

Libros de **Cátedra**

# Cereales de verano

María Rosa Simón y Silvina Inés Golik (coordinadoras)

**n**  
naturales

FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

# CEREALES DE VERANO

María Rosa Simón  
Silvina Inés Golik  
(coordinadoras)

Facultad de Ciencias Agrarias  
y Forestales



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



# Dedicatorias

A nuestras familias y amigos que constituyen un constante apoyo espiritual en nuestras vidas.  
A nuestros alumnos que nos incentivan para continuar profundizando en esta interesante disciplina  
y en la apasionante misión de enseñar.

# Agradecimiento

A la Universidad Nacional de La Plata, por su apoyo para la realización y publicación de este libro y a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales que es el ámbito en que desarrollamos nuestro curso.

Nuestro especial reconocimiento a los docentes del curso de Cerealicultura, que nos precedieron, que estimularon nuestra vocación docente y nos señalaron el camino a seguir.

A los docentes e investigadores de los que nos hemos nutrido a través de sus publicaciones para completar esta obra.

# Índice

PRÓLOGO	9
<b>Capítulo 1</b>	
Maíz: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química	10
<i>Silvina Golik, Silvina Larran, Guillermo Gerard, María Constanza Fleitas</i>	
<b>Capítulo 2</b>	
Maíz: Crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz	26
<i>Silvina Golik, Matías Schierenbeck, Juan Ignacio Dietz, María Constanza Fleitas</i>	
<b>Capítulo 3</b>	
Maíz: Época y densidad de siembra	41
<i>María Rosa Simón, Matías Schierenbeck, Juan Ignacio Dietz</i>	
<b>Capítulo 4</b>	
Maíz: Fertilización y rotaciones	57
<i>Silvina Golik, María Constanza Fleitas</i>	
<b>Capítulo 5</b>	
Maíz: Manejo de enfermedades	75
<i>María Rosa Simón, Silvina Larran, María Constanza Fleitas</i>	
<b>Capítulo 6</b>	
Maíz: Manejo de plagas	101
<i>María Rosa Simón, Juan Ignacio Dietz, Matías Schierenbeck</i>	
<b>Capítulo 7</b>	
Maíz: Manejo de malezas	133
<i>María Soledad Zuluaga, Silvina Golik, María Constanza Fleitas, Carlos Campanela</i>	
<b>Capítulo 8</b>	
Maíz: Zonas de cultivo	151
<i>Silvina Golik, Matías Schierenbeck, María Constanza Fleitas</i>	
<b>Capítulo 9</b>	
Maíz: Usos y comercialización	177
<i>María Rosa Simón, Guillermo Sebastián Gerard</i>	

## **Capítulo 10**

Maíz: Objetivos del mejoramiento genético\_\_\_\_\_ 191  
*Guillermo Gerard, María Rosa Simón*

## **Capítulo 11**

Sorgo: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química\_\_\_\_\_ 212  
*Silvina Golik, Silvina Larran, Guillermo Gerard, Juan Pablo Uranga, María Constanza Fleitas*

## **Capítulo 12**

Sorgo: Crecimiento y desarrollo\_\_\_\_\_ 228  
*Silvina Golik, María Constanza Fleitas*

## **Capítulo 13**

Sorgo: Época y densidad de siembra\_\_\_\_\_ 244  
*Silvina Golik*

## **Capítulo 14**

Sorgo: Fertilización y rotaciones\_\_\_\_\_ 252  
*Silvina Golik, María Constanza Fleitas*

## **Capítulo 15**

Sorgo: Manejo de enfermedades\_\_\_\_\_ 260  
*Silvina Larran, María Constanza Fleitas, María Rosa Simón*

## **Capítulo 16**

Sorgo: Manejo de plagas\_\_\_\_\_ 279  
*María Rosa Simón*

## **Capítulo 17**

Sorgo: Manejo de malezas\_\_\_\_\_ 284  
*Soledad Zuluaga, Silvina Golik, María Constanza Fleitas, Carlos Campanela*

## **Capítulo 18**

Sorgo: Zonas de cultivo\_\_\_\_\_ 293  
*Silvina Golik, María Constanza Fleitas*

## **Capítulo 19**

Sorgo: Usos y comercialización\_\_\_\_\_ 301  
*María Rosa Simón, Silvina Golik, Guillermo Sebastián Gerard*

**Capítulo 20**

Sorgo: Objetivos del mejoramiento genético\_\_\_\_\_ 316

*María Rosa Simón, Guillermo Gerard*

**Capítulo 21**

Arroz: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química\_\_\_\_\_ 330

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 22**

Arroz: Crecimiento y desarrollo\_\_\_\_\_ 341

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 23**

Arroz: Época y densidad de siembra\_\_\_\_\_ 352

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 24**

Arroz: Fertilización y rotaciones\_\_\_\_\_ 356

*Rodolfo Bezus*

**Capítulo 25**

Arroz: Manejo de enfermedades\_\_\_\_\_ 364

*Alfonso Vidal, María Constanza Fleitas*

**Capítulo 26**

Arroz: Manejo de plagas\_\_\_\_\_ 373

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 27**

Arroz: Manejo de malezas\_\_\_\_\_ 380

*Rodolfo Bezus*

**Capítulo 28**

Arroz: Zonas de cultivo\_\_\_\_\_ 392

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 29**

Arroz: Usos y comercialización\_\_\_\_\_ 397

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 30**

Arroz: Objetivos del mejoramiento genético\_\_\_\_\_405

*Alfonso Vidal*

**Capítulo 31**

Análisis comparativo de aspectos morfológicos, fenológicos  
y de manejo en los cultivos de maíz, sorgo y arroz\_\_\_\_\_408

*María Rosa Simón, María Constanza Fleitas*

**Los autores**\_\_\_\_\_427

# CAPÍTULO 5

## Maíz: Manejo de enfermedades

*María Rosa Simón, Silvina Larran y María Constanza Fleitas*

### Introducción

Las enfermedades que afectan al maíz pueden ocasionar importantes disminuciones en el rendimiento producidas por interferencias en los procesos que conducen a la generación y partición de biomasa del cultivo (Fig.5.1). Algunas de ellas pueden reducir el stand de plantas, tal es el caso de la “podredumbre de la semilla” y “tizón de plántula”, la “podredumbre de la raíz y base del tallo”, el “mal de Río Cuarto”. Otras interfieren en la interceptación de radiación del cultivo, por reducir la superficie fotosintética o reducen la eficiencia de uso de la radiación, como pueden ser la “roya”, el “tizón del maíz”, el “mal de Río Cuarto”, otras reducen el índice de cosecha, ya que interfieren en los procesos involucrados en la producción y llenado de granos, como puede ser el “carbón de la espiga” o la “podredumbre de la espiga” y otras afectan la calidad de los granos como puede ser la “podredumbre de la espiga”.

En estudios realizados en los últimos años se ha registrado la presencia de enfermedades que se reiteran anualmente (endémicas) y otras patologías consideradas emergentes, que dependen de las condiciones ambientales, el manejo y el material genético utilizado (Couretot, 2009). El concepto de manejo integrado de las enfermedades (MIE) tiene como base la resistencia genética e implica una serie de prácticas culturales que expongan a la población del patógeno a condiciones subóptimas reduciendo la aplicación de plaguicidas y evitando que la enfermedad llegue al umbral de daño económico.

Las enfermedades infectan diferentes órganos de la planta y en diferentes estadios del ciclo fenológico del cultivo. Para una correcta elección de las técnicas de manejo a utilizar es necesario realizar un adecuado diagnóstico de las mismas y conocer las fuentes de inóculo del patógeno. Estas fuentes de inóculo dependen del hábito nutricional del patógeno (necrotrófico o biotrófico), así el “tizón del maíz” es producido por un patógeno necrotrófico que puede sobrevivir en el rastrojo, en tanto que la “roya” necesita organismos vivos para sobrevivir y se perpetúa en malezas. Asimismo algunos patógenos se encuentran en las semillas, tal es el caso de algunos de los hongos que producen la “podredumbre de la espiga”, “tizón de la plántula” y “podredumbre basal”. También la cantidad de inóculo depende de si se trata de una enfermedad producida por un patógeno mono (mal de Río Cuarto) o policíclico (roya, tizón).

La resistencia genética es la base del manejo integrado. Existe una adecuada resistencia a la “podredumbre basal del maíz” y tolerancia al “mal de Río Cuarto”. La durabilidad de la resistencia depende de si se trata de resistencia parcial (más durable y condicionada por varios genes de efecto menor) o completa (condicionada por uno o pocos genes y generalmente menos durable) y de si se han piramidizado varios genes que la condicionen. Asimismo la tolerancia puede expresarse como una menor reducción en el rendimiento aunque el cultivo presente síntomas de la enfermedad o una reducción en los síntomas (en el caso de los virus) aunque el patógeno se ha desarrollado en el hospedante.

Las rotaciones y los sistemas de labranza también inciden en la cantidad de inóculo inicial y su crecimiento. La labranza convencional reduce la cantidad de inóculo al incorporarlo a capas más profundas del perfil o exponerlo al calor y desecamiento en superficie. En cambio la siembra directa y labranzas conservacionistas pueden incrementar la supervivencia del inóculo por el rastrojo y humedad en superficie o la pueden disminuir al incentivar otros microorganismos que actúan en el control biológico (Eyherabide & Presello, 2002). Las rotaciones pueden reducir la incidencia de enfermedades, cuando el antecesor es hospedante de diferentes patógenos, o deja residuo escaso y que se descompone fácilmente y son efectivas cuando las esporas del patógeno no se trasladan a grandes distancias, cuando el patógeno no se encuentra en la semilla o la semilla está libre de enfermedad. Su eficiencia en la reducción de enfermedades depende también del potencial de supervivencia en presencia de hospedantes no susceptibles y de su efecto sobre especies de malezas que son importantes para la supervivencia de los patógenos (Eyherabide & Presello, 2002).

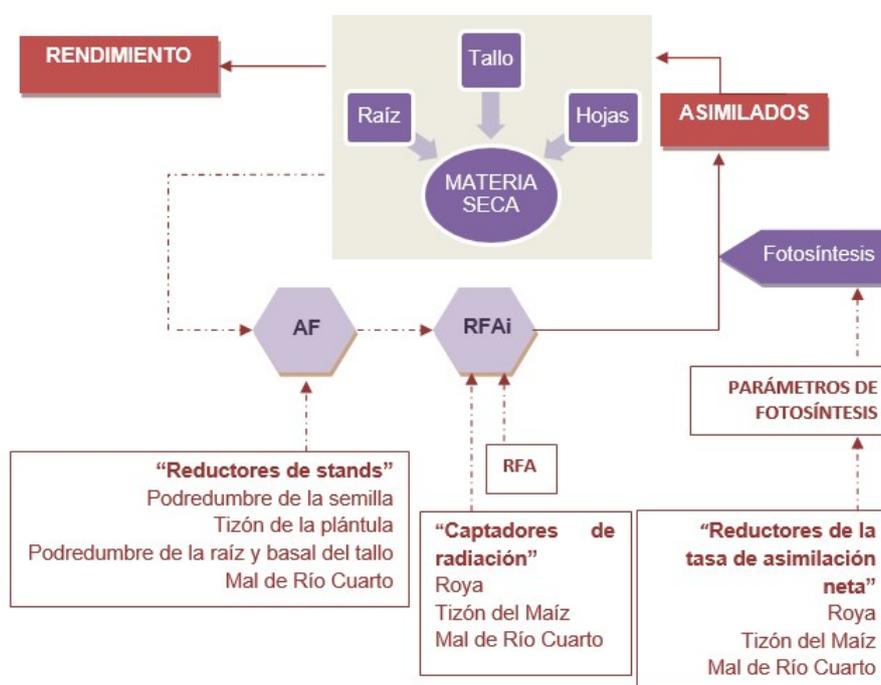


Figura 5.1. Clasificación de las enfermedades de maíz en relación a su efecto sobre los componentes de la generación de la biomasa y el rendimiento. IC: Índice de cosecha; AF: área foliar; RFA: Radiación fotosintéticamente activa; RFAi: Radiación fotosintéticamente activa intercepuada. Adaptado de Windauer et al. (2003)

El ambiente también tiene importante efecto sobre la interacción planta-patógeno. Gran parte de las enfermedades son estimuladas por la alta humedad, las precipitaciones y el riego, en tanto otras como el “mal de Río Cuarto” se ven disminuidas, ya que la mayor oferta de agua reduce el estrés de las plántulas, acelera su crecimiento. También la lluvia durante el llenado de grano reduce el vuelco por disminuir la translocación de reservas del tallo (Escande, 2000). El exceso de nitrógeno o la falta de potasio aumentan la incidencia del vuelco (Escande, 2000), también el exceso de nitrógeno favorece la incidencia de “roya”. Sin embargo en otros patosistemas especialmente aquéllos en los que intervienen patógenos necrotróficos la fertilización nitrogenada suele reducir la incidencia de enfermedades vigorizando la planta, lignificando tejidos, modificando el grosor de epidermis y cutícula, etc. Las siembras tardías asociadas al incremento de la temperatura, también suelen causar una mayor incidencia de enfermedades.

Asimismo es importante conocer los factores que favorecen la relación entre la planta y el patógeno y las etapas en que el cultivo es más susceptible. La presencia de enfermedades es especialmente importante durante el período crítico del cultivo. Las principales enfermedades que afectan el maíz pueden agruparse en aquellas que ocasionan daños en el primer subperíodo del desarrollo del cultivo y las que lo ocasionan durante el desarrollo posterior.

## **Enfermedades que afectan en el inicio del cultivo**

Abarca el período que va desde la siembra hasta el estado de 4<sup>o</sup> hoja. Entre las enfermedades de mayor importancia se mencionan las siguientes:

### **Podredumbre de la semilla y tizón de la plántula**

El período durante el cual germina el grano y se establece la plántula es un momento delicado en el que las semillas en germinación y/o las raicillas de las plántulas pueden ser atacadas por microorganismos del suelo, o que permanecen en el rastrojo o aquellos trasladados por la misma semilla. La aparición de esta sintomatología depende de condiciones ambientales adversas que retrasen la germinación, como períodos fríos, lluvias persistentes, sequía prolongada, terreno mal preparado o edad de la semilla, condiciones de su almacenaje y los daños mecánicos que hayan sufrido. Esta enfermedad es conocida también como “damping off”. En infecciones graves el embrión puede ser destruido antes de germinar y cuando el ataque es posterior, la plántula puede morir antes o después de emerger (pre y posemergencia). Si la plántula sobrevive al ataque, es menos vigorosa y por consiguiente, su desarrollo y producción serán inferiores al de una planta sana.

Los síntomas, además de la podredumbre de la semilla, pueden ser estrangulamiento del cuello (“tizón de las plántulas” y “damping-off”) y podredumbre de los tejidos del tallo. Asimismo, se manifiestan lesiones en las raíces que se observan como manchas de color castaño-rojizas inicialmente y luego negruzcas. Las raíces pueden destruirse total o

parcialmente. En estos casos, el área afectada presentará diferentes coloraciones de acuerdo al hongo que se encuentre involucrado.

Los hongos que más frecuentemente ocasionan estas sintomatologías son *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *Diplodia zeae* (Schw.) Lev.]; *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, *Fusarium graminearum* Schwabe, forma sexual *Gibberella zeae* (Schw.) Petch., *Pythium* spp., *Macrophomina phaseolina* (Tassi). Goid. y *Rhizoctonia solani* (Kühn) Moore. Las zonas afectadas presentarán coloraciones diferentes de acuerdo al patógeno interviniente (Fig. 5.2); así para *S. maydis*, micelio gris-blancuzco, para *Fusarium* spp. color blanco-rosado, *Pythium* spp. coloraciones oscuras y para *M. phaseolina* puntuaciones oscuras (carbonosas).

Por lo mencionado, son varios los hongos que pueden parasitar la semilla y la plántula, pero en general la sintomatología que manifiestan son similares: lesiones oscuras en el mesocótilo, raíces flácidas, húmedas y necróticas, marchitamiento y reducción de la parte aérea de las plantas.

Para manejar este complejo de patógenos se recomienda sembrar semillas sanas, con buen poder germinativo, utilizar curasemillas, sembrar uniformemente evitando mucha profundidad, bajas temperaturas o suelos mal drenados.

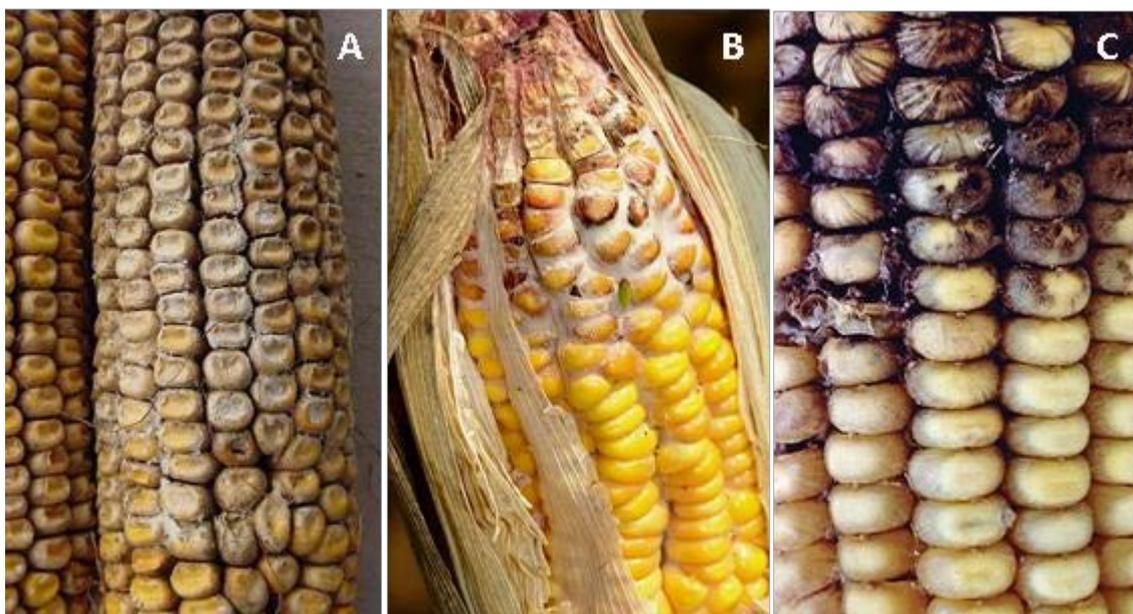


Figura 5.2. A. Micelio gris-blancuzco de *S. maydis* sobre granos de maíz. B. Micelio de *Fusarium* spp. color blanco-rosado. C. Manchas oscuras de *M. phaseolina*. Fuente: Bachi (2009), Scot (2008a) y CIMMYT (2006a) respectivamente

### **Virus del mosaico enanizante (Maize Dwarf Mosaic Virus)**

Es una enfermedad viral que se ha propagado significativamente en nuestro país a causa de la dispersión del sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L.) su hospedante principal, y a la de los pulgones vectores *Rhopalosiphum maidis* y *Myzus persicae* (Fig. 5.3). Este virus se caracteriza por producir mosaico en estrías (Fig. 5.3), anillos cloróticos o puntuaciones cloróticas dependiendo de las razas del virus involucradas. Al

afectar en estadios tempranos ocasiona enanismo de las plantas de maíz. Para su manejo se recomienda el uso de híbridos tolerantes o resistentes y control del sorgo de Alepo y otras malezas que son hospederas del virus.

El “mal de Río Cuarto”, que se describirá más adelante, también puede afectar desde el estado de plántula, siendo en este caso su efecto más importante que cuando afecta en estadios posteriores.

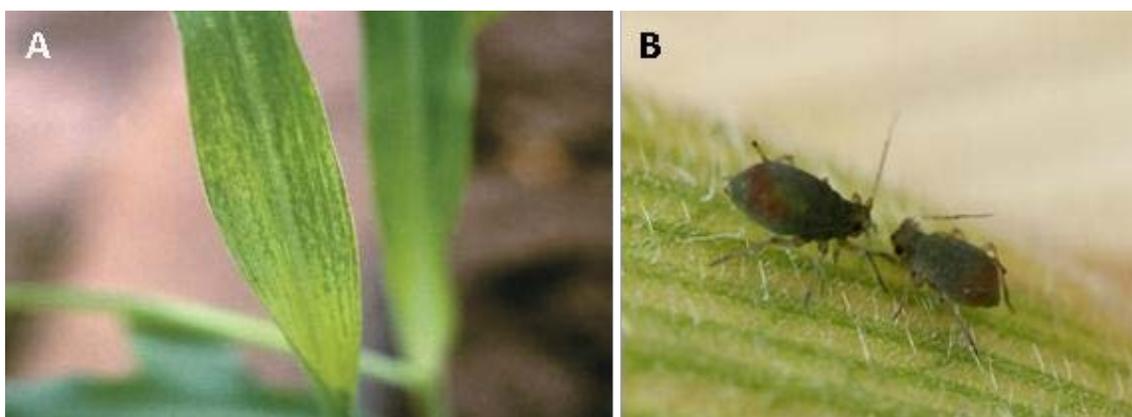


Figura 5.3. **A.** Síntomas del virus del mosaico enanizante en hojas jóvenes de maíz. **B.** Pulgón vector del virus, *R. maidis*. Fuente: CIMMYT (2006b) y Sisson (2012) respectivamente

## Enfermedades que afectan después de cuarta hoja

Las enfermedades que afectan en la segunda etapa pueden agruparse según el órgano de la planta que afectan.

### A. En tallos

#### Podredumbre del pie, basal o del tallo

Esta enfermedad es considerada de importancia en la zona maicera del país apareciendo en las últimas campañas con mayor frecuencia e intensidad (Carmona *et al.*, 2006). Es considerada de fin de ciclo ya que aparece luego de la floración y es ocasionada por un complejo de hongos y, ocasionalmente bacterias, que intervienen en la desintegración de la médula en el momento que se aceleran los procesos de senescencia de la planta. Es en este momento cuando el flujo de carbohidratos es dirigido hacia los granos en formación y el llenado de granos por lo que las raíces se debilitan. Las raíces no reciben suficientes carbohidratos por la mencionada partición de fotoasimilados o debido a otras condiciones de estrés como la presencia de enfermedades foliares, ataque de insectos, desbalance de nutrientes, alta densidad de plantas y déficit hídrico en posfloración, lo que facilita el ingreso de patógenos (Parisi *et al.*, 2014) que ocasionan la “podredumbre del pie, basal o del tallo”. Martínez (1980) mencionó que *Fusarium moniliforme* J. Sheld. [forma sexual *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito en Ito & K. Kimura] puede penetrar por las raíces o los nudos inferiores y que la penetración puede ser favorecida por la presencia de barrenadores. A su vez, la

presencia de enfermedades foliares en esta etapa del ciclo del cultivo, disminuyen la superficie fotosintéticamente activa y la planta, para poder completar el llenado de los granos, debe translocar reservas desde el tallo a la espiga debilitándolos.

En este momento, cuando la planta está más predispuesta, la podredumbre prospera rápidamente dado que los organismos causales están presentes en casi todos los campos, si bien depende de las condiciones ambientales y del material genético utilizado. Además los agentes causales de la enfermedad son los mismos que ocasionan las pudriciones de la espiga y también son comunes en semillas (Carmona *et al.*, 2006).

Los primeros síntomas se manifiestan en plantas aún verdes, en los que se observa el entrenudo inferior manchado o decolorado. Las hojas pierden color y el ápice se dobla hacia abajo. Luego, los entrenudos se ablandan y se observa el tejido medular desintegrado, en ocasiones, permanecen intactos los haces vasculares, pudiendo presentarse coloraciones anormales e incluso las fructificaciones del hongo. La muerte de las hojas progresa de abajo hacia arriba. Las raíces se debilitan y se observan necrosadas. La consecuencia más grave es el vuelco de las plantas afectadas como resultado del debilitamiento del tallo. Las plantas volcadas son difícilmente levantadas por la cosechadora, pero aún cuando esto ocurriera, hay pérdida por la pudrición de las espigas y germinación de los granos que han estado en contacto con el suelo. La muerte prematura de las plantas provoca además una reducción en el tamaño de las espigas y menor peso de los granos.

Los hongos causales son necrotróficos, persisten en el suelo y rastrojo, por lo que la siembra directa y el monocultivo permiten su sobrevivencia y algunos de ellos son coincidentes con los que producen la “podredumbre de la semilla” y “tizón de la plántula” y la “podredumbre de la espiga”. Entre ellos los principales son: *F. graminearum*, *F. verticillioides*; *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils., (forma sexual *Glomerella graminicola* Politis); *S. maydis* y *M. phaseolina* (Carmona *et al.*, 2006). De acuerdo al hongo que intervenga en la infección pueden observarse signos diferenciales en la base del tallo: *M. phaseolina*, produce la “podredumbre negra o carbonosa”, llamada así por la coloración que toma la médula por la presencia de numerosos microesclerocios negros (Fig. 5.4). Es monocíclica y los tallos afectados pueden reconocerse por las rayas grisáceas en la superficie de los entrenudos inferiores (Ullstrup, 1969). Después de la floración uno de los primeros síntomas es el secado anormal del tejido de las hojas superiores y cuando las plantas se aproximan a la madurez, las plantas afectadas presentan en sus entrenudos inferiores la parte interna de los tallos de color negruzco y desgarramiento de los haces vasculares. Los microesclerocios pueden sobrevivir varios meses y afectar al cultivo siguiente, el patógeno también puede sobrevivir en el rastrojo y transmitirse por semillas. El hongo puede afectar los granos dándoles una coloración oscura (Fig. 5.2). La incidencia de esta enfermedad aumenta rápidamente cuando predominan condiciones de sequía y temperaturas altas antes de la floración.

*S. maydis*: “pudrición por *Diplodia*”. Es una enfermedad policíclica que aparece por lo general unas pocas semanas después de la floración. Las hojas se marchitan y toman un color gris verdoso. En la base del tallo se observan lesiones oscuras en los nudos, color

café, que se extienden hacia arriba y hacia abajo del área del entrenudo inicialmente afectado (Fig. 5.5). Los entrenudos se tornan esponjosos, la médula parda, se desintegra y luego se decolora (Fig. 5.5). Las plantas afectadas se debilitan y se quiebran fácilmente en presencia de lluvias y fuertes vientos. Sobre las lesiones se forman abundantes picnidios negros. El hongo sobrevive en rastrojo y en semilla.

Las condiciones que se requieren para que aparezca el patógeno son tiempo seco durante las primeras fases de desarrollo del cultivo y luego durante las tres semanas siguientes a la polinización, tiempo húmedo y con temperaturas de 28-30 °C. La alternancia de períodos de estrés hídrico y alta humedad también predisponen a la infección de este patógeno.

*F. graminearum* “pudrición por *Gibberella*”. Las plantas marchitas permanecen erectas cuando se secan. Las hojas de las plantas afectadas se vuelven opacas y de color gris verdoso y el tallo de color pardo (Fig. 5.4). Al cortar los tallos verticalmente se observa que el floema es de color café oscuro con un oscurecimiento general conspicuo de los tejidos. La médula se torna rosa-rojiza. En las etapas finales de la infección la médula se desgarrá presentando coloración rojiza en la zona afectada, los haces vasculares permanecen intactos y los tejidos adyacentes pierden color. Puede observarse como signo de la enfermedad la presencia de peritecios en la base del tallo. Se requiere tiempo cálido y húmedo para la infección (Carmona *et al.*, 2006).

*F. verticillioides*: “pudrición por *Fusarium*”. Es particularmente dañino si comienza antes de la floración. Ocasiona la desintegración de los tejidos de la médula en la base del tallo debilitando la zona afectada. También produce podredumbre de las raíces. Esta enfermedad aparece todos los años con distinta intensidad. Su severidad se relaciona con el germoplasma del cultivar, la cantidad de inóculo y las condiciones ambientales en las que desarrolla el cultivo (más severa en climas secos y cálidos). Las plantas de maíz con el follaje dañado por enfermedades, labores culturales, granizo, atacadas por el gusano barrenador del tallo o con escaso desarrollo radicular son las más susceptibles. La médula se observa de coloración rosa salmón y el tallo pardo salmón.

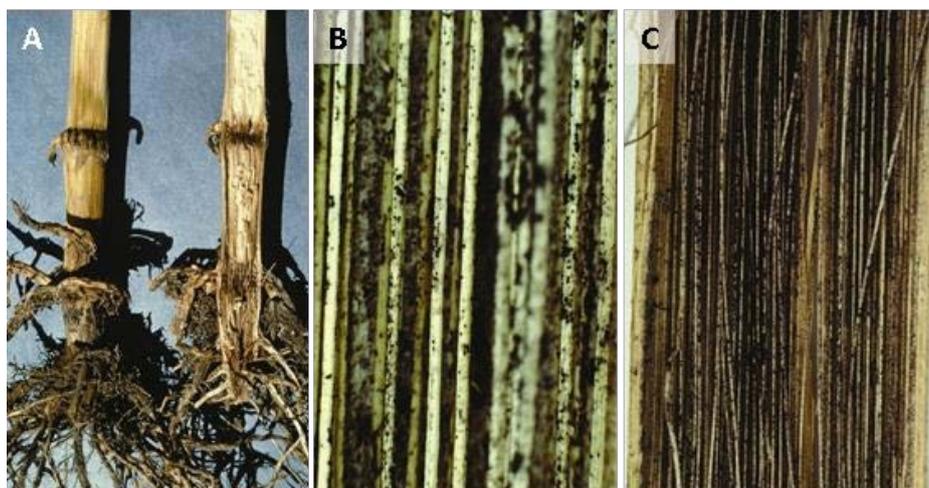


Figura 5.4. **A.** Pudrición por *Gibberella* en tallos de maíz. **B.** y **C.** Interior de tallos de maíz afectados por podredumbre negra o carbonosa ocasionada por *M. phaseolina*. Fuente: CIMMYT (2006c; 2006d)



Figura 5.5. **A** y **B**. Podredumbre del tallo ocasionado por *S. maydis*, vista externa e interna del tallo. **C**. Estrías de color oscuro sobre tallos de maíz característicos de la pudrición del tallo ocasionados por *C. graminicola*. Fuente: CIMMYT (2006e) y Ollie (2010)

*C. graminicola*: Ocasiona la “pudrición del tallo” y también “tizón de la hoja” cuando las plantas se acercan a la floración. Los síntomas se manifiestan como áreas húmedas sobre la superficie de los entrenudos basales. Estrías alargadas y angostas primero color café y luego negras, que inicialmente pueden comenzar en los nudos y luego progresar a lo largo del tallo (Fig. 5.5). Puede ocurrir la podredumbre de las raíces generalmente antes de aparecer la podredumbre de la base del tallo.

En las plantas infectadas se observa marchitamiento prematuro (causado por la destrucción total del tejido de la médula) y desgarramiento de los haces vasculares, que adquieren una coloración café oscura. Sobre la superficie afectada se observan las puntuaciones negras correspondientes a los acérvulos del hongo. Esta enfermedad ocurre en clima húmedo y caluroso. El hongo sobrevive en los restos de cultivo afectado.

Para el manejo de la enfermedad deben considerarse los siguientes factores: seleccionar un híbrido con buen comportamiento, uso de semillas de calidad; tratamiento de semillas con fungicidas; mantener una buena fertilidad balanceada en el suelo (disponibilidad de nitrógeno durante todo el cultivo y evitar el desbalance entre nitrógeno y potasio dosis excesivas de nitrógeno la favorecen); utilizar híbridos resistentes o tolerantes (mejor comportamiento los que permanecen verdes en las etapas avanzadas del cultivo); rotación de cultivos; evitar densidades altas; control de malezas, de enfermedades foliares, insectos u otros que condicionen estrés en la planta, riego durante el llenado de grano y realizar cosecha oportuna o anticipada.

## B. En hojas

Las manchas foliares de mayor prevalencia en los últimos años en nuestra región, de acuerdo al orden de importancia, son el “tizón común”, la “roya común” y con menor importancia se pueden mencionar a la “mancha gris”, la “roya polisora”, la “mancha blanca”, “la mancha ocular” y la “antracnosis”. En la región centro y núcleo, considerando la severidad y la cantidad de lotes afectados, las de mayor importancia son la “roya común” y el “tizón

común”, en los que se han registrado valores de 100% de prevalencia, mientras que la “roya polisora” y la “mancha gris” son más características del noroeste (Formento, 2014).

### **Tizón de la hoja (del norte y del sur)**

En el país se denomina así a la enfermedad ocasionada por el hongo *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs (Sin. *Helminthosporium turcicum* Pass.), también conocido como “tizón del norte” por la ubicación del área que afecta en Estados Unidos si bien aparece comúnmente en el sur de nuestra región maicera. El “tizón de la hoja” o foliar (*E. turcicum*) junto con la “roya común”, que se describirá más adelante, constituyen las principales enfermedades endémicas del cultivo del maíz en la zona maicera núcleo con distinta severidad según las condiciones climáticas, el cultivar y los biotipos de los patógenos (Couterot *et al.*, 2013).

Las lesiones se inician en las hojas basales como pequeñas manchas ahusadas, elípticas alargadas, color verde grisáceo inicialmente, luego castaño pajizo, con halo húmedo, aisladas en un principio y luego confluentes formando manchas extendidas pardo o pardo-oscuro, gris-verdoso de 2,5 a 25 cm de longitud, limitadas por un margen más o menos definido, oscuro marrón-rojizo, a lo largo de las nervaduras (Fig. 5.6). Con el tiempo pueden observarse a ambos lados de las hojas afectadas la esporulación del hongo como una eflorescencia negruzca. Cuando los ataques son severos la enfermedad avanza hacia arriba, deformando las hojas que finalmente se marchitan y la planta muere quedando con aspecto de haber sufrido daño por heladas (Fig. 5.6).

Es una enfermedad que ocurre en climas moderados (18°C) y húmedos, en particular la presencia de rocío favorece su aparición. El hongo es necrotrófico y sobrevive en los rastrojos como micelio o conidios, los que pueden ser transportados por el viento a grandes distancias o por salpicaduras de agua.

Si la enfermedad aparece antes de la fecundación puede ocasionar pérdidas de rendimiento entre el 30 y 50%, que son menores en condiciones de clima seco y cuando la enfermedad ocurre varias semanas después de la fecundación de los estigmas. En la zona maicera con altas temperaturas, humedad, al menos 8 horas de mojado y fuertes rocíos sus ataques ocurren después de la fecundación.



Figura 5.6. Síntomas de *E. turcicum* en hojas de maíz. Fuente: Mc Grath (2013a; b; c)

La muerte prematura de la superficie foliar activa restringe la formación de almidón siendo las espigas y granos de menor calidad. Además de la reducción de la fotosíntesis y sus consecuencias, el desequilibrio en el balance de carbohidratos predispone al marcado incremento de la podredumbre basal. En siembras tardías se han observado altos niveles de incidencia, con madurez anticipada, incompleto llenado de espigas, disminución del peso de granos, tendencia al quebrado y posterior vuelco de plantas causado por la removilización de nutrientes y debilitamiento de los tallos (Couretot, 2011).

El tipo de lesiones ocasionadas depende de la susceptibilidad del híbrido utilizado y del tipo de resistencia. Couretot (2011), determinó que en siembras tardías el 50% de los híbridos evaluados alcanzó niveles de severidad del 45 al 60%, mientras que el otro 50% tuvo niveles entre bajos y moderados del 5 al 25%. De Rossi *et al.* (2010) determinaron que valores de severidad del 60% causaron pérdidas de hasta el 40% de rendimiento en híbridos susceptibles. Por lo tanto, como medidas para el manejo se recomienda la utilización de híbridos con buen comportamiento, evitar el monocultivo en siembra directa, rotaciones [el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) también es afectado], aplicación de fungicidas foliares entre panojamiento y emergencia de estigmas.

Existe otro tizón en zonas maiceras cálidas, también conocido como “tizón del sur” ocasionado por *Bipolaris maydis* (Nisikado & Miyake) Shoem. (Sin. *Helminthosporium maydis* Nisikado & Miyake) y que ha sido registrado en cultivos del norte, Chaco y Corrientes. Este hongo presenta dos razas O y T. La raza O afecta sólo las hojas ocasionando lesiones similares a las de *E. turcicum* pero más cuadrangulares y pequeñas. La raza T también produce manchas en chalas, mazorcas y granos, ennegreciéndolos. Los granos infectados pueden germinar y a las 3 o 4 semanas se marchitan y mueren. A la raza T resultó particularmente susceptible el material con citoplasma estéril Texas, lo que provocó importantes pérdidas en Estados Unidos y la revisión de los planes de producción de semilla híbrida que incluyeran este citoplasma.

### **Roya común del maíz**

Esta enfermedad solo afecta al maíz si bien el patógeno que ocasiona la enfermedad es *Puccinia sorghi* Schwein. Es una enfermedad endémica en la región maicera núcleo del país, causada por un patógeno policíclico, presentándose con distintos grados de severidad dependiendo del material genético utilizado, del patógeno y de las condiciones ambientales (Formento, 2010). Normalmente la infección ocurre un poco antes de la floración siendo más grave en siembras tardías. Afecta a las vainas y láminas produciendo pústulas errumpentes alargadas de color herrumbroso oscuro (canela) en el haz y en el envés de las hojas (Fig. 5.7). Se distribuyen en bandas en el centro de las hojas. Al final del ciclo del cultivo se observan pústulas más oscuras, casi negras, conteniendo teliosporas.

La “roya común” es de ciclo completo, tiene como hospedante alternativo a *Oxalis* spp., en el que completa su ciclo sexual. Esto es de importancia por la variabilidad genética del patógeno del cual se han encontrado al menos cuatro razas (Formento, 2010). Afecta

el rendimiento ya que ocasiona reducción en el peso y/o número de granos. Las condiciones predisponentes son alta humedad (98%) y temperaturas entre 16 y 23 °C. En esas condiciones produce una maduración anticipada del cultivo y disminución del peso de los granos (Couretot, 2009).

Para el manejo se recomienda: uso de resistencia genética. En la campaña 2013/2014, los máximos valores de severidad de roya en híbridos de maíz fueron de 10% (Parisi & Couretot, 2014) aunque en años previos han alcanzado el 25% con diversos cultivares con porcentajes muy bajos de lesión. Asimismo es importante la aplicación de fungicidas foliares entre panojamiento y emergencia de estigmas en los cultivares con susceptibilidad. Los umbrales de control se encuentran entre 3 y 5% en los estadios V8-V10 en las hojas cercanas a la espiga (Canale *et al.*, 2011).

### Roya sureña o polisora

Esta enfermedad es característica del norte del país donde las temperaturas son más cálidas, requiere alrededor de 27°C y humedad relativa alta. El agente causal es *Puccinia polysora* Underw. Afecta hojas y vainas presentando pústulas herrumbrosas más claras o más brillantes, más pequeñas y menos errumpentes que las de *P. sorghi* principalmente en el haz de las hojas, distribuidas uniformemente en toda la superficie (Fig. 5.7). Los teliosoros aparecen al final del ciclo del cultivo con coloraciones más oscuras (marrones o negras) y algunas veces rodeando circularmente los urediniosoros. Para el manejo de la enfermedad deben utilizarse híbridos resistentes y aplicación de fungicidas al follaje entre panojamiento y emergencia de estigmas.

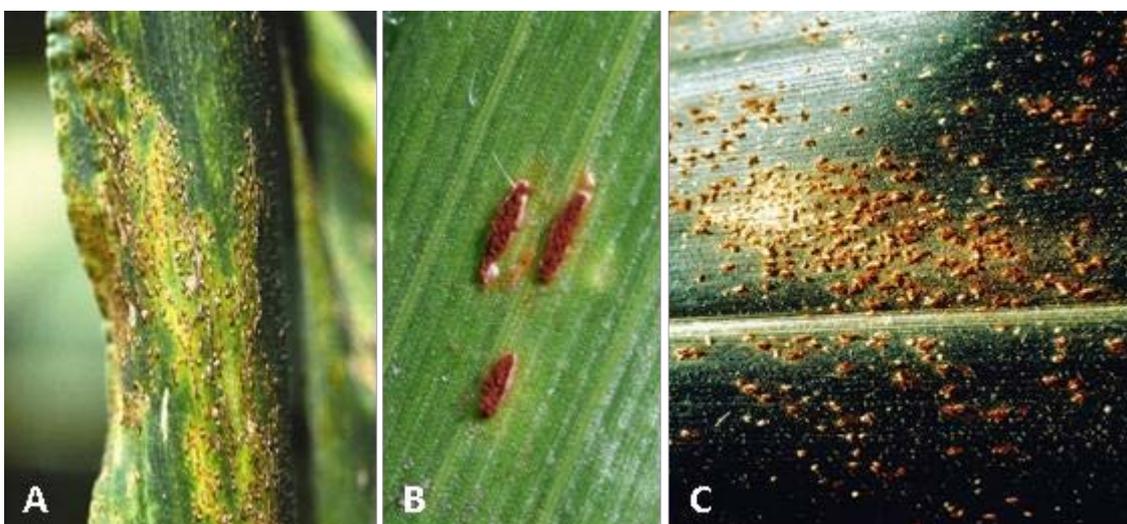


Figura 5.7. **A** y **B**. Pústulas de *P. sorghi* sobre hojas de maíz. **C**. Pústulas de *P. polysora*. Fuente: CIMMYT (2006f), Mueller (2012a) y CIMMYT (2006g) respectivamente

### Mancha gris

Esta enfermedad es también conocida como “mancha lineal” y ocasiona importantes daños en la región norte del país y se ha detectado con gran agresividad en Chaco y Formosa (Formento, 2014). Fue citado por primera vez en 2001 en Tucumán y adquirió importancia con el

incremento de la siembra directa (Heredia *et al.*, 2008). Los síntomas se observan inicialmente en las hojas inferiores como lesiones angostas, alargadas, rectangulares de color café grisáceo, paralelas a las nervaduras (Fig. 5.8), luego se tornan de color gris y pueden coalescer formando áreas necróticas. Aparece algunas semanas antes de la floración.

El agente causal es el hongo necrotrófico *Cercospora zeae-maydis* Tehon & Daniels, que sobrevive en rastrojo como micelio. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son clima cálido y húmedo (mojado de hojas y días nublados favorecen el desarrollo de la enfermedad), altas densidades de siembra, desbalance nutricional o cualquier condición que genere estrés. Puede ocasionar senescencia foliar de importancia o llenado deficiente de granos. La rotación de cultivos y la aplicación de fungicidas al inicio de su detección pueden reducir el inóculo inicial.



Figura 5.8. **A.** Síntomas de *C. zeae-maydis* en hoja de maíz. **B.** Síntomas de *K. zeae*. **C.** Síntomas de *C. graminicola* en hojas donde se observa el arrugamiento de las mismas. Fuente: Department of Plant Pathology Archive (2007a), Mueller (2012b) y Wells (2007) respectivamente

### **Mancha anillada, ocular o en ojo**

Esta enfermedad tiene poca difusión, si bien es considerada como reemergente. Es ocasionada por *Kabatiella zeae* Narita e Hiratsuka (Sin. *Aureobasidium zeae*). Los síntomas característicos se observan como lesiones pequeñas de 1 a 4 mm circulares y traslúcidas al principio, luego color canela rodeados de anillos color púrpura o amarillento que le dan aspecto de “ojo” (Fig. 5.8) primeramente en hojas viejas, luego asciende a hojas superiores ocasionando un secado anticipado de las hojas de toda la planta. Estas manchas pueden coalescer formando amplias superficies necróticas en las hojas, tallos, chalas y vainas.

Como medidas de manejo se recomienda utilizar cultivares con buen comportamiento sanitario frente a la enfermedad. Por otro lado, dado que la enfermedad está asociada labranzas conservacionistas, es aconsejable rotar con otros cultivos no emparentados al maíz, eliminar hospedantes alternativos y favorecer todas aquellas condiciones que aceleren la descomposición de residuo infectado. La aplicación de fungicidas debe realizarse en función de la susceptibilidad del híbrido, presión de inóculo presente, condiciones ambientales favorables para la enfermedad, etc.

### **Antracnosis**

Es ocasionada por el hongo *C. graminicola*, (también agente causal de la podredumbre basal) produce manchas ovales, inicialmente en hojas basales, que suelen agrandarse y rodearse de un halo oscuro y que pueden coalescer formando grandes áreas necrosadas. La enfermedad desarrolla mejor en hojas viejas y en plantas adultas. Las hojas finalmente se arrugan (Fig. 5.8), se puede extender a vainas, tallos y raíces. Sobre las lesiones se observan puntuaciones negras que corresponden a los acérvulos del hongo. Este patógeno ocasiona también el “top leaf death” o “top dieback”, que ocasiona la muerte de la parte superior de la planta (panoja más uno o dos nudos).

Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son altas temperaturas y elevada humedad. El patógeno sobrevive en el rastrojo y se dispersa por semilla, factores a tener en cuenta para el manejo evitando el monocultivo (rotar), utilizar híbridos resistentes y aplicación de fungicidas foliares.

### **Mancha blanca**

La enfermedad es ocasionada por el hongo *Phaeosphaeria maydis* (Henn) Rane, Payak & Renfro [forma asexual *Phoma maydis*, Sin. *Leptosphaeria zae- maydis* Saccas; *Metasphaeria maydis* (Henn.) Höhnel] que produce manchas pequeñas de color verde pálido con borde rojizo y halo clorótico. Posteriormente, las manchas se tornan blancuzcas mostrando tejido muerto. Estas manchas pueden coalescer formando áreas necróticas mayores en la hoja pudiendo ocasionar desecamiento prematuro de las hojas. Sobre las manchas se forman los peritecios negruzcos del patógeno. El hongo sobrevive en restos de cosecha. Requiere alta amplitud térmica, con máximas diurnas de 30°C y mínimas nocturnas de 13°C, acompañado por alta humedad relativa del ambiente.

### **Mancha foliar por Helminthosporium o “Helmintosporiosis”**

Se conoce así a la enfermedad ocasionada por *Bipolaris zeicola* (G.L.Stout) Shoem. (Sin. *Helminthosporium carbonum* Ullstrup), afecta al cultivo del maíz y otras especies de gramíneas en varias regiones templadas del mundo. Sin embargo, es considerada de menor importancia. Se han descrito varias razas del hongo en base al tipo de lesión que ocasionan. Los síntomas que produce varían en función de la sensibilidad/susceptibilidad del híbrido (Welz *et al.*, 1993). No obstante, los síntomas generalmente son de color canela, ovales o circulares, y pueden presentar zonas concéntricas, en ocasiones bordes más oscuros.

Como medida de manejo se recomienda la rotación de cultivos, uso de material genético resistente y aplicación de fungicidas foliares.

### Tizón amarillo de la hoja

Es una enfermedad de poca importancia y difusión en la zona maicera argentina y es ocasionada por el hongo nectrófico *Mycosphaerella zae-maydis* Mukunya & Boothroyd (forma asexual *Phyllosticta maydis* Arny & Nelson). Este hongo es considerado un patógeno débil por lo que desarrolla en cultivos con estrés por condiciones bióticas o abióticas y presencia de inóculo en cantidad, en cualquier momento del ciclo del cultivo. Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son alta humedad y temperaturas elevadas.

Los síntomas característicos son similares a las deficiencias de nutrientes y son: clorosis y manchas de color amarillo, angostas, alargadas, paralelas a las nervaduras aisladas inicialmente que luego se fusionan produciendo una necrosis típica cerca del ápice de la hoja (Fig. 5.9).

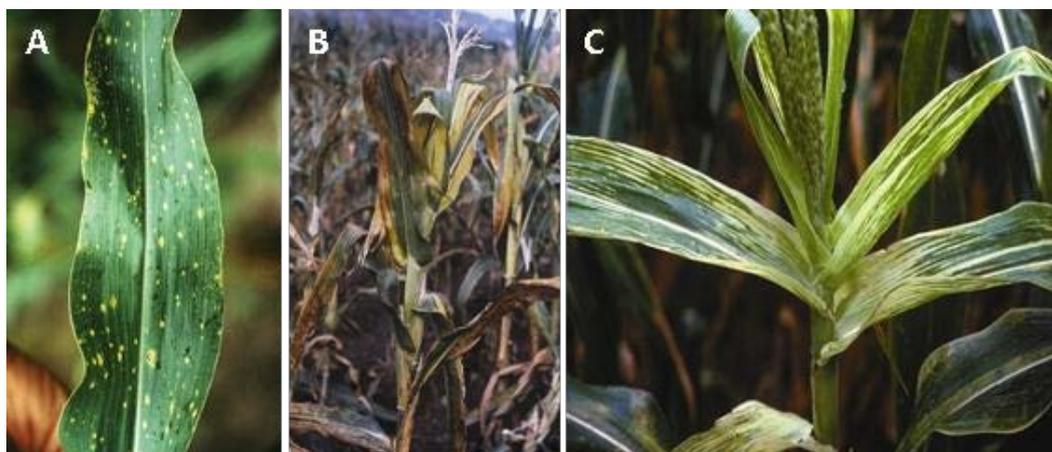


Figura 5.9. **A.** Síntomas del tizón amarillo de la hoja causado por *M. zae-maydis*. **B y C.** Síntomas del achaparramiento del maíz ocasionado por el espiroplasma *Spiroplasma kunkelii*.

Fuente: CIMMYT (2007h; i)

### Bacteriosis

Se han registrado en las últimas campañas en la región núcleo maicera algunas manchas foliares ocasionadas por diferentes bacterias, con diferentes niveles de severidad, Entre ellas se puede mencionar a *Pantoea ananatis* (Serrano, 1928) Mergaert *et al.* (1993) como el agente causal de la mancha de la hoja del maíz, citado por primera vez por Alippi & López (2010). Las bacteriosis se presentan con mayor frecuencia en lotes que han sufrido tormentas con fuertes vientos o granizo, presentando síntomas variados tales como rayados, estriados, manchas cloróticas acuosas, etc.

Asimismo, el “achaparramiento del maíz” o “corn stunt” producido por un virus y dos bacterias, la más usual en Argentina es *Spiroplasma kunkelii* Whitcomb. Es transmitido por el cicadélido *Dalbulus maidis* De Long & Wolcott y *Exitianus obscurinervis* Stal (Carlioniet *al.*, 2011). Los síntomas son estrías cloróticas que se inician en la base de las hojas y se extienden hacia el ápice (Fig. 5.9) con acortamiento de entrenudos y en algunos casos ausencia de estructuras reproductivas, también en zonas templadas coloración amarillenta o rojiza en las láminas y proliferación de espigas muchas veces vanas y pequeñas (Giménez Pecci, 2012).

## C- En inflorescencias

### Carbón común o de la espiga

Es causado por el hongo biotrófico *Ustilago maydis* (DC.) Corda, que produce agallas en cualquier tejido aéreo (espigas, tallos, hojas y panojas), especialmente en tejidos embrionarios (Fig. 5.10). Todos los tejidos meristemáticos son susceptibles. Cuando el ataque se produce en plantas jóvenes en activo crecimiento las agallas se desarrollan debajo de la superficie del suelo pudiendo ocasionar enanismo o la muerte. Los granos, generalmente de la punta de la espiga, quedan sustituidos por bolsas o agallas blancas cerradas (hiperplasia) que en su interior contienen teliosporas y con el tiempo se deshidratan y se abren liberando las masas carbonosas negras de esporas. El patógeno sobrevive en rastrojo y suelo como teliosporas.

Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son tiempo húmedo y lluvioso, heridas por granizo o vientos, ya que éstas inducen la división celular y por lo tanto estos tejidos quedan predispuestos al ataque del patógeno, y condiciones de estrés en el período crítico. Esto último es debido a que generan una desincronización en la liberación del polen y la aparición de los estigmas por lo que son menos las flores fecundadas y quedan más estigmas susceptibles de ser atacados por el hongo, ya que es uno de los sitios de ingreso del patógeno.

La enfermedad produce pérdida de rendimiento y disminución de la calidad de los granos. Para el manejo de la enfermedad se recomienda la siembra de genotipos resistentes, mantener una fertilización equilibrada y minimizar los daños mecánicos o daños por insectos. Las rotaciones no son efectivas porque el hongo permanece viable en el suelo por varios años.



Figura 5.10. **A.** Síntomas del carbón común ocasionado por *U. maydis* sobre hojas. **B. C.** y **D.** Síntomas del carbón común sobre espigas de maíz. Fuente: CIMMYT (2007j)

### Carbón de la panoja

El agente causal *Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint penetra en estado de plántula y desarrolla internamente en forma latente invadiendo los órganos florales que presentan carbón en superficie o reduce el crecimiento de las plantas infectadas por acortamiento de los tallos principalmente en los últimos entrenudos o impide la formación de panojas y espigas o las panojas crecen deformes y excesivamente (Fig. 5.11). Pueden afectarse pocas espiguillas, en las que se forman tallos o filodios, o afectar toda la panoja

proliferando en este caso estructuras similares a hojas. En las espigas de las plantas infectadas se forman agallas blanco rosado que contienen una masa negra (Fig. 5.11) de teliosporas que constituyen la fuente de dispersión del hongo. Desarrolla en ambientes secos y cálidos (temperaturas entre 26 y 34°C). Para el manejo se recomienda rotación de cultivos y tratamiento de semillas.



Figura 5.11. Síntomas del carbón de la panoja ocasionado por *S. reiliana* en panojas de maíz. Fuente: California Department of Food and Agriculture (2008) y Croissant (2008)

### **Crazy-top, panoja loca o escoba de bruja**

En el país, por el momento, es considerada una enfermedad de escasa importancia. La enfermedad es más común en regiones cálidas y húmedas. Es ocasionada por el hongo *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum., Shaw & Narasimhan, uno de los denominados "mildius" que también tiene como hospedante al sorgo, al trigo (*Triticum aestivum* L.), al arroz (*Oryza sativa* L.), a la cebada (*Hordeum vulgare* L.), a la avena (*Avena sativa* L.) y a otras gramíneas pertenecientes a los géneros *Agropyron*, *Agrostis*, *Avena*, *Bromus*, *Pennisetum* y *Phalaris*, entre otros.

Las plantas jóvenes afectadas muestran proliferación de tallos (Fig. 5.12) con hojas cloróticas y angostas, sin embargo la sintomatología característica es la proliferación parcial o total de filodias (estructuras similares a hojas deformadas y retorcidas, generalmente de gran tamaño) tanto en las inflorescencias masculinas como en las femeninas (Fig. 5.12). Las hojas se hacen angostas y coriáceas tomando un color más claro que lo normal. Sobre los tejidos afectados desarrolla el signo de la enfermedad como una masa vellosa de color blanco a crema (esporangios y esporangióforos). El hongo sobrevive en el suelo como esporas de resistencia (oosporas) o en malezas gramíneas. Para el manejo se recomienda el uso de híbridos resistentes, rotación, adecuado nivel de nitrógeno y fungicidas curasemillas específicos para Oomicetes.



Figura 5.12. **A.** Síntomas del crazy-top ocasionado por *S. macrospora* en inflorescencias maculinas de maíz. **B.** Proliferación de tallos en plantas afectadas por la enfermedad. Fuente: Bachi (2008) y Mueller (2012c)

### Podredumbres de la espiga

Diferentes especies de hongos son causantes de la desintegración de tejidos en las espigas ocasionando la pérdida de calidad del grano y la disminución de rendimiento. Producen importantes daños en zonas húmedas, y en particular cuando las precipitaciones son superiores a los valores normales. En general, las podredumbres de las espigas son favorecidas por una cobertura de chalas deficiente, por la posición erecta que las espigas conservan en madurez y por el daño provocado por insectos, retraso en la cosecha y otoños húmedos. Las podredumbres pueden ser secas o húmedas dependiendo del patógenos involucrado si bien todos son necrotróficos, que sobreviven en el rastrojo y requieren un manejo similar (Sillón, 2008). Las podredumbres de la espiga pueden ser ocasionadas por *S. maydis*, *G. zaeae*, *F. moniliforme*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y otros.

### Pudrición blanca o seca del maíz

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *S. maydis*. La infección comienza desde los tallos o desde la base de las espigas. Las chalas de las espigas afectadas presentan coloración pajiza con abundante desarrollo de micelio blanco y en condiciones de alta humedad puntuaciones negras correspondientes a los picnidios del patógeno sobre el síntoma. Dentro, las espigas se recubren de micelio blanco grisáceo por debajo de los granos y entre hileras, que luego se torna de color café, desarrollando a su vez las fructificaciones del hongo. Las espigas pueden pudrirse totalmente si el ataque es severo. La enfermedad produce no solo reducción del rendimiento el maíz sino que además disminuye la calidad y el valor alimenticio del grano debido a que el patógeno produce micotoxinas tales como la diplodiatoxina que ocasiona la enfermedad en animales conocida como diplodiosis (Bodega, 2010). Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son la presencia de temperaturas cálidas y sequía antes de la floración seguidas de condiciones de humedad los 30 días posteriores a la misma (Sillón, 2008).

### Podredumbre por *G. zeae*

*G. zeae* ocasiona una podredumbre rosada o rojiza que comienza por el ápice de la espiga hacia la base. Puede afectar solo los granos del ápice o afectar toda la espiga o adherir las chalas entre sí por medio del micelio con formación de peritecios negro-azulados en chalas y raquis. Es característico observar la punta de la espiga sin granos (Fig. 5.13). Además de reducir el rendimiento, disminuyen la calidad del grano y el valor alimenticio ya que el agente causal produce micotoxinas tales como deoxinivalenol, zearalenona y zearalenol.

Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son alta humedad y tiempo fresco, carencia de potasio, altos niveles de nitrógeno o estrés del cultivo.

### Podredumbre por *G. fujikuroi*

Esta podredumbre es ocasionada por *G. fujikuroi*. La infección ocurre en granos aislados, raramente se da en forma generalizada. A medida que la infección progresa, se observan los granos podridos con micelio algodonoso color rosado a salmón que los cubre. Si el ataque no es muy severo los granos quedan con el pericarpio sin brillo y una zona arrugada y más oscura sobre el embrión y estrías blanquecinas sobre la corona que pueden romperse

Las esporas del hongo se transmiten por semillas, crecen intercelularmente y llegan a las espigas para infectarlas o llega al cultivo desde los residuos de cosecha y de allí llegan a la espiga e infectan a través de los estigmas por lo que se observa en granos salteados. En los sectores donde hubo daño por insectos, granizo o aves también desarrolla el patógeno observándose el desarrollo del micelio algodonoso blanco-rosado (Fig. 5.13). Al igual que *G. zeae*, *G. fujikuroi*, además de reducir los rendimientos produce micotoxinas del tipo de las fumonisinas que afectan el valor alimenticio de los granos de maíz y sus productos derivados para el consumo humano y animal (polenta, copos, harina de maíz, etc.). Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son elevadas temperaturas y ambiente seco, cultivo bajo estrés, carencia de potasio o exceso de nitrógeno.

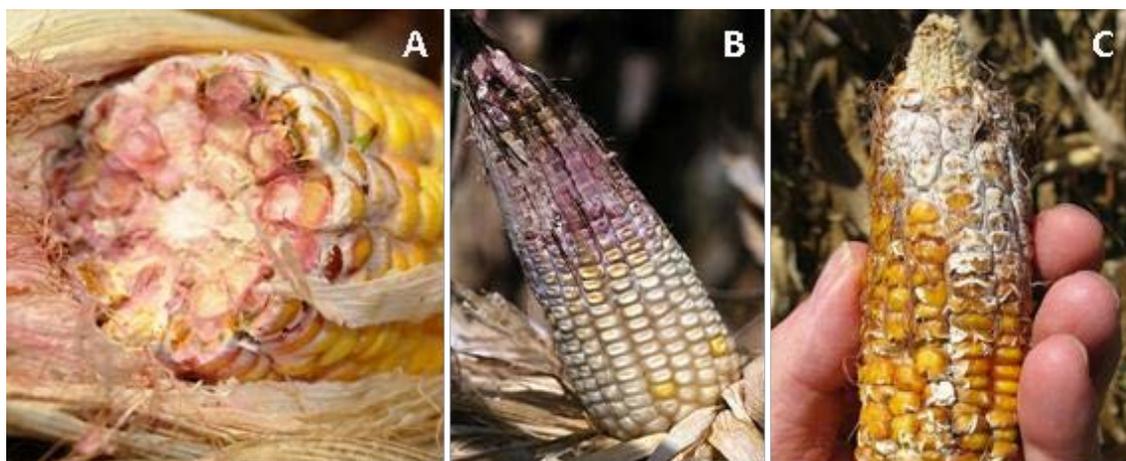


Figura 5.13. **A** y **B**. Podredumbre de la espiga ocasionada por *G. zeae* en espigas de maíz. **C**. Podredumbre de la espiga ocasionada por *G. fujikuroi*. Fuente: Scot (2008b), CIMMYT (2006k; l) respectivamente

Para el manejo de estas podredumbres se recomienda utilizar cultivares resistentes, realizar rotación de cultivos, eliminar malezas o insectos, evitar daños mecánicos (que son vía de ingreso de los patógenos), cosechar el grano con contenido de humedad menor al 15% o secarlo antes del almacenamiento y almacenar en condiciones adecuadas de humedad y temperatura (13 al 15% y menores a 10°C respectivamente) y control químico en granos almacenados (Sillón, 2008).

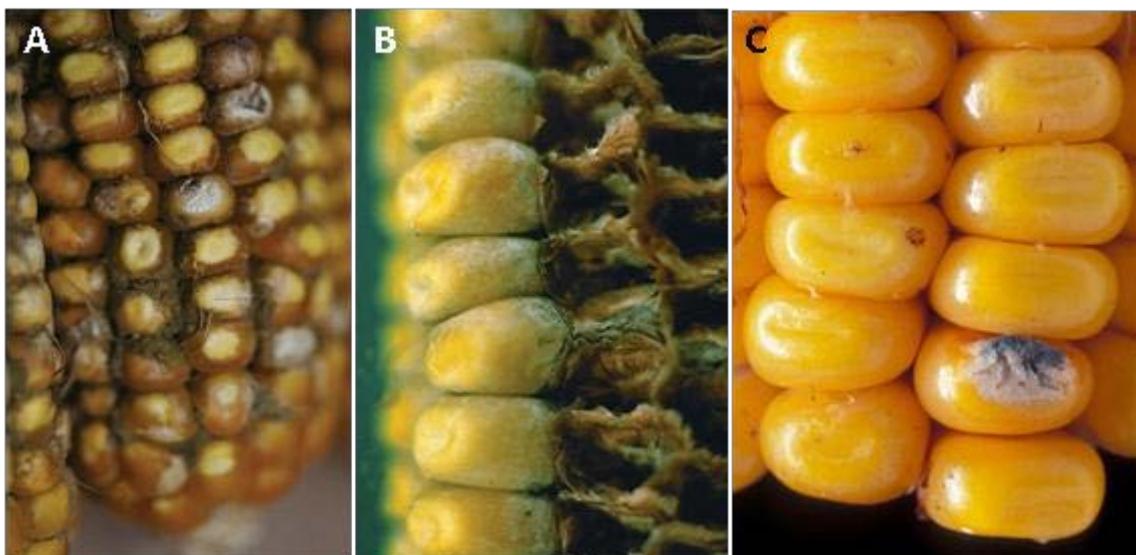


Figura 5.14. **A.** Podredumbre de la espiga ocasionada por *A. flavus* en espigas de maíz. **B y C.** Podredumbre de la espiga ocasionada por *Penicillium* spp. Fuente: CIMMYT (2006m; n) y Department of Plant Pathology Archive (2007b) respectivamente

### Otros hongos causantes de podredumbres en la espiga son:

- ***Nigrospora oryzae*** (Berk. & Broome) Petch. forma sexual *Khuskia oryzae* ocasiona la desintegración completa del marlo, la espiga parece sana por fuera, si bien quedan disecadas o momificadas y no pesan. La parte interna de la espiga y los granos quedan ennegrecidos. Los granos infectados desarrollan plantas jóvenes que mueren lentamente mostrando una decoloración púrpura (no es común). El hongo es necrotrófico y por lo tanto sobrevive en los rastrojos.
- ***Physoleptora zeae*** Stout. Este patógeno produce, al inicio de su infección síntomas similares a los de *S. maydis* (uno de los agentes causales de la podredumbre de la espiga), apareciendo un micelio blanco-grisáceo que crece entre los granos y las brácteas, que luego se decoloran y se aglutinan. En etapas posteriores puede diferenciarse bien produciendo una pudrición gris de la mazorca, la cual adquiere un marcado color negro. El micelio es oscuro y con presencia de esclerocios, mientras que cuando interviene *S. maydis* la mazorca queda de color gris-pardusco y con micelio blanco y presencia de picnidios.

También *Aspergillus niger* Van Tieghem produce podredumbres de color negro, *Aspergillus flavus* Link verdoso (Fig. 5.14) y *Penicillium* spp. también verde que pueden continuar en granos almacenados (Fig. 5.14).

### **Enfermedad de Río Cuarto (Mal de Río Cuarto, MRC)**

Es considerada la enfermedad más importante del cultivo de maíz en nuestro país, que fue detectada en el sur de Córdoba en la década del '60 y se ha extendido a toda la zona maicera en forma endémica (Lenardón *et al.*, 1999). Puede infectar al cultivo en diferentes momentos del ciclo fenológico. Cuando el virus infecta en estado de coleoptile o plántula, las plantas crecen enanas y mueren tempranamente; si el virus infecta posteriormente las plantas se observan con crecimiento anormal, enanas, tallos con acortamiento de entrenudos, achatados, sistema radicular reducido y con lesiones necróticas, hojas superiores reducidas, mosaico tenue en estrías longitudinales, panojas atrofiadas con flores total o parcialmente ausentes, espigas mal formadas con proliferación, poco desarrolladas con poca producción de granos o ausentes; si el virus infecta cuando la planta ya tiene ocho o más hojas desarrolladas, la sintomatología que se presenta es muy leve y los daños son menores ya que los órganos reproductivos se encuentran diferenciados. Un síntoma característico de este virus es la presencia de "enaciones", pequeñas verrugas que aparecen en las hojas a causa de proliferación anormal de las células de los tejidos vasculares.

El virus es transmitido por insectos vectores, las chicharritas *Delphacodes kuscheli* y *D. haywardi* (homópteros) siendo la más difundida la primera. Las poblaciones de *Delphacodes* son bajas en otoño-invierno y se incrementan a partir de agosto a septiembre con niveles de riesgo de octubre a diciembre infectando a avena, trigo, cebada, centeno, mijo (*Panicum miliaceum* L.), sorgo y algunas malezas como *Arundodonax*, *Cenchrus echinatus*, *Cenchrus pausiflorus*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Eragrostis virescens*, *Setaria* spp., *S. halepense*. Como la eficiencia de transmisión por el vector es baja se necesita una alta densidad poblacional del vector y movilidad para producir una epifitía (Escande, 2000). De allí pueden trasladarse al maíz cuando hay altos niveles poblacionales, deterioro o senescencia de estos cultivos. La enfermedad es monocíclica y produce reducción en los rendimientos de granos y de rastrojo.

Las condiciones que predisponen al maíz frente a la enfermedad son aquellas que producen estrés en las plantas tales como el viento, fuertes lluvias que producen el planchado, sequías después de la siembra y cultivares susceptibles. Las altas temperaturas y baja humedad relativa la incrementan. No se transmite por semilla (Lenardón *et al.*, 1999).

Para el manejo se recomienda como escape el adelantamiento de la fecha de siembra para evitar que el pico poblacional de la chicharrita que es en diciembre coincida con estadios iniciales del cultivo; utilización de híbridos tolerantes y aplicación de insecticidas sistémicos en estado de coleoptile-plántula para controlar el vector y el control de malezas, eliminación de plantas guachas y rotaciones.

### **Virus del mosaico enanizante**

Otra virosis es la causada por el Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV), que se transmite por pulgones y por semilla, siendo reservorio principal el sorgo de Alepo donde inverna, produce mosaico y aclaramiento y engrosamiento de nervaduras (Fig. 5.3). Reduce

el número de espigas.planta<sup>-1</sup> y el peso de los granos. Las medidas de control son similares a las del mal de Río Cuarto.

## D. En granos

### Podredumbre

Algunas especies de hongos que provocan la podredumbre de espigas y granos, luego atacan a los granos durante el período de almacenamiento. O sea que comienzan sus ataques cuando el contenido de humedad es elevado (por encima del 18%) y continúan aún cuando la humedad está entre 14 y 18%. El problema se agrava cuando el grano no está bien seco antes del almacenamiento o estas condiciones no son las adecuadas.

Los agentes causales más comunes pertenecen al género *Penicillium*, representados por *P. oxalicum* Currie & Thomy y *P. viridicatum* Westling que provocan la afección conocida como “verdín” o “moho verde” (Fig.5.14). Como consecuencia de la infección en la zona del escudete se observa una coloración interna verdosa, que se transparenta a través de l pericarpio. Éste inicialmente se mantiene intacto y luego se raja dejando en libertad un polvillo verdoso constituido por las esporas del hongo. Los granos afectados tienen un olor a humedad característico.

Otros hongos patógenos frecuentes en granos pertenecen al género *Aspergillus* spp. Los granos afectados por esta podredumbre se observan enmohecidos, de color negro o color verdoso según el patógeno involucrado (*A. niger* y *A. flavus* respectivamente) (Fig.5.14). Los granos dañados por insectos y la alternancia de períodos secos y húmedos predisponen a la infección de estos patógenos. La importancia no solo radica en la pérdidas de rendimiento que ocasionan sino también porque producen micotoxinas del tipo aflatoxinas (*A. flavus* y *A. niger*) y citrinina (*P. viridicatum*).

En general, la proliferación de estos hongos es favorecida por malas condiciones de almacenamiento, esto es alta temperatura y principalmente alta humedad. Las pérdidas que estas enfermedades ocasionan en los granos se castigan con el estándar de comercialización, directamente por el porcentaje de granos afectados e indirectamente por el olor a moho que presentan esas partidas.

## Bibliografía

- Alippi A. & López A.C.(2010). First report of leaf spot disease of maize caused by *Pantoea anatis* in Argentina. Plant Disease 94: 487.
- Bachi P. (2008). Downy mildew *Sclerophthora macrospora*. University of Kentucky Research and Education Center, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5368900> Último acceso: Junio de 2015.

- Bachi P. (2009). White ear rot and seedling blight of maize *Stenocarpella maydis*. University of Kentucky Research and Education Center, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5405277>. Último acceso: Junio de 2015.
- Bodega J.L. (2010). *Diplodiosis, enfermedad causada por micotoxinas en maíz*. Hongos en los rastrojos de maíz, problemas en las vacas. Producir XXI 18:24-34.
- California Department of Food and Agriculture. 2008. Head smut *Sphacelotheca reiliana*. Bugwood.org. Disponible en: <http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5366649> Último acceso: Junio de 2015
- Canale A., Ferreira L., Couretot L. & Magnone G. (2011). Evaluación de *Puccinia sorghi* en ensayos de híbridos de maíz en dos localidades del sur de Córdoba. Actas II Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata 2011.p.50
- Carmona M., Formento N. & Scandiani, M. (2012). *Carbón común del maíz*. Revista Institucional Siembra Directa 110: 36- 38.
- Carmona M., Reis E.M. & Gally M. (2006). *Pudriciones de tallo y de raíces en el cultivo de maíz*. Revista Maíz en Siembra Directa AAPRESID. pp. 86-89.
- CIMMYT. (2006a). *Charcoal ear rot on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4911588364/in/album-72157624665049585/> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006b). *Mosaico del enanismo del maíz*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/mosaico-del-enanismo-del-maiz> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006c). Pudriciones de tallo por *Gibberella* y *Fusarium*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/pudriciones-de-tallo-por-gibberella-y-fusarium> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006d). *Pudrición carbonosa del tallo*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/pudricion-carbonosa-del-tallo> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006e). Pudrición de tallo por *Stenocarpella*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/pudricion-de-tallo-por-stenocarpella> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006f). *Roya común*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/roya-comun> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006g). *Polysora rust on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4885430621> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2006h). *Maize leaf showing necrotic lesions caused by yellow leaf blight (Mycosphaerella zeae-maydis, anam. Phyllosticta maydis)*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4888062953> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2007i). *Achaparramiento de maíz*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/achaparramiento-del-maiz> Último acceso: Junio de 2015.

- CIMMYT. (2007j). *Carbón común del maíz*. Disponible en: <http://maizedoctor.org/es/carbon-comun> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2007k). *Gibberella ear rot on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4911585096> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2007l). *Fusarium ear rot on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/5124336192> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2007m). *Aspergillus ear rot on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4911584828/in/photostream/> Último acceso: Junio de 2015.
- CIMMYT. (2007n). *Penicillium ear rot on maize*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cimmyt/4911584356/in/photostream/> Último acceso: Junio de 2015.
- Couretot L. (2009). *Panorama sanitario del cultivo de maíz en la zona Norte de la Prov. de Bs. As. Campañas 2007/08-2008/09*. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/ext09/PANORAMASANITARIOMAIZ2009.pdf> Último acceso: Junio de 2015.
- Couretot L. (2011). *Principales enfermedades del cultivo de maíz*. Actas de la VI Jornada de Actualización Técnica de Maíz. Pergamino, 9 de Agosto de 2011.p.52
- Couretot L., Parisi L., Hirsch M., Suarez M.L., Magnone G. & Ferraris G. (2013). *Principales enfermedades del cultivo de maíz en las últimas campañas y su manejo*. EEA Pergamino. Ing. Agr. Walter Kugler. Proyecto Regional Agrícola CRBAN. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/principales-enfermedades-del-cultivo-de-maiz-en-las-ultimas-campanas-y-su-manejo>. Último acceso: Junio de 2015.
- Croissant R.L. (2008). Head smut *Sphacelotheca reiliana*. Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5361261> Último acceso: Junio de 2015.
- De Rossi R.L., Plazas M.C., Brucher E., Ducasse D. & Guerra. G. (2010). El tizón del maíz (*Exserohilum turcicum*), presencia e impacto en el centro norte de Córdoba durante tres campañas agrícolas. Actas IX Congreso Nacional de Maíz, Rosario.p.54
- Department of Plant Pathology Archive (2007a). Grey leaf spot *Cercospora zea-maydis*. Department of Plant Pathology Archive, North Carolina State University, Bugwood.org Disponible en: <http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1524196> Último acceso: Junio de 2015
- Department of Plant Pathology Archive. (2007b). *Penicillium* fungi. North Carolina State University, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1524053>. Último acceso: Junio de 2015.
- Escande, A.R. (2002). *Manejo de la sanidad* En: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. F. Andrade & V. Sadras (Eds.) pp. 377-411.
- Eyherabide, G. & Presello, D. (2002). *La problemática de enfermedades en maíz*. El análisis desde el mejoramiento genético En Guía Dekalb del cultivo de maíz E. Satorre (Ed.),pp.

- 99- 115. Formento A.N. 2010. Enfermedades foliares re-emergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Mancha ocular (*Kabatiella zae*). Acta Técnica. N°2 Maíz, girasol y sorgo. INTA EEA Paraná. pp.10.
- Formento A.N. (2014). *La importancia del perfil sanitario de los híbridos de maíz*. Forratec newsletter 191. Disponible en: <http://forratec.com.ar/newsletter/fls-2014-08-30.html>. Último acceso: Junio de 2015.
- Giménez Pecci M.P., Maurino, F., Bisonard, E.M., Virla, M., Díaz, C., Vicondo, M. Ruiz Posse, M.P., Druetta, M. & Laguna, I.G. (2012). *Panorama actual de dos enfermedades del maíz causales de pérdidas en Argentina*. Maíz 2012 AAPRESID: 111-115.
- Heredia A.M., Díaz C., Aguaysol C., Britos M., Cáceres F. & Ramallo, J.C. (2008). *Distribución y progreso temporal de la mancha gris del maíz en Tucumán, Argentina*. I Congreso Argentino de Fitopatología. Libro de resúmenes. Córdoba, 28 al 30 de Mayo de 2008. pp.185
- Lenardón S.L., March G.J. & Omaghi J.A. (1999). *Virus del mal de Río Cuarto en maíz*. En: Lenardón S.L. Proyecto de investigaciones en fitovirología, INTA-JICA. Hoja informativa de enfermedades de los cultivos extensivos e intensivos. INTA-JICA. Hoja informativa de enfermedades de los cultivos extensivos e intensivos. Maíz 2: 1-7.
- Martínez, C. (1980). *La podredumbre del tallo de maíz*. INTA. EERA Pergamino. Publicación Miscelánea 32. 20pp
- Mc Grath M. (2013a). Northern corn leaf blight *Exserohilum turcicum*. Cornell University, Bugwood.org Disponible en: <http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5505138> Último acceso: Junio de 2015.
- Mc Grath M. (2013b). Northern corn leaf blight *Exserohilum turcicum*. Cornell University, Bugwood.org Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5505139> Último acceso: Junio de 2015
- Mc Grath M. (2013c). Northern corn leaf blight *Exserohilum turcicum*. Cornell University, Bugwood.org Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5505141> Último acceso: Junio de 2015.
- Mergaert J., Verdonck L. & Kersters, K. (1993). Transfer of *Erwinia ananas* (synonym, *E. uredovora*) and *Erwinia stewartii* to the genus *Pantoea* emend. As *Pantoea ananas* (Serrano 1928) comb. nov. and *Pantoea stewartii* (Smith 1898) comb. nov., respectively and description of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* subsp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology 43, 162-173.
- Mueller D. (2012a). Common corn rust *Puccinia sorghi*. Iowa State University, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5465565> Último acceso: Junio de 2015.

- Mueller D. (2012b). Eye spot *Kabatiella zaeae*. Iowa State University, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5465601> Último acceso: Junio de 2015.
- Mueller D. (2012c). Downy mildew *Sclerophthora macrospora*. Iowa State University, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5465582> Último acceso: Junio de 2015.
- Ollie M. (2010). Corn Anthracnose *Glomerella graminicola*. Disponible en: [http://gardener.wikia.com/wiki/File:Corn\\_Anthracnose\\_Glomerella\\_graminicola.jpg](http://gardener.wikia.com/wiki/File:Corn_Anthracnose_Glomerella_graminicola.jpg) Último acceso: Junio de 2015.
- Parisi L. & Couretot, L. (2014). *Evaluación de enfermedades foliares de híbridos comerciales*. Siembra tardía campaña 2013/2014. Disponible en [http:// www.inta.gov.ar/pergamino](http://www.inta.gov.ar/pergamino). Último acceso: Enero de 2015.
- Parisi L. & Couterot L. (2012). *Aspectos fitosanitarios y comportamiento de cultivares de maíz en siembras tardía*. Campaña 2011/12.EEA Pergamino "Ing. Agr. Walter Kugler". Disponible en: [http:// www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar) Último acceso: Junio de 2015
- Parisi L., Couterot L., Fernandez M., Hirsch M., Magnone G. & Ferraris, G. (2014). *Caracterización de enfermedades foliares y podredumbre de tallo en un ensayo comparativo de rendimientos de maíz de segunda*. 2004. Disponible en: [http:// www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Último acceso: Junio de 2015. De León, C. 1974 2004. *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Cuarta edición. México, D.F, CIMMYT. 77pp.Scot N. 2008a. *Gibberella ear rot (Gibberella zaeae) on Corn (Zea mays) at Waimea, Hawaii*. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gibberella\\_ear\\_rot\\_\(Gibberella\\_zaeae\)\\_on\\_Corn\\_\(Zea\\_mays\)\\_at\\_Waimea,\\_Hawaii.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gibberella_ear_rot_(Gibberella_zaeae)_on_Corn_(Zea_mays)_at_Waimea,_Hawaii.jpg) Último acceso: Junio de 2015.
- Scot N. (2008b). *Gibberella ear rot (Gibberella zaeae) on Corn (Zea mays) at Waimea, Hawaii*. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/62295966@N07/5791771636> Último acceso: Junio de 2015.
- Serrano F.B. (1928). *Bacterial fruitlet brown-rot of pineapple in the Philippines*. The Philippine Journal of Science 36: 271-305.
- Sillón M. (2008). *Maíz. Manual práctico de enfermedades*. Ediciones Syngenta. 35 pp.
- Sisson A. (2012). *Bird cherry-oat aphid Rhopalosiphum padi (L.)* Iowa State University, Bugwood.org. Disponible en: <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5471106> Último acceso: Junio de 2015.
- Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas, SINAVIMO. Servicio nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.sinavimo.gov.ar/>Último acceso: Junio de 2015
- Warham E.J., Butler L.D. & Sutton B.C. (1998). *Ensayos para la semilla de maíz y de trigo: Manual de laboratorio*. México, CYMMYT. 84 pp.

- Wells J.C. (2007). Anthracnose *Colletotrichum graminicola*. North Carolina State University, Bugwood.org. Disponible en:  
<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1524009> Último acceso: Junio de 2015.
- Wels H.G., Kolher W. & Leonard K.J. (1994). *Isozyme variation within and among pathogenic races of Cochliobolus carbonum on corn in North Carolina*. The American Phytopathological Society 84: 31-38.
- Windauer L.B., Gil A., Guglielmini A.C. & Benech-Arnold R.L. (2003). *Bases para el control y manejo de enfermedades en cultivo para granos*. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. E.H. Satorre, R.L. Benech-Arnold, G.A. Slafer, E.B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui & R. Savin (Coord.) 1<sup>er</sup> Edición, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 653-681.