendimientos según híbrido y fecha de siembra y resumen de la incidencia final de las enfermedades

En la tabla 4 se presenta un resumen con los datos de incidencia final de roya y tizón, y los rendimientos estimados de ambos híbridos en las dos fechas de siembra.

Los niveles de incidencia que alcanzaron los híbridos en la segunda fecha de siembra, cuando las condiciones del ambiente fueron más húmedas que en la primer fecha, incidieron en forma negativa sobre el cultivo, siendo los valores de incidencia más altos y reduciendo el área fotosintéticamente activa de las hojas en períodos críticos donde se determina el rendimiento del mismo. Esto sumado a menores niveles de radiación que se registraron durante el cultivo en la segunda época de siembra provocaron que los rendimientos de ambos híbridos fueran menores que aquellos sembrados de forma temprana, presentando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) como lo detalla la tabla 4.

Se debe aclarar que los rendimientos de ambos híbridos en ambas fechas de siembra fueron muy bajos con respecto a años anteriores. Esto se justifica con los bajos niveles de precipitaciones y las altas temperaturas registradas en el periodo que va de Octubre del 2011 a febrero del 2012, causando un gran estrés en los cultivos.

También se comprobó la consistencia que hubo en los resultados y en el análisis estadístico, en cuanto a la mayor susceptibilidad que tuvo el híbrido DUO565HxRR a roya y tizón, frente al comportamiento del Dk190MGRR2.

Tabla 4. Valores de incidencia final de roya y tizón y el rendimiento estimado de ambos híbridos para la primera y segunda fecha de siembra. Las diferentes letras observadas en el rendimiento estimado representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

HIBRIDO Y FECHA DE SIEMBRA	ROYA (%)	TIZON (%)	RENDIMIENTO (Kg ha⁻¹)
Dk190 – 1° FS	17,86	25,7	5517 d
DUO565 – 1° FS	16,32	30,6	3928 b
Dk190 – 2° FS	28,28	47,3	4325 c
DUO565 – 2° FS	62,54	93,95	3669 a
Diferencia mínima significativa de rendimiento	79,07		
Valor p	< 0,05		
C. V	6,39		

DMS: Diferencia mínima significativa según test LSD de Fisher. En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas al 5% de probabilidad.

CONCLUSIONES

- Las enfermedades que se presentaron en ambos híbridos y ambas fechas de siembra fueron *Puccinia sorghi* (roya común del maíz) y *Exserohilum turcicum* (tizón del maíz).
- Para “tizón del maíz” en la primer fecha de siembra el híbrido DUO565HxRR fue el más susceptible.
- Para “roya común del maíz”, el híbrido Dk190MGRR2 en la primer fecha de siembra fue el más susceptible.
- En la segunda fecha de siembra, el híbrido DUO565HxRR fue más susceptible que Dk190MGRR2 tanto para “roya común del maíz” como para “tizón del maíz”.
- Las precipitaciones que se dieron durante el ciclo del cultivo en ambas fechas de siembra modificaron el inicio y progreso de las enfermedades.
- Los valores de incidencia final que se registraron para ambas enfermedades en la segunda fecha de siembra fueron superiores a los valores de la primera fecha, sin embargo no se debe descartar la incidencia que tiene en estos resultados, la elección de diferentes lotes con diferentes cultivos antecesores para la realización del ensayo, siendo tema para seguir trabajando en trabajos posteriores.
- Los niveles de incidencia que se dieron en la segunda fecha de siembra, sumado a bajo valores de radiación recibida durante ese periodo, influyeron de forma negativa en el rendimiento del cultivo, siendo este parámetro más bajo en la siembra de segunda que en la de primera.

BIBLIOGRAFIA

AGUDELO F.V. de y G.A. SARRIA VILLA 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. Fenalce-ICA. Colombia. 55 p.

ANDRADE, F.; A. CIRILIO; S., UHART; M., OTEGUI. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. INTA Balcarce, Dekalb Press. Editorial: La Barrosa. Editores: Andrade, F; Cirilio, A.; Uhart, S.; Otegui, M. 291 p. ISBN: 987-96163-0-8. Hospedero: Maíz.

ANTONELLI, E. 2011. La roya común del maíz en Argentina (1942-2011). En: www.chacramiramar.com.ar/MEM56%20RoyaComundelMaiz.pdf. Consultado: 04/01/2013.

BELMONTE, M. L.; N. CARRASCO; A. BAEZ. 2006. Cosecha gruesa. Soja, maíz, girasol. Manual de campo. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuaria (INTA); Estación experimental Agropecuaria – Anguil; Estación Experimental Agropecuaria – Barrow. 106 p. En: http://www.rian.inta.gov.ar/agronomia/Manual_Gruesa.pdf. Consultado: 26/10/2011.

BIANCO C. A.; T. A. KRAUS; C. O. NUÑEZ. 2006. Botánica agrícola. Córdoba: Universidad Nacional de Rio Cuarto. 2º ed. p308. 498p.

BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES. 2012. Panorama agrícola semanal. Estimaciones agrícolas. Reporte de los días 16/02/2012 y 30/08/2012. En: <http://www.bolsadecereales.com.ar/pas>. Consultado: 30/05/2014.

BUCHACA, M. B. 2008. Susceptibilidad a *Fusarium verticilloides*, *Gibberella zae* y *Diplodia maydis* en líneas e híbridos de maíces templados y tropicales. En: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especializacion/2011buchacamariabelen.pdf>. Consultado: 03/04/2014.

CARMONA, M.; E. M. REIS y M. GALLY. 2006 Pudriciones de tallo y raíces en el cultivo de maíz. Revista maíz en siembra directa AAPRESID. Pp. 86-89.

CARMONA M. A.; MELO REIS E. y R. TREZZI CASA 2008. Identificación y manejo de las principales enfermedades del maíz. Horizonte A. 44 p.

CIMMYT, 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación a campo. Cuarta Ed. 12 p. En: http://www.cimmyt.org/spanish/docs/field_guides/maize/pdf/enfMaiz_foliare.pdf. Consultado: 22/10/2011.

COURETOT, L.; L. PARISI; M. HIRSCH; M. L. SUAREZ; G. MAGNONE; G. FERRARIS. 2013. Principales enfermedades del cultivo de maíz en las últimas campañas y su manejo. En: http://inta.gov.ar/documentos/principales-enfermedades-del-cultivo-de-maiz-en-las-ultimas-campanas-y-su-manejo/at_multi_download/file/INTA%20Pergamino%20Principales%20enfermedades%20del%20cultivo%20de%20ma%C3%ADz%20en%20las%20%20C3%BAltimas%20campana%C3%B1as%20y%20su%20manejo%20Couretot%202013.pdf. Consultado: 10/05/2014.

De SOUZA, J. 2007. Enfermedades del maíz en Entre Ríos. Actualización Técnica, Maíz, Girasol y Sorgo. 44: 80-85.

DIAZ, C. G.; R. DE ROSSI; L. COURETOT; M. SILLON; N. FORMENTO; V. GONZALEZ, 2012. Prevalencia y distribución de enfermedades del maíz en Argentina. En: http://www.abms.org.br/29cn_milho/03687.pdf Consultado: 25/03/2014.

FAO. 1988. El maíz en la nutrición humana. Capitulo 1: Aplicaciones del maíz – Composición química y valor nutritivo del maíz. Consultado: 1/11/2011. En <http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395S02.htm>

FAO. 2001. El maíz en los trópicos. Enfermedades de maíz. En: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s10.htm>. Consultado: 28/10/2011.

FORMENTO, A. N. 2001. El tizón del maíz en siembras de segunda. Síntomas-Condiciones predisponentes-Agente causal. En: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/maiz/enfermedades. Consultado: 25/10/2011.

FORMENTO, A. N. e I. G. VICENTIN. 2005. Mancha ocular en maíz (*Aureobasidium zeae* Syn. *Kabatiella zeae*). En: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/maiz/enfermedades/20314_051026_manc.htm. Consultado: 01/11/2011.

FORMENTO, A. N. 2010. Enfermedades reemergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia Sorghi* y *Puccinia polysora*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Mancha ocular (*Kabatiella zea*). En: <http://www.inta.gov.ar/parana>. Consultado: 20/10/2011.

GHIDA D. C. A. 2008. Análisis Del cultivo de maíz. Aspectos económicos. En: <http://www.elsitioagricula.com/articulos/ghida/Analisis%20económicos%20del%20cultivo%20de%20maiz%202008.asp>. Consultado: 10/11/2011

GONZALEZ, M. 2005. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campana 04/05). Rev. Agromensajes N°15 FCA-UNR. En: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/2AM15.htm>. Consultado: 25/01/2011.

GONZALES, M; G. LAGUNA; G. EYHERABIDE; J. MUÑOZ. 2005. Caracterización de la resistencia genética a roya común en maíz. XIII congreso Latinoamericano de Fitopatología. Carlos Paz – Córdoba, Argentina. p: HC-38.

GONZALEZ, M.; I. LAGUNA; G. EYHERABIDE y J. MUÑOZ 2008. Caracterización de factores de resistencia y virulencia en la interacción *Zea mays-Puccinia sorghi*. HM-40. Resúmenes 1er° Congreso Argentino de Fitopatología. 28-30 mayo. Córdoba, Argentina.

GRANETTO, M.; M. FRANDIÑO; A. MARINELLI; C. ODDINO; J. GARCIA y G. MARCH. 2008. Control químico de la roya del maíz (*Puccinia sorghi*) en la región centro-sur de Córdoba. Pág. 252, en resúmenes 1° Congreso Argentino de Fitopatología.

GULOMOVA, KH Y MASSINO, A. I., 1991. Effect of artificial infection regimes on yield in maize hybrids. 1 S"ezd fiziologov rastenii Uzbekistana, Tashkent, 16-18 dekabrya, 1991: Tezisy dokladov: 199. En: <http://www.agroparlamento.com/agroparlamento/notas.asp?n=0523>. Consultado: 10/05/2014.

JOHNSON, K. B. 1987. Defoliation, disease, and growth: A reply. *Phytopathology* 77:1495-1497.

LENARDÓN, S.; A. MARINELLI; M. ALCALDE. 2008. Fitopatología. Guía de Trabajos Prácticos. CEIA. FAV – UNRC 249 pp.

MALAGUTI, G. 2000. Enfermedades del maíz en Venezuela. En Fontana N.H. y C.N. González (comp.). Maíz en Venezuela. 36 p. En: <http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/html/malaguti.html>. Consultado: 25/10/2011.

MARCH, G.; C. ODDINO; A. MARINELLI. 2010. Manejo de enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos. 1ª ed. p6. 194p.

MENÉNDEZ VALDERREY, J. L. 2008. “*Puccinia sorghi* Schwein”. En: <http://www.asturnatura.com/especie/puccinia-sorghii.html>. Consultado: 30/05/2014.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. 2009. Información agropecuaria. En: <http://www.magya.cba.gov.ar/>. Consultado: 1/11/2011.

MONETTI, M. 2012. Boletín meteorológico del centro de ingenieros agrónomos de General Cabrera. Año 2011-2012. En: <http://www.ciacabrera.com.ar/boletin.htm>. Consultado: 05/04/2014.

NUTTER, F. W., Jr. and R. H. LITRELL. 1995. Relationships between defoliation, canopy reflectance, and pod yield in the peanut-late leaf spot pathosystem. *Crop Prot.* 15:135-142.

PALACIO, C. y G. MARRASSINI. 2008. Evaluación de líneas diferenciales a roya común de maíz, *Puccinia sorghi*, para la determinación de razas presentes en la zona núcleo maicera. Pág. 216, en resúmenes 1º Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba.

PATAKY, J. K. 1987. Quantitative relationships between sweet corn yield and common rust, *Puccinia sorghi*. *Phytopathology* 77:1066-1071

PEREZ FERNANDEZ. 2011. Carbón común del maíz. Estación experimental agropecuaria de Anguil. En: <http://www.inta.gob.ar/documentos/carbon-comun-del-maiz/.com>. Consultado: 20/10/2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. and D. C. ARNY. 1983. Yield loss of maize caused by *Kabatiella zaeae*. *Phytopathology* 73:607-609.

RIVERA-CANALES, J. M. 1993. Yield losses, chemical control, and epidemiology of fungal leaf blights on seed corn in Iowa. Ph.D. diss. Abstract microfilm order no. ISU 1993 R525. Iowa State University, Ames.

SATORRE, E. H.; A. R. L. BENECHÉ; G. A. SLAFER; E. B. FUENTE DE LA; D. J. MIRALLES; M. E. OTEGUI Y R. SAVIN. 2003. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 1º edición. 783 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA y ALIMENTACIÓN (SAGPYA). 2009. Estimaciones Agrícolas. Disponible en <http://www.sagpya.gov.ar/>. Consultado el 1/11/2011.

SHURTLEFF, M. 1980. **Compendium of corn diseases CCD**. 2° Edition. American Phytopathological Society. 105pp.

SILLON, M. 2008. Producción de maíz. Capítulo 6: Enfermedades del cultivo de maíz.

CREA (Consortio Regional de Experimentación Agrícola); Editor: Satorre, Emilio. Pagina/s: 163.

ISBN: 978-987-1513-00-0. Hospedero: Maíz – Referencia: 180.

SILLON, M. 2009. Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). En <http://www.cuencarural.com/agricultura/62269-la-roya-comun-del-maiz-puccinia-sorghi>. Consultado: 25/10/2011.

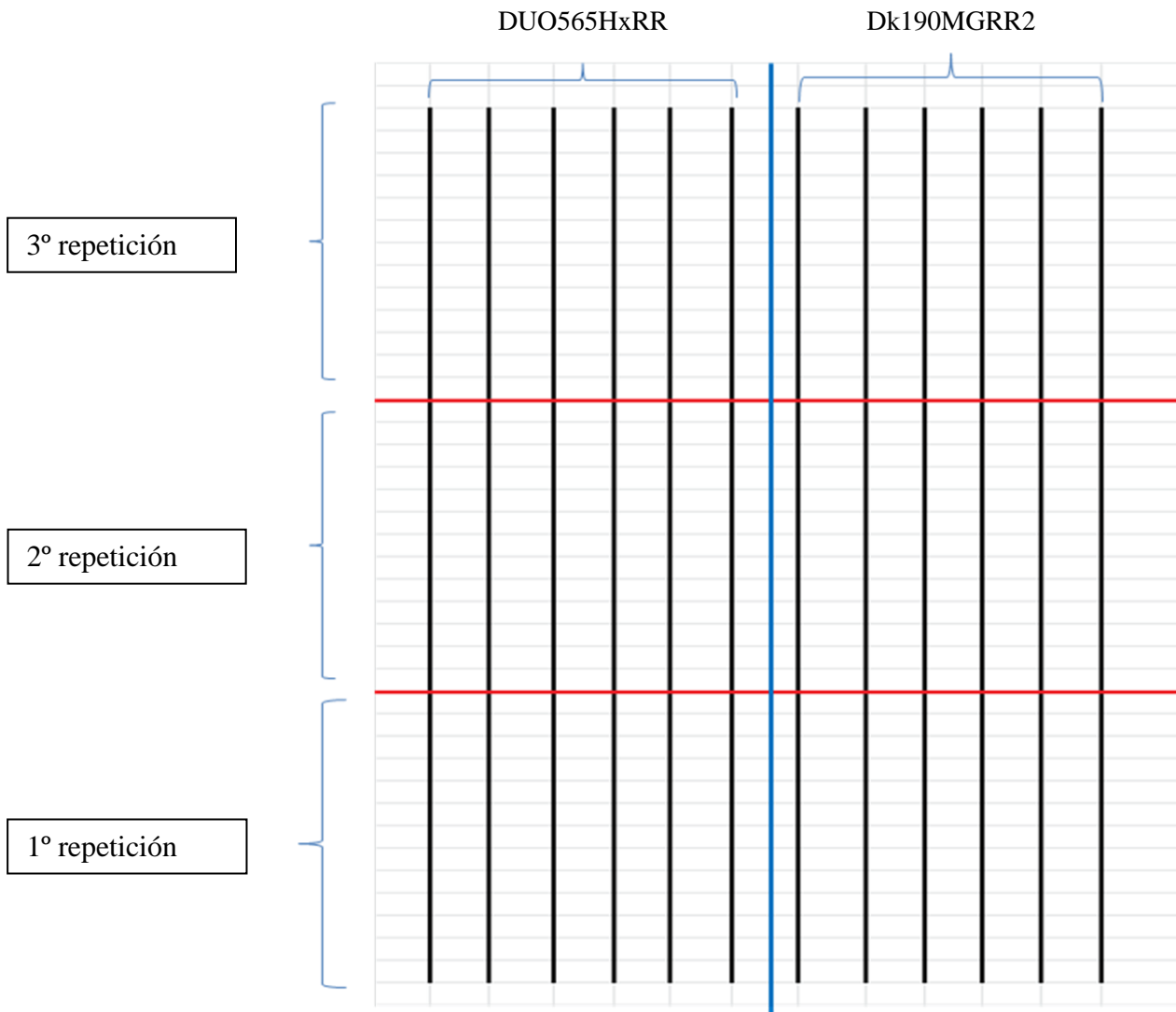
SILLON, M. 2010. Maíz: el camino hacia el futuro que queremos crear. Tizones y antracnosis en maíz. En: http://www.agromercado.com.ar/pdfs/157_maiz_10.pdf. Consultado: 15/01/2012.

VERAS DE COSTA. 2009. Principales enfermedades foliares del cultivo de maíz. En: <http://www.inta.gov.ar>. Consultado: 26/10/2011.

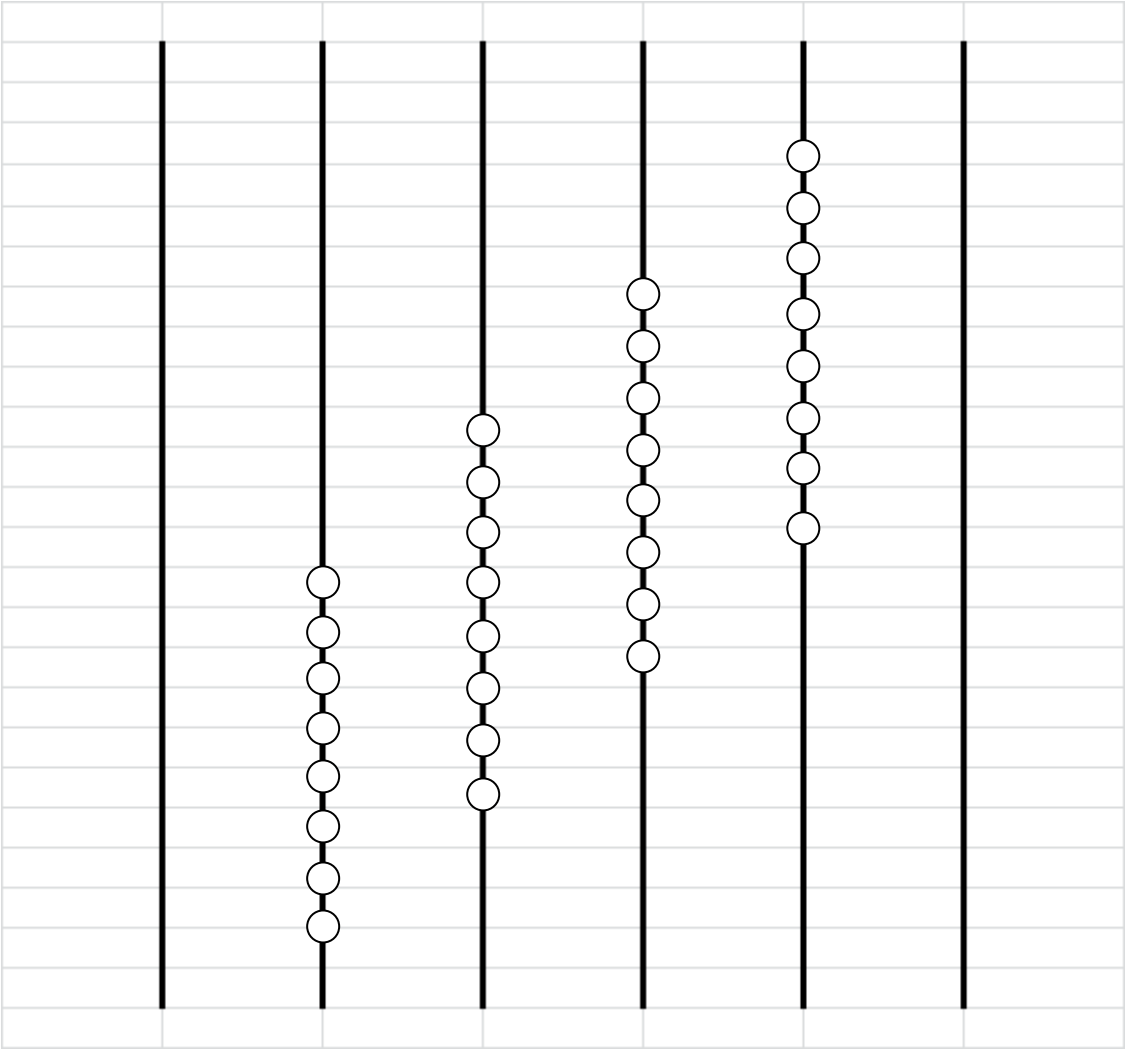
WHITE, D. 1999. **Compendium of corn diseases**. 3° Edition. American Phytopathological Society. 78pp.

ANEXOS

Anexo I. Esquema del diseño experimental utilizado en el trabajo.



Anexo II: Esquema de la distribución espacial de plantas muestreadas en cada repetición.



UNIDAD MUESTRAL: 1 PLANTA