



## “HONGOS” QUE AFECTAN AL POROTO DE SOJA Y OTROS CEREALES Y SU IMPLICANCIA EN LA SALUD ANIMAL

Aníbal Fernández Mayer<sup>1</sup>

Las condiciones climáticas adversas durante la cosecha afectaron seriamente la producción y calidad de los granos, especialmente, al poroto de Soja, reduciendo significativamente los rendimientos y su valor comercial, por ende, se ven perjudicados el resultado económico (rentabilidad), la germinación y el vigor de las futuras plantas.

Las enfermedades que se manifiestan en el cultivo de Soja, similar a lo que ocurre en otros cultivos de fina o gruesa, afectan a nivel de tallo y hojas y usan a la semilla para poder difundirse. Sin embargo, la mayoría de ellas no son tóxicas al ganado bovino y ovino. Por ello, la principal estrategia que debe realizar un productor agropecuario es analizar la presencia de micotoxinas o, en su defecto, determinar cuáles son los hongos que están afectando al poroto de Soja en un Centro de Investigación especializado, para establecer qué tipos de hongos se hallan presentes en el mismo y/o la presencia de micotoxinas que puedan afectar, tanto la salud humana como animal (M.Sc. Pablo Campos, comunicación personal, Fitopatólogo de la EEA INTA Bordenave, CERBAS).

En este artículo se hará un análisis detallado de los efectos negativos sobre la calidad de los porotos de Soja y un pormenorizado desarrollo de los diferentes tipos de hongos que pueden afectar a los porotos y la presencia o no de micotoxinas.

### MICOTOXINAS

Las Micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos (compuestos policetónicos) producidos por mohos toxigénicos bajo la influencia de determinadas condiciones físicas, químicas y biológicas.

**Si actúan varias Micotoxinas al mismo tiempo, sus efectos se potencian.**

En general son crónicas, (raramente agudas) y con efectos acumulativos.

1) *Técnico de la EEA INTA Bordenave (CERBAS) (Bs As). Master Sc, y Doctor en Cs Veterinarias, (Univ. Agraria La Habana, CUBA). Especializado en Nutrición de bovinos. Correo: [afmayer56@yahoo.com.ar](mailto:afmayer56@yahoo.com.ar); [fernandez.anibal@inta.gob.ar](mailto:fernandez.anibal@inta.gob.ar)*



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave



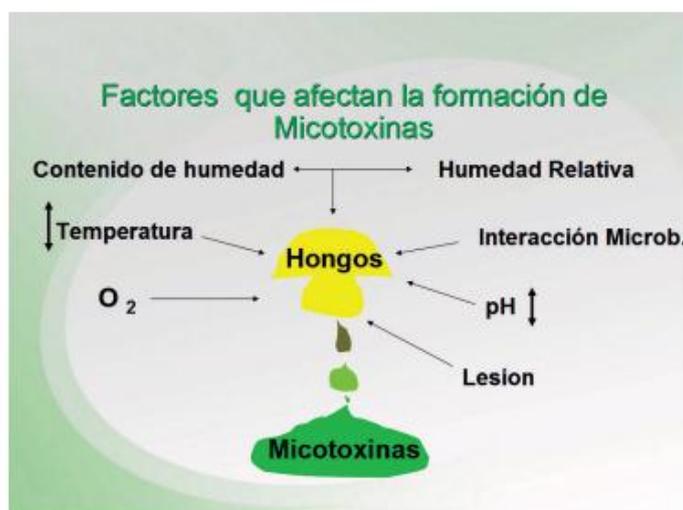


Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación



Se encontró que en la actualidad más del 25% de los granos producidos a nivel mundial se encuentran contaminados por una o varias micotoxinas. Estas micotoxinas al ser consumidas por el ganado vacuno son absorbidas vía tracto gastrointestinal dentro del sistema portal sanguíneo, para su posterior distribución y efecto en los diferentes órganos que generalmente se debe a la alteración de los procesos enzimáticos lo que conlleva a disturbios fisiológicos del animal afectado, alterando su estado general de salud.

Las principales micotoxinas encontradas en los granos y forrajes destinados para alimentación del ganado para carne y lechero son: ***aflatoxinas***, ***ocratoxina***, ***zearalenona***, ***tricotecenos*** y ***fumosinas***.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Una característica que presentan muchos patógenos que afectan las vainas y las semillas de Soja es su prolongado período de latencia. Las plantas pueden ser infectadas en cualquier estado de su desarrollo, pero los síntomas aparecen frecuentemente al final del ciclo, por lo general en forma conjunta con los cambios fisiológicos que ocurren en los estadios reproductivos.

Muchos de los patógenos que causan estas enfermedades también sobreviven en los restos de cosecha infectados sobre la superficie del suelo o como esporas de persistencia, y de este modo se encuentran disponibles al momento de la siguiente siembra de Soja, algo similar ocurre con otros cultivos de fina o gruesa.

## CONDICIONES PROPICIAS Y TIPOLOGÍA DE HONGOS

Tipo de Hongo	Humedad	Temperatura de proliferación	O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub>	Sustrato	Hongos
Hongos de campo	Alta	Baja	Aerobia	Fitopatógeno Planta vivas <b>Granos y Tallos en mal estado</b>	<u>Fusarium</u> Cladosporium Alternaria
Flora intermedia	Alta	Relativamente baja	Aerobia	Cereal recién recogido, aún húmedo	Algunos <u>Fusarium</u> (Fumonisina)
Flora de almacenamiento	Baja	25°C	Anaerobia	Facultativa Material fisiológicamente inactivo	<u>Aspergillus</u> , Penicillium, Mucorales

## RESULTADOS SOBRE LA CALIDAD DEL POROTO DE SOJA DE ALGUNAS MUESTRAS EVALUADAS

CLADAN Nutrición Animal

### PROTEÍNA Y MATERIA GRASA

En la mayoría de las muestras dañadas se observó un **incremento porcentual** en la cantidad de **proteína** (29,5-31,9 a 31,4-38,4% sobre base seca) y de la **materia grasa** (18,9-21,6 a 19,7-22,5% sobre base seca).



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





En los **porotos dañados** se aprecia una **disminución** en la fracción de **carbohidratos** que, si bien no explica la totalidad del aumento de la proteína, demuestra parcialmente éste incremento, dónde nutricionalmente hablando éste desbalance no generaría inconveniente en los animales.

#### ENERGÍA METABOLIZABLE Y ENERGÍA BRUTA

Se observaron “cambios significativos” en la composición **energética** de las diferentes muestras de porotos Soja **normales** y **dañados**, que fueron evaluados.

Composición energética de Porotos de Sojas normales y dañados

Poroto de Soja	MS (%)	EM (Mcal EM/kg MS)	EM/EB
<b>Normal</b>	<b>88,8</b>	<b>3,82</b>	<b>67,8</b>
<b>Dañadas</b>	<b>88,6</b>	<b>4,2</b>	<b>73,5</b>

Referencias: MS: materia seca. EM: energía metabolizable EB: energía bruta

### DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LAS MICOTOXICOSIS EN BOVINOS

El diagnóstico de las micotoxosis en bovinos es cada vez más frecuente debido al cambio en el hábito alimenticio. Se observa un incremento de los sistemas de producción de carne o leche con altos niveles de concentrados (suplementos energéticos y/o proteicos y forrajes conservados), tanto en los engordes a corral y pastoril como los planteos lecheros intensivos.

#### SENSIBILIDAD

Los **rumiantes** son **menos sensibles** a las micotoxinas que los **no rumiantes**.  
Los **animales jóvenes** son **más sensibles** a las micotoxinas que los **adultos**.

### SINTOMATOLOGÍA EN LOS BOVINOS

- Reducción del consumo
- Reducción de la producción (carne o leche)
- Trastornos Digestivos (Hepáticos)
- Inmunosupresión
- Baja tasa de concepción y aborto



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





## SINTOMATOLOGÍA ASOCIADA CON ENFERMEDADES

- Cetosis clínica y Sub-Clínica y/o deficiencias nutricionales.
- Asociado con Enfermedades Infecciosas, Parasitarias (por inmunosupresión).

**“Las micotoxinas son muy estables, y dado que no existen procedimientos eficientes de descontaminación; la mayoría de las micotoxinas presentes en el cultivo en el momento de la cosecha, llegarán a la dieta final del animal cuando consuma el alimento”**

## FACTORES DE DESARROLLO DE LOS HONGOS Y SUS MICOTOXINAS

### A) EN EL CAMPO

Los niveles de temperatura y humedad son factores determinantes para el crecimiento de los hongos y la subsiguiente producción de micotoxinas, el clima juega un papel clave en el desarrollo de las mismas.

Se ha demostrado que hay tres factores agronómicos que afectan de manera significativa la presencia y la concentración de las micotoxinas:

**Presencia y Rotación de cultivos:** El monocultivo o la siembra de cultivos muy similares uno tras otro, aumentara el riesgo de formación de micotoxinas, pues las esporas se transfieren al siguiente cultivo y permitirán que se establezca el desarrollo de hongos en forma más rápida.

**Laboreo del suelo:** La incorporación del rastrojo al suelo por medio del arado, reduce la contaminación por esporas para la siguiente siembra y por lo tanto reduce la infestación fúngica y la formación de micotoxinas. Los sistemas de siembra directa aumentan el riesgo.

**Cultivo y variedades:** Hay variedades de cultivos que son más resistentes a enfermedades foliares a hongos reduciendo la infección fúngica y por ende la formación de micotoxinas en el cultivo.

### B) DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Los factores que más influyen sobre el crecimiento fúngico en los granos y alimentos almacenados, y por lo tanto sobre la producción de micotoxinas, son el agua libre, la temperatura y el oxígeno.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Las micotoxinas de ***Aspergillus*** y ***Penicillium*** (aflatoxina, ocratoxina, etc.) se producen mayormente durante el almacenamiento.

Almacenamiento de granos secos:

Los hongos utilizan para crecer, el agua contenida dentro de los granos.

Actividad de Agua: expresa la relación (equilibrio) entre la presión de vapor del agua dentro del grano y la presión de vapor de agua del ambiente que rodea al grano.

Los cambios en la temperatura del ambiente, modifican esta relación haciendo que el agua pueda “ingresar” o “salir” del grano, modificando la humedad y por lo tanto se puede promover el desarrollo fúngico.

Es importante tener en cuenta, que en la práctica, los silos y bolsas de almacenamiento están expuestos al sol lo cual incrementa la temperatura, produciendo movimientos de masa de aire húmedo y caliente.

Durante la noche, al enfriarse las paredes del silo, se condensa el agua en algunas zonas generando “hot spot” (puntos calientes) dando condiciones ideales para el desarrollo de los hongos.

Si la humedad es inferior a 12%, los hongos se inactivan desde el punto de vista metabólico y se reduce marcadamente el riesgo de formación de micotoxinas.

Es difícil definir los valores de temperatura para controlar la producción de micotoxinas, con excepción de la aflatoxina que nunca se produce por debajo de 10°C

La concentración de Oxígeno y la acidez del sustrato (pH) no son pertinentes para la producción de estas toxinas.

### Ensilajes:

*Las micotoxinas de ***Fusarium: zearalenona, tricotecenos (DON, T2, etc)*** se producen principalmente durante la fase de campo (cultivo), pero es muy común que en la práctica encontremos grandes cantidades de ésta micotoxinas en ensilajes de granos (como sorgo, maíz).*

Los hongos producen micotoxinas bajo situaciones de estrés, como cambios de humedad, temperatura y aireación, así como frente a agentes agresivos.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





En un ensilaje, la inactivación metabólica de los hongos ocurre en condiciones anaeróbicas y a pH bajos. Durante la confección del silo, el tiempo que transcurre hasta la estabilización del mismo, genera condiciones para que los hongos presentes produzcan micotoxinas (condiciones de estrés por disminución del oxígeno, aumento de temperatura y aumento en la acidez del medio).

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS MICOTOXINAS QUE AFECTAN AL GANADO

### Aflatoxinas

Las aflatoxinas se pueden presentar en cualquier parte del mundo, ya que el *Aspergillus flavus* crece a temperaturas de 25 ° C, y con una humedad relativa del 70%.

Por ejemplo, la **AFB<sub>1</sub>** es la más tóxica tanto en las aflatoxicosis agudas como crónicas mientras que la **AFM<sub>1</sub>** es tan hepatotóxica aguda como la anterior pero no tan carcinogénica. Es bien conocido que la AFB<sub>1</sub> es tanto carcinogénica como citotóxica. El metabolito AFB<sub>1</sub> activado (por ejemplo, AFB<sub>1</sub>-8,9-epóxido) se une de forma covalente con el nitrógeno de la posición 7 de la guanina y forma aductos de AFB<sub>1</sub>-N7-guanina en las células diana.

Concentraciones de AFB<sub>1</sub> en la ración final, del orden de 2,000 a 2,400 ppb suministradas a vacas de 2 años de edad durante 7 meses, provocaron graves problemas de hepatotoxicosis y reducción significativa en la producción lechera.

### Ocratoxinas

La **ocratoxina A** puede encontrarse como contaminante natural en la soja, los cereales (esencialmente la cebada y arroz), harina y torta de maní y en una serie de alimentos para humanos como son, granos de café crudo, legumbres, quesos, carnes ahumadas (jamón, tocino, embutidos).

El principal síndrome que produce es el nefrotóxico pero también se producen trastornos en el hígado dando lugar a una acumulación de glucógeno en los tejidos hepático y muscular. Los órganos afectados son el hígado y el riñón. Las ocratoxinas son inmunosupresivas. Los animales más sensibles son los cerdos, aves y rumiantes.

### Tricotecenos

Constituyen una familia de sustancias naturales estructuralmente relacionada, producidas por muchos **fusarios** y hongos relacionados (*Trichothecium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys*, *Cylindrocarpon*).



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Son **tóxicos potentes** de las células eucarióticas y causan lesiones dérmicas, alteraciones de la respuesta inmunológica e inhibición de la síntesis de macromoléculas. Tienen una acción letal en dosis altas.

El rango de los residuos de toxina T-2 en carne y vísceras vacunas es 8.8-18.5 mg/kg y en leche 11.4 mg/kg, para animales que consumían forraje con 31 mg/kg.

El nivel máximo admisible de toxina T-2 y HT-2 es 100 y 25-100 mg/kg, mientras que el de desoxinivalenol es 5-10 mg/kg.

Una ración final contaminada de una forma natural con 1200 ppb de toxina T-2 provocó muertes en vacas lecheras que consumieron el alimento contaminado durante varios meses.

Datos estadísticos de observaciones de campo aconsejan que el **máximo de contaminación tolerable con toxina T-2 no debe exceder 100 ppb** en la dieta total.

### Zearalenona

La Zearalenona es producida principalmente por el hongo *Fusarium graminearum* en granos y alimentos. Aunque estos compuestos presentan baja toxicidad, es decir, su ingestión no causa daños severos, sus efectos estrogénicos y anabólicos causan problemas de reproducción muy fuertes en todas las especies animales, como inflamación y tumefacción de la vulva (vulvovaginitis), engrosamiento de las mamas, aumento de la matriz, preñez ficticia, abortos, disminución de la viabilidad del feto y disminución de la camada, trastorno general de la fertilidad, y en el caso de los machos se presenta atrofia testicular y afeminamiento.

Cuando vacas lecheras consumen dietas con niveles superiores a 250 ppb, de zearalenona provocar problemas estrogénicos, abortos, disminución del consumo de alimento compuesto y de la producción lechera, vaginitis, secreciones vaginales, deficiencias en la reproducción y un aumento del tamaño de las glándulas mamarias en novillas vírgenes.

### Fumonisin

Las fumonisin  $B_1$  y  $B_2$  son metabolitos promotores del cáncer originados por *Fusarium proliferatum* y *F. verticillioides*.

La **fumonisin  $B_1$  ( $FB_1$ )** es la **más tóxica** y ha sido descrita por provocar tumores en ratas y causar leucoencefalomalacia equina y edema pulmonar porcino.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

La FB<sub>1</sub> y FB<sub>2</sub> pueden encontrarse como contaminantes naturales, en los cereales (preferencialmente en el maíz y subproductos del maíz) y soja y otras oleaginosas.

Los principales síndromes que producen son: neurotóxicos (leucoencefalomelacia), nefrotóxicos, edema pulmonar y cerebral, hepatotóxicos y lesiones cardíacas. Los órganos afectados son: el cerebro, pulmón, hígado, riñón y corazón.

La investigación sobre los efectos de las micotoxinas en el ganado lechero y en otros ruminantes es muy limitada. Las micotoxinas son producidas por una familia de **mohos** que ocurren de manera natural. La contaminación con micotoxinas es un problema de graves repercusiones económicas y de salud.

### USO DE “SUSTANCIAS ADSORBENTES” DE MICOTOXINAS

En la actualidad es posible controlar la micotoxicosis con el uso de **sustancias adsorbentes de micotoxinas**. Sin embargo, este tema es muy polémico pues existen muchos productos en el mercado y no siempre responden con una adecuada efectividad.

Se han observado resultados favorables cuando se añaden materiales adsorbentes tales como las **arcillas (bentonitas)**, **los carbones activados** y **los adsorbentes de base de levaduras (mannanligosacarido)** a las dietas para aves, cerdos y ganado contaminadas con micotoxinas.

Un adsorbente de micotoxinas es un material inerte, capaz de fijar a su superficie la micotoxina y salir del organismo junto con las heces. El adsorbente evita que la micotoxina sea absorbida por el animal y evita así el efecto tóxico de ella. En el mercado existen varias clases de adsorbentes y dentro de las mismas existen diferentes calidades.

La selección adecuada del adsorbente es un factor crítico para tener buenos resultados. Se deben tomar en cuenta entre otros factores su espectro de acción, su capacidad de adsorción, su calidad y su respaldo tecnológico. Es importante mencionar que las capacidades de adsorción evaluadas “in vitro” van desde 0% hasta valores cercanos al 100%, y existen pocos adsorbentes que tienen afinidad por micotoxinas específicas, como la Zearalenona.

Además, el proceso de detoxificación que funciona “in vitro” no necesariamente mantiene su eficacia en la evaluación con animales. Las características de un buen adsorbente de micotoxinas serían las siguientes:



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





- Capacidad de secuestrar o ligar un amplio rango de micotoxinas.
- Bajas tasas de inclusión efectiva en el alimento.
- Dispersión rápida y uniforme en el alimento durante el mezclado.
- Estabilidad al calor durante el peletizado, extrusión y durante el almacenamiento.
- Baja afinidad por las vitaminas, minerales u otros nutrientes.
- Alta estabilidad en un amplio rango de pH.
- Biodegradabilidad después de la excreción.

## TRANSFERENCIA DE LAS MICOTOXINAS A LA CARNE O LECHE

### Aflatoxina (AFM1)

Este metabolito se encuentra en grandes cantidades en la leche. Es necesario un cercano monitoreo del lácteo para detectar aflatoxinas debido al peligro que existe de que su potencial carcinogénico entre a la cadena alimentaria humana.

Las aflatoxinas, además, reducen el crecimiento del ganado e incrementan los requerimientos de proteína en la dieta.

### Ocratoxina A (OTA)

Afecta al ganado, pero se ha demostrado que se degrada rápidamente en el rumen a su metabolito no tóxico o menos tóxico, la ocratoxina  $\alpha$ . Teniendo efectos muy leves en los animales adultos, sin embargo, puede ser muy tóxico (mortal) si es consumido por terneros jóvenes pre-rumiantes o monogástricos.

### Zearalenona (ZEN)

Es una micotoxina estrogénica no esteroidea biosintetizada por una variedad de hongos *fusarium*. Los hongos productores de ZEN contaminan el maíz y también colonizan, en menor medida, la soja, la cebada, la avena, el trigo, el sorgo, el mijo y el arroz.

El efecto tóxico de la ZEN o sus metabolitos parece depender de su interacción con los receptores de estrógenos, afectando a cerdos, ganado y borregos.

Altas concentraciones de ZEN en el alimento del ganado han sido relacionadas con infertilidad, aumento de tamaño de la glándula mamaria, reducción de la producción láctea, vaginitis y secreción vaginal, especialmente en vaquillas lecheras inmaduras.

La toxina T-2, una micotoxina muy potente en ganado, ha sido asociada con gastroenteritis, hemorragias intestinales y muerte. El rechazo del alimento es otro signo



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





clave en el ganado expuesto a raciones contaminadas con trichotecenas. También se cree que la toxina T-2 induce la inmunosupresión en el ganado al disminuir las concentraciones de IgM, IgG e IgA en suero así como las funciones de los neutrófilos.

## TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HONGOS QUE AFECTAN AL POROTO DE SOJA

### MICOTOXINAS MÁS SIGNIFICATIVAS EN BOVINOS "ALIMENTOS MÁS COMUNES"

<b>HONGOS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>Aflatoxinas B1</b>		ASPERGILLUS	Maíz Maní Algodón Sorgo Trigo Girasol
	<b>Ocratoxina</b>		ASPERGILLUS PENICILLIUM	
<b>HONGOS DE CAMPO "FUSARIOTOXINAS"</b>	<b>Tricotecenos</b>	T-2	FUSARIUM	1. Henos 2. Ensilados 3. Contaminantes naturales de los cereales (cosecha de cereal enmohecido): Maíz Trigo, Cebada, Centeno y Arroz
		DAS		
		DON - Vomitoxina		
	<b>Zearalenona</b>			
<b>Fumonisin</b>				



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





MICOTOXINAS MÁS SIGNIFICATIVAS EN BOVINOS  
"LÍMITES DE TOLERANCIA"

MICOTOXINA	EFECTOS	LESIONES	LÍMITE MÁXIMO SUGERIDO
<b>AFLATOXINA B1</b>	Hepatotóxicos Disminuye performance del animal y el estado de salud. "Inmunosupresión" Teratogénicos Mutagénicos	Los órganos más afectados son Hígado, Riñón y Cerebro. Aparecen residuos en leche. El 1 a 2 % del nivel que consume aparece en leche como M1 (Límite máximo de M1 en Leche: 0,5 ppb) El Rumen no tiene acción sobre las Aflatoxinas	<b>25 ppb</b>
<b>DON - VOMITOXINA</b>	"Define Calidad de Alimento" Menor Consumo de materia seca. Alteración en fermentación ruminal. Problemas hepáticos (Reducción de síntesis de proteínas). Disminución en producción de leche con aumento de células somáticas. Inmunosupresión (disminución síntesis de Inmunoglobulinas)	El rumen no tiene acción sobre el DON	<b>300 ppb</b>
<b>ZEARALENONA</b>	"Define Calidad de Alimentos" Se modifica el nivel de estrógenos, puede provocar abortos. Se reduce el consumo de alimento, la producción de leche y la eficiencia reproductiva.	Efectos estrogénicos: mortalidad embrionaria y reabsorción, vaginitis, secreción vaginal, prolapso uterino y aumento del tamaño de glándula mamaria en terneras. El rumen transforma la Zearalenona en Alfa Zearalenol, y se elimina por orina, detectado como anabólico	<b>250 ppb</b>



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





## HONGOS DE CAMPO

Los hongos de campo se ven favorecidos por la ocurrencia de lluvias durante la maduración de las semillas y la senescencia prematura de aquellas, ya que muchos se comportan como saprótrofos.

El momento de infección puede ocurrir desde inicios de floración hasta madurez. En general, infecciones tempranas determinarán mayores perjuicios económicos.

Estos hongos normalmente cesan su actividad cuando la humedad del grano cae por debajo de 18-20%, y mueren después de un tiempo prolongado. Sin embargo, el daño de las semillas en el campo incrementa el riesgo de deterioro producido por los mismos durante el almacenaje.

Los principales microorganismos asociados a semillas de soja en orden alfabético:

- *Alternaria spp*
- *Cercospora kikuchii*
- *Cercospora sojina*
- *Colletotrichum dematium var. truncata*
- *Complejo Diaporthe-Phomopsis sojae*
- *Fusarium spp*
- *Peronospora manshurica*
- *Sclerotinia sclerotiorum*

### **Podredumbre y deterioro de la semilla por *Alternaria sp.***

(*Alternaria alternata* y *A. tenuissima*)

Varias especies de *Alternaria* pueden estar presentes en plantas de soja, por ejemplo *A. tenuissima* y *A. alternata*, ya que suelen estar asociadas como contaminantes en vainas y semillas, en general en infecciones múltiples.

Las infecciones ocurren normalmente durante la senescencia del cultivo y se ven favorecidas por períodos de humedad elevada y demoras en la cosecha, daño por insectos, bajas temperaturas o heridas.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

### Sintomatología

Su aparición se relaciona siempre a la etapa final del cultivo y con condiciones de elevada humedad, se manifiesta como un micelio gris oscuro sobre las semillas. Los conidios típicos son oblongos, coloreados, con tabiques transversales y longitudinales que permiten un fácil diagnóstico y se disponen frecuentemente en cadenas largas.

Si bien pueden encontrarse muy elevados porcentajes de infección, a menudo no se relaciona su presencia con una disminución en la germinación. El patógeno se aloja externamente en el tegumento y es favorecido por la presencia de heridas.

### Características epidemiológicas

Se la encuentra generalmente en estadios reproductivos avanzados, ya en la etapa final del cultivo, con déficit hídricos y elevadas temperaturas. Es uno de los microorganismos más frecuentes en semilla de soja. El micelio del patógeno puede encontrarse en el tegumento seminal o en el endosperma.

### Mancha púrpura de la semilla (*Cercospora kikuchii*)

Es una enfermedad muy difundida en la zona norte de producción de soja, y la que más creció con la adopción de la siembra directa y el monocultivo.

### Sintomatología

El patógeno puede infectar tallos, hojas, vainas y semillas, pero se lo encuentra más comúnmente sobre estas últimas. En hojas produce lesiones irregulares y áreas color púrpura-rojizas en ambas caras, siendo más notables en aquellas expuestas al sol, también en nervaduras y pecíolos.

En infecciones severas puede producir defoliación del estrato superior del cultivo, quedando los pecíolos adheridos a las plantas.

En los tallos se manifiesta como lesiones en forma de parche. En vainas se observan áreas color morado oscuro, que puede generalizarse, lo mismo que las semillas que adquieren un violáceo característico.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Las semillas infectadas pueden ser asintomáticas o mostrar áreas de color púrpura-violáceo de tamaño variable, que pueden abarcarla totalmente. Además, produce agrietamiento del tegumento. En el sustrato alrededor de las semillas, las colonias se manifiestan con una típica coloración púrpura.

El signo lo constituyen conidióforos dispuestos generalmente en grupos, de color castaño. Los conidios son filiformes, hialinos y pueden tener entre 14 y 20 septos.

Si bien la enfermedad no reduce significativamente la germinación, las semillas con infecciones severas pueden presentar menor vigor.

### Características epidemiológicas

El hongo se localiza en la cubierta seminal, ocasionalmente en los cotiledones y raramente en la plúmula. La infección tiene lugar durante el período de floración.

Prolongados períodos con temperatura de 28 °C a 30 °C y elevada humedad favorecen el desarrollo de la enfermedad. Por tratarse de un patógeno necrótrofo, sobrevive en semillas y restos de plantas afectadas.

Normalmente el rendimiento no se reduce, pero un alto porcentaje de semilla manchada puede ser evidente a la cosecha.

### Mancha en ojo de rana (*Cercospora sojina*)

#### Sintomatología

La mancha ojo de rana se localiza principalmente en el follaje, y en menor grado en tallos, vainas y semillas.

Los primeros síntomas de la enfermedad pueden observarse en estadios vegetativos como lesiones circulares con centro claro y borde oscuro, sobre las cuales se forman las estructuras reproductivas del hongo: conidióforos libres, color pardo oscuro, con conidios filiformes, hialinos.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Las lesiones en las vainas son circulares a alargadas, ligeramente hundidas y castaño-rojizas. El hongo puede desarrollarse a través de la pared de la vaina e infectar la semilla madura.

Las semillas infectadas presentan coloración pardo - marrón oscuro, y generalmente reducen su poder germinativo o producen plántulas débiles y lesiones en los cotiledones.

### Características epidemiológicas

*C. sojina* sobrevive como micelio en las semillas infectadas y en restos de rastrojo de una campaña a otra. Los cotiledones infectados constituyen la fuente de inóculo para infectar las hojas jóvenes.

El estado de crecimiento del cultivo asociado a condiciones de alta humedad ambiente juega un rol importante para el desarrollo y difusión de la enfermedad.

### Antracnosis (*Colletotrichum dematium*)

Las plantas de soja son susceptibles a esta enfermedad en todos sus períodos de crecimiento. Las temperaturas de 30 °C o superiores del verano, favorecen la severidad de la misma, provocando pérdidas de rendimiento y calidad. Su presencia es más frecuente en las zonas sojeras del norte del país.

### Sintomatología

Puede haber muerte de plántulas (*damping-off*) en pre o pos emergencia cuando se siembran semillas infectadas. Con infecciones graves en las vainas las semillas pueden enmohecerse, arrugarse y tornarse color marrón oscuro. Las menos infectadas pueden manifestar poco o ningún síntoma.

En la madurez los tallos y vainas presentan áreas pardo oscuras en forma de parches de tamaño variable, donde se observan las fructificaciones del hongo: acérvulas de color negro con setas prominentes.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

El micelio es color gris oscuro. Los conidios son falcados, con ápices obtusos, hialinos y tabicados. Requieren alternancia de mojado de los restos vegetales para su liberación y/o dispersión.

### Características epidemiológicas

El patógeno se perpetúa a través de restos de tejidos afectados, semillas contaminadas, malezas y otros cultivos, aunque las semillas son su más eficiente vehículo de diseminación. Temperaturas mayores a 25 °C y lluvias entre madurez fisiológica y cosecha favorecen la enfermedad.

### Tizón de la vaina y del tallo y podredumbre de semilla

(*Diaporthe phaseolorum* sp. *Sojae* y Anamorfo *Phomopsis sojae*)

El tizón de la vaina y el tallo y la podredumbre de la semilla por *Phomopsis* spp, se conoce como complejo *Diaporthe - Phomopsis* y constituye la enfermedad más importante asociada con el deterioro de las semillas en el campo. Es una enfermedad endémica en las principales regiones productoras de soja del mundo que afecta los rendimientos, pero sobre todo disminuye la calidad de la semilla y el poder germinativo.

### Sintomatología

Bajo condiciones climáticas normales, los síntomas se observan hacia el fin del ciclo del cultivo. A partir de la vaina la infección pasa a las semillas.

Los patógenos colonizan en primer lugar el episperma, causando fisuras y achatamiento de la semilla, y luego invaden el embrión.

Las semillas infectadas tienen menor peso y producen aceite de inferior calidad. Presentan menor tamaño, se tornan arrugadas, deformadas, con rajaduras y muchas veces con micelio blanquecino sobre el tegumento. Las débilmente afectadas pueden no presentar alteraciones visibles sin embargo al germinar, el tegumento mantiene los cotiledones unidos causando la muerte de la plúmula y por lo tanto de las plántulas en pre o pos emergencia. Las semillas severamente afectadas no germinan y se pudren en el suelo.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

La forma asexual o anamorfa presenta picnidios negros globosos, inmersos, que se disponen en hileras en el tallo mientras que en las vainas se presentan dispersos. Tiene dos tipos de conidios.

Los conidios  $\alpha$  (alfa) son más frecuentes, hialinos, unicelulares, fusiformes a elipsoidales, con 2 gúttulas en sus extremos. Los tipos  $\beta$  (beta) son hialinos, filiformes con uno de sus extremos curvo.

### Características epidemiológicas

Los conidios de *Phomopsis* que se forman en estructuras presentes en los tallos y vainas, requieren alternancia de mojado de los restos vegetales para su liberación y/o dispersión.

Los hongos involucrados en este complejo sobreviven, como micelio latente en restos de cosecha de soja u otros hospedantes y en semillas infectadas.

La fuente primaria para la diseminación a largas distancias, es la semilla infectada o contaminada con restos vegetales, aunque en lotes con presencia de la enfermedad, los restos del cultivo constituyen la principal fuente de inóculo.

Tiempo cálido y lluvioso y/o elevada humedad relativa entre formación de vainas, madurez fisiológica y la cosecha favorecen la infección de las semillas. Lo mismo ocurre con el agrietado de las vainas por alternancia de humedad y sequía.

### Podredumbre de las semillas por especies de *Fusarium*.

#### Agente causal.

Las especies de *Fusarium* asociados a semillas de soja más frecuentes son *F. semitectum* y *F. graminearum*, pero también pueden encontrarse *F. equiseti*, *F. verticilloides* y otras en forma individual o asociadas.

De manera semejante a *Phomopsis* sp., *F. semitectum*, está usualmente asociado a semillas que sufrieron atraso en la cosecha o deterioro en el campo.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





## Sintomatología

Algunas especies de *Fusarium* presentes en las semillas de soja causan podredumbre de semillas, de plántulas en pre o pos emergencia y de raíces, reduciendo la germinación, el vigor y el stand de plantas logradas. También pueden afectar la elongación del hipocótilo, originando plántulas defectuosas en el período de germinación – emergencia, que difícilmente prosperen en el campo.

Además, bajo determinadas condiciones ambientales producen micotoxinas peligrosas para la salud humana y animal.

El micelio característico es algodonoso y según la especie involucrada, presenta coloración blanca, naranja pálido o tonalidades desde el rosado claro hasta el púrpura.

## Características epidemiológicas

Las especies de *Fusarium* consideradas, son microorganismos necrótrofos, generalmente asociados a semillas que sufren deterioro por humedad, por retraso en el momento de la cosecha. También pueden permanecer en residuos de cosechas y algunos en el suelo.

En las semillas se encuentran ubicados principalmente en los tegumentos y solo pasan al cotiledón en infecciones muy severas.

Los rastrojos infectados que permanecen sobre la superficie del suelo, incrementan las enfermedades causadas por especies de *Fusarium*.

## Mildiu (*Peronospora manshurica*)

Es una enfermedad difundida ampliamente en nuestro país y a nivel mundial.

## Sintomatología

Los síntomas en plántula se manifiestan recién a partir de las dos semanas de emergidas, sobre las hojas primarias



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

En planta adulta los síntomas se observan principalmente en las hojas superiores, como pequeñas manchitas cloróticas en la cara adaxial y eflorescencia típica formada por las estructuras reproductivas del microorganismo, en la cara abaxial

En infecciones severas, puede causar defoliación prematura, disminución de calidad y tamaño en las semillas y reducción del rendimiento.

Puede existir infección en las vainas o las semillas sin que se manifiesten síntomas externos. Las semillas afectadas se cubren parcial o totalmente de una costra blanca formada por micelio y oosporas del patógeno. Además, tienen grietas en el tegumento y son más pequeñas o livianas que las semillas sanas.

### Características epidemiológicas

El responsable de la enfermedad pertenece al Reino Straminipila, phylum Oomycota. Se trata de un patógeno biótrofo estricto y específico.

La enfermedad se transmite por las esporas sexuales, oosporas, que permanecen en el suelo cuando el cultivo ya fue cosechado, y sobre las semillas. Las semillas infectadas constituyen el inóculo primario dando lugar a plántulas con infecciones sistémicas.

El patógeno se dispersa por corrientes de aire de plantas con signo de mildiu hasta plantas sanas, originando en estos casos infecciones locales.

Elevada humedad relativa por períodos prolongados, rocío y temperaturas frescas de noche favorecen la esporulación (18 °C - 20 °C).

### Podredumbre de tallo por *Sclerotinia* (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Es una enfermedad polífaga, muy destructiva y que en condiciones de alta humedad produce podredumbre en la parte media e inferior del tallo de las especies susceptibles.

### Sintomatología

*S. sclerotiorum* puede producir *damping off* en pre y pos emergencia, podredumbre húmeda en plántulas y provocar la muerte de las plantas en todas las etapas fenológicas del cultivo. Infecciones menores deprimen la producción de vainas, el número y el peso de las semillas.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Una vez detectados los síntomas en el campo, ya no existen técnicas de manejo disponibles y la muerte de las plantas es una situación irreversible. En las vainas, las semillas pueden ser afectadas totalmente y ser reemplazadas por esclerocios, o bien germinar desarrollando micelio que termina destruyéndolas.

### Características epidemiológicas

El hongo produce estructuras somáticas de persistencia, **esclerocios o esclerotos**, que pueden permanecer varios años en el suelo y aun ser viables. Los esclerotos son cuerpos de tamaño y forma variable que pueden medir hasta 1 cm.

Durante la cosecha, los esclerocios caen en el suelo, pueden ser llevados con la maquinaria o mezclados con la semilla (contaminación concomitante) y de esta manera infectar nuevos campos.

Una vez pasado su periodo de latencia germinan y producen micelio blanco a ligeramente grisáceo y pueden aparecer apotecios, que son estructuras reproductivas sexuales del *phylum ascomycota*.

Actualmente, se dispone de cultivares de soja con arquitectura más erecta y menor riesgo de vuelco que favorecen mayor aireación y menor humedad en el entresurco, disminuyendo la posibilidad de infección.

### Infecciones múltiples

Bajo condiciones naturales, es raro que solamente un patógeno se encuentre en el hospedante. Cuando la maduración de la soja y su permanencia en el campo ocurre con tiempo húmedo, los granos son colonizados en forma conjunta por *Fusarium spp* y *Phomopsis spp*. Ambos patógenos se ubican mayoritariamente en los tegumentos con poca penetración en la semilla. Estas infecciones afectan en forma negativa la emergencia de plántulas, incrementando el número de plántulas anormales o de semillas muertas.

### HONGOS DE ALMACENAJE

El principio de un buen almacenamiento radica en guardar los granos, secos, sanos, limpios y fríos.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Hay un grupo de hongos de hábitos xerófitos, principalmente especies de *Aspergillus* y *Penicilium*, que incrementan su población durante el almacenamiento si las condiciones ambientales son favorables. Ambos géneros pueden producir micotoxinas que son nocivas para seres humanos, y en animales reducen la palatabilidad y pueden causar diversos trastornos orgánicos, hasta incluso la muerte.

Persisten en innumerables sustratos y crecen sin necesidad de agua libre. Los daños mecánicos y los producidos por insectos favorecen la entrada para estos patógenos.

El porcentaje de humedad del grano, previo al almacenaje, es el factor de mayor importancia para el establecimiento, desarrollo y crecimiento de microorganismos durante el almacenaje. Diferentes especies de hongos poseen diferentes requerimientos en cuanto al porcentaje de humedad por debajo del cual permanecen latentes sin causar ningún daño.

El deterioro de los granos se manifiesta, en primer orden, por la pérdida del poder germinativo, luego por la disminución del peso hectolítrico (PH.), para finalizar en una descomposición más notoria.

### RECOMENDACIÓN FINAL

Debido a la complejidad del tema (nunca actúa un género de hongo en forma aislada) y que se **transmite a la carne, grasa y leche** y, con ellos, puede causar un serio peligro para la salud humana (cancerígeno, problemas reproductivos, hepáticos, etc.). Es imprescindible hacer un **análisis de los hongos y de las micotoxinas** presentes en el grano de cereal, poroto de soja y en otras semillas oleaginosas, en **Centros de Investigación especializados** que hay en diferentes sitios del país.

A partir de los resultados del laboratorio se podrán tomar decisiones respecto al destino final de la mercadería. De la seriedad y prudencia con que se tome este tema se evitarán problemas en la salud humana y conflictos en el mercado interno y externo.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADAS

Bizzetto, A. & Homechin, M. 1997. Efeito do período e da temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com altos índices de *Phomopsis sojae* (Leh.) Revista Brasileira de Sementes, vol. 19, no 2, pp.295-302.

[Butkeraitis, P., Ivan Dos Santos y Rodríguez, J. El efecto de las micotoxinas en rumiantes](https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/efecto-micotoxinas-rumiantes-t27634.htm)  
<https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/efecto-micotoxinas-rumiantes-t27634.htm>

CLADAN. <http://cladan.com.ar/conocimiento/estudio-del-comportamiento-de-la-soja-danadabrotada-analisis-de-sus-parametros-nutricionales/41>

De María, P; Mauris, V; Pose, H. 2017. Manual Práctico Micotoxinas en Ganado Lechero  
<https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/manual-practico-micotoxinas-ganado-t39748.htm>

Ferri, M.; Pioli, R.; Magra, G. 2005. Evaluación de sintomatologías de semillas de soja asociadas a enfermedades fúngicas de fin de ciclo. Revista agromensajes. Nro 17. (En línea) Consulta 5 noviembre 2013. Disponible en:

[\[http://www.fcaqr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/17/18AM17.htm\]](http://www.fcaqr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/17/18AM17.htm)

Figuroa, E, 2017. Micotoxinas y Micotoxicosis en el ganado lechero.

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

<https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchszaV964.pdf>

Formento, A.N. Capítulo 4. Enfermedades emergentes, en Muñoz, R.; Sillón, M. 2011. Las enfermedades de la soja y su importancia en los países del Mercosur. Hemisferio Sur. 366 p

Gallo, C.; Arango Perearnau, M. y Craviotto R.M. 2010. Calidad de simiente 2010: por que evaluar sanidad (En línea) Disponible en:

[\[http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/CalidadSimient...\]](http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/CalidadSimient...) Consulta 11 noviembre 2013.

Gally, T. Capítulo 5. Enfermedades de la semilla en Muñoz, R.; Sillón, M. 2011. Las enfermedades de la soja y su importancia en los países del Mercosur. Hemisferio Sur. 366 p

Gimeno, A y Martins, M.L. 2011. Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos. 3ª Ed. 2011

Hartman, G. L.; Sinclair, J. B. & Rupe, J.C. 1999. Compendium of

Litardo, M.C. 2014 - Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Lujan

<http://www.patologiavegetal.unlu.edu.ar/?q=node/46>

Soybean Diseases, Fourth Edition. APS Press. 128 p.



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave





Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

Litwin, G.; Bher, E, De Carli, R y Mancuso, W. 2016. *Micotoxinas en soja: aspectos prácticos a tener en cuenta para el uso del grano y sus derivados para consumo de rumiantes en Entre Ríos.*

[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_hoja\\_informativa\\_muestreo\\_micotox\\_soja.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_hoja_informativa_muestreo_micotox_soja.pdf)

Mc Gee, D. C. 1992. *Soybean disease. A reference source for seed technologists.* APS Press St. Paul, Minnesota, USA 151 p.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. *Manual de Análise Sanitária de Sementes.* Brasília, Brasil. 200 p.

Ploper, L. D. 2001. VII Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja, *Patología de Semillas INTA, Pergamino Buenos Aires, Argentina* 96 p.

Producción animal. [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad/intoxicaciones\\_metabolicos/Micotoxicosis/13-trabattoni.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad/intoxicaciones_metabolicos/Micotoxicosis/13-trabattoni.pdf)

Ramos A. J. 2001. *Micotoxinas y Micotoxicosis.* AMV . 2011

Trabattoni, E Esperanza Distribuciones Laboratorio de Análisis



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

