

# ∴ Evaluación y toma de decisión para el control de enfermedades foliares

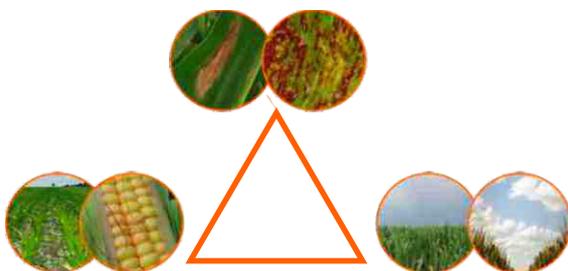
Fernando Guerra  
AgroService  
Regional Norte



Desde el Área de Agroservice nos hemos fijado como uno de nuestros objetivos generar y comunicar conocimiento agronómico sobre las problemáticas de cada región contemplando la demanda de los productores zonales y las alternativas de manejo que mejor se adaptan a cada zona productiva. Persiguiendo ese objetivo generamos una serie de comunicados técnicos que aborden problemáticas puntuales. En este caso nos referiremos al control de varias de las enfermedades foliares que se presentan normalmente en el cultivo.

## 1. Introducción

Se producen epifitias cuando grandes cantidades de inóculo de patógenos de crecimiento vigoroso y reproducción rápida se ponen en contacto con hospedantes susceptibles. El primer requisito para iniciar el desarrollo de una enfermedad es que el inóculo (esporas, masas de micelio, células bacterianas o partículas virales) se ponga en contacto con la superficie de un hospedante adecuado.



**Imagen 1:** representación del triángulo de la enfermedad que contempla la interacción entre un hospedante, un patógeno y el ambiente. La interacción positiva entre los tres componentes desencadenan el desarrollo de una enfermedad.

Una vez en contacto con la superficie del hospedante y siempre que las condiciones ambientales sean favorables, el inóculo entra en la fase llamada germinación, durante este período el patógeno es más vulnerable a las condiciones adversas del ambiente (**Imagen 1**).

Las condiciones ambientales favorables son un requisito esencial para que se desarrolle una epifitias; con una importancia fundamental en la humedad y la temperatura. (Stubbs et al. 1986). En Argentina la diversidad de ambientes en donde actualmente se cultiva maíz y la ampliación de la fecha de siembra, entre otros factores, han creado un corredor verde donde se desarrolla el cultivo prácticamente todo el año calendario. Todos los años con diferentes niveles de severidad según las condiciones climáticas, el material genético sembrado y los biotipos de los patógenos presentes se pueden observar enfermedades (De Rossi et al. 2016).

Los hongos patógenos son unos de los organismos más dañinos, ya que disminuyen el rendimiento de los cereales que atacan. Entre estos los géneros *Puccinia* (royas), *Ustilago* (carbones desnudos), *Tilletia* (carbones cubiertos), *Erysiphe* (mohos polvorientos), *Septoria*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* y *Pythium* son los más comunes, ocurren con regularidad y son potencialmente los más peligrosos del mundo. (Stubbs et al. 1986). El cambio de escenario productivo para el cultivo de maíz en Argentina genera una variación en la presión de algunas enfermedades foliares como la roya común (*Puccinia sorghi*) y el tizón foliar (*Exserohilum turcicum*).

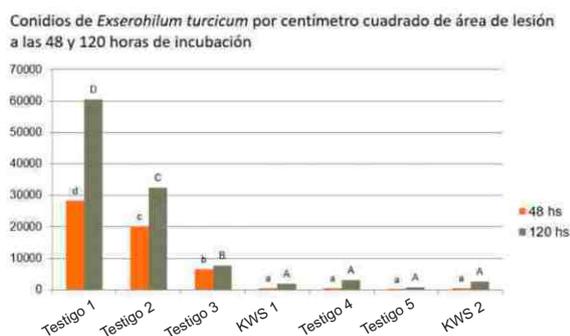
La comprensión de las interacciones del patógeno y hospedante nos ha permitido desarrollar un amplio conjunto de medidas y estrategias para el control de enfermedades específicas. Cuando hablamos de “control” de las enfermedades, no tenemos que eliminar una enfermedad; solamente



necesitamos reducir su progreso y mantener el desarrollo bajo un nivel aceptable pensando desde el punto de vista de manejar la enfermedad. Y considerar a las enfermedades como dinámicas, es decir, cambiando en la incidencia y severidad de la enfermedad en el tiempo y espacio (Arneson, P.A. 2001).

La estrategia más importante y de mayor impacto comienza por la selección del híbrido. No solo basándonos en la cantidad de enfermedad que tolera sino también en el aspecto cualitativo de esa tolerancia. Por ejemplo, conocemos el perfil sanitario de los materiales a sembrar sabiendo su susceptibilidad a determinada enfermedad, pero debemos conocer otros aspectos cualitativos.

En 2015 bajo el marco del programa RESANO junto al Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Católica de Córdoba, analizamos la producción de conidios de *Exserohilum turcicum* sobre lesiones en diferentes materiales (Gráfico 1), constatando un comportamiento diferencial entre híbridos independiente de la susceptibilidad, determinando una producción diferencial de conidios que posteriormente reducen la intensidad de infecciones secundarias.



Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).  
Letras minúsculas: comparación a las 48 hs.  
Letras mayúsculas: comparación a las 120 hs.

**Gráfico 1:** Comportamiento de diferentes materiales evaluados como la producción de conidios de *Exserohilum turcicum* generados por cm<sup>2</sup> a las 48 h y 120 h. La menor producción de esos conidios disminuye la agresividad de nuevas infecciones ante condiciones favorables.

En el marco de generar herramientas para el manejo de las enfermedades KWS Argentina desde 2015 está trabajando con un programa de mejoramiento exclusivo y un equipo de Agroservice dedicado a detectar híbridos con comportamiento destacado para las enfermedades más importantes de los ambientes de siembra tardía. El mejoramiento genético y posicionamiento nos permiten seleccionar, durante varias campañas previas a la comercialización de los híbridos, aquellos materiales que mejor se comporten frente a las enfermedades.

El objetivo de este comunicado es colaborar para que la toma de decisiones durante el ciclo del cultivo pueda realizarse teniendo en cuenta todos los factores, y sus interacciones, que participan del triángulo de la enfermedad. Por ejemplo, orientando el monitoreo, para decidir si se debe controlar o no una enfermedad, contemplando el estado general y fenológico del cultivo, los pronósticos futuros y la presencia del patógeno. Así mientras más información conozcamos más simple y eficiente será la toma de decisión.

## 2. Monitoreo

### 2.1. ¿Cuándo monitorear las enfermedades foliares?

Para ordenar y priorizar los momentos de monitoreo del cultivo de maíz, teniendo en cuenta el desarrollo de las enfermedades más comunes y los momentos más importantes donde estas pueden generar mayor daño sobre el cultivo, recomendamos evaluar mínimamente en cuatro (4) momentos para determinar el progreso de la enfermedad (**Cuadro 1**).

EF	Tizón	Roya	Cercospora	Bacteriosis	PRT
V6		Inicio / Observación			
V10	Inicio / Observación	Evaluación inicial/ Toma de decisión		Inicio / Observación	
VT/R1	Evaluación inicial/ Toma de decisión	Evaluación	Evaluación inicial/ Toma de decisión	Evaluación inicial/ Toma de decisión	Evaluación inicial/ Toma de decisión
R3			Evaluación	Evaluación	Evaluación

V6: Sexta hoja totalmente desplegada; V10: Décima hoja totalmente desplegada; VT/R1: Aparición de las panojas/Aparición de los estigmas y R3: Grano lechoso.

**Cuadro 1:** Momentos recomendados para el monitoreo de cada enfermedad presente en el cultivo de maíz, para el análisis de estrategias de manejo.

Desde el punto de vista práctico del manejo de las enfermedades mantener sanas a las plantas la mayor cantidad de tiempo posible es lo ideal para obtener la menor pérdida de rendimiento por enfermedades y evitar el desarrollo de epifitias graves.

#### 2.1.1. ¿Cómo evaluar la presencia de enfermedades foliares?

**En Etapas Vegetativas:** Observar minuciosamente la presencia de síntomas en las tres (3) últimas hojas desplegadas



completamente. Evaluar el conjunto de hojas que conforman el Tercio Inferior.

**En Etapas Reproductivas:** Observar minuciosamente la presencia de síntomas en las tres (3) hojas que rodean a la espiga (E+1; HE; E-1). Evaluar el conjunto de hojas que conforman el Tercio Inferior y el Tercio Superior.

### 3. Enfermedades más comunes

#### 3.1. Tizón común *Setosphaeria turcica* (anamorfo *Exserohilum turcicum*; anteriormente conocido como *Helminthosporium turcicum*).

##### 3.1.1. ¿Qué es el tizón común?

El tizón causado por *Exserohilum turcicum*, hongo necrotrófico y policíclico, es considerado actualmente la principal preocupación sanitaria de los maíces de fecha de siembra tardía,

ya que el desarrollo del cultivo transcurre bajo condiciones climáticas propicias para su desarrollo. (De Rossi et al. 2017). Con presencia de rastrojo en superficie, con riego por aspersión (Formento, 2001) o frecuentes e intensas precipitaciones durante los meses estivales (Formento, 2010). Estas condiciones son principalmente períodos prolongados de mojado foliar (>10 h) y temperaturas moderadas a altas (17-28 °C) (Munkvold & White, 2016). Bajo condiciones de alta humedad (> a 90 %) y temperaturas de 20 a 32 °C, el patógeno esporula fácilmente sobre las lesiones foliares, produciendo una masa de esporas de coloración verde-oliva a negro, confiriendo un aspecto aterciopelado a la lesión las espigas de las plantas severamente afectadas son más pequeñas.

(Herbario Virtual de Fitopatología FAUBA herbariofitopatologia.agro.uba.ar).

##### 3.1.2. Escala para evaluación de Tizón Común

Al momento de evaluar, utilizar la escala de 0 a 9 (0 = sin presencia de síntomas, 9 = 90-100% del área foliar afectada por síntomas) (Cuadro 2).

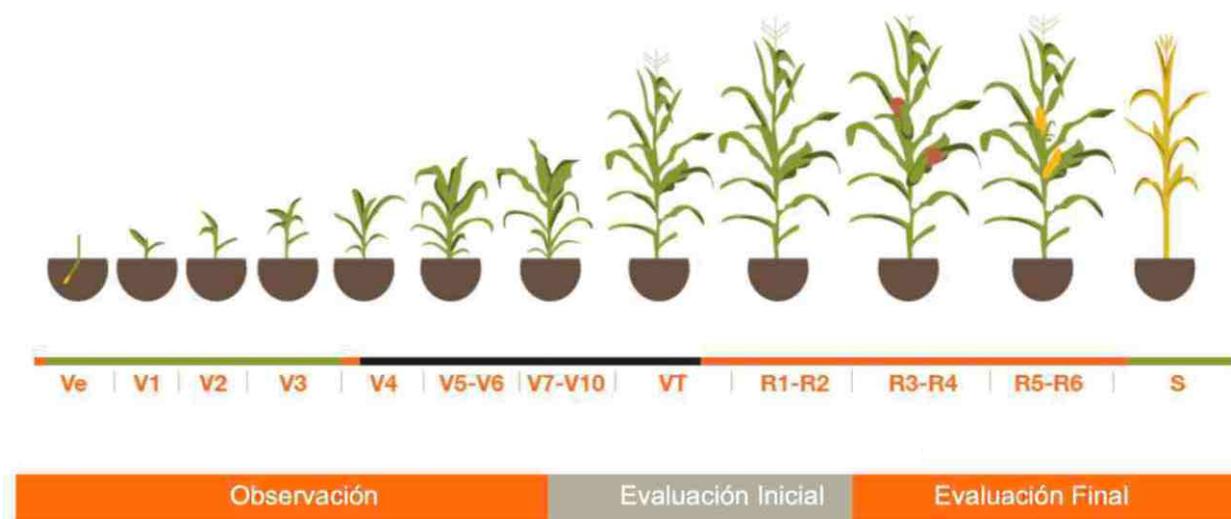


Figura 1: Estados fenológicos de la planta de maíz según escala Ritchie y Hanway (1982) y momentos para la observación del Tizón común del maíz.

Grado	Descripción de sintomatología por HOJA	% Área Foliar Afectada
0	Sin síntomas	0
1	Inicio de la infección. Síntomas cloróticos o menores a una mancha de 1x6 cm	0 - 1%
2	Presencia de síntomas característicos de 1x6 cm (mancha típica)	1-2%
3	Presencia de 2 o 3 manchas típicas ó 2 manchas superiores a 1x6 cm.	2 - 3%
4	Presencia de 3 a 5 manchas típicas ó 3 manchas superiores a 1x6 cm.	3 - 5%
5	Presencia de 5 a 7 manchas típicas ó 5 manchas superiores a 1x6 cm.	5 - 7%
6	Presencia de 7 a 10 manchas típicas ó 7 manchas superiores a 1x6 cm.	7 - 10%
7	Un cuarto de área foliar seca por manchas de Tizón	10 - 25%
8	Mitad del área foliar seca por manchas de Tizón	25 - 50%
9	Más de la mitad del área foliar seca por manchas de Tizón	> 50%

Cuadro 2: Escala para la evaluación de Tizón común. Grados de severidad, descripción de cada grado y el porcentaje (%) de área foliar afectada en cada grado.



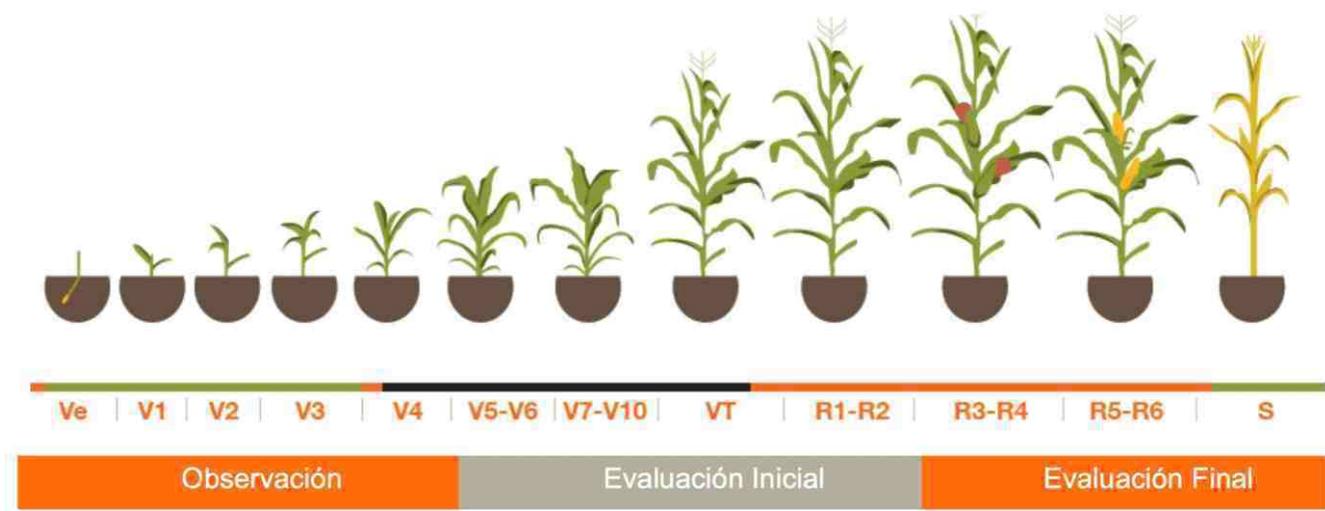


Figura 2: Estados fenológicos de la planta de maíz según escala Ritchie y Hanway (1982) y momentos para la observación del Roya común.

### 3.2.3. Escala para evaluación de Roya Común

Grado	Descripción	% Área Afectada
0	Sin síntomas	0%
1	Manchas Cloróticas o Presencia de hasta 30 pústulas.	0 - 3 %
3	Presencia de 30 a 50 pústulas dispersas o en una banda	3 - 5 %
5	Presencia de 50 a 100 pústulas dispersas o en bandas	5 - 10 %
7	Presencia de más de 100 pústulas o Necrosis por unión de pústulas.	10 - 25 %
9	Presencia necrosis grave por unión de pústulas	> 25 %





**Imagen 2:** Representación gráfica de diferentes grados de afección sobre hojas de maíz. Comparación de una mancha típica de tizón con un dedo meñique, equivalente al 1% del área foliar de una hoja de maíz.

Es importante registrar si la severidad medida en el cultivo se compone de lesiones típicas de materiales susceptibles o si se observan reacciones de hipersensibilidad o síntomas diferentes (Imagen 3).

**Imagen 3:** Distintos tipos de reacciones de hipersensibilidad basado en la respuesta a las diferentes formas de resistencia. Ante misma presión de enfermedad, reconocer estas diferencias puede resultar en una toma de decisión distinta, pensando en la cantidad de conidios que se producen en cada una.

### 3.1.3. ¿Cuándo controlar tizón?

Analizando el desarrollo de la enfermedad, las condiciones climáticas de los próximos siete a diez días y la susceptibilidad de los materiales, los momentos para toma de decisión son:

- Si en etapas vegetativas tempranas (hasta V10 – V12) se observan síntomas se deberá estar atento ya que el cultivo posee inóculo activo y condiciones para la infección. Pero las condiciones favorables para la enfermedad pueden discontinuarse e interrumpir el avance de la enfermedad.
- Si en la evaluación en V10 se observan un grado promedio superior a tres (3) en las últimas tres hojas desplegadas y síntomas en todo el tercio inferior. Analizar la posibilidad de la aplicación de fungicidas sabiendo que todavía nuestras hojas objetivo (TM) no se encuentran desarrolladas. Esta aplicación es para evitar el avance y controlar el ciclo de la enfermedad. Deberá evaluarse la eficiencia del tratamiento para evitar o analizar una segunda aplicación.
- Si en la evaluación en VT/R1 se observan un grado tres (3) de promedio en el tercio medio, presencia de enfermedad en el tercio inferior o superior, analizar la posibilidad de la aplicación de fungicidas.

## 3.2. Roya común (*Puccinia sorghi*)

### 3.2.1. ¿Qué es la roya común?

La roya común del maíz causada por el hongo *Puccinia sorghi*, es una enfermedad endémica de Argentina que se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presentes y de las condiciones ambientales (González, 2005). Es un parásito absoluto y tiene como hospedante alternativo a diferentes especies del género *Oxalis*.

El proceso de infección, en Argentina, se inicia a través de uredosporas procedentes del maíz o ecidiosporas procedentes de la fase sexual de patógeno sobre *Oxalis spp.* generando pústulas con uredosporas sobre las hojas de maíz. Con condiciones favorables de temperaturas cercanas a los 25°C ( $\pm$  5°C) y humedad relativa elevada (> 80%) se generan infecciones secundarias sobre el mismo cultivo de maíz. Estas pústulas ante condiciones desfavorables producen teliosporas como estructuras invernantes, que posteriormente podrán generar basidiosporas que iniciarán sobre *Oxalis spp.* la fase sexual completando el ciclo del patógeno.



Grado 1



Grado 3



Grado 5



Grado 7



Grado 9



Es importante registrar si las pústulas se encuentran repletas de uredosporas (esporas de color rojizo), es decir que se encuentran “activas” con la posibilidad de generar nuevas infecciones bajo condiciones predisponentes. Si las pústulas se observan de color negro y sólidas, estas ya formaron las teleutosporas, esporas invernantes sin capacidad de infectar maíz indicando que terminó el ciclo. (Imagen 4).

Imagen 4: 1- Presencia de uredosporas sobre pústulas de *Puccinia sorghi*. 2- Presencia de teleutosporas sobre pústulas de *Puccinia sorghi*.



### 3.2.4. ¿Cuándo controlar roya?

Analizando el desarrollo de la enfermedad, las condiciones climáticas de los próximos siete a diez días y la susceptibilidad de los materiales, los momentos para toma de decisión son:

- Si previo a V6 se observan síntomas se deberá estar atento a la localidad ya que la misma posee inóculo activo y condiciones para la infección. Pero las condiciones pueden cortarse y frenar el avance de la enfermedad.
- Si en la evaluación en V10 se observan un grado promedio superior a tres (3) en las últimas tres hojas desplegadas y síntomas en todo el tercio inferior. Analizar la posibilidad de la aplicación de fungicidas sabiendo que todavía nuestras hojas objetivo (TM) no se encuentran desarrolladas. Esta aplicación es para evitar el avance y cortar el ciclo de la enfermedad. Deberá evaluarse la eficiencia del tratamiento para evitar o analizar una segunda aplicación.
- Si en la evaluación en VT/R1 se observan un grado tres (3) de promedio en el tercio medio con pústulas activas (esporas sueltas de coloración marrón), presencia de enfermedad en el tercio superior.

## 4. Conclusiones:

El cultivo de maíz se encuentra expuesto todas las campañas a la presión de enfermedades, algunas comunes y otras emergentes, debido a la interacción de los componentes del triángulo de la enfermedad y a las prácticas agronómicas utilizadas.

- Cada región productiva posee un ambiente particular que permite la predominancia de una o algunas de las enfermedades que pueden afectar el cultivo.
- El clima es un factor predominante en el desarrollo de las enfermedades, siendo cambiante campaña a campaña; de esta forma los organismos patógenos mediante diferentes mecanismos se adaptan a esa variación, desarrollando en muchos casos habilidades para aumentar su agresividad, sobrevivir a las condiciones desfavorables o en algunos casos perder esas mismas capacidades.

Al momento de monitorear tenemos que contemplar y enfocarnos en la interacción dinámica entre los tres factores que componen el triángulo de la enfermedad para obtener controles óptimos.

- Sobre el híbrido: fenología, estado general, expectativa de rinde, índice ambiental de la zona, tolerancia al patógeno, duración del ciclo completo, duración de las diferentes fases, etc.



- Sobre el ambiente: pronósticos a corto y mediano plazo, precipitaciones próximas, temperaturas máximas y mínimas, etc.

- Sobre el patógeno: condiciones propicias para la producción de esporas, condiciones para la germinación y penetración de estas, periodos de latencia, comportamiento policíclico o monocíclico, duración de los ciclos, condiciones limitantes para su desarrollo, biotrófico o necrotrófico, etc.

**Cuando el ambiente es conducente y la tolerancia de los materiales se supera nos quedan muchas herramientas agronómicas para el manejo de las enfermedades como el uso de fungicidas.**

- El uso de umbrales es una referencia sobre la estimación de daño que en general toleran los cultivos, pero debe complementarse con el pronóstico climático, las expectativas del lote y la posibilidad o capacidad de realizar algún manejo.

- Para las enfermedades foliares, específicamente Roya y Tizón, debemos entender que nuestro objetivo es mantener sano los órganos que generan rendimiento el mayor tiempo posible. Por lo tanto, nuestro objetivo es evitar infecciones en el tercio medio y superior de la planta.

- Como comunidad productora debemos ser extremadamente cuidadosos con el uso de agroquímicos, utilizando las buenas prácticas en el manipuleo y el uso de estos.

- Debemos ser responsables de la toma de decisión, para que esta no sea innecesaria ni su práctica afecte el desarrollo del resto de la comunidad.

- El mismo maíz, un nuevo desafío: Compendio primer congreso de maíz tardío. Borrás, L. y Uhart, S.(Eds). 1a edición compendiada. San Isidro: Dow Agrosciences. Argentina.

- Formento, A. N. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zeae*). INTA, Argentina.

- González M. 2005. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campaña 04/05). Rev. Agromensajes N°15. FCA-UNR. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/2AM15.htm>. [Verificación: Febrero 2020]

- Herbario Virtual de Fitopatología FAUBA herbariofitopatologia.agro.uba.ar [http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=168](http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=168) [Verificación: Febrero 2020]

- Munkvold, G. P., & White, D. G. (Eds.). (2016). Compendium of corn diseases (p. 165). St. Paul, Minnesota, USA: APS Press.

- Stubbs, R. W., Prescott, J. M., Saari, E. E., & Dubin, H. J. (1986). Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales.

## 6. Bibliografía

- Arneson, P.A. 2001 Epidemiología de las Enfermedades de las Plantas: Los Aspectos Temporales. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-A-2001-0524-01. <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/Epidemiologia/Pages/default.aspx> [Verificación: Febrero 2020]

- De Rossi, R., Guerra, F., Plaza, M. C., Vuletic, E., Brücher, E., Guerra, G., ... & Magnone, G. (2016, July). Enfermedades del maíz en las últimas cinco campañas. In Actas resúmenes XXIV Congreso Aapresid-Resiliar. Rosario, Argentina (Vol. 3).

- De Rossi, R. L., Guerra, F. A., Brücher, E., Torrico, A. K., Maurino, M. F., Leucini, E., & Ferrer, M. (2017). Capítulo 09 enfermedades del maíz de siembra tardía causadas por hongos.

