



---

CIMMYT

---

# Ensayos para la semilla de maíz y de trigo

Manual de Laboratorio



---

**CIMMYT**

---

*Sistemas sostenibles  
de maíz y trigo*

# **Ensayos para la semilla de maíz y de trigo**

## **Manual de laboratorio**

E.J. Warham - CIMMYT

L.D. Butler - CIMMYT

R.C. Sutton - IMI

## Nota de agradecimiento

Los autores agradecen a la Administración de Desarrollo Exterior (Reino Unido) el suministro de fondos para cubrir los costos de producir esta publicación. Este manual no se hubiera podido realizar sin su apoyo financiero y se les agradece infinitamente su continuo entusiasmo y ayuda. Se agradece en especial al Sr. Roger Smith por su aliento y apoyo desde el inicio del proyecto.

También expresan su gratitud a los colegas del CIMMYT, México, y del Instituto Internacional de Micología, Reino Unido, por la ayuda y el asesoramiento proporcionados. Se agradece de manera especial a: Consuelo Rodríguez y Clarissa Sánchez del CIMMYT por preparar las pruebas de sanidad de la semilla que se utilizaron en las fotografías, así como a los Dres. Mark Holderness y Jim Waller del IMI por su revisión constructiva y su contribución al diseño del manual.

Los autores también desean agradecer a la Unidad de Servicios de Información del CIMMYT, a cargo del Mr. Tiffin Harris, por su ayuda y cooperación durante la preparación de este manual. Se agradece en especial a Miguel Mellado por el trabajo excepcional que realizó en el diseño y el formateo del manual, a Eliot Sánchez por ayudar en el diseño y a Alma McNab por su ayuda en el aspecto editorial.

## Índice

---

<b>Prólogo</b>	<b>ii</b>
<b>Introducción</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de organismos</b>	<b>iii</b>
<b>Clave para la identificación</b>	<b>iv</b>
<b>Descripción de los organismos</b>	<b>1</b>
<b>Índice</b>	<b>65</b>
<b>Anexo A:</b>	
<b>Pruebas de sanidad de la semilla</b>	<b>66</b>
<b>Anexo B:</b>	
<b>Pruebas de viabilidad, germinación y vigor de la semilla</b>	<b>75</b>

---

### Fotografías

L. Butler, CIMMYT: 199, 200  
L. Gilchrist, CIMMYT: 225, 227, 229.  
D. Jeffers, CIMMYT: 191, 202  
M. MacDonald & R. Chapman, PBI (ODA/NRI Project X0225): 38, 173.  
B. Ritchie, IMI: 83  
B.C. Sutton, IMI: 77, 78, 88, 89, 112, 192, 203.

E.J. Warham, CIMMYT: 1-37, 40-76, 79-82, 84-87, 90-111, 113-166, 168-172, 174-179, 184-190, 206-209, 213, 215-218, 220-224, 226, 228, 230.  
F. Zillinsky, CIMMYT: 39, 167, 182, 204, 205.  
CIMMYT: 180, 181, 183, 193-198, 201.

# Prólogo

El CIMMYT intenta ayudar a los pobres aumentando la productividad de los recursos dedicados al maíz y al trigo en los países en desarrollo y, al mismo tiempo, protegiendo el ambiente, mediante la investigación agrícola en colaboración con los sistemas nacionales de investigación.

El mejoramiento de germoplasma continúa siendo la principal actividad del CIMMYT, en respuesta al previsto aumento de la demanda de germoplasma avanzado y de poblaciones fuente que contengan características especiales. Por esta razón, el CIMMYT también sirve como depósito donde se almacenan los recursos genéticos de maíz y de trigo de todo el mundo.

Los programas de mejoramiento de germoplasma dependen en gran medida del libre intercambio internacional de semilla de maíz y de trigo, por lo que los cooperadores, instituciones y autoridades que participan en ese intercambio deben

poder confiar en la seguridad de la semilla que se importa y exporta. Consecuentemente, el CIMMYT se ha comprometido totalmente a respetar las normas fitosanitarias en sus operaciones de todo el mundo para proteger la agricultura de los países cooperadores.

La Unidad de Sanidad de Semillas del CIMMYT realiza el examen fitosanitario de las semillas de maíz y trigo (los dos cultivos principales que investiga el Centro), antes de su exportación, y también el examen de las semillas importadas. Estos exámenes se efectúan en estrecha colaboración con las autoridades de cuarentena fitosanitaria del Gobierno de México (Sanidad Vegetal).

El traslado e intercambio irrestrictos del germoplasma es vital para el progreso de los programas de mejoramiento, pero ese movimiento no debe poner en peligro a los cultivos propagando plagas o enfermedades. El intercambio internacional de germoplasma exento de

enfermedades es posible si se imponen medidas fitosanitarias durante la producción y la distribución de la semilla. Las estaciones cuarentenarias reciben semillas de diversas fuentes, como los agricultores, las estaciones experimentales, los científicos, los comerciantes, etc., para su certificación. El riesgo de propagar agentes patógenos transmitidos por la semilla varía mucho según el origen de ésta. La semilla proporcionada por los científicos y las empresas productoras de semilla bien equipadas generalmente es vigilada durante su ciclo activo de crecimiento por un patólogo calificado, con el fin de reducir ese riesgo.

Los autores, durante su trabajo en la Unidad de Sanidad de Semilla del CIMMYT, han detectado una serie de organismos transmitidos por la semilla y han registrado sus características para facilitar la identificación. Este manual describe cada organismo registrado con una serie de fotografías y proporciona una

clave rápida para facilitar su identificación. Además, se suministran detalles sobre la distribución y la importancia de los organismos, la cuarentena, la técnica de detección y la Referencias pertinente.

Se espera que este manual proporcione información útil a los científicos agrícolas y a las instituciones encargadas de la cuarentena fitosanitaria que someten a pruebas las semillas de maíz y de trigo destinadas a la importación y exportación, y que ayude a disminuir al mínimo el riesgo de propagar enfermedades que podrían reducir los rendimientos de los cultivos y limitar la cantidad de alimentos producidos por los agricultores.

Timothy Reeves  
**Director General,**  
**CIMMYT**

# Introducción

Los organismos transmitidos por la semilla son propagados por la semilla o transportados con ésta y sobreviven como esporas o estructuras en reposo dentro de la semilla y sobre ella. Los hongos transmitidos por la semilla a menudo producen plantas infectadas, mientras que los que son transportados por la semilla se consideran relativamente poco importantes en la dispersión de enfermedades. Ambos tipos de hongos pueden constituir un mecanismo mediante el cual un agente patógeno puede ser introducido en una zona donde originalmente no existía y, por consiguiente, esos hongos son importantes para las autoridades fitosanitarias y los fitopatólogos. En esta publicación no se establece ninguna distinción entre los hongos transmitidos por la semilla y los transportados por ella.

Este manual gráfico de laboratorio fue diseñado con el propósito de facilitar la identificación de 64 microorganismos transmitidos por la semilla de maíz y de trigo. Cada microorganismo es descrito mediante una serie de fotografías que muestran el tipo de colonia en la semilla y las características

del organismo observadas con un microscopio. Se ilustra y describe una clave rápida para facilitar la pronta identificación del organismo. Además, se suministran detalles sobre la distribución y la importancia del organismo, los aspectos cuarentenarios y las técnicas de detección, y se proporciona Referencias pertinente. Los aspectos detallados de la cuarentena se encuentran en el Sistema Mundial de Información Fitosanitaria de la FAO (1994). Las organizaciones de reglamentación para la protección de las plantas (RPPOs) son: EPPO (Europa), NEPPO (cercano Oriente), APPPC (Asia y el Pacífico), IAPSC (África) y COSAVE (América del Sur). En la lista se proporcionan los números de los RPPO únicamente: A1: Ausencia en la región; y A2: existe en alguna parte de la región y tiene importancia cuarentenaria en otras. Se han mencionado países específicos cuando se tiene la información, aunque en general ésta es bastante incompleta. En el caso de México, Estados Unidos y Canadá, es conveniente recopilar su información individualmente ya que la NAPPO no cuenta con una lista regional de organismos de

importancia fitosanitaria. También se proporciona información adicional en base a la experiencia de la Unidad de Sanidad de Semillas del CIMMYT.

Se usan las diferencias en las características de la colonia, la morfología de los conidios y la ornamentación de los cuerpos de fructificación, que se pueden observar con el microscopio estereoscópico, con el fin de distinguir los diversos géneros. Las características visibles con un microscopio compuesto se usan para identificar las especies. Cuando se sospecha la presencia de un agente patógeno transmitido por la semilla que tiene importancia cuarentenaria, es conveniente confirmar la identidad del hongo con la ayuda de micólogos profesionales y verificar su patogenicidad.

Se proporciona una clave sinóptica al comienzo del manual para facilitar la identificación del organismo distinguiendo características de color y textura de la colonia según la semilla, la forma y el tamaño de los conidios, etc. Cada organismo tiene un número de clave para la identificación, que se

incluye en cada grupo de características exhibidas positivamente por el organismo.

Se usan los Métodos para las Pruebas Internacionales de Sanidad de la Semilla para detectar la presencia de organismos en la semilla. Se recomienda adoptar estos métodos estandarizados al someter las semillas a pruebas para la cuarentena y la certificación fitosanitaria, ya que esto contribuirá a evitar, por ejemplo, que los exámenes en un país receptor revelen discrepancias con los certificados sanitarios que acompañan a las semillas. En el Anexo A se indican los procedimientos de los principales Métodos Estandarizados para las Pruebas Internacionales de Sanidad de la Semilla para el maíz y el trigo por separado.

La semilla de gran calidad no sólo debe estar exenta de enfermedades transmitidas por la semilla sino que también debe tener una gran capacidad de germinación y vigor. En el Anexo B se indican por separado para el maíz y el trigo las pruebas de viabilidad, germinación y vigor usadas ordinariamente en los laboratorios de prueba de semilla.

# Lista de organismos

## Hifomicetos-

### *Fusarium/Microdochium*

1. *Fusarium avenaceum*
2. *Fusarium crookwellense*
3. *Fusarium culmorum*
4. *Fusarium equiseti*
5. *Fusarium graminearum*
6. *Fusarium moniliforme*
7. *Fusarium oxysporum*
8. *Fusarium poae*
9. *Fusarium sambucinum*
10. *Fusarium tricinctum*
11. *Microdochium dimerum*
12. *Microdochium nivale*

### Hifomicetos - *Bipolaris/Drechslera/*

### *Exserohilum*

13. *Bipolaris cynodontis*
14. *Bipolaris hawaiiensis*
15. *Bipolaris maydis*
16. *Bipolaris sorokiniana*
17. *Bipolaris spicifera*
18. *Bipolaris victoriae*

19. *Bipolaris zeicola*
20. *Curvularia* spp.
21. *Drechslera avenacea*
22. *Drechslera dematioidea*
23. *Exserohilum rostratum*
24. *Exserohilum turcicum*

### Otros hifomicetos

25. *Acremoniella* spp.
26. *Acremonium* spp.
27. *Alternaria* spp.
28. *Arthrinium* spp.
29. *Aspergillus flavus* / *Aspergillus parasiticus*
30. *Aspergillus niger*
31. *Botrytis* spp.
32. *Cladosporium* spp.
33. *Epicoccum* spp.
34. *Gonatobotrys* spp.
35. *Monilia* spp.
36. *Myrothecium* spp.
37. *Nigrospora* spp.
38. *Papulospora* spp.
39. *Penicillium* spp.

40. *Rhinotrichum* spp.
41. *Stachybotrys* spp.
42. *Stemphylium* spp.
43. *Torula* spp.
44. *Trichoderma* spp.
45. *Trichothecium roseum*
46. *Ulocladium* spp.
47. *Verticillium* spp.

### Celomicetos

48. *Lasiodiplodia* spp.
49. *Pestalotiopsis* spp.
50. *Phoma* spp.
51. *Septoria nodorum*
52. *Stenocarpella macrospora*
53. *Stenocarpella maydis*

### Ascomicetos

54. *Chaetomium* spp.
55. *Claviceps* spp.
56. *Melanospora* spp.
57. *Sordaria* spp.

### Ustilaginales

58. *Sporisorium reilianum*
59. *Tilletia caries* / *Tilletia laevis*
60. *Tilletia controversa*
61. *Tilletia indica*
62. *Ustilago maydis*
63. *Ustilago nuda*

### Zigomicetos

64. *Rhizopus* spp.

# Clave para la identificación de los organismos

Esta clave de identificación es una clave sinóptica donde las características usadas para distinguir los organismos están agrupadas en varias categorías como posición taxonómica, características de la colonia, el micelio, las esporas, etc. Dentro de cada uno de esas categorías, se enumeran todas las características afines; por ejemplo, el grupo conidio incluye todas las características del conidio, como la pigmentación, la forma, las septas, el tamaño, la ornamentación, la formación, etc.

Cada organismo incluido en la clave tiene un número de clave que corresponde al número del organismo en el manual. Se incluye ese número de clave en cada grupo de características exhibidas positivamente por el organismo.

Una de las ventajas de usar una clave sinóptica, es poder entrar en cualquier punto. Es más rápido entrar en donde sólo existen unos cuantos números entre los cuales haya que escoger. Esos números

por lo general se aplican a características poco frecuentes y los organismos que poseen características poco frecuentes o raras se identifican con más rapidez y facilidad. En el caso de los organismos que sólo pueden ser distinguidos mediante una combinación de características, no se puede evitar el lento procedimiento de comenzar en el inicio de la clave sinóptica y avanzar hasta que se identifica el organismo. Se puede acelerar la identificación cuando se emplean características distintivas para reducir la cantidad de posibilidades iniciales. Por ejemplo, si los conidios tienen apéndices o células terminales hialinas, y esas características se encuentran sólo en una cantidad relativamente pequeña de los organismos incluidos en la clave, las opciones se reducen y la identificación es más rápida.

Un ejemplo de estos dos procedimientos es cuando al tratar de identificar a *Fusarium graminearum*, se tiene la opción de comenzar con las características de la

colonia y avanzar lentamente por la clave, o de seleccionar una característica distintiva e intentar un atajo.

La opción más larga comienza con la apariencia de la semilla. El primer criterio es semilla completa o parte reemplazada con esporas o semilla intacta. Las semillas infectadas con *Stenocarpella macrospora* permanecen intactas por lo que se tiene que considerar a 57 organismos:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54
56	57	64						

El segundo grupo de características se refiere a las colonias en la semilla y el primer criterio es el color de la colonia. El

color de la colonia de *Stenocarpella macrospora* es gris con lo que quedarán eliminadas las colonias que tengan otros colores:

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
⑩	⑪	⑫	13	⑭	⑮	⑯	17	⑰
19	20	21	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	26
27	28	㉙	㉚	31	㉛	㉜	㉝	㉞
㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	㊵	㊶	㊷	㊸
㊹	47	㊻	㊼	㊽	51	52	53	㊿
㉟	57	㉟						

*Stenocarpella macrospora* tiene colonias sueltas o diseminadas en la semilla; los organismos que no tengan esta característica quedan eliminados:

13	⑰	⑱	20	21	㉒	27	28	31
47	51	52	53	57				

El desarrollo de micelio en las colonias de *Stenocarpella macrospora* es ralo o moderado. Algunos de los organismos no caen dentro de esta categoría, por lo que pueden eliminarse:

13 20 21 27 (28) 31 47 (51) 52  
53 (57)

Las esporas de *Stenocarpella macrospora* se ven húmedas en masa, por lo que pueden eliminarse los organismos que se ven secos en masa.

(13) (20) (21) (27) (31) 47 52 53

Las esporas de *Stenocarpella macrospora* forman una masa de color negro. El organismo 47 es el único que no está incluido en esta categoría y queda eliminado.

(47) 52 53

Quedan los organismos 52 y 53. En este punto, la opción más sencilla es revisar las descripciones 52 y 53 para decidir que organismo coincide con la descripción de *Stenocarpella macrospora*. Igualmente, se

puede continuar revisando cada una de las características de la clave hasta que se descubra una que elimine por completo uno de los dos números: 52 o 53.

*Stenocarpella macrospora* pertenece a la posición taxonómica de los celomicetos. Sin embargo, como el 52 y 53 pertenecen a esta categoría, ninguno puede ser eliminado.

52 53

Las estructuras productoras de esporas de *Stenocarpella macrospora* son a) picnidios, b) picnidios esféricos o con forma de frasco y c) picnidios sin setos; sin embargo, ambos organismos vuelven a caer dentro de estas tres categorías y ninguno puede ser eliminado.

52 53

Los organismos 52 y 53, al igual que *Stenocarpella macrospora*, tienen a) esporas de color café y b) esporas con tabiques transversales (septas) por lo que ninguno queda eliminado.

52 53

Las esporas de *Stenocarpella macrospora* tienen de 1 a 3 septas. El organismo 52 es el único que tiene esta característica por lo que éste es *Stenocarpella macrospora*.

52 (53)

Se llegó a la identificación correcta del organismo en 13 pasos utilizando de esta manera la clave sinóptica.

La alternativa más corta es seleccionar características distintivas y empezar con ellas, sin importar en donde se encuentren en la clave. Las características de este tipo en *Stenocarpella macrospora* son la presencia de picnidios y conidios relativamente largos.

De esta manera, comenzando con el tipo de estructura de fructificación de los picnidios, los organismos posibles son:

48 50 51 52 53

Ahora, con el largo de los conidios, en *Stenocarpella macrospora* miden generalmente 50 µm, dentro del criterio de longitud 51-80 µm. En este criterio, la mayoría de los organismos no producen conidios dentro de un picnidio y quedan eliminados.

(1) (4) (6) (7) (13) (16) (18) (19) (21)  
(23) (24) (27) (38) 52 (55)

Esto deja al organismo 52 como la identificación correcta. Este procedimiento, de dos pasos únicamente, es más fácil que empezar desde el principio de la clave sinóptica.

## Clave sinóptica

---

1. *Fusarium avenaceum*
2. *Fusarium crookwellense*
3. *Fusarium culmorum*
4. *Fusarium equiseti*
5. *Fusarium graminearum*
6. *Fusarium moniliforme*
7. *Fusarium oxysporum*
8. *Fusarium poae*
9. *Fusarium sambucinum*
10. *Fusarium tricinctum*
11. *Microdochium dimerum*
12. *Microdochium nivale*
13. *Bipolaris cynodontis*
14. *Bipolaris hawaiiensis*
15. *Bipolaris maydis*
16. *Bipolaris sorokiniana*
17. *Bipolaris spicifera*
18. *Bipolaris victoriae*
19. *Bipolaris zeicola*
20. *Curvularia* spp.
21. *Drechslera avenacea*
22. *Drechslera dematioidea*
23. *Exserohilum rostratum*
24. *Exserohilum turcicum*
25. *Acremoniella* spp.
26. *Acremonium* spp.
27. *Alternaria* spp.
28. *Arthrinium* spp.
29. *Aspergillus flavus*/A. *parasiticus*
30. *Aspergillus niger*
31. *Botrytis* spp.
32. *Cladosporium* spp.
33. *Epicoccum* spp.
34. *Gonatobotrys* spp.
35. *Monilia* spp.
36. *Myrothecium* spp.
37. *Nigrospora* spp.
38. *Papulospora* spp.
39. *Penicillium* spp.
40. *Rhinotrichum* spp.
41. *Stachybotrys* spp.
42. *Stemphylium* spp.
43. *Torula* spp.
44. *Trichoderma* spp.
45. *Trichothecium roseum*
46. *Ulocladium* spp.
47. *Verticillium* spp.
48. *Lasiodiplodia* spp.
49. *Pestalotiopsis* spp.
50. *Phoma* spp.
51. *Septoria nodorum*
52. *Stenocarpella macrospora*
53. *Stenocarpella maydis*
54. *Chaetomium* spp.
55. *Claviceps* spp.
56. *Melanospora* spp.
57. *Sordaria* spp.
58. *Sporisorium reilianum*
59. *Tilletia caries*/T. *laevis*
60. *Tilletia controversa*
61. *Tilletia indica*
62. *Ustilago maydis*
63. *Ustilago nuda*
64. *Rhizopus* spp.

## Apariencia de la semilla

### Toda la semilla o parte reemplazada por esporas

55,58,59,60,61,62,63

### Semilla intacta

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,56,57,64

## Características de las colonias en la semilla

### Color de la colonia

Blanco

10,26,34,40,47,49,50,51,54,56,57,64

Blanco o violeta

6,7

Blanco o canela/amarillo/anaranjado/café

2,3,4,5,8,9,11,12,25

Blanco o durazno/rojo

1,3,5,7,9

Crema o anaranjado

35,11

Rosa salmón

45,51

Amarillo/anaranjado/rojo

33,38

Azul/verde

39

Verde o café oliváceo

27,29,32,36,43,44

Gris

13,17,19,20,21,26,27,28,31,47,51,52,53,57

Café

14,15,16,17,18,19,20,23,24,27,38,42,56

Negro

14,16,20,21,22,26,27,28,30,37,41,42,46,48

### Tipo de colonia

Compacta o en forma de cojín

2,4,6,12,16,17,19,20,23,26,27,30,32,33,36,37,39,42,43,44,45,46,48,49,51,52,53,54

Suelta o diseminada

1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18,20,21,22,24,25,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,38,39,40,41,42,45,47,48,49,50,51,52,53,54,56,57,64

### Desarrollo de micelio

Ralo o moderado

1,3,4,9,11,12,13,15,16,17,19,20,21,22,23,24,25,26,27,30,31,32,33,34,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,50,52,53,54

Abundante

2,4,5,6,7,8,10,14,18,20,27,28,29,32,33,35,36,45,47,48,49,51,56,57,64

### Apariencia de esporas en masa

Seca

6,8,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,27,28,29,30,31,32,33,34,35,37,38,39,40,42,43,44,45,46,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63

Húmeda

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,26,36,41,47,48,49,50,51,52,53

## Color de esporas en masa

Blanco/crema

7,8,26,31,34,47,50,51,55

Rosa

3,9,11,45

Chabacano

35

Anaranjado/rojo

1,2,3,4,6,10,11,12,38

Verde

44

Verde amarillento

29

Azul/verde

39

Gris

13,31

Café

4,5,13,14,15,17,18,20,21,22,23,24,25,29,

38,48,58,62,64

Café violáceo

28,33

Café rojizo

59,60

Café oliváceo

19,29,32,43,63

Negro verdoso

36,41

Negro

30,37,42,46,48,49,52,53,54,55,56,57,59,60,61

## Posición taxonómica

### Hifomicetos

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47

### Celomicetos

48,49,50,51,52,53

### *Helminthosporium* y géneros relacionados

13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24

### *Fusarium* y *Microdochium*

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

### Ascomicetos

42,51,54,55,56,57

### Ustilaginales (carbón)

58,59,60,61,62,63

### Zigomicetos

64

## Estructura de fructificación

### Esporas en relación con estructuras fungosas

Esporas formadas dentro de estructuras fungosas  
42,48,49,50,51,52,53,54,56,57,64

### Esporas formadas fuera de estructuras fungosas

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,55,58,59,60,61,62,63

### **Tipo de estructura de fructificación**

Pinicidios

48,50,51,52,53

Esporodoquios (grupo en forma de cojín de conidioforos y conidios)

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,33,36,49

Hifas

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,34,35,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47

Ascocarpos

42,51,54,56,57

Soros (masa de esporas rodeada por una membrana delgada en Ustilaginales)

58,59,60,61,62,63

Esporangios

64

Esclerocios (cuerpo duro, oscuro y pigmentado)

55

Micro-esclerocios

38

### **Forma**

Estéfrica o con forma de frasco

42,48,50,51,52,53,54,56,57

### **Ornamentación**

Con pelos tiesos o curvos (setos)

36,54,56

Sin setos

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,55,57,58,59,60,61,62,63,64

Setos de color café

54,56

Setos incoloros

36

### **Esporas**

#### **Color de espora individual**

Hialino

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,26,29,31,34,35,40,44,45,47,50,51,55

Amarillo

58,60,64

Amarillo-verde

29

Verde oliva

36,44

Verde azuloso

39

Café

13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,27,28,30,32,33,38,41,42,43,46,48,49,51,52,53,54,56,59,61,64

Café amarillento

63

Café oliváceo

59,62

Café rojizo

58,59,60

Anaranjado/rojo

38

Negro

33,37,56,57,58,62

Varicoloras (secciones de esporas de color variable)

20,23,49

#### **Tabiques transversales (septas)**

Ausentes

25,26,28,29,30,31,34,35,36,37,39,40,41,44,47,50,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64

Únicamente transversales

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,32,43,45,48,49,51,52,53,55

Transversales, longitudinales y oblicuos

27,33,38,42,46

Número - siempre uno

45,48,53

Número - siempre multiseptado

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,49,51,55

Número - variable

11,12,32,43,52

Número - 1-3

1,8,11,12,17,32,51,52

Número - 3-7

1,2,3,4,5,6,7,9,10,13,14,20,21,22,43,49,55

Número - más de 7

15,16,18,19,23,24

Espora unicelular rodeada por una pared externa (euseptadas)

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,20,27,32,33,38,42,43,45,46,48,49,51,52,53,55

Espora con células individuales rodeadas por una pared como saco diferente a la pared externa (distoseptadas)

13,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24

#### **Ornamentación**

Lisas

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,31,32,34,35,36,37,38,39,40,41,44,45,47,49,50,51,52,53,54,55,56,57,59

Rugosas con verrugas diminutas

27,29,32,39,41,42,43,44,46,61,63

Espinosas

30,58,62,63

Rugosas con verrugas grandes (verrugosas)

33

Presentan líneas, surcos o muescas (estriadas)  
36,41,48,64

Red poligonal  
59,60

Cacarañadas  
59

Vaina mucilaginosas  
57,61

Apéndices filiformes apicales  
49

### Forma

Forma de media luna  
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,19

Forma de barco (fusiformes)  
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,18,19,  
23,24,35,41,49,52,53

Cilíndricas  
14,17,21,23,24,32,43,51,52,53

Forma de limón  
54,56,57

Estéricas  
28,29,30,33,37,38,39,44,58,59,60,61,62,  
63,64

Lenticulares a vista lateral  
28

Obovoides (forma de huevo con ápice más ancho)  
22,25,35,40,46

Ovoides (forma de huevo con base más ancha)  
27,42

Ovaladas (elipsoidales)  
26,27,31,34,36,39,41,45,47,48,50,55,64

Delgadas y en forma de filamento (filiformes)  
51,55

Asimétricamente curvas  
20

### Tamaño

Ancho de hasta 7  $\mu\text{m}$   
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,26,28,29,30,31,  
32,35,36,39,40,43,44,47,50,51,53,55,64

Ancho 7-15  $\mu\text{m}$   
13,14,17,20,22,31,34,37,41,43,45,48,49,52,  
54,56,57,58,62,63

Ancho mayor a 16  $\mu\text{m}$   
15,16,18,19,21,23,24,25,27,33,38,42,46,59,  
60,61

Largo 1-10  $\mu\text{m}$   
6,7,8,10,11,26,28,29,30,31,32,35,36,39,40,  
41,43,44,47,50,54,58,62,63

Largo 11-25  $\mu\text{m}$   
1,11,12,14,17,25,31,32,33,34,37,42,43,45,  
46,48,53,56,57,58,59,60,62,64

Largo 26-50  $\mu\text{m}$   
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,17,20,21,22,27,  
38,42,46,49,51,53,61

Largo 51-80  $\mu\text{m}$   
1,4,6,7,13,16,18,19,21,23,24,27,38,52,55

Largo mayor a 80  $\mu\text{m}$   
15,16,18,19,21,23,24,27,38,55

### Formación

Solitarias  
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,  
18,19,20,21,22,23,24,25,26

En cadenas (que tienden a romperse fácilmente)  
27,29,30,32,35,39,43,45

### Características especiales

Con célula en forma de pie o talón  
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

Con cicatriz basal prominente  
23,24

Formadas en conidióforos conspicuos de color café  
13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,27,31,  
32,42,43,46

Formadas en conidióforos conspicuos pálidos  
26,29,30,34,35,39,40,41,44,45,47

### Microconidios

Ausentes  
1,2,3,4,5,9,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,  
22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,  
36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,  
50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,  
63,64

Presentes  
6,7,8,10,11

### Clamidosporas

Ausentes  
6,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,  
25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,  
39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,  
53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64

En conidios algunas veces  
1,2,9

En micelio  
2,3,4,5,7,8,9,10,11,47,50

### Esclerocios

Ausentes  
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,  
19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,30,32,33,34,  
35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,48,49,  
50,51,52,53,54,56,57,58,59,60,61,62,63,64

Presentes  
29,31,47,55

### Micro-esclerocios

Presentes  
38

# *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

*Fusisporium avenaceum* Fr.

## Enfermedad

Tizón o roña de la espiga, pudrición de la corona o pudrición del pie del trigo.

## Distribución

Difundido en las zonas templadas, pero se lo encuentra también en partes de las zonas tropicales húmedas.

## Importancia

**Producción:** De menor virulencia e importancia que *F. graminearum* y *F. culmorum*, pero puede causar serias pérdidas en forma de tizón pre-emergencia o en plántula en climas frescos.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Identificación



Colonia en trigo (x8)



Colonia en trigo (x32)

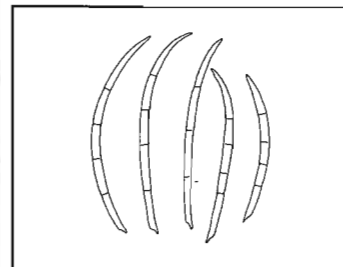


Conidióforos y conidios (x400)



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. CMI, UK.

CMI. 1964. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 25. Fusarium avenaceum*. CAB, UK.

Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 35 (1): 121-144.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

La colonia en semilla generalmente es blanca. El micelio es blanco, muy fino, como telaraña con penachos y con un tinte de color durazno.

Ausencia de pigmentos azules o violetas. Las masas de esporas son de color naranja brillante a casi rojo, formadas en grandes parches sobre el tapiz de micelio, a veces formadas en largas hileras sobre la semilla.

**Nota:** La apariencia de las colonias de *F. avenaceum* es en extremo variable.

Ausencia de microconidios.

Los macroconidios formados a partir de simples conidióforos en el micelio aéreo presentan 1-3 septas, miden 8-50 x 3-5µm y tienen una conspicua célula pie. Los macroconidios formados en conidióforos aglomerados son largos, estrechos y curvos más o menos uniformemente a todo lo largo, con extremos aguzados, con 4-7 septas; miden 40-80 x 3-4 µm y la masa es de color naranja.

No hay clamidosporas en el micelio, las cuales rara vez están presentes en los conidios.

El estadio de peritecio no está confirmado.

*Fusarium avenaceum* se identifica rápidamente por sus macroconidios muy largos y muy estrechos, en forma de arco, que generalmente tienen más de tres septas.

La forma de los macroconidios y la ausencia de clamidosporas en el micelio y los conidios lo distinguen de *F. equiseti* y *F. culmorum*. *F. equiseti* es el más parecido, pero tiene una célula pie más prominente.

**Nota:** *F. avenaceum* no está tan difundido como *F. culmorum* y *F. equiseti*.

# *Fusarium crookwellense* Burgess, Nelson y Toussoun

## Enfermedad

Pudrición del tallo del maíz.  
Componente de la "roña" del trigo.

## Distribución

Australia, China, Colombia, EUA, Francia, México, Sudáfrica. Más abundante en zonas templadas de precipitación elevada o irrigadas.

## Importancia

**Producción:** Como miembro del grupo de la "roña" tiene alguna importancia aunque menor a la de *F. graminearum*, *F. culmorum* o *F. avenaceum*.

**Cuarentena:** Ninguna.

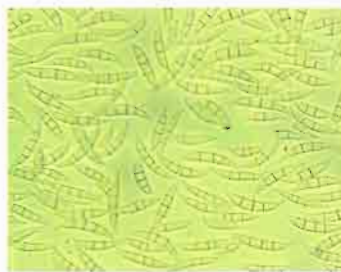
## Identificación

5



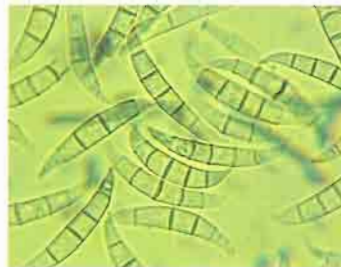
Colonia en trigo (x8)

6



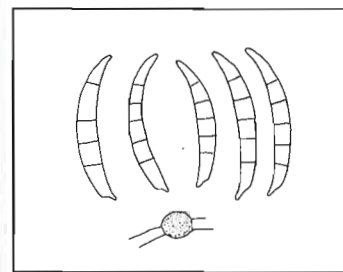
Conidios (x400)

7



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

Burgess, L.W., Nelson, P.E. y Toussoun, T.A. 1982. Characterization, geographic distribution and ecology of *Fusarium crookwellense* sp. nov. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 79 (3): 497-505.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

Crecimiento rápido de la colonia en la semilla, con micelio aéreo denso, de color blanco y luego canela. Masas de esporas de color anaranjado a café rojizo aparecen por lo general inicialmente en el centro y, más tarde, en otras partes de la colonia.

No hay microconidios.

Los macroconidios son hialinos, están marcadamente septados, con paredes gruesas, tienen 3-7 septas, e irregularmente curvos; miden 34-54 x 4-7  $\mu\text{m}$ . La célula basal tiene una notable forma de pie. La célula apical, nítidamente curva, se ahúsa para formar un ápice estrecho.

Hay clamidosporas que se forman en las hifas y los macroconidios.

Los macroconidios se distinguen de inmediato por el conspicuo pie al final de la célula basal y la nítidamente curva célula apical que se ahúsa para formar un ápice estrecho.

Los macroconidios pueden confundirse con los de *F. culmorum*, *F. graminearum* o *F. sambucinum*. Los macroconidios son más largos que los de *F. culmorum* o *F. sambucinum* pero no tan anchos, y más cortos y curvos que los macroconidios típicos de *F. graminearum*. El conspicuo pie al final de la célula basal es más evidente que el de *F. culmorum* o *F. sambucinum*. La ausencia de una pequeña punta de proyección de la célula apical distingue a *F. crookwellense* de *F. sambucinum*.

El cultivo en agar papa dextrosa (PDA) se asemeja al de *F. culmorum*.

# *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc.

*Fusisporium culmorum* W.G. Smith

## Enfermedad

Tizón de la plántula, pudrición del pie y de la raíz y tizón de la espiga del trigo.

Pudrición de la mazorca y del tallo del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Causa pérdidas considerables de rendimiento en las zonas húmedas. Sobrevive más que *F. graminearum* a sequía extrema y temperaturas congelantes. Patogénico para las semillas de maíz.

**Cuarentena:** Restricciones en Brasil.

**Nota:** Asociado con la producción de una micotoxina (zearalenona) en los tallos de maíz.

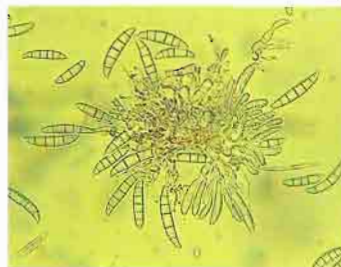
## Identificación

8



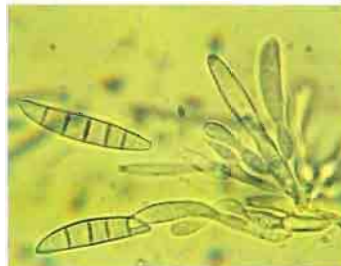
Colonia en trigo (x8)

9



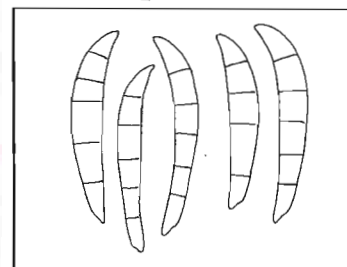
Conidióforos y conidios (x400)

10



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

- CMI. 1964. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 26. Fusarium culmorum*. CAB, UK.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 35 (1): 121-144.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

La colonia en semilla tiene muy poco micelio ralo, inicialmente blanco, luego amarillo y finalmente rojo o café. Hay una producción abundante de masas de esporas de color anaranjado opaco a rosado blancuzco en la semilla y en el micelio. El tamaño de estas masas de esporas, de forma irregular y viscosas, varia.

No hay microconidios ni peritecios.

Ocasionalmente se forman macroconidios en conidióforos producidos lateralmente en el micelio aéreo, pero con más frecuencia se forman a partir de conidióforos flojamente conglomerados. Los macroconidios son cortos, gruesos, hialinos, uniformemente curvos, con un lado recto y el otro curvo, con una célula apical puntiaguda y una célula pie distintiva. Los conidios en general tienen 3-5 septas y miden 26-40 x 4-6  $\mu\text{m}$ .

Las clamidosporas son ovaladas o esféricas, con paredes lisas o ásperas, y están solas, en cadenas o en grupos; se encuentran a intervalos a lo largo de las hifas.

Se distingue de *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. crookwellense* y *F. sambucinum* por los macroconidios muy uniformes, gruesos, cortos, ostensiblemente septados y de paredes gruesas.

**Nota:** *F. culmorum* es una de las especies de *Fusarium* más estables y uniformes, si bien en ocasiones aparecen mutantes que generalmente muestran una reducción de la pigmentación.

# *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.

*Selenosporium equiseti* Corda.

*Fusarium scirpi* Lamb. y Fautr.

Teleomorfo: *Gibberella intricans* Wollenw.

## Enfermedad

Tizón de la plántula y pudrición de la raíz del trigo. Pudrición del tallo y pudrición de la raíz del maíz por *Fusarium*.

## Distribución

En todo el mundo. Más común en las zonas tropicales y subtropicales, pero se presenta también en regiones templadas.

## Importancia

**Producción:** No es considerado un patógeno grave de los cereales.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** Asociado con la producción de una micotoxina (zearalenona) en los tallos de maíz.

## Identificación

11



Colonia en trigo (x8)

12



Colonia en maíz (x8)

13



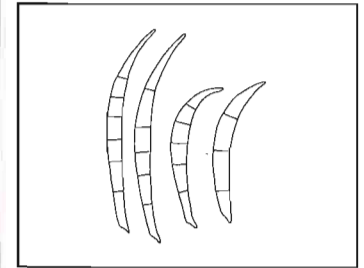
Conidios (x400)

14



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1978. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 571 . Fusarium equiseti*. CAB, UK.

Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 35 (1): 121-144.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

La colonia en semilla es inicialmente blanca con micelio con penachos, con un tinte durazno, que más tarde cambia a beige y finalmente a oliva oscuro y amarillo parduzco claro. Debajo o dentro del micelio hay masas de esporas de color anaranjado claro o brillante o a veces café, de distinto tamaño (textura «seca»). En ciertos casos, se ve muy poco micelio en la semilla y las masas de esporas se levantan de la superficie de la semilla en largas hileras continuas con crestas y surcos, desde la base hasta la punta. En otros casos, el micelio es blanco pálido o anaranjado claro, blanco, velludo, muy compacto; cubre toda la semilla y se extiende sobre el papel secante, sin que se vean masas de esporas al usar un microscopio estereoscópico; no obstante, se pueden observar masas de esporas anaranjadas o café sobre la superficie de la semilla al quitar parte del micelio con una aguja.

No hay microconidios.

Se producen macroconidios a partir de conidióforos simples o ramificados. Los macroconidios son de tamaño variable, hialinos, falciformes, notablemente curvos, con una célula basal distintiva en forma de pie bien desarrollada y una célula apical alargada que se curva hacia adentro. Los conidios maduros tienen 4-7 septas delgadas pero marcadas y miden 22-60 x 3-6  $\mu$ m.

Las clamidosporas están solitarias, insertadas a intervalos a lo largo de las hifas, o en cadenas o nudos; son esféricas, con 7-9  $\mu$ m de diámetro y paredes gruesas y rugosas.

Los peritecios son raros y están muy dispersos; son ovales, con una pared externa rugosa y miden 200-350  $\mu$ m de alto por 180-240  $\mu$ m de diámetro.

Las ascas tienen forma de garrote, con 4-8 ascosporas hialinas, de 2-3 septas que se estrechan en los extremos y miden 21-33 x 4-6  $\mu$ m.

Las características de diagnóstico para los macroconidios de *F. equiseti* son las cuatro a siete septas nítidas, una célula apical muy larga y curva (como un látigo) y una célula pie bien definida.

Los macroconidios tienen una longitud y un ancho más o menos intermedios entre los de los macroconidios de *F. culmorum* y *F. avenaceum*, y se diferencian por las células apical y basal características.

*F. equiseti* se asemeja a *F. semitectum* por la morfología y el color de las colonias. Sin embargo, la forma de los macroconidios producidos en el micelio aéreo y las masas de esporas son distintivos.

# *Fusarium graminearum* Schwabe

*Fusarium roseum* Link emend. Snyder y Hansen

Teleomorfo: *Gibberella zeae* (Schw.) Petch

*Sphaeria zeae* Schw.

## Enfermedad

Roña, pudrición de la raíz y pudrición de la corona del trigo. Tizón de la plántula, pudriciones del tallo y de la mazorca del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Especialmente importante en las regiones húmedas. Causa considerables pérdidas de rendimiento de trigo a causa de la esterilidad de las florecillas y del llenado deficiente de los granos. Es la más destructiva de las pudriciones del tallo del maíz.

**Cuarentena:** Restricciones en Egipto.

**Nota:** Las micotoxinas formadas por este patógeno causan pérdidas económicas y reducen la germinación en el maíz.

## Identificación

15



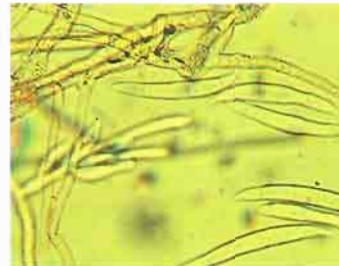
Colonia en trigo (x8)

16



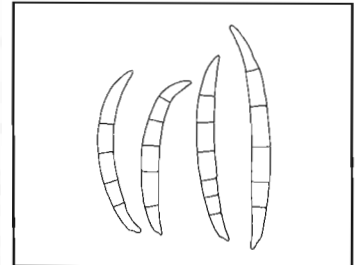
Colonia en maíz (x8)

17



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1973. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 384. Gibberella zeae*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Sutton, J.C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Can. J. Plant Path.* 4:195-209.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

Colonia en la semilla, con abundante micelio fino y suelto; inicialmente blanca, pero lentamente se vuelve amarilla y, por último, roja. Bajo el micelio o mezcladas en él, hay masas de esporas de color pálido o café claro de tamaño irregular. Las masas de esporas jóvenes son blancuzcas, muy viscosas y de forma y tamaño irregulares.

**Nota:** Las semillas de maíz infectadas son de color rosado a café rojizo.

No hay microconidios.

Los macroconidios producidos a partir de conidióforos se forman lateralmente o en conidióforos cortos muy ramificados; o a partir de conidióforos agrupados en los cultivos más viejos. Los conidios son hialinos, rectos o ligeramente curvos, con 3-7 septas; miden 25-50 x 3-4  $\mu\text{m}$ , con una célula basal semejante a un pie bien desarrollada y una célula apical curva y muy puntiaguda.

Cuando hay clamidosporas, están insertadas a intervalos a lo largo de las hifas y son esféricas, con una pared interior lisa o ligeramente rugosa, hialinas o de color café pálido, aisladas o en cadenas o grupos; miden 10-12  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los peritecios ovalados son negros azulado, con una pared externa rugosa; miden 140-250  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las ascas tienen forma de garrote, un pedicelo basal corto (miden 60-85 x 8-11  $\mu\text{m}$ ), y contienen 8 ascosporas hialinas o café claro, con 1-3 septas, curvas y con un extremo redondeado, que miden 19-24 x 3-4  $\mu\text{m}$ .

Los macroconidios son ostensiblemente largos, grandes y con paredes gruesas.

Los macroconidios son más largos y proporcionalmente más estrechos que los de *F. culmorum*.

En algunas colonias de *F. graminearum*, no se producen de inmediato conidios y la identificación durante las pruebas de sanidad depende del reconocimiento de las colonias, que crecen con extrema rapidez. Las colonias pueden asemejarse a las de *F. culmorum* y *F. crookwellense*, pero las de estos últimos hongos se vuelven intensamente pigmentadas con mucha más rapidez y normalmente muestran una generosa esporulación. La distinción se hace más evidente a medida que envejecen las colonias. La ocasional formación de masas de esporas y la formación de peritecios ayudan a distinguir a *F. graminearum* de las especies *F. culmorum* y *F. crookwellense*.

# *Fusarium moniliforme* J. Sheld.

*Lisea fujikuroi* Sawada

*Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg

Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito

*Gibberella moniliforme* Wineland

## Enfermedad

Tizones de las plántulas de maíz y, muy raramente, de trigo. Pudrición de la mazorca y el tallo de maíz.

## Distribución

En todo el mundo. Muy difundida en zonas templadas húmedas y sub-húmedas, y en zonas subtropicales y tropicales.

## Importancia

**Producción:** Es la pudrición de la mazorca de maíz más común y provoca pérdidas considerables en todo el mundo a causa del establecimiento deficiente de los cultivos.

**Cuarentena:** Restricciones en Egipto.

## Identificación

18



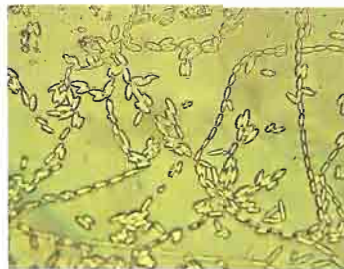
Colonia en trigo (x8)

19



Colonia en maíz (x8)

20



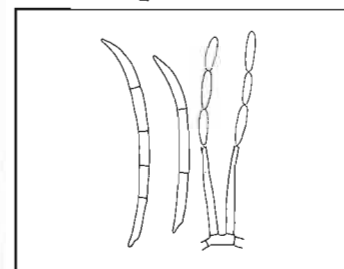
Microconidios (x400)

21



Microconidios y macroconidios (x1000)

## Clave rápida



**Nota:** Las micotoxinas (moniliformin) formadas por este parásito son tóxicas para el hombre y el ganado cuando se consume grano muy infectado.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1964. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 22, *Gibberella fujikuroi*. CAB, UK.

Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. CMI, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en semilla crece con rapidez, con un micelio aéreo blanco que a menudo se tiñe de púrpura, en particular en el papel secante. El micelio tiene una apariencia pulverulenta a causa de la formación de microconidios. En ocasiones hay masas de esporas de color canela a anaranjado.

**Nota:** Las semillas de maíz infectadas a menudo presentan estrías blancas o están podridas.

Los abundantes microconidios por lo general son hialinos, generalmente unicelulares, pero en ocasiones bicelulares; miden 5-12 x 1-3  $\mu\text{m}$ , tienen forma oval o de garrote y están ligeramente aplanados en cada extremo.

Los macroconidios se presentan en forma infrecuente, son hialinos, delicados, con paredes delgadas, y su forma varía de curvos a casi rectos; tienen 3-7 septas, miden 25-60 x 2-4  $\mu\text{m}$  y la célula basal tiene forma de pie.

Nunca hay clamidosporas en el micelio o los conidios.

Los peritecios se presentan rara vez y son esféricos y de color negro azulado, de 250-350  $\mu\text{m}$  de alto por 220-300  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las ascas son ovaladas o en forma de garrote con 4-8 ascosporas.

Las ascosporas son hialinas, rectas, en su mayoría con una septa, y miden 4-7 x 12-17  $\mu\text{m}$ .

Se forman abundantes microconidios uniformes en cadenas largas, que se pueden observar de inmediato usando el método de la cinta adhesiva (véase el Anexo A) bajo el microscopio con bajo poder (x100).

Nunca se forman clamidosporas.

# *Fusarium oxysporum* Schlecht.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; se presenta principalmente como saprófito del suelo.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** Se ha informado que *Fusarium oxysporum* es toxigénico.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

22



Colonia en trigo (x8)

23



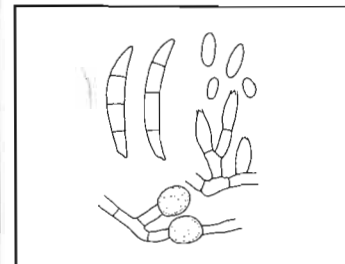
Colonia en maíz (x8)

24



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. CAB International, UK.

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. CMI, UK.

CMI. 1970. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 211. Fusarium oxysporum*. CAB, UK.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

La colonia en semilla crece con moderada rapidez y produce una cantidad variable de micelio aéreo, inicialmente blanco, que cambia a color durazno, salmón, gris vino a púrpura, violeta.

El micelio se vuelve muy enmarañado y a veces arrugado en los cultivos más viejos.

Las masas de esporas son de color blanco cremoso.

Los microconidios producidos en conidióforos cortos y ramificados son generalmente abundantes, hialinos, unicelulares, variables, de forma ovalada o arriñonada y miden 5-12 x 2-4  $\mu\text{m}$ .

Los macroconidios, que se originan en conidióforos más ramificados, son poco frecuentes en algunas cepas.

Los macroconidios son hialinos, tienen paredes delgadas, son apenas curvos, puntiagudos en ambos extremos, con 3-7 septas, un ápice en forma de gancho y una célula basal en forma de pie; los de 3 septas, miden 27-66 x 3-5  $\mu\text{m}$ .

Las clamidosporas son esféricas, con paredes lisas o rugosas; se forman individualmente o en pares a intervalos a lo largo de las hifas, o en ramificaciones laterales cortas.

No se ha confirmado el estadio de peritecio.

La presencia de clamidosporas y los microconidios producidos en conidióforos cortos y ramificados son las características más distintivas de *F. oxysporum*.

Los macroconidios de 3 septas son muy comunes.

Esta especie puede ser ocasionalmente confundida con *F. moniliforme* si no son visibles de inmediato los macroconidios y las clamidosporas. Sin embargo, la presencia de microconidios variables ayudará a distinguirla de *F. moniliforme*.

**Nota:** *Fusarium oxysporum* es una de las especies de *Fusarium* más variables.

# *Fusarium poae* (Peck) Wollenw.

*Sporotrichum poae* Peck

*Fusarium poae* (Peck) Wollenw. f. *pallens* Wollenw.

## Enfermedad

Punta plateada o espiga blanca del trigo. Tizón de la espiga o pudrición blanca de la mazorca de maíz.

## Distribución

En todo el mundo, pero es predominantemente un hongo de regiones templadas.

## Importancia

Producción: Efectos insignificantes.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

25



Colonia en trigo (x8)

26



Colonia en maíz (x8)

27



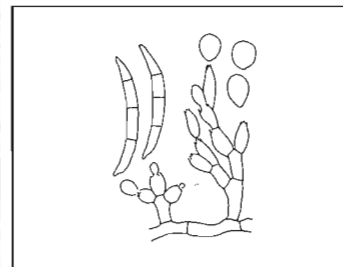
Conidióforos y microconidios (x400)

28



Conidióforo y microconidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

- Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. Kew, England: CAB International.
- CMI. 1971. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 308 . Fusarium poae*. CAB, UK.
- Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 35 (1): 121-144.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

La colonia en semilla es algodonosa, con un fino micelio blanco y enmarañado, y toma una apariencia pulverulenta con la formación de microconidios. Más tarde, el micelio aéreo se vuelve café rojizo.

Las masas de conidios en general son muy pequeñas, pero su tamaño es variable.

Toda colonia bien desarrollada produce un olor dulce muy característico, semejante al de las frutas.

Los microconidios, que forman bolas viscosas, son hialinos, esféricos (7-10  $\mu\text{m}$  de diámetro) o en forma de pera (8-12 x 7-10  $\mu\text{m}$ ) y casi siempre unicelulares, aunque en ocasiones son bicelulares (10-14 x 6-7  $\mu\text{m}$ ).

Los macroconidios comúnmente son raros, hialinos, típicamente estrechados hacia los extremos, ligeramente más anchos sobre la septa central; tienen una célula basal en forma de pie y cuando están maduros tienen 3 septas; miden 20-40 x 3-5  $\mu\text{m}$ .

Las clamidosporas son poco frecuentes y pueden estar en grupos o cadenas.

La característica más distintiva de *F. poae* es la abundante producción de microconidios esféricos u ovalados.

Sin embargo, puede ser fácilmente identificado bajo el microscopio estereoscópico si se presenta como colonia pura en la semilla. En las colonias bien desarrolladas, hay abundante micelio suelto y las masas de microconidios están dispuestas en forma irregular a lo largo de las hifas, dando a la colonia una apariencia muy rugosa. Esas colonias bien desarrolladas son de color blanco opaco o rosado claro.

# *Fusarium sambucinum* Fuckel

Teleomorfo: *Gibberella pulicaris* (Fr.) Sacc.

## Enfermedad

Putridión de raíz y de plántula del trigo.

## Distribución

Común en regiones septentrionales templadas y mediterráneas; Asia, Europa, Norte de África y Norte América.

## Importancia

**Producción:** Importancia relativamente secundaria.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

29



Colonia en trigo (x8)

30



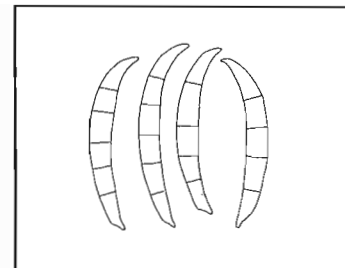
Conidios (x400)

31



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1973. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 385. Gibberella pulicaris*. CAB, UK.

Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. CMI, UK.

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. CMI, UK.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

La colonia en semilla es de color durazno, anaranjado o amarillo parduzco claro; en algunos aislamientos, de color vino o café rojizo.

Micelio aéreo con grupos algodonosos blancos o penachos teñidos de rosado.

Generalmente no hay microconidios.

Los macroconidios se producen inicialmente de conidióforos en el micelio aéreo y, más tarde, de un grupo de conidióforos en forma de cojín. Los macroconidios son hialinos, curvos, con una célula apical puntiaguda y una célula pie bien desarrollada; tienen 3-5 septas y miden 35-55 x 4-6  $\mu\text{m}$ .

Las clamidosporas se forman esporádicamente como células esféricas individuales de 6-11  $\mu\text{m}$  de diámetro, ya sea a intervalos a lo largo de la hifas, terminales en ramificaciones laterales cortas o en las células de los macroconidios, o se forman más tarde en cadenas o grupos.

Los peritecios tienen forma de pera invertida o son esféricos, miden 180-200  $\mu\text{m}$  de diámetro. Las ascas tienen forma de garrote, paredes delgadas con ápice ligeramente grueso (70-110 x 11-16  $\mu\text{m}$ ), 6-8 ascosporas fusiformes y curvas con una ligera constricción en las 3 septas, y miden 20-28 x 6-9  $\mu\text{m}$ .

La característica más distintiva de *F. sambucinum* es la forma de los macroconidios, uno de cuyos extremos tiene una apariencia de "pico de pájaro".

Los macroconidios se asemejan a los de *F. culmorum* por su longitud, pero son más delgados, y la constricción y/o curvatura de la célula apical son más pronunciadas.

La menor longitud de los macroconidios y la presencia de una punta de proyección de las células apicales distinguen a los macroconidios de los de *F. crookwellense*.

# *Fusarium tricinctum* (Corda) Sacc.

*Selenosporium tricinctum* Corda

*Fusarium citriforme* Jamalainen

## Enfermedad

Putridión de tallo y de raíz del maíz por *Fusarium*.

## Distribución

En todo el mundo, pero más común en regiones templadas.

## Importancia

Producción: Efectos insignificantes.

Cuarentena: No se conoce ninguna.

Nota: Se ha informado que *F. tricinctum* es toxígeno.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

32



Colonia en trigo (x8)

33



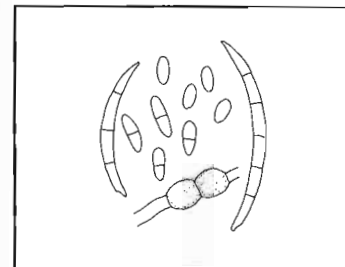
Conidióforos y microconidios (x400)

34



Microconidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. CMI, UK.

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. CMI, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

El desarrollo de la colonia en semilla es rápido y el micelio aéreo blanco es entre ligero y denso, con masas de esporas anaranjadas que aparecen a medida que envejece el cultivo.

Se forman microconidios inicialmente de conidióforos laterales simples y, más tarde, de conidióforos profusamente ramificados. Los microconidios son hialinos, abundantes, en forma de limón o pera o fusiformes, con 0-1 septas, y a menudo tienen una célula pie en la base. Con 0 septas miden 7-11 x 4-8  $\mu\text{m}$ ; con 1 septa, 10-16 x 4-6  $\mu\text{m}$ .

Los macroconidios son abundantes, hialinos, por lo general formados en masas de esporas pálidas o anaranjadas, falciformes o más fuertemente curvos, con una célula pie bien marcada; tienen 3-5 septas y miden 26-53 x 3-5  $\mu\text{m}$ .

Hay clamidosporas esféricas (10-12  $\mu\text{m}$ ) que se forman a intervalos a lo largo de las hifas, individualmente o en cadenas.

No se conoce el estadio de peritecio.

Las características más distintivas de este patógeno son los abundantes microconidios en forma de limón o pera, o anchos en el medio y ahusados hacia los extremos. La forma de los microconidios lo distingue de *F. poae*.

# *Microdochium dimerum* (Penz.) v. Arx

*Fusarium dimerum* Penz.

*Fusarium episphaeria* (Tode) Snyder y Hansen

*Fusarium aquaeductuum* (Radlk. y Rabh.) Lagerh. var. *dimerum* (Penz.) Raillo

## Enfermedad

Pudrición del pie en trigo de invierno.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

Producción: Poca importancia.

Cuarentena: No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

35



Colonia en trigo (x8)

36



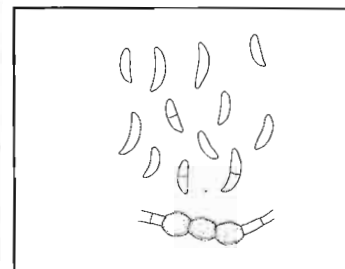
Conidios (x400)

37



Conidióforos y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

Booth, C. 1971. *The Genus Fusarium*. CAB, UK.

Booth, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. CMI, UK.

Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 35 (1): 121-144.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A. y Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium Species - An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, USA and London.

Este hongo forma pequeñas masas de esporas ovaladas o circulares aisladas sobre la superficie de la semilla. Su color varía de anaranjado opaco a anaranjado brillante, o a veces rosado claro, y por lo general son lisas. Cuando la infección sobre la semilla es intensa, las masas se aglutinan para formar masas viscosas más grandes de conidios, que cubren toda la semilla. En la mayoría de los casos hay poco micelio y sólo en forma de unos cuantos filamentos de hifas.

Los conidios tienen forma de medialuna; por lo general carecen de septas, pero en ocasiones tienen una septa central con la célula superior más ancha, o dos septas. La célula apical puede tener forma de gancho y la célula basal es roma o ligeramente mellada. Con 0 septa, los conidios miden 6-11 x 2-3  $\mu\text{m}$ ; con 1-2 septas, 10-22 x 3-4  $\mu\text{m}$ . Los conidios son hialinos cuando están dispersos, pero de color rosado salmón cuando forman una masa.

Las clamidosporas son esféricas u ovaladas, con paredes lisas, de 8-12  $\mu\text{m}$  de diámetro, y aparecen aisladas o en cadenas.

También se forman esclerocios.

No se conoce el estadio de peritecio.

*M. dimerum* tiene las siguientes características distintivas:

- a) conidios muy pequeños en forma de medialuna, en general no septados;
- b) masas de esporas que se aglutinan para formar masas viscosas más grandes de conidios;
- c) colonias con muy poco micelio.

Si bien la forma de los macroconidios puede ser parecida a la de los de *M. nivale*, los macroconidios de *M. dimerum* son más pequeños. Además, la apariencia de la colonia es muy diferente y *M. dimerum* crece más lentamente que *M. nivale* y puede producir clamidosporas.

# *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels y Hallett

*Fusarium nivale* Ces. ex Berl. y Vogl.

Teleomorfo: *Monographella nivalis* (Schaffn.) E. Müller

## Enfermedad

Tizón antes de la emergencia, pudrición de raíz y ocasionalmente tizón de la espiga de trigo.

## Distribución

Europa, URSS, Japón, Australia, Nueva Zelandia, el noreste y noroeste de EUA, Canadá, India y el oeste de Africa.

## Importancia

**Producción:** Importante patógeno del trigo, especialmente en regiones templadas, donde puede causar la pérdida total del trigo sembrado en invierno.

**Cuarentena:** Restricciones en Brasil y otros países.

**Nota:** Se ha informado que es toxígeno.

## Identificación

38



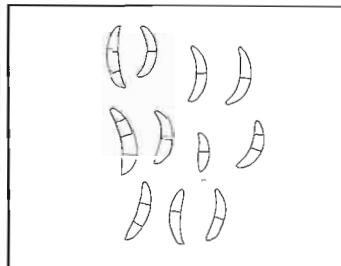
Colonia en arroz (x8)

39



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1971. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 309. Micronectriella nivalis*. CAB, UK.

Nath, R., Neergaard, P. y Mathur, S.B. 1970. Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 35 (1): 121-144.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

Las colonias son de color durazno blanquizco o chabacano con escasos penachos algodonosos o micelio suave. La colonia en la semilla tiene micelio muy suelto, junto con numerosas masas de tamaño y forma irregulares de esporas anaranjadas. El micelio se ve algo rosado a causa del desarrollo de las masas de esporas a lo largo de las hifas. Las masas de esporas se ven circulares, lisas y algo "secas".

Conidios hialinos, cortos, curvos, con un ápice puntiagudo y achatado y base cuneiforme; tienen 1-3 septas y miden 10-30 x 2-5  $\mu\text{m}$ , pero más a menudo tienen sólo 1 septa.

No se observan clamidosporas.

Los peritecios son inicialmente blancos, pero se vuelven rosados y, por último, negros grisáceos; son ovalados o esféricos y miden 100-150 x 120-180  $\mu\text{m}$ .

Las ascas son hialinas, en forma de garrote, ocasionalmente cilíndricas, con paredes delgadas; miden 6-9 x 60-70  $\mu\text{m}$  y normalmente contienen de 6 a 8 ascosporas.

Las ascosporas maduras son hialinas, ovaladas, con 2 ó 4 células y miden 3-5 x 10-17  $\mu\text{m}$ .

*M. nivale* se identifica fácilmente por los conidios curvos cortos, con 1-3 septas, que se ahúsan hacia los extremos y tienen células pie no muy marcadas.

*M. nivale* se distingue de *M. dimerum* por las siguientes características:

- a) En general *M. nivale* tiene un micelio más abundante que el de *M. dimerum*.
- b) El micelio de *M. nivale* es rosado a causa de la producción de masas de esporas a lo largo de las hifas, mientras que el de *M. dimerum* es blanco.
- c) En *M. nivale*, las masas de esporas son circulares, lisas y más bien 'secas', mientras que en *M. dimerum* son chatas, viscosas y de forma muy irregular.
- d) Los conidios de *M. nivale* son más largos y siempre septados.
- e) *M. nivale* no produce clamidosporas.
- f) *M. nivale* tiene el mejor crecimiento y esporulación a una temperatura de 18°C o más baja.

# *Bipolaris cynodontis* (Marig.) Shoem.

*Helminthosporium cynodontis* Marignoni

*Drechslera cynodontis* (Marig.) Subram. y Jain

Teleomorfo: *Cochliobolus cynodontis* Nelson

## Enfermedad

Tizón foliar del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Poca importancia. En ocasiones es importante sólo en el maíz. Provoca lesiones café oscuro, marchitez y decoloración de las hojas.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

40



Colonia en trigo (x8)

41



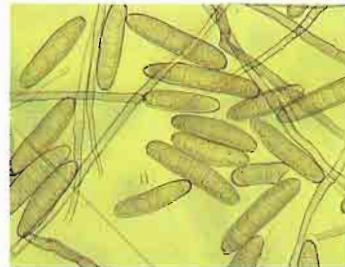
Colonia en maíz (x8)

42



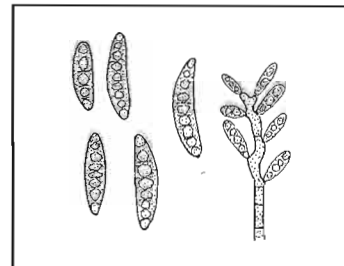
Conidióforos y conidios (x32)

43



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1990. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 1001. Cochliobolus cynodontis*. CABI, UK.

Chidambaram, P., Mathur, S.B., y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

Nelson, R.R. 1964. The perfect stage of *Helminthosporium cynodontis*. *Mycologia* 56: 64-69.

La colonia en semilla crece con bastante rapidez y es gris. Poco micelio aéreo blanco y una gran cantidad de conidióforos que se elevan de la superficie de la semilla o del papel secante.

Conidióforos individuales o en pequeños grupos, cortos, rectos o ligeramente doblados, pálidos o de color café, simples, lisos, cilíndricos, septados, de hasta 170  $\mu\text{m}$  de largo y 5-7  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios en su mayoría son ligeramente curvos, a veces casi cilíndricos, por lo general más anchos en el medio y ahusados hacia los extremos redondeados; pálidos o café dorados, lisos, con una cicatriz oscura dentro del contorno de la célula basal, con 3-9 (comúnmente 7-8) septas; miden 30-75 x 10-16  $\mu\text{m}$ .

Los pseudotecios son negros, esféricos u ovalados, con pico invertido en forma de cono (30-90  $\mu\text{m}$  de largo), miden 280-460 x 230-400  $\mu\text{m}$ .

Las ascas son cilíndricas o en forma de garrote, de pedicelo corto, miden 140-210 x 16-28  $\mu\text{m}$ , con 1-8 ascosporas.

Las ascosporas son delgadas, filiformes, incoloras, 3-9 septas, miden 160-320 x 5-10  $\mu\text{m}$ , fuertemente enroscadas en el asca.

Los conidios son rectos o ligeramente curvos, más anchos en el medio y con extremos redondeados; hay una cicatriz oscura dentro de la célula basal y 3-9 septas.

**Nota:** La germinación de los conidios ocurre en ambos extremos, aunque en ocasiones las células terminales se hinchan para formar una vesícula más o menos esférica con paredes delgadas de donde se originan los tubos germinales.

# *Bipolaris hawaiiensis* (M.B. Ellis) Uchida y Aragaki

*Helminthosporium hawaiiense* Bugnicourt

*Drechslera hawaiiensis* (Bugnicourt) Subram. y Jain

Teleomorfo: *Cochliobolus hawaiiensis* Alcorn

## Enfermedad

Mancha foliar del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes. Se detectó un nivel poco importante de la enfermedad mediante una encuesta en la India.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

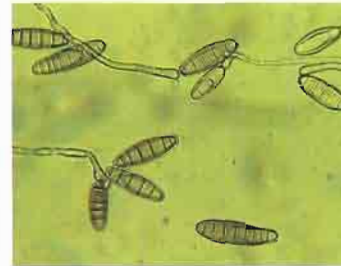
## Identificación

44



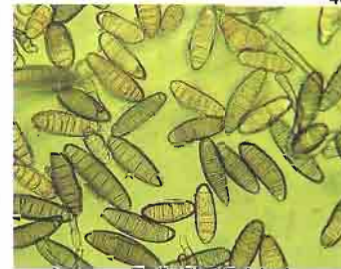
Colonia en maíz (x8)

45



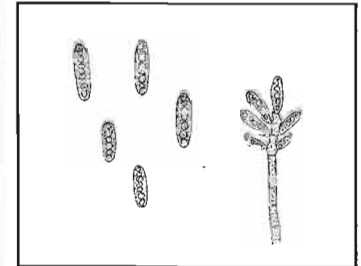
Conidióforos y conidios (x400)

46



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

CMI. 1982. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 728. Cochliobolus hawaiiensis*. CAB, UK.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Misra, A.P. y Singh, T.B. 1971. Two new leaf spot diseases of maize in India. *Indian Phytopathology* 24:406-407.

La colonia se propaga disgregada en la semilla y es de color negro a café oscuro grisáceo.

Los conidióforos son cortos y se producen los conidios en conglomerados hacia la punta.

Los conidióforos están solitarios y son alternamente doblados, septados, de color café, de hasta 120  $\mu\text{m}$  de largo y 2-7  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios son rectos, alargados o cilíndricos, redondeados en los extremos, de color café pálido o mediano, tienen 2-7 (en su mayoría 5) septas y miden 12-37 x 5-11  $\mu\text{m}$ .

Los pseudotecios son esféricos, con un cuello cilíndrico largo y un diámetro de 200-450  $\mu\text{m}$ .

Las ascas son cilíndricas o en forma de garrote cilíndrico, miden 125-205 x 10-18  $\mu\text{m}$  y tienen 1-8 esporas.

Las ascosporas son hialinas, delgadas, semejantes a filamentos; se ahúsan para formar una punta aguda y están flojamente enroscadas en el asca; miden 85-190 x 2-6  $\mu\text{m}$ , tienen 4-15 septas y una delgada vaina hialina viscosa.

Los delgados conidios cilíndricos en forma de cigarro, claros u oscuros, con 4 o más septas, se producen en conglomerados hacia el ápice del conidióforo, apuntando en distintas direcciones.

El desarrollo de la colonia sobre la semilla es similar al de *B. spiciferum*, pero con conidióforos más cortos.

# *Bipolaris maydis* (Nisikado y Miyake) Shoem.

*Helminthosporium maydis* Nikisado y Miyake

*Drechslera maydis* (Nisikado y Miyake) Subram. y Jain

Teleomorfo: *Cochliobolus heterostrophus* (Drechsler) Drechsler

## Enfermedad

Tizón foliar meridional del maíz.

## Distribución

En todo el mundo, pero predominantemente en zonas tropicales y subtropicales.

## Importancia

**Producción:** Epifitias de la enfermedad en EUA en 1970.

**Cuarentena:** Muchos países imponen restricciones, incluyendo a Malasia. A menudo se restringe también el ingreso de germoplasma con citoplasma T masculino estéril.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

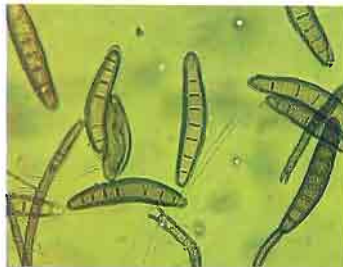
## Identificación

47



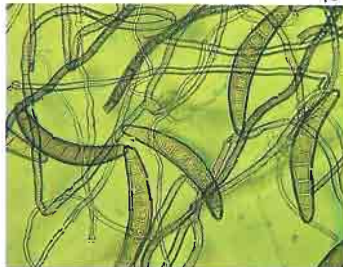
Colonia en maíz (x8)

48



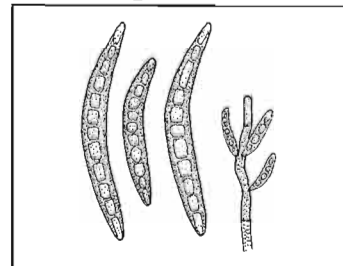
Conidióforo y conidios (x400)

49



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1971. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 301. Cochliobolus heterostrophus*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS, USA.

Singh, D.V., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1974. Seed health testing of maize. Evaluation of testing techniques, with special reference to *Drechslera maydis*. *Seed Sci. & Technol.* 2: 349-365.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en semilla es de color café dorado pálido a medianamente oscuro, con algo de micelio aéreo blanco y de densidad moderada.

**Nota:** Un moho enmarañado negro puede cubrir los granos de maíz afectados y reducir la germinación de las semillas.

Los conidióforos son de color café, entre medianos y largos pero comúnmente largos, delgados, rectos o curvos, individuales o en grupos de 2 o 3, pálidos cerca del ápice, lisos, de hasta 700  $\mu\text{m}$  de largo y 5-10  $\mu\text{m}$  de espesor y producen conidios a intervalos grandes.

Los conidios son ostensiblemente curvos, anchos en el medio, pronunciadamente ahusados hacia los extremos redondeados, de color café dorado pálido a medianamente oscuro, lisos, con 5-11 septas; en su mayoría miden 70-160  $\mu\text{m}$  de largo y 15-20  $\mu\text{m}$  de espesor en la parte más ancha; el punto de unión es oscuro, a menudo plano, de 3-5  $\mu\text{m}$  de ancho.

Rara vez se producen pseudotecios en condiciones naturales; contienen ascas con cuatro ascosporas delgadas, filamentosas de 5-9 septas (6-7 x 130-340  $\mu\text{m}$ ), dispuestas en espirales paralelas.

Los conidios son de color café claro, delgados, típicamente curvos y ahusados marcadamente hacia ambos extremos. La curvatura es más pronunciada que en cualquiera de las otras especies afines.

Los conidióforos en general son largos, delgados, alternamente doblados y producen conidios a intervalos grandes.

## *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.

*Helminthosporium sativum* Pammel, King y Bakke

*Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. y Jain

*Helminthosporium californicum* Mackie y Paxton

*Helminthosporium sorokinianum* Sacc.

*Helminthosporium acrothecioides* Lindfors

Teleomorfo:

*Cochliobolus sativus* (Ito y Kurib.) Drechsler ex Dastur

*Ophiobolus sativus* Ito y Kurib.

### Enfermedad

Punta negra del grano, tizón de la plántula, pudrición común de la raíz y tizón foliar de cereales de zonas templadas. Pudrición de raíz del maíz por *H. sativum*.

### Distribución

En todo el mundo.

### Importancia

**Producción:** Importante enfermedad del trigo y otros cereales de zonas templadas. En el maíz, no tiene trascendencia económica.

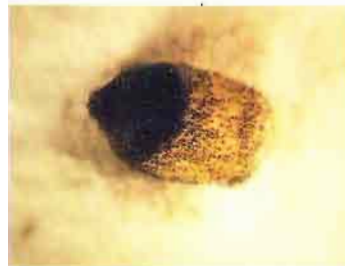
**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

### Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

### Identificación

50



Colonia en trigo (x8)

51



Colonia en maíz (x8)

52



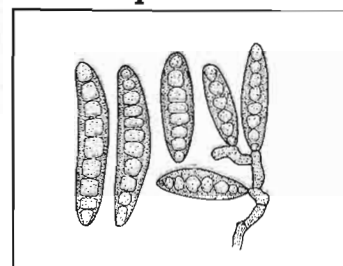
Conidios (x64)

53



Conidios (x400)

### Clave rápida



## Referencias

Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

CMI. 1981. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 701. Cochliobolus sativus*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

La colonia en semilla es de brillante color café oscuro a negro; está compuesta principalmente de masas densas de conidióforos y conidios.

Los conidióforos son de color café claro a oscuro, cortos, erguidos, en la mayoría de los casos individuales, solitarios o en grupos pequeños, rectos o alternamente doblados; miden hasta 220  $\mu\text{m}$  de largo, 6-10  $\mu\text{m}$  de ancho y producen 1-6 conidios separados por cortas distancias en la mitad superior.

Los conidios son curvos o rectos, de color café oliváceo oscuro, lisos, más anchos en el medio, con extremos redondeados y una nítida cicatriz dentro de la célula basal; la parte final de las células terminales es subhialina; tienen 3-12 (en su mayoría, 6-10) septas y miden 4-120 x 17-28  $\mu\text{m}$ .

Los pseudotecios son de color café o negros, en forma de frasco, y miden hasta 530  $\mu\text{m}$  de ancho, con un protuberante pico de 80-110  $\mu\text{m}$  de largo.

Las ascas son cilíndricas o en forma de garrote; tienen 1-8 esporas y miden 110-230 x 30-45  $\mu\text{m}$ .

Las ascosporas son delgadas y filiformes, hialinas o de color café claro; tienen 6-13 septas y miden 160-360 x 6-9  $\mu\text{m}$ .

Los conidios se ven negros y brillantes con un aumento bajo, pero, con aumento más alto, son de color café oliváceo oscuro. Tienen paredes gruesas, por lo general de cinco a nueve células, pueden ser rectos o ligeramente curvos y tienen una característica forma de barril.

# *Bipolaris spicifera* (Bainier) Subram.

*Helminthosporium spiciferum* (Bainier) Nicot

*Helminthosporium tetramera* McKinney

*Curvularia spicifera* (Bainier) Boedijn

Teleomorfo: *Cochliobolus spicifer* Nelson

## Enfermedad

Putrición del pie del trigo de invierno.  
Mancha foliar del maíz. Tizón foliar del trigo y la cebada.

## Distribución

En todo el mundo; muy común en zonas tropicales o subtropicales.

## Importancia

**Producción:** Se consideran insignificantes sus efectos.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

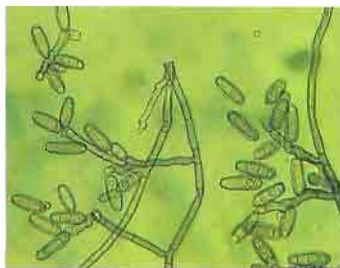
## Identificación

54



Colonia en trigo (x8)

55



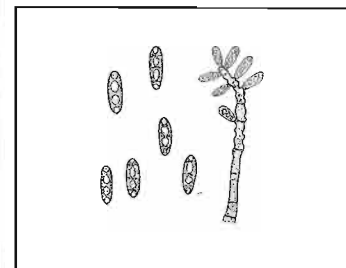
Conidióforos y conidios (x400)

56



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

McGee, D.G. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. CIMMYT, Mexico, D.F.

La colonia en semilla es de color café, gris o negra, velluda, algodonosa o en forma de cojín, esporula libremente con abundantes conidióforos parduzcos individuales o en grupos de 2 ó 3. Se producen muchos conidios pequeños a intervalos muy cortos, lo que da una apariencia de cepillo para botellas.

Las colonias se parecen mucho a las de las especies *Curvularia*.

Los conidióforos son cafés y curvos, con numerosas y ostensibles cicatrices que dan una apariencia de zigzag irregular.

Los conidios son cortos, por lo general con tres septas, de color café claro u oscuro, ovalados, curvos o rectos con extremos redondeados; miden 20-40  $\mu\text{m}$  x 9-14  $\mu\text{m}$ . Los conidios son de color más claro hacia las células terminales.

Las ascomas son negras, esféricas u ovaladas, miden 460-710 x 350-650  $\mu\text{m}$ , con cuello en forma de cono invertido y ostiolo.

Las ascas son cilíndricas o en forma de garrote, rectas o ligeramente curvas, tienen 1-8 esporas y miden 130-160 x 12-20  $\mu\text{m}$ .

Las ascosporas son paralelas o fuertemente enroscadas en el asca, filiformes, ligeramente ahúsadas en los extremos, tienen 6-16 septas, son hialinas y miden 135-240 x 3-7  $\mu\text{m}$ .

Bajo el microscopio de disección, los conidios parecen estar agrupados a lo largo de los conidióforos, lo que da una apariencia de cepillo para botellas.

Los conidios son muy pequeños, y por lo general tienen 3 septas; son casi cilíndricos y de tamaño más o menos uniforme, y las células terminales tienen áreas subhialinas hacia sus extremos.

# *Bipolaris victoriae* (Meehan y Murphy) Shoem.

*Helminthosporium victoriae* Meehan y Murphy

*Drechslera victoriae* (Meehan y Murphy) Subram. y Jain

Teleomorfo: *Cochliobolus victoriae* Nelson

## Enfermedad

Mancha foliar del trigo. Tizón de la avena de Victoria.

## Distribución

Australia, Europa, Norte América.

## Importancia

**Producción:** Insignificante en el caso del trigo. Ninguna importancia en el maíz.

**Cuarentena:** Restricciones impuestas por IAPSC (Africa) a la lista A1 (ausencia en la región).

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

57



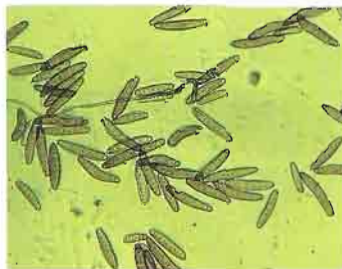
Colonia en trigo (x8)

58



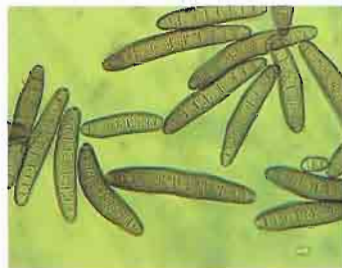
Colonia en el papel secante (x64)

59



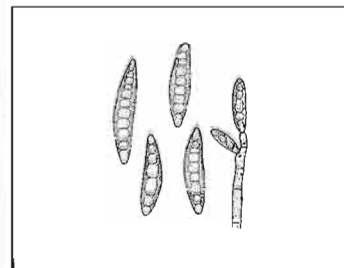
Conidios (x160)

60



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

La colonia en semilla es de color café oscuro brillante; está compuesta principalmente de masas densas de conidióforos y conidios. Crece con bastante rapidez y se extiende sobre el papel secante que la rodea.

Los conidióforos son solitarios o en grupos, rectos o alternamente doblados, de color café claro o mediano; miden hasta 250  $\mu\text{m}$  de largo y 6-10  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios son delgados, ligeramente curvos, se estrechan hacia los extremos o tienen forma de garrote, son de color café dorado claro o mediano, lisos, con 4-11 septas, y miden 40-120 x 12-19  $\mu\text{m}$ .

Las ascomas son esféricas u ovaladas, miden 255-430 x 210-370  $\mu\text{m}$ , con pelo tieso en la mitad superior y cuello en forma de cono invertido de 30-170  $\mu\text{m}$  de largo con ostiolo.

Las ascas son cilíndricas o con forma de garrote, pedicelo corto, dos paredes, 1-8 esporas y miden 98-207 x 20-39  $\mu\text{m}$ .

Las ascosporas son semejantes a filamentos, hialinas, ligeramente ahúsadas en los extremos, tienen 5-9 septas, enroscadas en el asca y miden 147-302 x 6-13  $\mu\text{m}$ .

Las características de desarrollo en la semilla son muy similares a las de *H. sativum*, sólo que los conidios de *B. victoriae* son de color un poco más claro, más delgados y ligeramente curvos.

# *Bipolaris zeicola* (Stout) Shoem.

*Helminthosporium carbonum* Ullstrup

*Drechslera zeicola* (Stout) Subram. y Jain

Teleomorfo: *Cochliobolus carbonum* Nelson

## Enfermedad

Pudrición negra de la mazorca; mancha foliar carbonosa; mancha foliar septentrional; mancha foliar del maíz por *Helminthosporium*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Enfermedad poco importante, si bien es común encontrarla en tallos y hojas. Sólo en ocasiones se observan pudriciones de la mazorca. Las temperaturas moderadas y la alta humedad relativa favorecen la enfermedad.

## Identificación

61



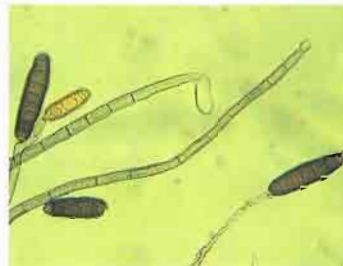
Colonia en maíz (x8)

62



Colonia en maíz (x64)

63



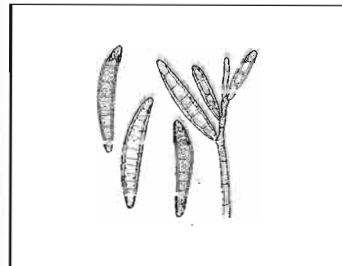
Conidióforos y conidios (x400)

64



Conidios (x400)

## Clave rápida



**Cuarentena:** Restricciones en Indonesia, Egipto, Chile. NEPPO (cercano Oriente) impuso restricciones a la lista A1 (ausencia en la región); y EPPO (Europa) y IAPSC (Africa) las impusieron en la lista A2 (presente en parte de la región, con importancia cuarentenaria en otros lados).

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1972. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 349. Cochliobolus carbonum*. CAB, UK.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia, de color café grisáceo, a menudo está muy arraigada en la semilla; las colonias más densas se ven de color gris. El micelio tiene hifas oscuras de paredes gruesas.

**Nota:** Las semillas infectadas en las mazorcas están cubiertas por micelio de color café muy oscuro o negro que dan la característica apariencia de carbón.

Los conidióforos se presentan individualmente o en grupos pequeños, son rectos o curvos, de color café oscuro o mediano o café oliváceo; miden hasta 250  $\mu\text{m}$  de largo y 5-8  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios son curvos o, a veces, rectos, en ocasiones casi cilíndricos pero generalmente más anchos en el medio y ahusados hacia los extremos redondeados; miden 30-100 x 12-18  $\mu\text{m}$  (en su mayoría, 60-80 x 14-16  $\mu\text{m}$ ), tienen 6-12 (generalmente 7-8) septas, son amarillos dorados o de color café oliváceo muy oscuro; las células terminales a veces son más pálidas que las centrales; el hilum no es muy conspicuo.

Los pseudotecios son esféricos y negros; contienen ascas cilíndricas o en forma de garrote, rectas o ligeramente curvas.

Las ascosporas son delgadas, filiformes, hialinas, con 5-9 septas; miden 6-10 x 182-300  $\mu\text{m}$  y se enroscan en el asca.

Las características de diagnóstico son las hifas oscuras de paredes espesas y los conidios amarillos o de color café oliváceo muy oscuro, rectos o curvos, con 6-12 (generalmente 7-8) septas.

# Curvularia Boedijn

## Enfermedad

Mancha foliar del trigo y el maíz por *Curvularia* (*C. lunata*; *C. pallescens*; *C. inequalis*; *C. tuberculata*; *C. maculans*; *C. clavata*).

## Distribución

En todo el mundo, especialmente en los trópicos.

## Importancia

**Producción:** Se lo encuentra con frecuencia como parásito o saprófito del maíz y el trigo. *C. pallescens* causa una enfermedad del ciclo avanzado, que puede causar graves pérdidas en las regiones tropicales, pero es poco importante en las regiones templadas.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Identificación

65



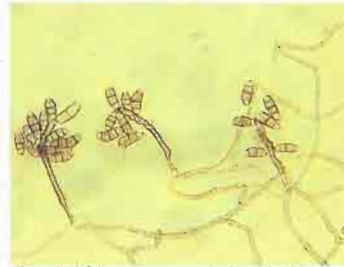
Colonia en trigo (x8)

66



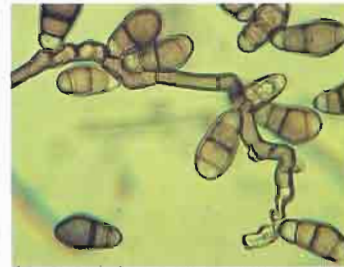
Colonia en maíz (x8)

67



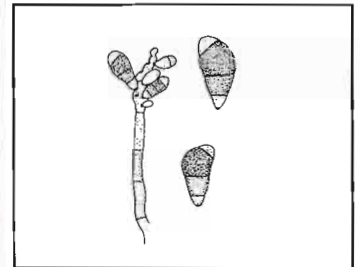
Conidióforos y conidios (x400)

68



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., USA.
- Benoit, M.A. y Mathur, S.B. 1970. Identification of species of *Curvularia* on rice seed. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 35 (1): 99-119.
- Ellis, M.B. 1966. Dematiaceous hyphomycetes. VII. *Curvularia*, *Brachysporium*, etc. *CMI Mycological Papers*, No. 106.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

La colonia se extiende disgregada sobre la semilla; es café, gris o negra, velluda, algodonosa o en forma de cojín.

Las hifas son ramificadas, septadas, incoloras o café, lisas o con protuberancias rugosas. Los estromas a menudo son grandes, erguidos, negros, cilíndricos, a veces ramificados.

Los conidióforos se presentan individualmente o en grupos, en forma terminal o lateral sobre las hifas, también sobre los estromas cuando los hay; son de color café, septados, rectos o curvos, simples o ramificados.

Los conidios se producen en el ápice o los lados del conidióforo. Los conidios son rectos o curvos, generalmente anchos en el medio y estrechos hacia los extremos, en forma de curva ovalada, huevo invertido, garrote o pera, ocasionalmente redondeados en la base o con un conspicuo punto de unión, 3 o más septas, lisos o rugosos, y a menudo tienen una o más células centrales más grandes y más oscuras que las demás.

Los conidios oscuros y ligeramente curvos, con células centrales más anchas y células terminales más pálidas, son típicos de las especies comunes de *Curvularia*.

La especie puede ser confundida visualmente con especies de *Drechslera* y *Bipolaris* de esporas pequeñas.

# *Drechslera avenacea* (Curtis ex Cooke) Shoem.

*Helminthosporium avenae* Eidam

*Helminthosporium avenaceum* Curtis ex Cooke

Teleomorfo: *Pyrenophora chaetomioides* Speg.

## Enfermedad

Tizón de la avena por *Helminthosporium*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** No es importante ni en el trigo ni el maíz.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

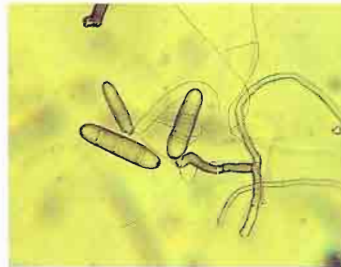
## Identificación

69



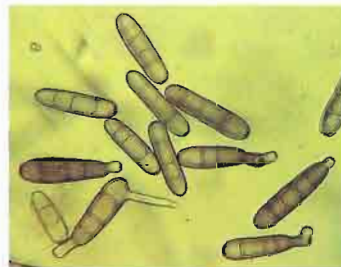
Colonia en trigo (x10)

70



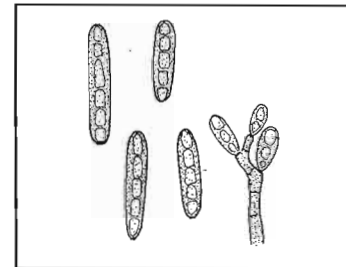
Conidióforo y conidios (x400)

71



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, UK.

Shoemaker, R.A. 1962. *Drechslera* lto. *Canadian Journal of Botany* 40: 809-836.

La colonia en semilla es gris negruzca, con o sin penachos blancos o blanco grisáceos, con poco micelio aéreo y principalmente conidióforos que producen conidios.

Los conidióforos son individuales o en grupos de 2 o 3, rectos o alternamente doblados pero pocas veces ramificados, de color café rojizo oscuro, de hasta 1 mm de largo.

Los conidios son en general cilíndricos, con extremos redondeados semicirculares. El color varía de verde claro en los conidios jóvenes a café amarillento en los más viejos. La célula basal es normalmente más clara que las demás y, por lo tanto, la ancha cicatriz (4-9  $\mu\text{m}$ ) casi negra es muy conspicua. Los conidios miden en promedio 25-140 x 12-22  $\mu\text{m}$  y tienen 2-6 septas.

Las ascomas son esféricas o subesféricas, cubiertas con pelo duro recto o curvo de color café oscuro y miden 450-800 x 300-600  $\mu\text{m}$  con pico corto y cilíndrico. Las ascas son cilíndricas o con forma de garrote, tienen 2-8 esporas rectas o ligeramente curvas, pedicelo corto y miden 180-400 x 32-60  $\mu\text{m}$ .

Las ascosporas son hialinas o de color café amarillento claro, ovaladas o cilíndricas, de extremos redondeados, con 3-6 septas transversales y 0-1 septa longitudinal en todas las células, miden 35-75 x 17-30  $\mu\text{m}$ .

Los conidios son cilíndricos, con lados rectos y extremos redondeados semicirculares; tienen 2-6 septas y una cicatriz conspicua.

*Drechslera dematioidea* (Bub. y Wrób.) Subram. y Jain  
*Helminthosporium dematioideum* Bub. y Wrób.

**Enfermedad**

Ninguna.

**Distribución**

En todo el mundo.

**Importancia**

**Producción:** Efectos insignificantes; asociado con la inflorescencia así como con hojas marchitas o muertas en varias especies de gramíneas.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Técnica de detección**

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

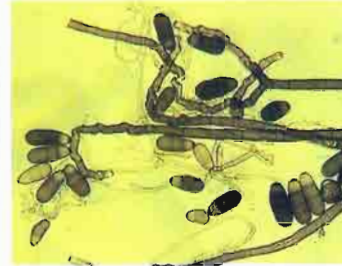
**Identificación**

72



Colonia en trigo (x8)

73



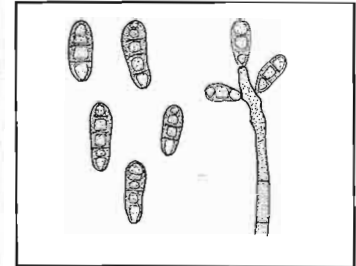
Conidióforos y conidios (x400)

74



Conidios (x400)

**Clave rápida**



## Referencias

Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.

La colonia en semilla se ve negra, con crecimiento entre escaso y moderado de micelio.

Los conidióforos son de color café claro, cortos, delgados, individuales o en pares.

Los conidios son de color café amarillento, con una célula basal de color más claro; tienen forma de garrote, más anchos en la punta y ahusados hacia la base donde terminan con una ancha cicatriz oscura; miden 24-40 x 9-15  $\mu\text{m}$  y tienen 3-5 septas.

Los conidios tienen 3-5 septas, forma de garrote, son más anchos en la punta y se ahúsan hacia la base para terminar con una ancha cicatriz oscura.

Los conidios se forman en conidióforos de color café claro que se presentan individualmente o en pares.

# *Exserohilum rostratum* (Drechsler) Leonard y Suggs

*Helminthosporium rostratum* Drechsler

*Drechslera rostrata* (Drechsler) Richardson y Fraser

*Bipolaris rostrata* (Drechsler) Shoemaker

Teleomorfo: *Setosphaeria rostrata* Leonard

## Enfermedad

Mancha foliar y pudrición del pie del trigo. Pudrición del tallo y pudrición de la mazorca del maíz.

## Distribución

África, América Central y del Norte, Asia, Europa.

## Importancia

**Producción:** Enfermedad secundaria de poca trascendencia.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

75



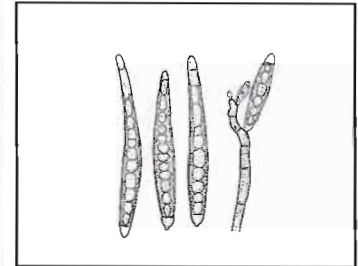
Colonia en maíz (x8)

76



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1978. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 587. Setosphaeria rostrata*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Kucharek, T.A. 1973. Stalk rot of corn caused by *Helminthosporium rostratum*. *Phytopathology* 63 (11): 1336-1338.

Whitehead, M.D. y Calvert, O.H. 1959. *Helminthosporium rostratum* inciting ear rot of corn and leaf spot of thirteen grass hosts. *Phytopathology* 49: 817-820.

La colonia en semilla se ve de color café entre oscuro y mediano o café dorado, con muy poco micelio aéreo blanco.

Se forman conidióforos aglomerados en un tapiz denso que cubre la semilla.

**Nota:** Los granos de maíz infectados muestran una decoloración rosada o son de color negro carbón cuando están muy infectados.

Los conidióforos están aislados o en grupos, son rectos o curvos, de color café oscuro a mediano o café oliváceo, miden hasta 200  $\mu\text{m}$  de largo y 8  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios son rectos o ligeramente curvos, ahusados hacia ambos extremos con un extremo por lo general más ancho, y terminan en un pico pronunciado. Tienen 6-16 septas transversales; las células terminales son hialinas o pálidas, con una septa oscura y gruesa; las células intermedias son de color café dorado y miden 40-180 x 14-22  $\mu\text{m}$ .

Los ascocarpos son esféricos, negros; miden 340-600 x 330-580  $\mu\text{m}$ , y tienen el ostiolo y la parte superior rodeados de proyecciones semejantes a espinas, romas y de color café oscuro.

Las ascas tienen pedicelos cortos, forma de garrote o cilíndrica, 1-8 esporas; miden 105-260 x 26-42  $\mu\text{m}$ . Las ascosporas son hialinas o de color café pálido, rectas o curvas, con 2-5 septas, estrechadas en las septas; miden 29-85 x 9-21  $\mu\text{m}$  y tienen una vaina viscosa.

Los conidios son muy distintivos: rectos o ligeramente curvos, terminados en un pico pronunciado y con visibles septas oscuras en los extremos.

# *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard y Suggs

*Helminthosporium turcicum* Pass.

*Drechslera turcica* (Pass.) Subram. y Jain

*Helminthosporium inconspicuum* Cooke y Ellis

Teleomorfo: *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard y Suggs

## Enfermedad

Tizón foliar septentrional del maíz.

## Distribución

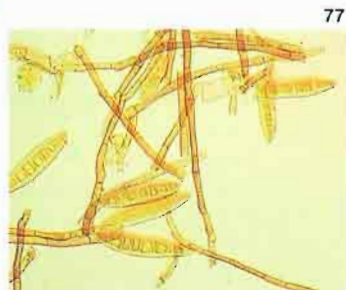
En todo el mundo, pero predominantemente en climas subtropicales o templados.

## Importancia

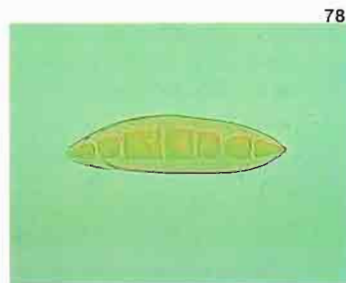
**Producción:** La enfermedad es común, pero generalmente causa pérdidas menores. En ocasiones se producen epifitias graves en variedades susceptibles cuando hay temperaturas frías y rocíos intensos y frecuentes.

**Cuarentena:** Restricciones en algunos países.

## Identificación

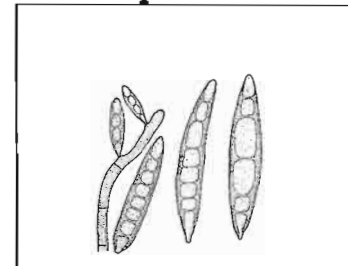


Conidióforos y conidios (x400)



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

- Chidambaram, P., Mathur, S.B. y Neergaard, P. 1973. Identification of seed-borne *Drechslera* species. *Friesia* 10: 165-207.
- CMI. 1971. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 304. Trichometasphaeria turcica*. CAB, UK.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en semilla es de color pálido a café oscuro con muy poco micelio aéreo blanco.

Los conidióforos se producen individualmente o en grupos de 2-6; son rectos o curvos, de color café oliváceo claro a oscuro, de longitud intermedia o grande, a veces muy largos; miden 150-300 x 7-11  $\mu\text{m}$ .

Los conidios son rectos o ligeramente curvos, en forma de garrote o más anchos cerca del medio, ahusados hacia los extremos, de color paja pálido a mediano, café amarillento o gris oliváceo, y tienen el ápice redondeado; la célula basal sobresale en el punto de unión. Los conidios tienen 4-9 septas y miden 50-144 x 18-33  $\mu\text{m}$ .

Los peritecios son negros y esféricos.

Las ascas son cilíndricas, con un pedicelo corto, y contienen 1-8 (por lo general 2-4) ascosporas hialinas, rectas o ligeramente curvas. Comúnmente tienen 3 septas y miden 13-17 x 42-78  $\mu\text{m}$ .

**Nota:** Los peritecios rara vez ocurren en condiciones naturales.

Los conidios surgen de conidióforos largos y son grandes, de color café amarillento, rectos o ligeramente curvos, ahusados hacia ambos extremos (casi en forma de cigarro), con la célula basal que sobresale en el punto de unión.

# *Acremoniella* Sacc.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

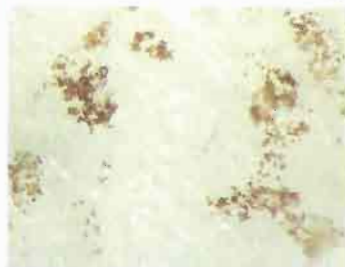
## Identificación

79



Colonia en trigo (x8)

80



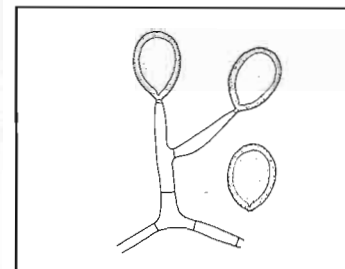
Colonia en papel secante (x64)

81



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en semilla crece con rapidez produciendo un micelio fino como telaraña, con numerosos racimos de conidios de color café.

**Nota:** Las especies crecen con más vigor cuando se asocian con otros hongos, como *Alternaria tenuis*, *Fusarium moniliforme* y *Acremonium strictum*.

Los conidióforos son hialinos, septados y simples o ramificados varias veces (a menudo en ángulos rectos). Por lo general miden más de 10  $\mu\text{m}$  de largo y 4-7  $\mu\text{m}$  de ancho, y se ahúsan marcadamente hacia la punta.

Los conidios son grandes, de color café, solitarios, continuos, en forma de huevo, lisos (*A. atra*) o rugosos (*A. verrucosa*), de color café claro; miden 22-29 x 18-22  $\mu\text{m}$ .

Poco micelio con racimos de grandes conidios de color café, en forma de huevo, que se producen individualmente en conidióforos muy puntiagudos.

# *Acremonium strictum*

*Cephalosporium acremonium* Corda

*Acremonium kiliense* Grütz

*Cephalosporium madurae* Padhye, Sukapure y Thirumalachar

## Enfermedad

Putridión carbonosa del tallo del maíz.

## Distribución

En todo el mundo. Más frecuentemente en el trópico.

## Importancia

**Producción:** La pudrición carbonosa del tallo del maíz es una enfermedad poco importante que se presenta cuando ya está avanzado el ciclo de cultivo, común en EUA y otros países.

**Cuarentena:** Ninguna

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

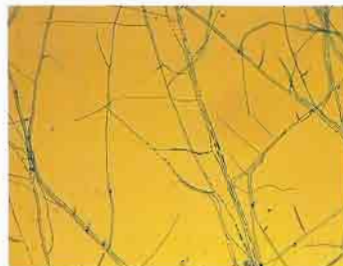
## Identificación

82



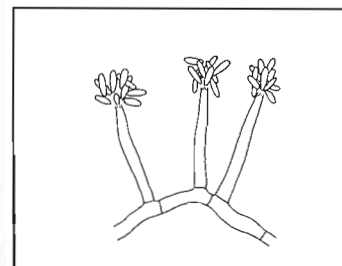
Colonia en trigo (x8)

83



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. Robert E. Kreiger Publishing Co., USA.

CMI. 1983. *Descriptions of Pathogenic Fungi and bacteria No. 741. Acremonium kiliense*. CAB, UK.

Gams, W. 1971. *Cephalosporium - artige Schimmelpilze (Hyphomycetes)*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

La colonia en semilla es compacta, de crecimiento lento, de color blanco a gris pálido que se vuelve gris pizarra o negro con la edad; las hifas son hialinas, septadas, simples o ramificadas. Las hifas a menudo se agrupan y forman filamentos y, a lo largo de éstos, se forman numerosos conidióforos solitarios, cada uno de ellos con su glóbulo de esporas.

**Nota:** La semilla infectada de maíz presenta en ocasiones estrías blancas en la superficie.

Los conidióforos surgen de las hifas vegetativas directa e individualmente en ángulos rectos, son hialinos, cortos y ahusados hacia la punta y miden 30-60  $\mu\text{m}$  de largo por 1.5  $\mu\text{m}$  de base.

Los conidios se producen en una matriz viscosa, en bolas o, rara vez, en frágiles cadenas en el ápice del conidióforo. Son hialinos, cilíndricos con extremos redondeados, a veces curvos, no septados y miden 3-10  $\mu\text{m}$  x 1-2  $\mu\text{m}$ .

La característica clave de *Acremonium* es la bola de esporas producida arriba de los conidióforos ahusados y solitarios que surgen de las hifas en ángulos rectos.

**Nota:** El género se puede confundir fácilmente con otros, como *Gliomastix*, *Verticillium*, y *Fusarium* o *Cylindrocarpon* microconidiales. No obstante, es tal vez uno de los hongos en que es más fácil identificar el género y más difícil determinar la especie.

# Alternaria Nees

## Enfermedad

Manchas foliares por *Alternaria* del trigo (*A. triticina*) y del maíz (*A. alternata*), y mancha gris de la hoja del maíz (*A. maydis*).

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** La mayoría de las especies existen como saprófitas, pero algunas, como *A. triticina*, causan severas manchas en las hojas y espigas del trigo y el triticale, pero no infectan la cebada o la avena. *A. alternata* (*A. tenuis*) tiene poca importancia en el maíz.

**Cuarentena:** *Alternaria triticina* figura en muchas listas de cuarentena.

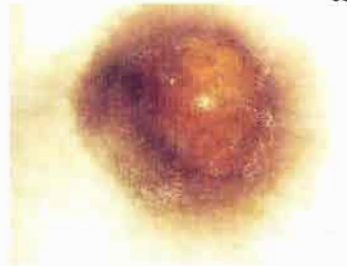
## Identificación

84



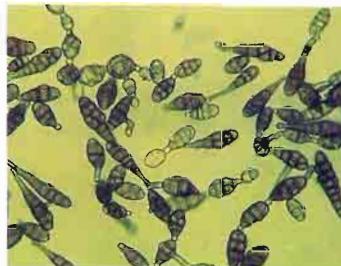
Colonia en trigo (x8)

85



Colonia en maíz (x8)

86



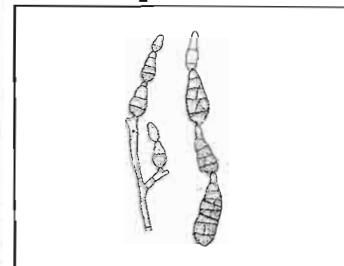
Conidios (x400)

87



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. Robert E. Kreiger Publishing Co., USA.
- Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Simmons, E.G. 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. *Mycologia* 59:67-92.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.
- Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification*. CIMMYT, Mexico.

La colonia en semilla es generalmente gris oscura, pero también puede ser blanca, de color verde oliva, café o casi negro.

Los conidióforos son de color café oscuro a oliváceo, se producen individualmente o, en ocasiones, en pequeños grupos; pueden ser simples o ramificados y generalmente miden 3-6  $\mu\text{m}$  de espesor y 50  $\mu\text{m}$  de largo.

Los conidios de la mayoría de las especies saprófitas de *Alternaria* que se presentan en los cereales se desarrollan en cadenas, tienen forma de huevo u óvalo, y a menudo se ahúsan para formar un pico en el ápice. Son de color café oscuro a mediano, con paredes lisas o ligeramente rugosas, varias septas transversales y longitudinales u oblicuas, y miden 20-90  $\mu\text{m}$  x 8-20  $\mu\text{m}$ .

Las especies que causan manchas foliares se desarrollan individualmente o en cadenas, tienen conidios algo más grandes, de hasta 100  $\mu\text{m}$  de largo y 30  $\mu\text{m}$  de ancho, pero son muy similares en cuanto a las otras características.

Los distintivos conidios de color café claro y con pico, con septas transversales y longitudinales, se identifican de inmediato en la mayoría de los casos.

**Nota:** Los conidios de las especies de *Alternaria* tienen características morfológicas únicas, mediante las cuales se puede identificar fácilmente este género. No obstante, las similitudes entre las especies del género y la variabilidad de la forma, el tamaño y la septación de las esporas hacen muy difícil identificar cada especie.

# *Arthrimum* Kunze

*Papularia* Fr.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna. Saprófito común e invasor secundario.

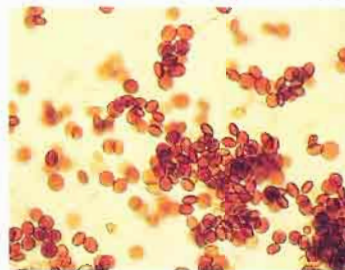
**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

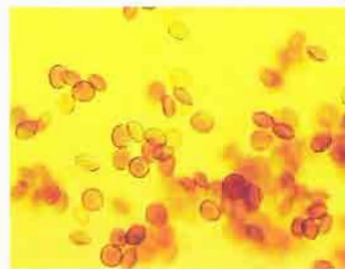
## Identificación

88



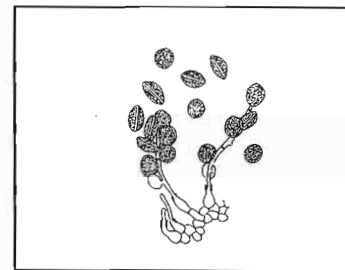
Conidios (x160)

89



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.
- Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.
- IMI. 1991. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 1052, Apiospora montagnei*. CABI, UK.
- Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en semilla inicialmente tiene abundante micelio aéreo blanco, que se vuelve gris a negro con la producción de grandes masas de conidios.

Los conidióforos son hialinos, excepto por las gruesas septas transversales que suelen ser de color café purpúreo a café oscuro.

Los conidios a menudo se forman en grupos apretados a lo largo de los extremos de los conidióforos muy angostos.

Los conidios están solitarios, son lisos, unicelulares, oscuros, ovalados, a menudo achatados o esféricos; suelen tener una banda hialina alrededor del margen y están unidos por una conexión corta al conidióforo; miden 5-6 x 3-4  $\mu\text{m}$ .

Cuando hay células estériles, están en lugar de los conidios y generalmente son más pequeñas, más pálidas y de distinta forma.

*Arthrinium* se distingue por los oscuros conidios unicelulares lentiformes, con un pronunciado borde hialino (blanco) o una hendidura germinal.

# *Aspergillus flavus* Link/*Aspergillus parasiticus* Spear

## Enfermedad

Putrición del maíz y el trigo en el almacenamiento. Putrición de la mazorca del maíz por *Aspergillus*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Principal causa de deterioro del maíz almacenado con un contenido de humedad superior al 15%. La sequía y las altas temperaturas favorecen el desarrollo de aflatoxinas que son tóxicas para el ser humano y los animales y afectan el buen sabor del grano. La infección de la semilla puede reducir la germinación.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Identificación

90



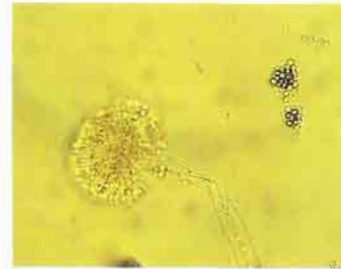
Colonia en maíz (X8)

91



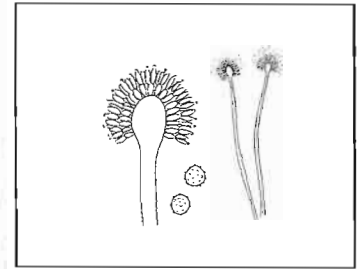
Colonia en maíz (x32)

92



Conidióforo y conidios (x400)

## Clave rápida



**Nota:** La producción de grandes cantidades de esporas que son esparcidas por el aire puede provocar enfermedades respiratorias en el hombre y en los animales.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

- CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 91. Aspergillus flavus*. CAB, UK.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases - A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Raper, K.B. y Fennell, D.I. 1973. *The Genus Aspergillus*. Robert E. Kreiger Publishing Co., USA.

La colonia en la semilla por lo general se expande y es de color verde amarillento muy claro, verde amarillento intenso, café oliváceo o café.

Los conidióforos hinchados en el ápice producen numerosas células esporíferas (fiálidas), con esporas en largas cadenas secas.

Las cabezas conidiales típicamente son esféricas, hendidas en varias columnas mal definidas; su diámetro rara vez supera los 500-600  $\mu\text{m}$  y, en la mayoría de los casos, mide 300-400  $\mu\text{m}$ .

**Nota:** Las semillas de maíz y trigo severamente infectadas son incoloras y arrugadas.

Los conidióforos tienen paredes gruesas, incoloras, muy rugosas; por lo general tienen menos de 1 mm de longitud y un diámetro de 10-20  $\mu\text{m}$  justo debajo del ápice.

Los ápices son alargados cuando los conidios son jóvenes, y se vuelven luego subesféricos o esféricos, con un diámetro que varía de 10 a 65  $\mu\text{m}$ , pero que comúnmente mide 25-45  $\mu\text{m}$ . Puede haber 1 ó 2 series de células esporíferas (fiálidas y células de apoyo) según la especie.

Las células de apoyo por lo general miden 6-10 x 4-6  $\mu\text{m}$ , pero a veces llegan a 15-16 x 8-9  $\mu\text{m}$ .

Las fiálidas miden 6-10 x 3-5  $\mu\text{m}$ .

Los conidios son típicamente esféricos o subesféricos, ostensiblemente espinosos, variables, con un diámetro de 3-6  $\mu\text{m}$ , a veces ovalados o en forma de pera al principio, forma que en ocasiones conservan.

Las especies *Aspergillus flavus/parasiticus* se reconocen por su producción de cabezas de esporas compactas, esféricas o en forma de columnas, de un tono verde amarillento muy claro, verde amarillento intenso, café oliváceo o café.

*A. parasiticus* tiene colonias de color verde más intenso, sólo fiálidas, cabezas esféricas y conidios que tienden a ser más pequeños y con espinas más delicadas.

# *Aspergillus niger* van Tieghem

## Enfermedad

Putrición del maíz y el trigo en el almacenamiento. Moho negro; pudrición de la mazorca del maíz por *Aspergillus*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Principal causa de deterioro del maíz almacenado con un contenido de humedad superior al 15%. Reduce la germinación de las semillas.

**Cuarentena:** Ninguna.

**Nota:** La producción de grandes cantidades de esporas que son esparcidas por el aire puede causar enfermedades respiratorias en el hombre y los animales.

## Identificación

93



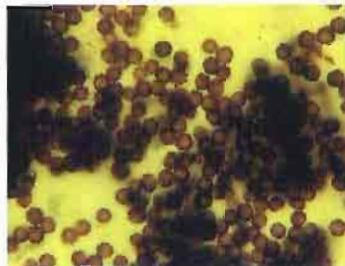
Colonia en trigo (x8)

94



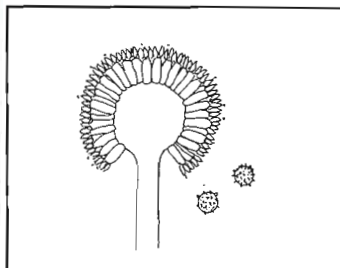
Colonia en maíz (x8)

95



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 94. Aspergillus niger*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases - A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Raper, K.B. y Fennell, D.I. 1973. *The Genus Aspergillus*. Robert E. Kreiger Publishing Co., New York.

La colonia en semilla crece lentamente y está constituida por un micelio basal entre compacto y bastante suelto, de color blanco o tenuamente amarillo, que produce abundantes estructuras conidiales erguidas y por lo general apiñadas, comúnmente de color negro carbón pero a veces negro parduzco intenso, que cubren toda la colonia excepto por un estrecho margen de crecimiento.

Las cabezas conidiales generalmente son grandes y negras, compactas al principio, esféricas o divididas en dos o más columnas poco o bien definidas; comúnmente llegan a los 700-800  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Nota:** Las semillas de maíz y trigo severamente infectadas son incoloras y arrugadas.

Los conidióforos son lisos, hialinos o tenuamente parduzcos cerca del ápice; tienen hasta 3.0 mm de largo y 15-20  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los ápices son esféricos o casi esféricos, de hasta 75  $\mu\text{m}$  de diámetro, pero a menudo muy pequeños.

Se producen dos series de células que generan conidios (células de apoyo y fiálidas), pero en algunas cabezas sólo hay fiálidas.

Las células de apoyo tienen una longitud variable y a veces son septadas; cuando están maduras generalmente miden 20-30  $\mu\text{m}$  de largo.

El largo de las fiálidas es más uniforme, por lo general miden 7-10 x 2-3  $\mu\text{m}$ .

Los conidios comúnmente son esféricos en la madurez, a menudo muy rugosos o espinosos; en su mayoría tienen un diámetro de 4-5  $\mu\text{m}$  y son muy oscuros o con estrías longitudinales muy visibles.

*Aspergillus niger* se reconoce por la producción de cabezas de esporas compactas, esféricas o en forma de columnas, en un tono de negro, negro verduzco, negro parduzco, negro purpúreo o negro carbón.

# *Botrytis* Pers.

## Enfermedad

Putridión del tallo de maíz por *Botrytis*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** El patógeno es posiblemente un invasor secundario de los tallos de maíz y no tiene trascendencia económica.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

96



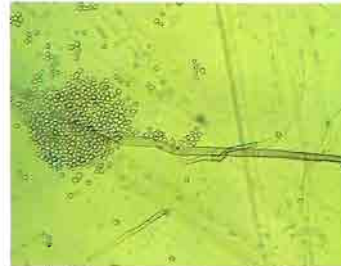
Colonia en maíz (x8)

97



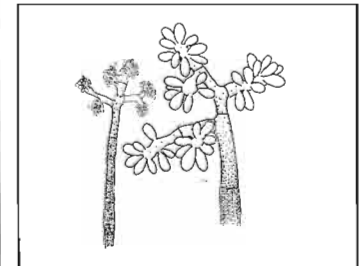
Colonia en maíz (x50)

98



Conidióforo y conidios (x160)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

La colonia en semilla es blanca, gris o de color café grisáceo; se esparce por una corta distancia alrededor de la semilla afectada.

Los conidióforos son de color café, altos, erguidos o casi erguidos, septados y ramificados; miden hasta 30  $\mu\text{m}$  de ancho y 2 mm de largo; las ramificaciones se estrechan en su punto de origen y se desploman con rapidez cuando se las retira de una atmósfera húmeda.

Se producen conidios en grupos en los ápices redondeados e hinchados, y a intervalos a lo largo del conidióforo sobre dientes cortos y romos. Los conidios son ovalados o en forma de huevo, a menudo con un hilum ligeramente sobresaliente, incoloros o de color café pálido; miden 6-18 x 4-11  $\mu\text{m}$ .

Se pueden producir grandes esclerocios irregulares negros, aunque generalmente no dentro del tiempo que toma un análisis de sanidad de semilla. Los esclerocios son planos y miden 5 x 2 x 2  $\mu\text{m}$ .

*Botrytis* se caracteriza por gruesos conidióforos ramificados de color café que sostienen las brillantes cabezas grises de conidios pálidos, que se pueden observar bajo el microscopio binocular con bajo poder.

# Cladosporium Link

## Enfermedad

Pudrición de la mazorca por *Cladosporium* (*C. herbarum*, *C. cladosporioides*). Mohos negros (mohos de hollín) (*C. herbarum*, *C. macrosporum*) de la espiga de trigo.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Muchas especies saprófitas se encuentran comúnmente en las semillas de maíz y de trigo. La pudrición de la mazorca por *Cladosporium* tiene poca importancia y por lo general se asocia con el daño causado por las heladas y el clima húmedo. Los mohos negros de la espiga de trigo son causados por especies saprófitas o débilmente parásitas y por lo general se asocian con infestaciones de insectos, acame, deficiencias nutricionales, y/o clima húmedo durante la maduración y la cosecha.

## Identificación

99



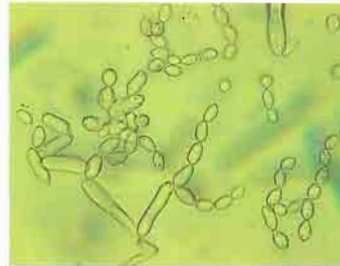
Colonia en cebada (x8)

100



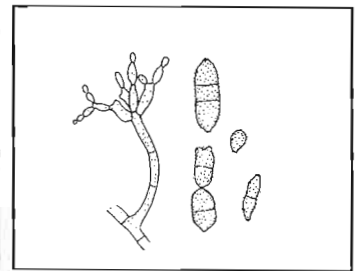
Colonia en maíz (x8)

101



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., USA.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en semilla se propaga suelta o, en ocasiones, como pequeños puntos, a menudo de color verde oliva, pero también algunas veces gris, amarillo parduzco claro, café o café negruzco oscuro, estrumiforme, en grupos algodonosos o penachos, o vellosa. Las colonias tienen un crecimiento relativamente lento y producen poco micelio aéreo, pero normalmente tienen una esporulación generosa. La semilla produce poblaciones densas de conidióforos.

**Nota:** Las semillas de maíz muy infectadas pueden tener manchas verdes oscuras o negras, o estrías que se extienden desde las puntas del grano.

Los conidióforos están erguidos, de color café oliváceo pálido a café, ramificados irregularmente en el ápice, dendroides, de hasta 250  $\mu\text{m}$  de largo, 3-4  $\mu\text{m}$  de ancho en la base, ligeramente ahusados hacia la punta. Los conidios se producen en cadenas en las ramificaciones de los conidióforos.

Los conidios son ovalados, cilíndricos u oblongos, con extremos redondeados, hialinos o de color café oliváceo a café, lisos o rugosos, unicelulares o con 1-3 septas; miden 5-23 x 3-8  $\mu\text{m}$ . Las cadenas de conidios son muy frágiles y se rompen con facilidad; la fragmentación en la madurez con frecuencia afecta las ramificaciones, dejando sólo raigones desnudos de conidióforos enteros.

*Cladosporium* se caracteriza por los conidióforos pigmentados erectos, con cadenas ramificadas de conidios en cabezas dendroides. Este género a menudo se puede identificar por sus distintivos conidios en forma de limón, que tienen cicatrices de unión oscuras y bien marcadas y muestran una considerable variación en cuanto al tamaño y la septación según las distintas especies y también en una misma especie.

Las cabezas dendroides de los conidióforos se pueden observar de inmediato usando el método de la cinta adhesiva (véase el Anexo A) bajo el microscopio con bajo poder ( $\times 100$ ).

# *Epicoccum nigrum* Link

*Epicoccum purpurascens* Ehrenb.

## Enfermedad

Mancha roja del grano del maíz dulce.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

102



Colonia en trigo (x8)

103



Colonia en maíz (x8)

104



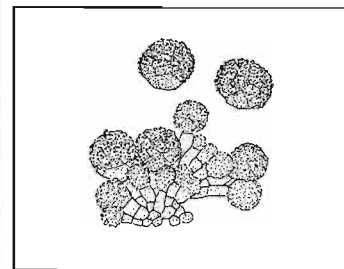
Conidióforos y conidios (x400)

105



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1980. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 680, Epicoccum purpurascens*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*, APS Press, USA.

Schol-Schwarz, M.B. 1959. The genus *Epicoccum* Link. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 42(2):149-173.

La colonia en semilla crece con rapidez y suele mostrar una pigmentación amarilla, de color ámbar a anaranjado o rojo dentro del micelio compacto blanco, y en particular alrededor de éste.

*Epicoccum* en ocasiones es confundido con especies de *Fusarium* a causa de estas características.

**Nota:** La semilla de maíz infectada a veces es de color rojo.

Los conidióforos son compactos y a veces ramificados, ralos, oscuros, lisos, cortos; se forman en grupos apretados a partir de las hifas y producen un solo conidio terminal.

Los conidios maduros son de color café oscuro a negro, en su mayoría esféricos pero también en forma de pera, septados irregularmente, y pueden estar marcados muy toscamente como una red. Las septas a menudo están ocultas por la gruesa y rugosa pared de la espora, que parece estar cubierta por protuberancias cortas y romas. Los conidios miden 15-25  $\mu\text{m}$  de diámetro y comúnmente se presentan en oscuras masas en forma de cojín de tamaño variable dentro del micelio y sobre la superficie de éste.

Las colonias de las especies de *Epicoccum* con frecuencia son de color variable y pueden existir varias coloraciones en una colonia; los colores más frecuentes son el amarillo, el anaranjado y el rojo y, en ocasiones, el café y el verde. Cuando hay masas de esporas oscuras, pueden verse como arena negra salpicada sobre el micelio.

Las esporas individuales semejan pelotas de fútbol oscuras y rugosas, y pueden ser confundidas con las esporas de los carbones y tizones.

# *Gonatobotrys* Corda

*Gonatobotrys simplex* Corda

*Gonatobotrys zeae* Futrell y Bain (nomen nudum)

## Enfermedad

Pudrición de la semilla de maíz por *Gonatobotrys* (*G. zeae*). No hay enfermedad en el trigo.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** No hay pruebas definitivas de que *G. zeae* cause una enfermedad del maíz. Ninguna enfermedad en el trigo.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** *G. simplex* es un parásito de las especies de *Alternaria* y *Cladosporium*.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación (Véase el Anexo A)

## Identificación

106



Colonia en maíz con *F. oxysporum* (x8)

107



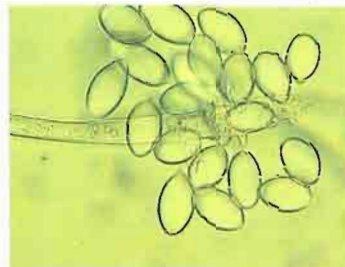
Colonia en trigo (x50)

108



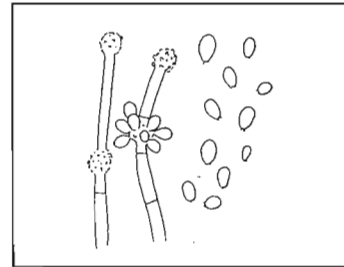
Conidióforo y conidios (x400)

109



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Co., USA.
- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.
- Futrell, C. y Bain, D.C. 1968. *Gonatobotrys zeae* sp. n., a new pathogen on corn. (Abstract). *Phytopathology* 58 (6): 728.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Whaley, J.W. y Barnett, H.L. 1963. Parasitism and nutrition of *Gonatobotrys simplex*. *Mycologia* 55 (2): 199-210.

La colonia en semilla es blanca y por lo general se encuentra en la superficie de otras especies de hongos, por ejemplo, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium*. El micelio se ve como una masa de cuerdas con 'ramilletes' de conidios.

Los conidióforos están erguidos, a veces altos y son septados, simples o en ocasiones ramificados, con células infladas, cubiertos con una serie de dientes romos que producen conidios, insertados a intervalos y en la parte terminal de las hifas.

Se producen conidios individuales en los dientes romos; son unicelulares, hialinos, ovalados o subsféricos y miden 10-22 x 6-12  $\mu\text{m}$ .

*Gonatobotrys* se distingue por los grupos de grandes conidios hialinos que surgen de "nudos" a todo lo largo de los conidióforos, con la apariencia de una "hilera de cuentas".

# Monilia Pers.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; saprófito común.

**Cuarentena:** Ninguna.

**Nota:** *Monilia sitophila*, el moho rojo del pan, tiene un ritmo de crecimiento muy rápido y puede ser un fastidioso contaminante en el laboratorio.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

110



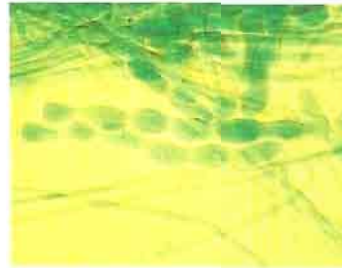
Colonia en maíz (x8)

111



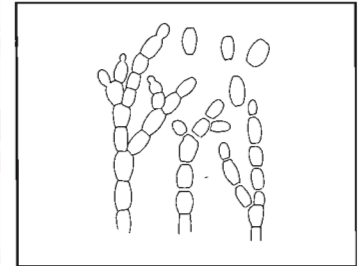
Colonia en maíz (x20)

112



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972.

*Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of*

*Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

von Arx, J.A. 1981. On *Monilia*

*sitophila* and some families of ascomycetes. *Sydowia* 34: 13-29.

La colonia en semilla es de color crema o durazno, con un micelio suelto de rápido crecimiento.

Los conidióforos están poco diferenciados de las hifas vegetativas blancas o grises; estén erguidos o laxos, son simples o irregularmente ramificados, hialinos, septados.

Se producen los conidios en sucesión apical formando cadenas ramificadas. Los conidios son hialinos o subhialinos, continuos, esféricos o en forma de huevo; la masa se ve rosada, gris o canela.

Las cadenas ramificadas de conidios hialinos con apariencia de cuentas son una característica distintiva. Las cadenas ramificadas se fragmentan con facilidad para formar conidios de forma y tamaño irregulares.

# *Myrothecium* Tode

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; saprófito común.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

113



Colonia en trigo (x8)

114



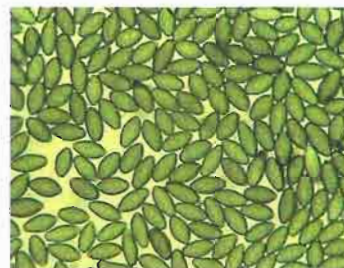
Colonia en trigo (x32)

115



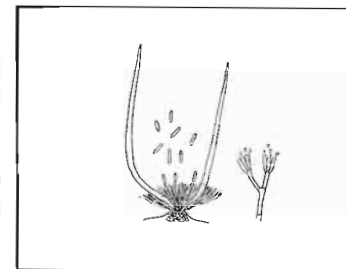
Conidióforos y conidios (x1000)

116



Conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

Preston, N.C. 1943. Observations on the genus *Myrothecium* Tode. I. The three classic species. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 26: 158-168.

Preston, N.C. 1948. Observations on the genus *Myrothecium* II. *Myrothecium gramineum* Lib. and two new species. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 31:271-276

Tulloch, M. 1972. The genus *Myrothecium* Tode ex Fr. *CMI Mycological Papers* 130: 1-42.

La colonia en semilla consiste de micelio blanco de rápido crecimiento que forma masas de esporas verdes oscuras en la superficie de la semilla y en el borde de la colonia sobre el papel secante.

Las masas de esporas formadas a partir conidióforos muy aglutinados, surgen de una masa de conidios viscosos verdes o negros, que se vuelve dura al secarse.

Los conidióforos son hialinos o de color verde oliváceo o ligeramente oscuros, ramificados irregular y repetidamente formando varias ramas en cada nudo; las ramas finales producen los conidios en verticilos.

Los conidios son unicelulares, achatados o lenticulares, hialinos o de color verde oliváceo diluido; forman una masa negra y viscosa.

Las masas de esporas de color verde oliváceo oscuro producen una masa de conidios viscosos unicelulares de color verde a negro, achatados o lenticulares.

# *Nigrospora* Zimm.

## Enfermedad

Pudrición de la mazorca y el tallo del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Se presenta con frecuencia pero causa pérdidas menores. La pudrición de la mazorca tiene más importancia que la del tallo.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** Saprófito en los desechos vegetales en zonas cálidas.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

117



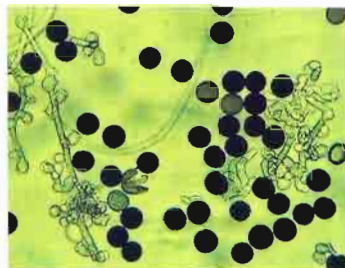
Colonia en trigo (x8)

118



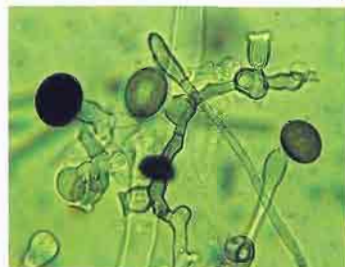
Colonia en trigo (x32)

119



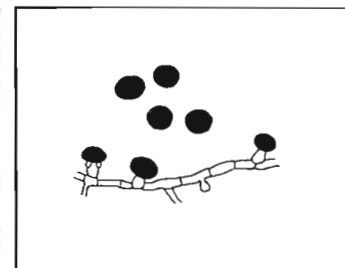
Conidióforos y conidios (x400)

120



Conidióforos y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.
- CMI. 1971. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 311, *Khuskia oryzae*. CAB, UK.
- Hudson, H.J. 1963. The perfect state of *Nigrospora oryzae*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46 (3): 355-360.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.
- Standen, J.H. 1945. *Nigrospora oryzae* (B. and Br.) Petch on Maize. *Phytopathology* 35: 552-564.

La colonia en semilla inicialmente es blanca y los brillantes conidios negros se destacan por contraste, dando a las colonias una apariencia llamativa bajo el microscopio binocular de disección. En los cultivos más viejos, las hifas se oscurecen y, con la abundante producción de conidios, las colonias se ven negras.

**Nota:** Las semillas infectadas tienen estrías blancas con masas negras de esporas cerca de las puntas.

Los conidióforos son cortos, inflados y de color café pálido, salen de la hifa en ángulo recto; producen conidios de manera individual en la parte terminal.

Los conidios son de color café ahumado o negro azabache, esféricos o en forma de huevos; miden 10-16 x 10-13  $\mu\text{m}$  y comúnmente tienen un diámetro de 12-14  $\mu\text{m}$ .

Los peritecios, formados en grupos de 1-7 en series o en hileras irregulares, de hasta 2 mm de largo, son esféricos u ovalados, con un diámetro de hasta 250  $\mu\text{m}$  y ostiolo protuberantes.

Las ascas tienen pedicelos cortos y forma de garrote; miden 55-75 x 8-12  $\mu\text{m}$  y tienen 8 ascosporas.

Las ascosporas son hialinas, granulares, curvas; miden 16-21 x 5-7  $\mu\text{m}$ , se ahúsan hacia la base y tienen extremos redondeados; son inicialmente unicelulares pero, después de salir del asca, pueden desarrollar una septa transversal única que divide en forma desigual la espóra en dos células.

Los conidios son muy oscuros, ligeramente más largos en el eje horizontal, producidos en conidióforos de color café pálido, muy cortos y con una protuberancia característica.

# *Papulaspora* Preuss

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna. Saprófito común e invasor secundario.

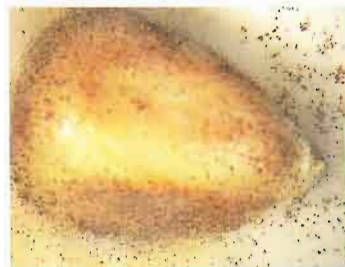
**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

121



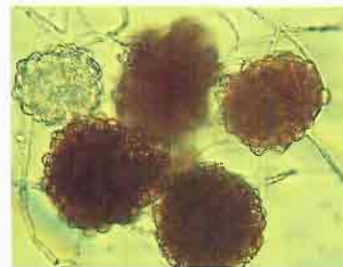
Colonia en maíz (x8)

122



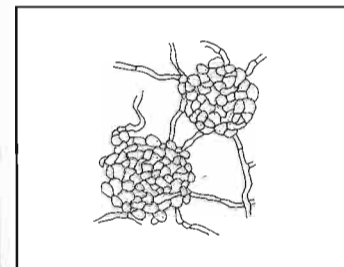
Colonia en maíz (x32)

123



Micro-esclerocios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en semilla inicialmente está constituida por un micelio aéreo blanco, fino, como telaraña y disperso; se vuelve de color café o rojo a causa de la formación de micro-esclerocios en el micelio.

Los micro-esclerocios son grupos compactos irregulares de pequeñas células, formados por el enroscamiento de las ramificaciones laterales cortas de las hifas, cuyas células proliferan y se agrandan. Los micro-esclerocios son de color anaranjado pálido, rojo o café, y sirven para reproducir al hongo. Algunos micro-esclerocios están constituidos por un núcleo de una o más células oscuras rodeadas por otras más claras, mientras que otros parecen tener un color uniforme. Son casi esféricos u ovalados y miden 20-130  $\mu\text{m}$  de diámetro según la especie.

No hay conidióforos ni conidios. En este género no se forman verdaderas esporas.

*Papulaspora* se distingue por los característicos 'micro-esclerocios' (grupos compactos irregulares de células pequeñas) producidos por las hifas vegetativas hialinas.

# *Penicillium* Link

## Enfermedad

Pudrición de la mazorca del maíz.  
Moho del trigo y el maíz en el almacenamiento.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** La pudrición de la mazorca del maíz causa pérdidas de poca importancia. No obstante, la pudrición del grano de maíz y de trigo en condiciones de humedad y temperatura elevadas puede ser importante. Se reduce la germinación y se produce tizón de las plántulas; estos problemas son particularmente importantes en la semilla de maíz dulce.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** Las micotoxinas del grano son de poca importancia.

## Identificación

124



Colonia en trigo (x8)

125



Colonia en maíz (x8)

126



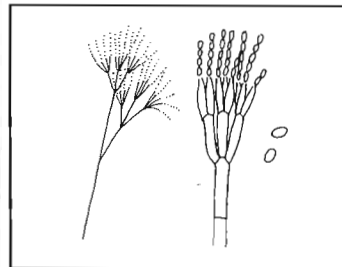
Conidióforos (x64)

127



Conidióforo y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

Caldwell, R.W., Tuite, J. y Carlton, W.W. 1981. Pathogenicity of *Penicillia* to Corn Ears. *Phytopathology* 71 (2): 175-180.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Las colonias en semilla tienen un ritmo de crecimiento entre lento y moderado. El micelio por lo general no es muy abundante, pero hay una generosa esporulación que da a la colonia una apariencia de cojín, comúnmente en un tono azul/verde.

**Nota:** Las semillas infectadas pueden presentar estrias blancas.

Los conidióforos generalmente son conspicuos, más o menos erguidos, hialinos, rugosos o lisos, septados, con una serie de ramificaciones que le dan la estructura característica de un cepillo, con típicas fiálidas hialinas en forma de frasco que producen largas cadenas secas de conidios. El «cepillo» puede estar constituido por un solo verticilo de fiálidas o una serie de ramificaciones en verticilo, cada una de las cuales termina en un verticilo de fiálidas.

Los conidios son unicelulares, esféricos u ovoides, lisos o rugosos y de color brillante, por lo general un tono de azul/verde.

En algunas especies se forman esclerocios.

Conidióforos largos que se ramifican en forma de escoba, con fiálidas en forma de frasco que producen largas cadenas de abundantes conidios. Los conidios son esféricos u ovalados y, bajo el microscopio, parecen cuentas de vidrio.

Las colonias de *Penicillium* pueden ser confundidas con las de las especies de *Aspergillus*. No obstante, las masas de esporas de *Penicillium* generalmente son azules/verdes y menos compactas. Los conidios de *Aspergillus* se producen en estructuras que parecen globos en lugar de escobas.

# *Rhizotrichum* Corda (*Oidium* Link)

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Ninguna. Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

128



Colonia en maíz (x8)

129



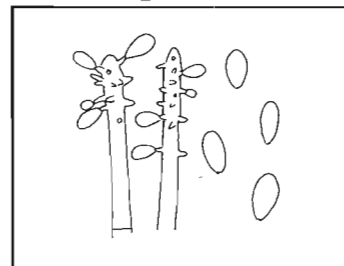
Colonia en maíz (x64)

130



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

La colonia en semilla crece con lentitud, con un micelio blanco algodonoso ralo o denso.

Los conidióforos son gruesos, más o menos erguidos, septados, simples o ramificados, con células esporíferas cilíndricas en los extremos de las ramas y el eje principal.

Las células productoras de esporas son cilíndricas, a veces agrandadas, con prominentes dientes romos.

Los conidios son unicelulares, esféricos u ovalados, lisos, hialinos o ligeramente coloreados y producidos individualmente con el punto de crecimiento en la punta.

Son típicos los conidios grandes, hialinos o subhialinos, esféricos u ovalados, producidos en pronunciados dientes romos en el ápice de los gruesos conidióforos.

# *Stachybotrys Corda*

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna. Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

131



Colonia en maíz y en papel secante (x8)

132



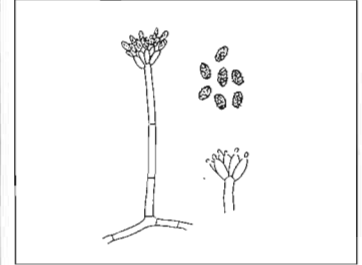
Colonia en papel secante (x64)

133



Conidióforos y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Bisby, G.R. 1943. *Stachybotrys*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 26: 133-143.

IMI. 1991. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 1060 . *Stachybotrys atra*. CABI, UK.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en semilla tiene poco micelio aéreo que al principio es blanco y luego se torna gris hasta volverse completamente negro con la producción de conidios.

A menudo se forman conidióforos y conidios en el papel secante alrededor de la semilla, que dan una apariencia de manchones brillantes de color negro o verde negruzco.

Los conidióforos surgen del micelio, sin células basales, y rara vez ramificados cerca de la base, erguidos, septados, de color oscuro, de hasta 100  $\mu\text{m}$  de alto y 3-5  $\mu\text{m}$  de ancho, con la porción superior a menudo rugosa y más oscura.

Las fiálidas son oscuras, en forma de garrote, aproximadamente del mismo tamaño que los conidios (10-13  $\mu\text{m}$  de largo y 4-6  $\mu\text{m}$  de ancho). Las fiálidas surgen de la punta de cada conidióforo en grupos de 3-7, y permanecen unidos a él cuando se retiran los conidios.

Los conidios se presentan en bolas compactas aglutinadas por mucilago. Son ovalados o cilíndricos con extremos redondeados, de color oscuro, con paredes lisas que se tornan delicadamente rugosas cuando los conidios envejecen; miden 8-11  $\mu\text{m}$  de largo y 5-10  $\mu\text{m}$  de ancho.

El grupo de varias fiálidas hinchadas en el ápice de un conidióforo simple es una característica de *Stachybotrys*.

En la mayoría de las especies comunes de *Stachybotrys*, los conidios oscuros se aglutinan para formar cabezas brillantes.

# *Stemphylium* Wallr.

Teleomorfo: *Pleospora* Rabenh. ex Ces. y de Not.

## Enfermedad

Moho negro (de hollín) del trigo.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

Producción: Efectos insignificantes.  
Saprófito común en materia vegetal muerta.

Cuarentena: Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

134



Colonia de *Stemphylium* en cebada (x64)

135



Colonia de *Pleospora* en cebada (x64)

136



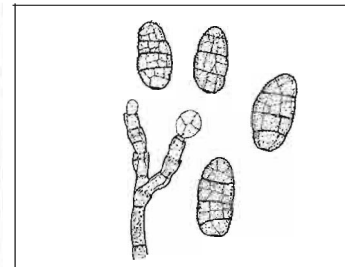
Conidios (x400)

137

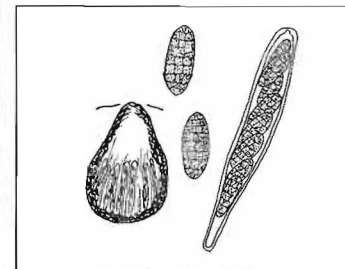


Ascostromas y aseas (x1000)

## Clave rápida



*Stemphylium*



*Pleospora*

## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. RE Kreiger Publishing CO., New York, USA.

CM!. 1967. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 150, *Pleospora herbarum*. CAB, UK.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceae Hyphomycetes*. CMI, UK.

Simmons, E.G. 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium*, and *Ulocladium*. *Mycologia* 59:67-92.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Zillinsky, E.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. Mexico, CIMMYT.

La colonia de *Stemphylium* en semilla es gris, café, café oliváceo o negro, en forma de cojín o algodonosa. Crece con bastante rapidez y está constituida por conidióforos y numerosos conidios de color café/negro.

La colonia de *Pleospora* en semilla tiene un micelio aéreo hialino o de color café, filamentosos y disperso, con la producción de ascostromas relativamente grandes y negros, esféricos o algo achatados.

Los conidióforos son de color café oscuro, simples o a veces ramificados, con un diámetro de 3 a 6 µm; se forman oscuras protuberancias terminales sucesivas a medida que se produce en sucesión cada conidio nuevo.

Los conidios son de color café oliváceo a oscuro, con tabiques horizontales, verticales y oblicuos; tienen forma rectangular u ovalada, están redondeados en los extremos, son lisos o rugosos, a menudo estrechados en uno o más de las septas. Los conidios más viejos son casi negros, muy rugosos, y miden 15-20 x 18-35 µm,

Los ascostromas son esféricos o algo achatados, negros, con un diámetro de 100-500 µm

Las ascas son cilíndricas o en forma de garrote; miden 90-250 x 20-50 µm y tienen 8 ascosporas dispuestas en dos hileras.

Las ascosporas son de color café amarillento claro u oscuro, en forma de garrote, con 7 septas, miden 26-50 x 10-20 µm y tienen tabiques horizontales, verticales u oblicuos.

*Stemphylium* se caracteriza por los conidióforos con protuberancias terminales oscuras a intervalos a lo largo de las hilitas, que producen conidios pigmentados solitarios con tabiques horizontales, verticales y oblicuos.

Los conidios carecen del pico prominente que caracteriza a las especies *Alternaria*.

Las colonias de *Pleospora* son fácilmente identificables por los ascostromas que son grandes, negros, esféricos o algo achatados, con aseas en forma de garrote que contienen 8 ascosporas con 7 septas, con tabiques horizontales, verticales y oblicuos.

# *Torula* Pers.

## Enfermedad

Moho de hollín de la espiga del trigo.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia. Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

**Nota:** Más abundante durante los períodos de cosecha húmedos.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación (Véase el Anexo A)

## Identificación

138



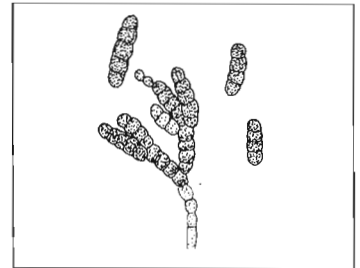
Colonia en maíz (x64)

139



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

- Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.
- Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. Mexico, CIMMYT.

En la semilla, el hongo produce pequeñas colonias compactas de color verde oliva, que pueden aglutinarse y que, cuando son más viejas, suelen tornarse de color café.

Hay pocos o ningún conidióforo, que no se distinguen con facilidad, con conidios que surgen más o menos directamente de las hifas vegetativas.

Los conidios se producen en largas cadenas que se rompen en fragmentos de una o más células cuando maduran.

Los conidios tienen forma de barril, con las células terminales redondeadas; miden unos 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, tienen una superficie lisa o delicadamente rugosa y son de color café oscuro a negro. A menudo se produce la ramificación de la cadena en una célula esférica, que es más oscura y más notablemente espinosa que las otras.

*Torula* se caracteriza por las cadenas simples o ramificadas de conidios oscuros, que se rompen con facilidad y que surgen más o menos directamente de las hifas vegetativas.

# Trichoderma Pers.

## Enfermedad

Putridión de la mazorca de maíz.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; a menudo es un invasor secundario después del daño foliar severo causado por otros hongos o por la infección de la mazorca por *Bipolaris maydis*.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

140



Colonia en trigo (x8)

141



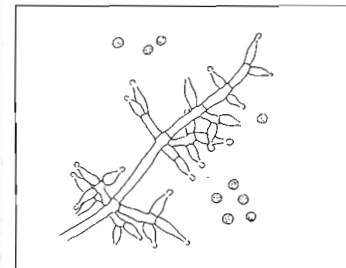
Colonia en maíz (x8)

142



Conidióforos y conidios (x1000)

## Clave rápida



## Referencias

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en semilla forma pequeños montículos blancos que se aglutinan y pronto se vuelven verdes con las masas de esporas.

**Nota:** Las mazorcas de maíz infectadas pueden presentar micelio lanudo de color verde en y entre las semillas.

Los conidióforos son hialinos, septados, erguidos o laxos, solitarios o frecuentemente ramificados en ángulos más o menos rectos con respecto al eje principal.

Las células fiálidas esporíferas, producidas individualmente, en pares o en grupos, son hialinas, ovaladas o en forma de frasco; miden 5-15 x 3-4  $\mu\text{m}$ . Las fiálidas surgen alternadamente o en pares y con frecuencia se producen en ángulo recto con respecto al conidióforo o la ramificación progenitores.

Los conidios son hialinos o verdes, lisos o rugosos, esféricos o en forma de huevo, con un diámetro de 3-4  $\mu\text{m}$ , no septados, reunidos en pequeñas bolas esféricas verdes constituidas por 10 a 20 conidios, cada una sobre las fiálidas.

Colonia muy característica en la semilla con grupos algodonosos o como penachos que crecen con rapidez, con cojines de conidios blancos, verdes amarillentos o verdes brillantes.

*Trichoderma* a menudo actúa como parásito y se desarrolla sobre los otros hongos presentes.

# *Trichothecium roseum* Link

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia.  
Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

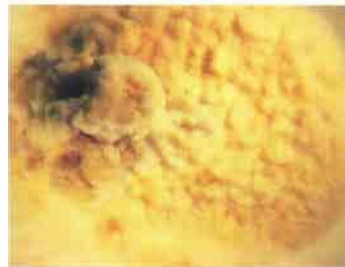
## Identificación

143



Colonia en trigo (x10)

144



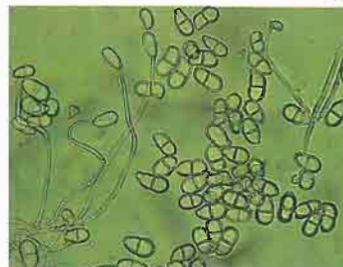
Colonia en maíz (x8)

145



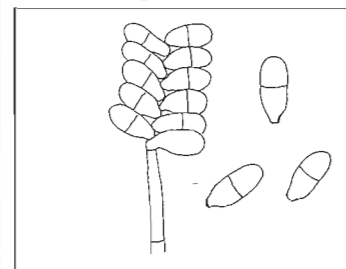
Conidióforos (x32)

146



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

Rifai, M.A. y Cooke, R.C. 1966. Studies on some didymosporous genera of nematode-trapping hyphomycetes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 49 (1): 147-168.

La colonia en la semilla por lo general parece una corteza de color rosado salmón con la producción de numerosos conidios. Las colonias pueden tener forma de cojín o ser pulverulentas.

Los conidióforos son erguidos o suberguidos, producidos individualmente o en grupos, simples o raramente ramificados, largos, delgados, hialinos, septados; los conidios se producen en cadenas frágiles y cortas.

Los conidios son grandes (12-18 x 8-10  $\mu\text{m}$ ), lisos, bicelulares (ligeramente estrechados en la septa), hialinos, más o menos en forma de huevo y con un punto de unión bien marcado y la célula superior algo más grande que la inferior.

Son características las cadenas cortas de conidios bicelulares en el ápice del conidióforo simple hialino.

La colonia en la semilla se asemeja superficialmente a las masas de esporas de *Fusarium* o *Gliocladium*.

# *Ulocladium* Preuss

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia.  
Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

147



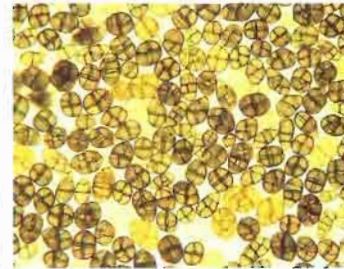
Colonia en trigo (x8)

148



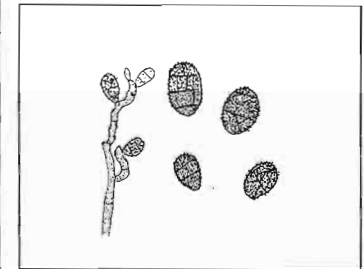
Colonia en maíz (x8)

149



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972.

*Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E.

Kreiger Publishing Co., New York, USA.

Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CMI, UK.

Simmons, E.G. 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium*, and *Ulocladium*. *Mycologia* 59:67-92.

La colonia en la semilla es de color café negruzco oscuro a negro, y tiene forma de cojín.

Los conidióforos surgen como ramificaciones rectas de micelios, de color café dorado pálido a mediano, en su mayoría simples, lisos, septados, de hasta 100  $\mu\text{m}$  de largo y 3-5  $\mu\text{m}$  de espesor.

Los conidios son de color café dorado, forma variable, algo rugosos, en su mayoría en forma de huevo, sin pico, con 1-3 septas horizontales y 1 o más tabiques verticales, por lo general sin estrechamiento en la septa principal, producidos individual o sucesivamente hacia el ápice, donde están los conidios más jóvenes; miden 13-30 x 6-19  $\mu\text{m}$ .

Las puntas de los conidióforos no están marcadamente hinchadas como en *Stemphylium*.

Los conidios tienen una característica forma de huevo con el extremo más estrecho unido al conidióforo, en contraste con las especies de *Alternaria*, en las que los conidios de forma similar están unidos al conidióforo en la ancha base.

Los conidios también carecen del pico prominente que caracteriza a las especies de *Alternaria*.

# *Verticillium* Nees

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido, pero se presenta predominantemente en regiones templadas.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia.  
Invasor secundario común.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

150



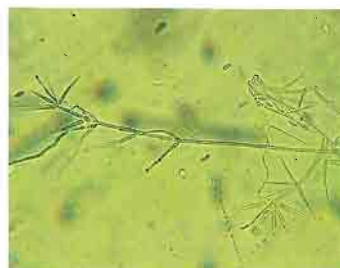
Colonia en trigo (x8)

151



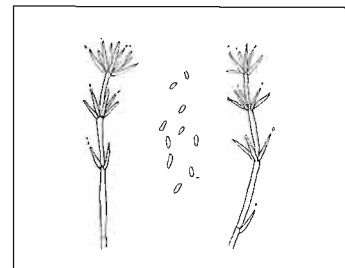
Colonia en trigo (x64)

152



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972.

*Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

CMI. 1970. Descriptions of

Pathogenic Fungi and Bacteria  
No. 255 . *Verticillium albo-atrum*.  
CAB, UK.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964.

Seed-borne fungi - description of  
77 fungus species. *Proc. Int. Seed  
Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en la semilla es blanca o grisácea, con micelio algodonoso en penachos.

Los conidióforos son abundantes, más o menos erguidos, hialinos, septados, de longitud variable y oscurecidos característicamente en la base cuando crecen sobre tejido vegetal. Las fiálidas que producen conidios están dispuestas en verticilos (2-4 fiálidas) en la punta y a intervalos a todo lo largo de las hifas, o individualmente o en grupos en los lados de las hifas; las fiálidas a veces tienen ramificaciones secundarias.

Las fiálidas son hialinas, de tamaño variable; la mayoría miden 20-30 x 1-3  $\mu\text{m}$  y se ahúsan hacia la punta, donde se forman los conidios en un glóbulo.

Los conidios surgen individualmente en los ápices de las fiálidas; son hialinos, cilíndricos con extremos redondeados, a veces ovalados, en su mayoría simples; en ocasiones tienen una septa; miden 3-11 x 2-4  $\mu\text{m}$ .

*Verticillium* se caracteriza por el fino micelio blanco y los distintivos conidióforos con verticilos de 2 a 4 fiálidas en la punta y a intervalos a todo lo largo, que producen conidios en glóbulos en sus puntas.

Las colonias pueden confundirse con las de *F. moniliforme* y las especies de *Acremonium* por su apariencia y la abundancia de pequeños conidios de forma cilíndrica. Sin embargo, pueden diferenciarse por las dimensiones de los conidios y los conidióforos, y por la manera en que las células productoras de conidios están dispuestas en los conidióforos.

# *Lasiodiplodia* Ellis y Everh.

*Botryodiplodia* Sacc.

## Enfermedad

Pudrición negra del grano de maíz.

## Distribución

En todo el mundo entre 40°N y 40°S del ecuador.

## Importancia

**Producción:** La enfermedad causa extensas pérdidas en la India. Las semillas severamente infectadas están podridas y no germinan.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación

(Véase el Anexo A)

## Identificación

153



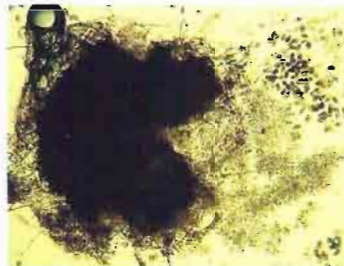
Colonia en maíz (x8)

154



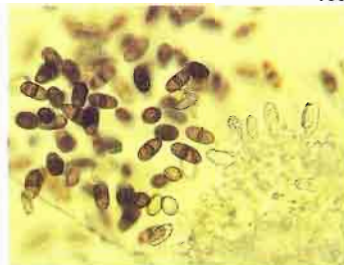
Colonia en maíz (x16)

155



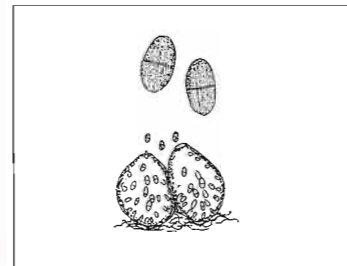
Picnidios, conidióforos y conidios (x100)

156



Conidióforos y conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1976. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 519. *Botryodiplodia theobromae*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Kumar, V. y Shetty, H.S. 1983. Seed-borne nature and transmission of *Botryodiplodia theobromae* in maize (*Zea mays*). *Seed Sci. and Technol.* 11: 781-789.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

Sutton, B.C. 1980. *The Coelomycetes - Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. CMI, UK.

La colonia en la semilla al principio es blanca y gradualmente se vuelve negra grisácea; es esponjosa con abundante micelio aéreo. Los picnidios negros se producen individualmente o con frecuencia en grupos, rodeados por un oscuro tapiz de micelio.

**Nota:** Las semillas infectadas son de color negro brillante o tienen estrías negras grisáceas (con/sin picnidios).

Los picnidios negros, con un ostiolo esporífero, son ovalados u oblongos, simples o compuestos, con un diámetro de hasta 5 mm.

Los conidióforos son hialinos, simples o septados, cortos, cilíndricos y rara vez ramificados.

Los conidios son ovalados, de color canela o café claro, con estrías longitudinales; tienen una septa y miden 10-15 x 20-30  $\mu\text{m}$ .

Las especies de *Lasiodiplodia* se caracterizan por los picnidios ovalados negros en grupos, con conidios exudados del ostiolo esporífero en una columna. La columna de conidios que tiene color amarillento está constituida principalmente por conidios unicelulares; pero, después de 3-4 días, se vuelve negra y está formada principalmente por esporas bicelulares.

# *Pestalotiopsis* Stey.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia.  
Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

157



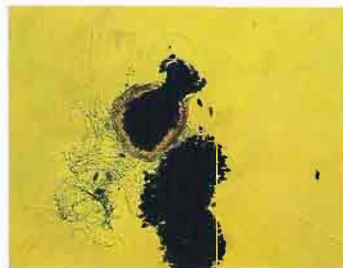
Colonia en trigo (x8)

158



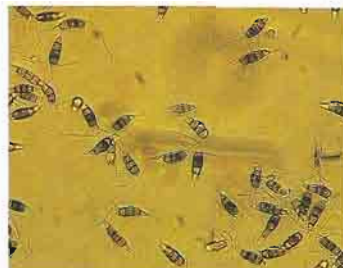
Colonia en maíz (x8)

159



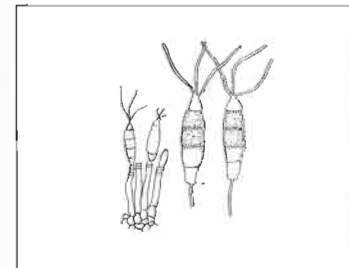
Acérvulos y conidios (x160)

160



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Referencias

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Co., USA.

Barron, G.L. 1972. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. R.E. Kreiger Publishing Co., New York, USA.

CMI. 1980. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 675, *Pestalotiopsis dictyaeta*. CAB, UK.

Sutton, B.C. 1980. *The Coelomycetes - Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. CMI, UK.

La colonia en la semilla es blanca con ocasionales zonas grises pálidas o amarillentas en el denso micelio aéreo.

Se producen acérvulos a partir de pequeños grupos de hifas, y forman conspicuas masas viscosas de esporas de color negro verdoso.

Los conidios emergen inicialmente en columnas negras, y más tarde se esparcen sobre la superficie de la colonia.

Los acérvulos son oscuros, en forma de disco o cojín, de hasta 300  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los conidióforos son hialinos, cilíndricos, cortos y ramificados.

Los conidios se estrechan hacia los extremos, son rectos o curvos, con 5 células, ligeramente estrechados en las septas, con células terminales puntiagudas hialinas (rara vez ligeramente coloreadas), con 2 o más apéndices apicales hialinos; las células intermedias son de color uniforme o variable, café pálido a casi negro; el apéndice basal es hialino, simple, rara vez ramificado.

*Pestalotiopsis* se caracteriza por los distintivos conidios oscuros, con células terminales hialinas y el ápice con 2 o más apéndices que parecen cerdas.

# Phoma Westend.

## Enfermedad

Enfermedad foliar poco importante del trigo. Pudrición del tallo del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Puede presentarse como patógeno después de periodos prolongados de clima húmedo. Se observa frecuentemente como invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación (Véase el Anexo A)

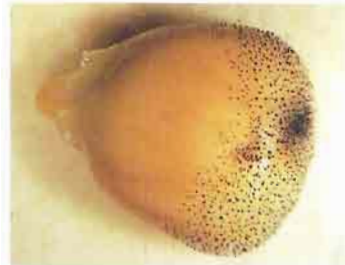
## Identificación

161



Colonia en trigo (x8)

162



Colonia en maíz (x8)

163



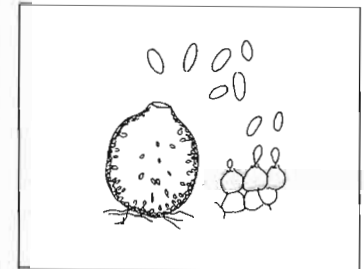
Picnidios en maíz (x64)

164



Picnidios y conidios (x160)

## Clave rápida



## Referencias

Boerema, G.H. 1976. The *Phoma* species studied in culture by Dr. R.W.G. Dennis. *Trans. Brit. Mycol Soc.* 67 (2): 289-319.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

Sutton, B.C. 1980. *The Coelomycetes - Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. CMI, UK.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. Mexico, CIMMYT.

La colonia en la semilla tiene escaso micelio blanco o gris, pero produce grandes cantidades de picnidios de color café oscuro o negro en la superficie de la semilla o en el papel secante.

Los picnidios son casi esféricos, de color café oscuro, con paredes delgadas, de tamaño muy variable (un diámetro de 100-300  $\mu\text{m}$ ) y con un conspicuo ostiolo protuberante.

Los conidios son unicelulares, oblongos u ovalados, hialinos; miden 5-8 x 2-4  $\mu\text{m}$ .

Los conidios son liberados de los picnidios en forma de un zarcillo curvo de color crema.

Los picnidios esféricos de color café oscuro liberan conidios unicelulares hialinos a través de un pronunciado ostiolo, en forma de un zarcillo curvo.

Los picnidios de las especies de *Phoma* a menudo se desarrollan en colonias compactas y producen abundantes esporas.

Los conidios unicelulares distinguen a las especies *Phoma* de los hongos con picnidios del complejo *Septoria*.

# *Septoria nodorum* (Berk.) Berk.

*Depazea nodorum* Berk.

*Hendersonia nodorum* (Berk.) Petrak

*Macrophoma hennebergii* (Kühn) Berl. y Vogl.

Teleomorfo: *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hedjaroude

*Leptosphaeria nodorum* E. Müller

## Enfermedad

Tizón de la gluma del trigo.

## Distribución

En todo el mundo, especialmente en climas templados.

## Importancia

**Producción:** La enfermedad puede causar considerables pérdidas cuando se desarrolla antes del espigamiento.

**Cuarentena:** En algunas regiones de Europa puede haber restricciones.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

165



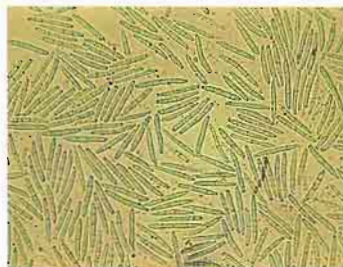
Colonia de *Septoria nodorum* en trigo (x8)

166



Ascocarpo de *Phaeosphaeria nodorum* en glumas de semilla de trigo (x32)

167



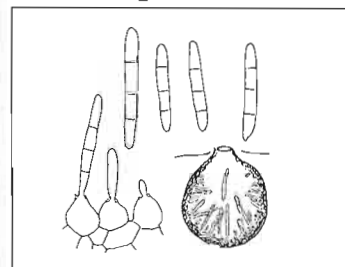
Conidios (x400)

168

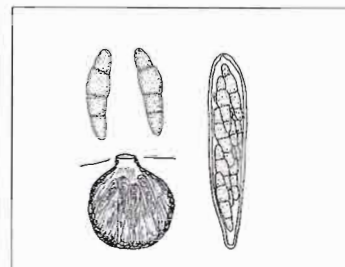


Ascocarpos y ascas (x160)

## Clave rápida



*Septoria nodorum*



*Phaeosphaeria nodorum*

## Referencias

Baker, C.J. 1970. Influence of environmental factors on development of symptoms on wheat seedlings grown from seed infected with *Leptosphaeria nodorum*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55 (3): 443-447.

CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 86. Leptosphaeria nodorum*. CAB, UK.

Richardson, M.J. y Noble, M. 1970. *Septoria species on cereals - a note to aid their identification. Plant Pathology* 19: 159-163.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. Mexico, CIMMYT.

La colonia en la semilla es blanca, gris olivácea o rosada, con apariencia de algodón denso. Los picnidios se encuentran bajo el micelio en la parte de abajo de la semilla, o en el tapiz de micelio sobre la superficie del papel.

En ocasiones, se encuentran ascocarpos esféricos de color café mediano a negro inmersos en las glumas de la semilla, visibles si la semilla no está limpia.

**Nota:** Las semillas de trigo infectadas se ven arrugadas.

Los picnidios son esféricos, de color café miel, pero se vuelven más oscuros; tienen 140-200  $\mu\text{m}$  de diámetro, paredes rugosas, con un ostiolo que sobresale ligeramente y mide hasta 25  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los conidios son hialinos, cilíndricos, delgados, filamentosos, lisos, rectos o a veces irregularmente curvos; en su mayoría tienen 3 septas y extremos redondeados; miden 22-30 x 2-3  $\mu\text{m}$ .

Los ascocarpos son esféricos, de color café mediano a negro, con un diámetro de 150-200  $\mu\text{m}$ ; el ostiolo ligeramente protuberante mide 15  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las ascas en forma de garrote son cilíndricas o curvas, con un pedicelo corto; tienen 8 esporas y miden 47-65 x 8-10  $\mu\text{m}$ .

Las ascosporas se ahúsan hacia los extremos, son subhialinas o de color café pálido, tienen 3 septas y se estrechan en las septas; la penúltima célula está hinchada; miden 19-23 x 4  $\mu\text{m}$ .

Son característicos de *Septoria nodorum* los picnidios esféricos con conidios hialinos, rectos o ligeramente curvos, que tienen extremos redondeados y 3 septas conspicuas.

Los conidios son más cortos, más gruesos y más rectos que los de las otras especies de *Septoria*, y tienen de 1 a 3 septas bien definidas cuando están maduros.

Los picnidios son menos conspicuos que los de *S. tritici*.

Cuando se humedecen los picnidios, del ostiolo de éstos se liberan conidios en gotitas o columnas gelatinosas blancas o rosadas.

Los ascocarpos de *Phaeosphaeria nodorum* son esféricos, de color café mediano a negro, con ascas en forma de garrote que tienen 8 ascosporas fusiformes y 3 ascosporas septadas.

# *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton

*Diplodia macrospora* Earle

*Macrodiplodia macrospora* (Earle) Hohnel

*Macrodiplodia zae* (Schw.) Petrak y Sydow var. *macrospora* (Earle) Petrak

*Stenocarpella zae* Sydow

## Enfermedad

Putrificación seca, pudrición de la mazorca por *Diplodia* y pudrición del tallo del maíz por *Diplodia*. Rayado foliar del maíz por *Diplodia*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Enfermedad poco importante en el sureste de EUA, pero provoca pérdidas mayores en América Central. Puede tener mayor incidencia en condiciones de labranza mínima.

**Cuarentena:** Restricciones impuestas por EPPO (Europa) a la lista A2 (presente en parte de la región, de importancia cuarentenaria en otros lados) y por NEPPO (cercaño Oriente) a la lista A1 (ausencia en la región).

**Nota:** Puede producir la micotoxina (-diplodiol) en el grano, pero tiene poca importancia.

## Identificación

169



Colonia en maíz (x8)

170



Colonia en maíz (x64)

171



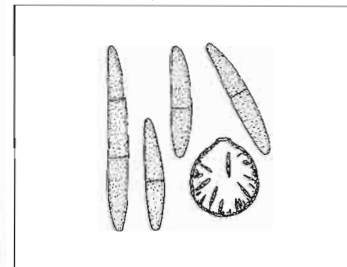
Picnidios y conidios (x160)

172



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 83. Diplodia macrospora*. CAB, UK.

Latterell, F.M. y Rossi, A.E. 1983. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. *Plant Disease* 67 (7): 725-729.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en la semilla es gris con un tinte blanuzco y su crecimiento es lento. Hay picnidios de color café oscuro a negro entremezclados en el micelio e inmersos en la superficie de la semilla.

**Nota:** Las semillas infectadas de maíz son de color gris, con picnidios en los costados y en la punta.

Los picnidios son de color café oscuro a negro, esféricos o casi esféricos, con un diámetro de 200-300  $\mu\text{m}$ , una pared multicelular, más oscuros cerca del ostiolo circular que se extiende hacia afuera y mide 30-40  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los conidios son de color café pálido, con paredes lisas, rectos o curvos, con 0-3 septas; miden 44-82 x 7-12  $\mu\text{m}$ .

Las especies de *Stenocarpella* se distinguen por los conidios bicelulares de color café pálido, rectos o ligeramente curvos.

*S. macrospora* se distingue fácilmente de *S. maydis*, que también se presenta en el maíz, por los conidios más grandes, con 0-3 septas.

*S. macrospora* parece estar más ampliamente difundido que *S. maydis* en climas húmedos y cálidos.

# *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton

*Diplodia maydis* (Berk.) Sacc.

*Sphaeria zeae* Schw.

*Hendersonia zeae* (Schw.) Haszl.

*Phaeostagonosporopsis zeae* (Schw.) Woronichin

*Sphaeria maydis* Berk.

*Diplodia zeae* (Schw.) Lév.

*Macrodiplodia zeae* (Schw.) Petrak y Sydow.

*Diplodia zeae-maydis* Mechtij.

## Enfermedad

Pudrición del tallo por *Diplodia*, pudrición blanca de la mazorca, pudrición seca, tizón de la plántula por *Diplodia*, diplodiosis del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Pérdidas menores en EUA. Actualmente es una enfermedad grave en Sudáfrica. El clima húmedo al final del ciclo de cultivo favorece la enfermedad.

**Cuarentena:** Restricciones en Israel y Egipto, restricciones impuestas por EPPO (Europa) a la lista A2 (presente en parte de la región; con importancia cuarentenaria en otros lados) y por EPPO (cercano Oriente) a la lista A1 (ausencia en la región).

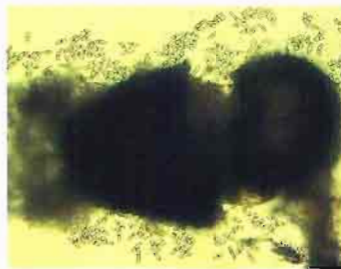
## Identificación

173



Colonia en maíz (x8)

174



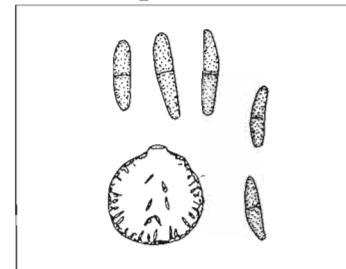
Picnidios y conidios (x160)

175



Conidios (x400)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1966. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 84 Diplodia maydis*. CAB, UK.

Latterell, F.M. y Rossi, A.E. 1983. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. *Plant Disease* 67: 725-729.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

La colonia en la semilla es gris con un tinte blanco y su crecimiento es lento. Hay picnidios negros entremezclados en el micelio e inmersos en la superficie de la semilla.

Los picnidios son esféricos o en forma de frasco, de color café oscuro a negro, con un diámetro de 150-300  $\mu\text{m}$ , pared multicelular, más oscuros alrededor del ostiolo circular que se extiende hacia afuera y mide 40  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Los conidios son de color café oliváceo, rectos o ligeramente curvos, bicelulares; miden 5-8 x 15-34  $\mu\text{m}$ .

Las especies de *Stenocarpella* se distinguen por conidios bicelulares de color café pálido, rectos o ligeramente curvos.

*S. maydis* se distingue de *S. macrospora*, que también afecta al maíz, únicamente por los conidios más pequeños.

*S. maydis* está menos difundido que *S. macrospora* en climas húmedos y cálidos.

# Chaetomium Kunze

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Ninguna importancia.  
Saprófito común e invasor secundario.

**Cuarentena:** Ninguna.

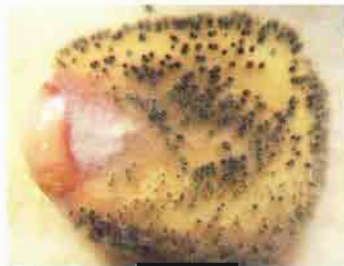
**Nota:** A veces las semillas con poca capacidad de germinación están muy contaminadas con *Chaetomium*.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

176



Colonia en maíz (x8)



Peritecios (x160)

177



Peritecios en maíz (x64)

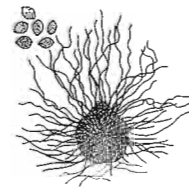
178

179



Ascosporas (x400)

## Clave rápida



## Referencias

- Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.
- Skolko, A.J. y Groves, J.W. 1953. Notes on seed-borne fungi VII. *Chaetomium. Can. J. Bot.* 31: 779-809.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.
- von Arx, J.A., Dreyfuss, M. y Muller, E. 1984. A reevaluation of *Chaetomium* and the *Chaetomiaceae*. *Persoonia* 12 (2): 169-179.

La colonia en la semilla es blanca y la densidad del micelio varía de escasa a muy densa.

Se encuentran peritecios en la superficie de la semilla, bajo el micelio aéreo blanco.

Los peritecios son esféricos o alargados, con un ostiolo y una pared celular membranosa oscura cubierta por conspicuos vellos de diversos tipos.

Las ascas son hialinas, generalmente en forma de garrote pero en algunos casos cilíndricas; contienen ocho ascosporas.

Las ascosporas son unicelulares y generalmente en forma de limón; son expulsadas a través del ostiolo como una masa entre los vellos o como una columna, según las condiciones.

Las colonias de las especies de *Chaetomium* se pueden reconocer fácilmente por la presencia de peritecios con muchos vellos oscuros y tiesos.

# Claviceps

*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.

*Claviceps gigantea* Fuentes et al.

## Enfermedad

Cornezuelo del trigo (*C. purpurea*) y del maíz (*C. gigantea*).

## Distribución

*C. purpurea*: En todo el mundo, pero principalmente en climas templados y frescos.

*C. gigantea*: En México, en los valles altos con mucha humedad de la Meseta Central.

## Importancia

**Producción:** Las pérdidas de rendimiento son menos graves que las pérdidas provocadas por la menor calidad del grano. El cornezuelo del maíz es muy raro.

**Cuarentena:** Restricciones en la mayoría de los países para *C. purpurea*.

## Identificación

180



Espiga de trigo infectada con *C. purpurea*

181



Semillas de maíz infectadas con *C. gigantea*

182



Estromas desarrollándose de esclerocios de *C. purpurea*

183



Estromas desarrollándose de esclerocios de *C. gigantea*

## Clave rápida



**Nota:** Los esclerocios de *Claviceps purpurea* contienen sustancias químicas alcaloides que son tóxicas para los seres humanos y los animales.

## Técnica de detección

Examen visual.

## Referencias

Fuentes, S.F., de Lourdes de la Isla, M., Ullstrup, A.J. y Rodríguez, A.E. 1964. *Claviceps gigantea*, a new pathogen of maize in Mexico. *Phytopathology* 54 (4): 379-381.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Ullstrup, A.J. 1973. Maize ergot: a disease with a restricted ecological niche. *PANS* 19 (3): 389-391.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Los esclerocios de *C. purpurea* tienen forma de cuerno (cornezuelos), son de color negro purpúreo y tienen un contenido gris blancuzco que sustituye a uno o más granos de la espiga y miden de 2 a 20 mm. Sobresalen de las glumas a medida que maduran las espiguillas y son hasta cuatro veces más grandes que los granos normales.

Los esclerocios de *C. gigantea* son inicialmente blancos o de color crema, blandos, pegajosos y huecos. Más tarde se vuelven duros y córneos, de color blanco a café, y a menudo semejan un diente de caballo.

**Nota:** Los granos de maíz cercanos a los sustituidos por los esclerocios de *G. gigantea* tienen una apariencia arrugada y son de color café oscuro.

### *C. purpurea*

Los esclerocios germinan para formar 1 o más estromas peciolados blancos que se oscurecen con la edad, llegan a los 5-20 mm de longitud, con peritecios en forma de frasco incrustados en el ápice semejante a una perilla.

Los peritecios miden 150 x 200  $\mu\text{m}$ , sobresalen ligeramente del estroma y contienen numerosas ascas hialinas en forma de garrote. Las ascosporas son filiformes y tienen 3-7 septas; hay 8 por asca y miden aproximadamente 0.6 x 60  $\mu\text{m}$ .

Los conidios del estadio de ligamaza miden 2-3 x 4-6  $\mu\text{m}$  y son unicelulares, hialinos, ovalados y curvos.

### *C. gigantea*

Los peritecios están dispuestos en cabezas estromáticas. Las ascosporas son hialinas, no septadas, y miden 176-186 x 1-2  $\mu\text{m}$ .

Los macroconidios son ovalados y miden 8-27 x 4-6  $\mu\text{m}$ . Los microconidios también son ovalados y miden 4-7 x 2-4  $\mu\text{m}$ .

*Claviceps* puede ser fácilmente identificado mediante el examen visual. Las semillas son sustituidas por esclerocios que tienen hasta cuatro veces la longitud de los granos normales y que son de color negro azulado o blanco a crema en los cornezuelos del trigo y del maíz, respectivamente.

# Melanospora Corda

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

Muy difundido.

## Importancia

**Producción:** Efectos insignificantes; saprófito común.

**Cuarentena:** Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Identificación

184



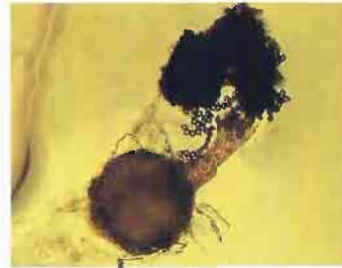
Colonia en maíz con *Fusarium graminearum* (x8)

185



Peritecios en maíz (x64)

186



Peritecios y ascosporas (x160)

## Clave rápida



## Referencias

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964.  
Seed-borne fungi - description of  
77 fungus species. *Proc. Int. Seed  
Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en la semilla está  
constituida por micelio aéreo blanco  
con peritecios de color dorado a café  
incrustados en la superficie de la  
semilla y en el papel secante.

Los peritecios son de color amarillo  
dorado a café, esféricos y con largos  
cuellos; la pared del peritecio es  
celular y está cubierta con finas hifas  
algodonosas. Los cuellos miden  
45-55  $\mu\text{m}$  de ancho en la base, se  
ahúsan ligeramente y terminan en un  
cepillo de protuberancias romas, que  
abarca aproximadamente la mitad de  
la longitud total del cuello. Los  
peritecios miden 125-230  $\mu\text{m}$  de  
diámetro; la longitud total, incluyendo  
el cuello y las proyecciones, es de  
358-525  $\mu\text{m}$ .

Las ascas tienen forma de garrote,  
miden 65 x 35  $\mu\text{m}$  y contienen 8  
esporas dispuestas en forma  
irregular. Las ascas se desintegran  
rápidamente y sólo se las ve en los  
peritecios jóvenes.

Las ascosporas tienen forma de limón;  
miden 15-22 x 11-15  $\mu\text{m}$  y son de  
color café oscuro a casi negro. Las  
ascosporas libres son expulsadas por  
el cuello del peritecio y aparecen  
como una masa entre las  
protuberancias, o como una columna.

Los peritecios de color amarillo  
dorado, con largos cuellos que  
terminan en un cepillo de vellos  
romos, son característicos; liberan  
columnas o masas de ascosporas en  
forma de limón, de color café oscuro  
a negro.

# *Sordaria* Ces. y de Not.

## Enfermedad

Ninguna.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

Producción: Ninguna importancia.

Cuarentena: Ninguna.

## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación

(Véase el Anexo A)

## Identificación

187



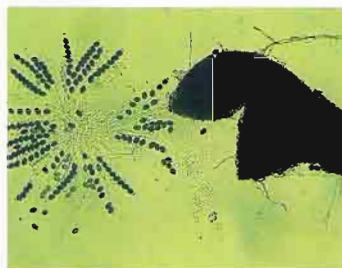
Colonia en trigo (x8)

188



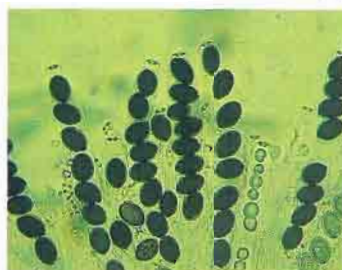
Ascocarpos en trigo (x32)

189



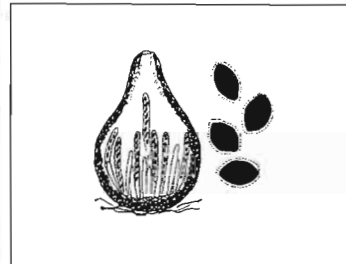
Peritecios, ascas y ascosporas (x100)

190



Ascas y ascosporas (x100)

## Clave rápida



## Referencias

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964.  
Seed-borne fungi - description of  
77 fungus species. *Proc. Int.  
Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-  
384.

La colonia en la semilla tiene un micelio blanco/grís de crecimiento lento; se producen grandes ascocarpos esféricos negros que exudan ascosporas negras brillantes.

Los peritecios son grandes, negros, esféricos; miden 250  $\mu\text{m}$  de ancho y tienen un cuello cilíndrico (de 100  $\mu\text{m}$  de largo y 100  $\mu\text{m}$  de ancho) y unos cuantos vellos hialinos.

Las ascas son cilíndricas, con un pedicelo corto y un poro en el ápice. Miden 160-190 x 16-18  $\mu\text{m}$ ; y tienen 8 ascosporas.

Las ascosporas son de color negro brillante, en forma de limón, ahúsadas en un extremo, y miden 15-22 x 11-12  $\mu\text{m}$ .

Asocarpos esféricos grandes con brillantes ascosporas negras en forma de limón.

# *Sporisorium reilianum* (Kühn) Langdon Fullerton

*Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint.

*Ustilago reiliana* Kühn

*Sorosporium reilianum* (Kühn) McAlp.

## Enfermedad

Carbón de la mazorca del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Las pérdidas en general son poco importantes, pero se han informado reducciones del rendimiento del 30 al 50%.

**Cuarentena:** Restricciones en Chile y Egipto.

## Técnica de detección

Lavado de la semilla y filtración del agua del lavado  
(Véase el Anexo A)

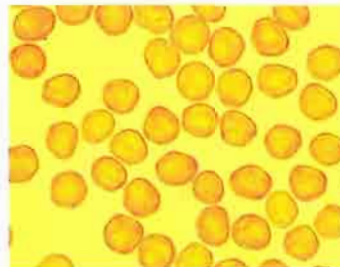
## Identificación

191



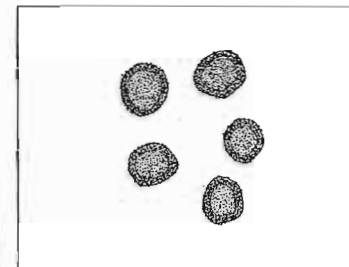
Mazorca de maíz infectada (x4)

192



Teliosporas (X400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1965. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 73. *Sphacelotheca reiliana*. CAB, UK.

CMI. 1965. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 74. *Sphacelotheca sorghi*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

Los soros que destruyen las inflorescencias, al principio están cubiertos cada uno por una capa externa de tejido fungoso que pronto se desintegra y se convierte en 'células estériles' esféricas o subesféricas, hialinas o amarillentas pálidas, de 5-15  $\mu\text{m}$  de diámetro.

La masa de esporas es pulverulenta, de color café oscuro, y se dispersa con rapidez para mostrar una masa enmarañada de vasos capilares del hospedero o, rara vez, una sola columela central.

Las teliosporas son esféricas o subesféricas, o algo anguladas, de color café amarillento pálido a rojizo oscuro o negro, muy espinosas, con un diámetro de 9-14  $\mu\text{m}$ .

Las teliosporas germinan para formar basidios y esporidios laterales que son pequeños, hialinos, unicelulares, y miden 7-15  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las teliosporas de *S. reiliana* se pueden distinguir de las teliosporas de *S. cruenta* y *S. sorghi* por sus conspicuas paredes espinosas y su diámetro más grande.

## *Tilletia caries* (DC.) Tulasne

*Uredo caries* de Candolle  
*Tilletia tritici* (Bjerk.) Wolf

### Enfermedad

Carbón común o carbón apestoso del trigo.

### Distribución

En todo el mundo. Aparece en la mayoría de los países donde se siembra trigo.

### Importancia

**Producción:** Reducción de los rendimientos y la calidad del grano. Menos frecuente y por lo general menos perjudicial en el trigo de primavera que en el de invierno.

**Cuarentena:** Restricciones en Burundi y Egipto. Restricciones impuestas por IAPSC (Africa) a la lista A2 (presente en parte de la región, con importancia cuarentenaria en otros lados) y por NEPPO (cercano Oriente) a la lista A1 (ausencia en la región).

## *Tilletia laevis* (Kühn)

*Erysibe foetida* Wallr.  
*Ustilago foetens* Berk. y Curt.  
*Tilletia foetens* (Berk. y Curt.) Schröter  
*Tilletia foetens* (Berk. y Curt.) Trel.  
*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro

### Identificación

193



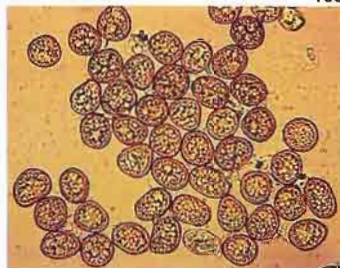
Semillas de trigo infectadas con *T. caries* y *T. laevis* (x4)

194



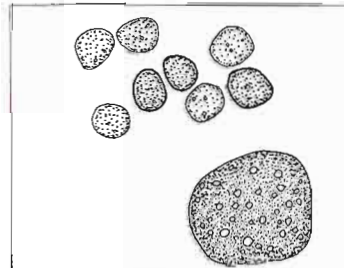
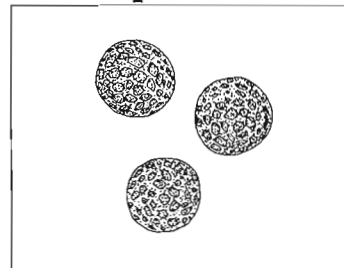
Teliosporas de *T. caries* (x400)

195



Teliosporas de *T. laevis* (x400)

### Clave rápida



## Técnica de detección

Lavado de la semilla y filtración del agua del lavado  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1981. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 719 . *Tilletia caries*. CAB, UK.

CMI. 1981. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 720 . *Tilletia foetida*. CAB, UK.

Duran, R. y Fischer, G.W. 1961. *The Genus Tilletia*. Washington State University, USA.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. CIMMYT, Mexico.

Los soros en los ovarios llenan el grano con teliosporas, en parte ocultas por las glumas; tienen 4-8 mm de largo y un diámetro similar al del grano no infectado.

La masa de esporas es pulverulenta, de color café rojizo a negruzco, compuesta de teliosporas y células estériles.

Las bolas de carbón emiten un fuerte olor a pescado cuando se las aplasta y tienen una apariencia oscura.

**Nota:** *T. caries* y *T. foetida* son muy similares en cuanto a las características morfológicas, el ciclo biológico, el desarrollo de la enfermedad y la existencia de razas fisiológicas.

Las teliosporas de *T. caries* no tienen vaina, son esféricas, subesféricas u ovaladas, de color café claro a café rojizo; miden 14-23  $\mu\text{m}$  de diámetro y tienen paredes con una fina red de formas poligonales.

Las teliosporas de *T. laevis* no tienen vaina, son esféricas, subesféricas u ovaladas, de color café oliváceo; miden 13-25  $\mu\text{m}$  de diámetro, tienen paredes lisas o con hoyos poco profundos y a menudo tienen adherido un corto fragmento de micelio.

Las células estériles, entremezcladas con las teliosporas, son esféricas, hialinas, de paredes delgadas, lisas; miden 10-20  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las teliosporas de *T. caries* y *T. laevis* difieren ligeramente en su forma y en la textura de sus paredes. *Tilletia caries* produce bolas de carbón esféricas o en forma de grano, con paredes que semejan redes. *T. laevis* produce bolas de carbón esféricas, oblongas o irregulares, con paredes lisas.

*T. laevis* se distingue fácilmente de otros hongos o carbones cubiertos en el trigo por sus teliosporas de paredes conspicuamente lisas.

Las teliosporas de *T. caries* son similares a las de *T. controversa* pero presentan una red más fina de formas poligonales y no están rodeadas por una vaina. Las teliosporas de *T. caries* se distinguen fácilmente de las teliosporas mucho más grandes, oscuras y rugosas de *T. indica*.

# *Tilletia controversa* Kühn

*Tilletia brevifaciens* Fischer

## Enfermedad

Carbón causante del enanismo en trigo de invierno.

## Distribución

Europa (excepto España y el Reino Unido); norte de África, oeste de Asia, América del Norte, Argentina y Uruguay.

## Importancia

**Producción:** La pérdida de rendimiento es menos importante que la menor calidad del grano para los mercados de exportación. El patógeno se presenta en lugares donde el trigo de invierno está bajo una cubierta de nieve sobre el suelo no congelado, durante un período prolongado.

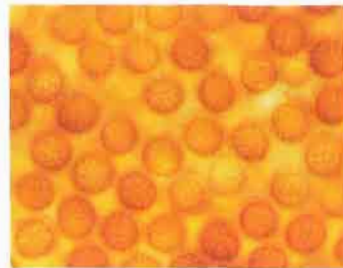
## Identificación

196



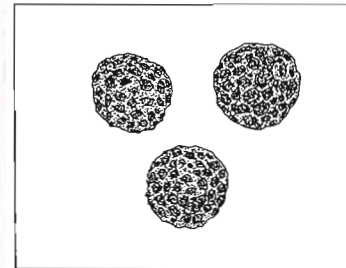
Semillas de trigo infectadas (x4)

197



Teliosporas (x400)

## Clave rápida



**Cuarentena:** Restricciones en China, Turquía y México; por NEPPPO (cercano Oriente) a la lista A1 (ausencia en la región), y por EPPPO (Europa) y IAPSC (Africa) a la lista A2 (presente en parte de la región, de importancia cuarentenaria en otros lados).

## Técnica de detección

Lavado de la semilla y filtración del agua del lavado  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1981. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 746 . *Tilletia controversa*. CAB, UK.

Duran, R. y Fischer, G.W. 1961. *The Genus Tilletia*. Washington State University, USA.

Trione, E.J. 1982. Dwarf bunt of wheat and its importance in international wheat trade. *Plant Disease* 66 (11): 1083-1088.

Wiese, M.V. 1977. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press, USA.

Los soros en los ovarios llenan el grano de esporas que, en la mayoría de los hospederos, son sólo un poco más grandes que el grano no infectado y, por lo tanto, están parcialmente ocultas por las glumas.

La masa de esporas es pulverulenta, de color café rojizo pálido u oscuro a negruzco, compuesta de esporas entremezcladas con células estériles.

Las teliosporas son esféricas o subesféricas, de color café amarillento a rojizo, con un diámetro de 16-25  $\mu\text{m}$ ; tienen paredes con una red muy esculpida de formas poligonales, que miden 1-3  $\mu\text{m}$  de alto y 3-5  $\mu\text{m}$  de ancho; hay vaina, por lo general no conspicua, que se extiende poco más allá de las esculturas de la pared o, rara vez, de hasta 5  $\mu\text{m}$  de espesor.

Las células estériles son esféricas, hialinas, con paredes delgadas, lisas, y con un diámetro de 10-18  $\mu\text{m}$ ; en ocasiones están encerradas en una vaina.

Las teliosporas de *T. controversa* se asemejan a las de *T. caries*, pero están más profundamente esculpidas y pueden estar rodeadas por una frágil vaina.

Las teliosporas también se distinguen con facilidad de las de *T. indica*, mucho más grandes, oscuras y rugosas.

# *Tilletia indica* Mitra

*Neovossia indica* (Mitra) Mundkur

## Enfermedad

Carbón parcial del trigo.

## Distribución

India, Pakistán, Nepal, Afganistán, Iraq y México.

## Importancia

**Producción:** Los rendimientos en la India y México en general no han sido muy afectados; no obstante, en ocasiones las elevadas incidencias de granos infectados han provocado grandes reducciones de la calidad.

**Cuarentena:** Muchos países han aplicado estrictos reglamentos cuarentenarios. Restricciones en Chipre, China, Canadá, México, EUA; y por EPPO (Europa); COSAVE (América del Sur); IAPSC (Africa), y NEPPO (cercano Oriente) a la lista A1 (ausencia en la región).

## Identificación

198



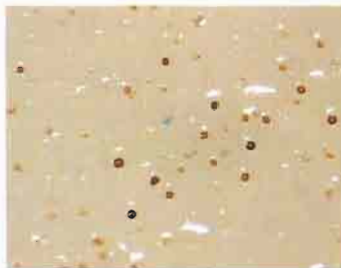
Semillas infectadas (x4)

199



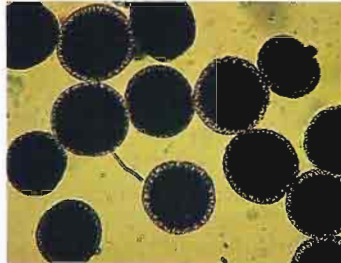
Semillas infectadas remojadas en NaOH al 0.2% (x8)

200



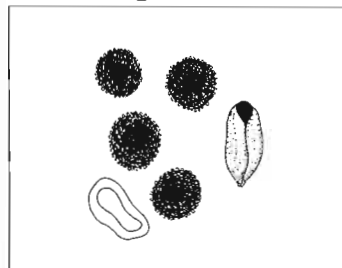
Teliosporas sobre filtro bajo un microscopio de disección (x64)

201



Teliosporas (x400)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Lavado de la semilla y filtración del agua de lavado  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

Warham, E.J. 1986. Karnal bunt disease of wheat: A literature review. *Tropical Pest Management* 32 (3): 229-242.

CMI. 1983. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 748, *Tilletia indica*. CAB, UK.

Agarwal, V.K. y Verma, H.S. 1982. A simple technique for the detection of Karnal bunt infection in wheat seed samples. *Seed Res.* 11: 100.

La infección siempre comienza en el extremo embrionario de la semilla y avanza a lo largo de la hendidura de ésta.

La enfermedad se limita al endospermo, que con el tiempo se convierte en una masa de teliosporas negras. No obstante, partes considerables del pericarpio, y por lo general también del endospermo, comúnmente quedan intactas (de aquí el nombre de 'carbón parcial'). Las infecciones que se producen en un estadio tardío del desarrollo de la semilla nunca avanzan mucho más allá del sitio inicial de infección y son difíciles de observar a simple vista en muestras de semilla seca.

Sin embargo, al remojar esas semillas en una solución acuosa de NaOH al 0.2% durante 24 horas, se produce una leve decoloración del endospermo que, por contraste, hace que se destaquen los puntos de infección ennegrecidos.

Las teliosporas maduras de *T. indica* son comparativamente grandes, más o menos esféricas y muy oscuras (las inmaduras tienen un color más claro). El diámetro medio de las esporas maduras, incluyendo la vaina, es generalmente de 33-40  $\mu\text{m}$ .

Las esporas humedecidas se pueden ver con facilidad bajo un microscopio de disección; no obstante, es necesario el examen con un microscopio compuesto para confirmar la identificación.

Presencia de granos parcialmente infectados con masas de esporas oscuras. La infección *siempre* comienza cerca del embrión y avanza a lo largo de la hendidura dentro del endospermo.

Presencia de grandes esporas oscuras con vainas. La vaina, que generalmente está presente pero puede no ser muy visible en agua sola, ayuda a distinguir las esporas de *T. indica* de las de otras especies de hongos (por ejemplo, *Epicoccum*) y de partículas inorgánicas esféricas. Las muestras se pueden humedecer con una solución acuosa de KOH al 1-3% para estimular la expansión de la vaina.

# *Ustilago maydis* (DC.) Corda

*Uredo maydis* DC.

*Uredo zae* Schw.

*Ustilago zae-mays* Magnus

*Ustilago zae* (Schw.) Unger

## Enfermedad

Carbón común del maíz.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Este hongo puede causar grandes pérdidas en variedades susceptibles. El maíz dulce es más susceptible que el maíz común. Las condiciones secas y las temperaturas de 26-34 °C favorecen la enfermedad.

**Cuarentena:** No se conoce ninguna.

**Nota:** Las teliosporas, además de inducir trastornos alérgicos en el hombre, son tóxicas para éste y para los animales.

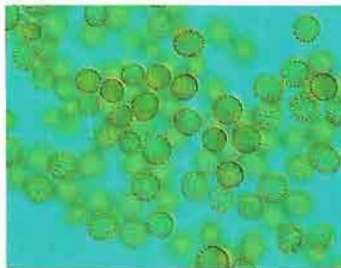
## Identificación

202



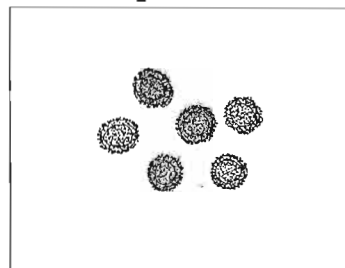
Mazorca de maíz infectada

203



Teliosporas (x400)

## Clave rápida



## Técnicas de detección

Lavado de la semilla y filtración del agua del lavado  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1965. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 79, *Ustilago maydis*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*. APS Press, USA.

Los soros en las inflorescencias, las hojas y los tallos, se ven como protuberancias irregulares de menos de 1 cm a más de 10 cm de largo, limitados al principio por una membrana de tejido del hongo y del hospedero de color blanco, crema o verdoso, que pronto se rompe.

La masa de esporas es pulverulenta, de color café muy oscuro.

Las teliosporas, de color café oliváceo a negro, son esféricas o subesféricas, con espinas prominentes y romas; miden 8-12  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Las teliosporas germinan mediante la formación de un promicelio con 4 o más esporidios delgados, fusiformes e hialinos.

Las teliosporas son muy pequeñas, negras, esféricas, con un diámetro de 8-12  $\mu\text{m}$ .

# *Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup

*Uredo carbo* DC.

*Ustilago segetum* (Pers.) Ditmar

*Ustilago tritici* (Pers.) Rostrup

## Enfermedad

Carbón volador (carbón desnudo) del trigo y la cebada.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Las pérdidas causadas por este hongo son normalmente inferiores al 1% de las espigas del cultivo, pero la introducción de una variedad susceptible, como en el caso de los cultivos británicos de cebada en 1969, puede aumentar la infección hasta el 20%. Los más afectados son los cultivos de primavera.

**Cuarentena:** Restricciones en México y otros países.

## Técnica de detección

Técnica de tinción del embrión

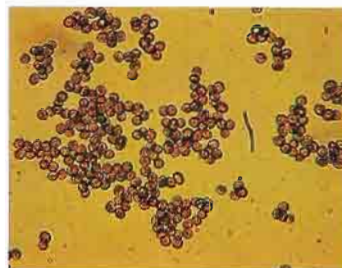
## Identificación

204



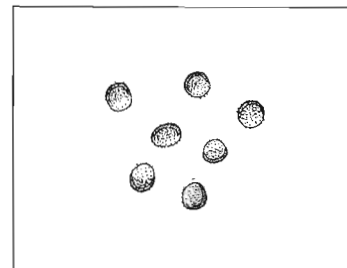
Espiga de cebada infectada

205



Teliosporas (x400)

## Clave rápida



## Referencias

CMI. 1970. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 280, *Ustilago nuda*. CAB, UK.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

Zillinsky, F.J. 1983. *Common Diseases of Small Grain Cereals*. CIMMYT, Mexico.

Los soros en las espiguillas reemplazan a los ovarios y están temporalmente protegidos por una membrana delgada, pero se dispersan en la madurez dejando el raquis desnudo.

La masa de esporas es pulverulenta y de color café oliváceo.

**Nota:** La semilla infectada puede ser más pequeña y más liviana que la semilla sana.

Las teliosporas son esféricas o subesféricas, o a veces irregulares, de color café amarillento pálido, más claras en uno de los lados y miden 5-9  $\mu\text{m}$  de diámetro. Tienen espinas cortas sobre su superficie que son más notables en el lado más pálido.

Las teliosporas que germinan producen un promicelio de 4 células, pero no esporidios.

Las teliosporas son muy pequeñas, con un diámetro de 5-10  $\mu\text{m}$ .

*U. nuda* se distingue del patógeno que causa el carbón volador negro, *U. avenae*, por la ausencia de producción de esporidios en agar papa dextrosa.

Las paredes equinuladas de las esporas de *U. nuda* y *U. avenae* distinguen a estas especies de *U. hordei*, cuyas esporas tienen paredes lisas.

# *Rhizopus* Ehrenb.

## Enfermedad

Putridión de la mazorca de maíz por *Rhizopus*.

## Distribución

En todo el mundo.

## Importancia

**Producción:** Pérdidas menores de poca importancia. Puede ser importante entre las pudriciones de almacenamiento en condiciones de humedad y temperatura elevadas.

**Cuarentena:** Ninguna.

**Nota:** El desarrollo de *Rhizopus*, originado en semillas, se presenta comúnmente en las pruebas de germinación en el laboratorio, pero no parece afectar los resultados.

## Identificación

206



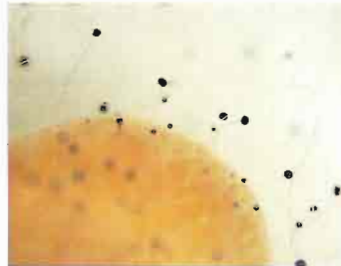
Colonia en trigo (x8)

207



Colonia en maíz (x8)

208



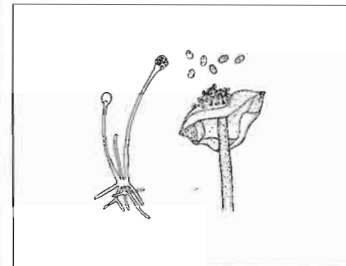
Esporangióforos (x20)

209



Esporangióforos y esporas (x100)

## Clave rápida



## Técnica de detección

Método con papel secante y congelación  
(Véase el Anexo A)

## Referencias

CMI. 1977. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 524, *Rhizopus stolonifer*. CAB, UK.

CMI. 1977. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 525, *Rhizopus oryzae*. CAB, UK.

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, USA.

Malone, J.P. y Muskett, A.E. 1964. Seed-borne fungi - description of 77 fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29 (2): 179-384.

La colonia en la semilla se extiende con rapidez por medio de estolones con abundante micelio gris suelto.

Los estolones producen numerosos esporangióforos de color café y rizoides.

**Nota:** El hongo es tan común en las semillas de maíz que en las pruebas para detectar otros patógenos a menudo se toman precauciones para evitar el desarrollo de *Rhizopus*, por ejemplo mediante la esterilización superficial de las semillas con hipoclorito de sodio.

Los estolones son hialinos y se tornan de color café hacia los nudos, cerca de los cuales puede haber una septa.

Los rizoides son cortos y de color café; a veces no existen.

Los esporangióforos surgen individualmente o en pequeños grupos de los nudos de los estolones; son de color café, lisos o finamente rugosos, no septados; miden 1000-3500  $\mu\text{m}$  de largo y hasta 34  $\mu\text{m}$  de ancho.

Los esporangios son esféricos, inicialmente blancos y más tarde negros; miden 100-350  $\mu\text{m}$  de diámetro y tienen numerosas esporas.

Las columelas son de color café claro, subesféricas; miden 63-224 x 70-140  $\mu\text{m}$  y tienen forma de paraguas después de la dehiscencia.

Las esporangiosporas son amarillentas o de color café diluido, esféricas u ovaladas, con estrías longitudinales; miden 5-8 x 20-26  $\mu\text{m}$ .

Los oscuros esporangios esféricos se pueden ver fácilmente con poco aumento, por ejemplo con el microscopio de disección, lo cual permite identificar a *Rhizopus* sin retirar la tapa.

A menudo se le llama moho de alfiler porque los esporangios parecen cabezas negras de alfileres y están ampliamente entremezclados en el micelio algo donoso.

# Índice de los organismos

	Página						
<i>Acremoniella</i>	25	<i>Cladosporium</i>	32	<i>Drechslera maydis</i>	15	<i>Fusarium graminearum</i>	5
<i>Acremonium strictum</i>	26	<i>Claviceps</i>	55	<i>Drechslera rostrata</i>	23	<i>Fusarium roseum</i>	5
<i>Acremonium kiliense</i>	26	<i>Claviceps purpurea</i>	55	<i>Drechslera sorokiniana</i>	16	<i>Fusarium moniliforme</i>	6
<i>Alternaria</i>	27	<i>Claviceps gigantea</i>	55	<i>Drechslera turcica</i>	24	<i>Fusarium nivale</i>	12
<i>Arthrinium</i>	28	<i>Cochliobolus carbonum</i>	19	<i>Drechslera victoriae</i>	18	<i>Fusarium oxysporum</i>	7
<i>Aspergillus flavus</i>	29	<i>Cochliobolus cynodontis</i>	13	<i>Drechslera zeicola</i>	19	<i>Fusarium poae</i>	8
<i>Aspergillus niger</i>	30	<i>Cochliobolus hawaiiensis</i>	14			<i>Fusarium sambucinum</i>	9
<i>Aspergillus parasiticus</i>	29	<i>Cochliobolus heterostrophus</i>	15	<i>Epicoccum nigrum</i>	33	<i>Fusarium scirpi</i>	4
		<i>Cochliobolus sativus</i>	16	<i>Epicoccum purpurascens</i>	33	<i>Fusarium tricinctum</i>	10
<i>Bipolaris cynodontis</i>	13	<i>Cochliobolus spicifer</i>	17	<i>Erysibe foetida</i>	59	<i>Fusarium verticillioides</i>	6
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	14	<i>Cochliobolus victoriae</i>	18	<i>Exserohilum rostratum</i>	23	<i>Fusisporium avenaceum</i>	1
<i>Bipolaris maydis</i>	15	<i>Curvularia</i>	20	<i>Exserohilum turcicum</i>	24	<i>Fusisporium culmorum</i>	3
<i>Bipolaris rostrata</i>	23	<i>Curvularia spicifera</i>	17				
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	16			<i>Fusarium aqueductuum</i>		<i>Gibberella fujikuroi</i>	6
<i>Bipolaris spicifera</i>	17	<i>Depazea nodorum</i>	51	var. <i>dimerum</i>	11	<i>Gibberella intricans</i>	4
<i>Bipolaris victoriae</i>	18	<i>Diplodia macrospora</i>	52	<i>Fusarium avenaceum</i>	1	<i>Gibberella moniliforme</i>	6
<i>Bipolaris zeicola</i>	19	<i>Diplodia maydis</i>	53	<i>Fusarium citriforme</i>	10	<i>Gibberella pulicaris</i>	9
<i>Botryodiplodia</i>	48	<i>Diplodia zaeae</i>	53	<i>Fusarium crookwellense</i>	2	<i>Gibberella zaeae</i>	5
<i>Botrytis</i>	31	<i>Diplodia zaeae-maydis</i>	53	<i>Fusarium culmorum</i>	3	<i>Gonatobotrys</i>	34
		<i>Drechslera avenacea</i>	21	<i>Fusarium dimerum</i>	11	<i>Gonatobotrys simplex</i>	34
<i>Cephalosporium acremonium</i>	26	<i>Drechslera cynodontis</i>	13	<i>Fusarium episphaeria</i>	11	<i>Gonatobotrys zaeae</i>	34
<i>Cephalosporium madurae</i>	26	<i>Drechslera dematioidea</i>	22	<i>Fusarium equiseti</i>	4		
<i>Chaetomium</i>	54	<i>Drechslera hawaiiensis</i>	14				

<i>Helminthosporium acrothecioides</i>	16	<i>Macrodiplodia macrospora</i>	52	<i>Rhizotrichum</i>	40	<i>Tilletia foetida</i>	59
<i>Helminthosporium avenae</i>	21	<i>Macrodiplodia zeae</i>		<i>Rhizopus</i>	64	<i>Tilletia laevis</i>	59
<i>Helminthosporium avenaceum</i>	21	var. <i>macrospora</i>	52			<i>Tilletia indica</i>	61
<i>Helminthosporium californicum</i>	16	<i>Macrodiplodia zeae</i>	53	<i>Selenosporium tricinatum</i>	10	<i>Tilletia tritici</i>	59
<i>Helminthosporium carbonum</i>	19	<i>Macrophoma hennebergii</i>	51	<i>Selenosporium equiseti</i>	4		
<i>Helminthosporium cynodontis</i>	13	<i>Melanospora</i>	56	<i>Septaria nodorum</i>	51	<i>Torula</i>	43
<i>Helminthosporium dematioideum</i>	22	<i>Microdochium dimerum</i>	11	<i>Setosphaeria turcica</i>	24	<i>Trichoderma</i>	44
<i>Helminthosporium hawaiiense</i>	14	<i>Microdochium nivale</i>	12	<i>Setosphaeria rostrata</i>	23	<i>Trichothecium roseum</i>	45
<i>Helminthosporium inconspicuum</i>	24	<i>Monilia</i>	35	<i>Sordaria</i>	57		
<i>Helminthosporium maydis</i>	15	<i>Monographella nivalis</i>	12	<i>Sorosporium reilianum</i>	58	<i>Ulocladium</i>	46
<i>Helminthosporium rostratum</i>	23	<i>Myrothecium</i>	36	<i>Sphacelotheca reiliana</i>	58	<i>Uredo carbo</i>	63
<i>Helminthosporium sativum</i>	16			<i>Sphaeria maydis</i>	53	<i>Uredo caries</i>	59
<i>Helminthosporium sorokinianum</i>	16	<i>Neovossia indica</i>	61	<i>Sphaeria zeae</i>	53	<i>Uredo maydis</i>	62
<i>Helminthosporium spiciferum</i>	17	<i>Nigrospora</i>	37	<i>Sphaeria zeae</i>	5	<i>Uredo zeae</i>	62
<i>Helminthosporium tetramera</i>	17			<i>Sporisorium reilianum</i>	58	<i>Ustilago foetens</i>	59
<i>Helminthosporium turcicum</i>	24	<i>Ophiobolus sativus</i>	16	<i>Sporotrichum poae</i>	8	<i>Ustilago maydis</i>	62
<i>Helminthosporium victoriae</i>	18			<i>Stachybotrys</i>	41	<i>Ustilago nuda</i>	63
<i>Hendersonia nodorum</i>	51	<i>Papularia</i>	28	<i>Stemphylium</i>	42	<i>Ustilago reiliana</i>	58
<i>Hendersonia zeae</i>	53	<i>Papulospora</i>	38	<i>Stenocarpella macrospora</i>	52	<i>Ustilago segetum</i>	63
		<i>Penicillium</i>	39	<i>Stenocarpella maydis</i>	53	<i>Ustilago tritici</i>	63
<i>Lasiodiplodia</i>	48	<i>Pestalotiopsis</i>	49	<i>Stenocarpella zeae</i>	52	<i>Ustilago zeae-mays</i>	62
<i>Leptosphaeria nodorum</i>	51	<i>Phaeosphaeria nodorum</i>	51			<i>Ustilago zeae</i>	62
<i>Lisea fujikuroi</i>	6	<i>Phaeostagonosporopsis zeae</i>	53	<i>Tilletia brevifaciens</i>	60		
		<i>Phoma</i>	50	<i>Tilletia caries</i>	59	<i>Verticillium</i>	47
		<i>Plesopora</i>	42	<i>Tilletia controversa</i>	60		
		<i>Pyrenophora chaetomioides</i>	21	<i>Tilletia foetens</i>	59		

## Anexo A

### Pruebas de sanidad de la semilla

Las semillas son portadoras de una microflora que varía según la especie hospedera. Esto se aplica especialmente a las microfloras arraigadas a más profundidad, aunque en la superficie también puede haber muchos huéspedes accidentales. La microflora transmitida por la semilla puede ser identificada empleando pruebas de sanidad de la semilla.

Las pruebas de sanidad de la semilla incluyen:

1. El examen de las semillas en forma externa o interna, macroscópica o microscópica, para detectar la presencia de patógenos (examen visual, la prueba de lavado y filtración y la prueba del embrión).
2. La incubación de las semillas en agar o en papel secante húmedo y la identificación de los organismos que surgen (la prueba en placa de agar, la prueba con papel secante y el método de congelación).

3. La germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas en condiciones que favorecen la producción de los síntomas de diagnóstico (las pruebas con plántulas).
4. Las sondas de ADN para ciertos patógenos (por ejemplo, la marchitez de Stewart en el maíz).
5. Las pruebas ELISA (para bacterias y virus).

Las primeras tres técnicas se usan ordinariamente para los hongos transmitidos por la semilla y se describen a continuación.

#### El examen de la semilla

Algunos patógenos transmitidos por la semilla pueden ser identificados mediante el examen visual de ésta; por ejemplo, en el caso del trigo, cuando no se produce semilla normal y la semilla es sustituida por soros de esporas de carbones y tizones, el

comezuelo, esclerocios o agallas producidas por nematodos. Estos patógenos luego pueden ser confirmados mediante el examen microscópico de las estructuras. A menudo las esporas de estos patógenos son transportadas en la superficie de otras semillas y sólo se puede comprobar su presencia usando la prueba de lavado y filtración.

Cuando las semillas están muy infectadas por algunos organismos suelen verse descoloridas; por ejemplo, las semillas de maíz infectadas con *Nigrospora* tienen estrías blancas con masas de esporas negras cerca de las puntas, y las semillas de trigo muy infectadas con especies de *Fusarium* están arrugadas y son de color rosado.

El carbón volador del trigo y la cebada infecta al embrión y puede ser detectado mediante la tinción y el examen microscópico del embrión usando la prueba del embrión.

#### El examen visual

Se examinan cuidadosamente las semillas enteras para detectar la presencia de soros, esclerocios, agallas o decoloración intensa. Se recomienda emplear una lupa e iluminación de baja intensidad.

#### La prueba de lavado y filtración

Se agitan las semillas dentro de un recipiente con agua y se hace pasar el agua a través de filtros. Se remojan luego los filtros en hidróxido de potasio diluido y se les examina bajo el microscopio principalmente para detectar la presencia de teliosporas u oosporas, pero también de otros patógenos.

#### La prueba del embrión

Se remojan las semillas en azul de tripano e hidróxido de sodio para teñir los embriones infectados y separarlos del endospermo y el pericarpio. Después de separar los embriones de la cascarilla y otros desechos, se montan en un portaobjeto con

lactofenol y se examinan bajo un microscopio estereoscópico para detectar la presencia de embriones infectados.

## Las pruebas de incubación

En la prueba en placa de agar, la prueba con papel secante y el método de congelación, se incuban las semillas durante cierto tiempo en un medio de cultivo particular, en condiciones ambientales específicas para que los patógenos presentes en la semilla se manifiesten; se observa entonces la aparición de síntomas de la enfermedad o de signos del desarrollo del patógeno mismo.

Se identifican los distintos hongos por características tales como la forma, la longitud y la disposición de los conidióforos, la forma, el tamaño, la septación, el color, la formación de cadenas, etc., de los conidios, y su disposición sobre los conidióforos, la aparición de masas de esporas, las características del micelio, la densidad de las colonias, etc.

Los principales factores que favorecen el crecimiento, la fructificación y el desarrollo de los síntomas de los patógenos son la temperatura, la humedad, la luz y el período de incubación. A continuación se analizan estos factores en relación con la normalización en los protocolos siguientes recomendados por la Asociación Internacional para las Pruebas de Semillas (ISTA).

### La temperatura

En las pruebas de incubación influye mucho la temperatura, que afecta la germinación, el desarrollo y la reproducción de los organismos. La curva de respuesta a la temperatura, que define la temperatura mínima, la óptima y la máxima, es específica para cada uno de los distintos procesos biológicos de un organismo, si bien algunas curvas pueden coincidir.

La curva para el desarrollo del micelio puede diferir de las curvas para la esporulación, la germinación y la infección. La curva de respuesta a la

temperatura para el desarrollo de los síntomas en un hospedero puede ser muy diferente de la curva para la infección por el mismo patógeno en otro hospedero. La temperatura afecta la morfología de los hongos y las condiciones para el desarrollo típico normal a veces están restringidas a valores muy definidos; en consecuencia, la temperatura de incubación para las pruebas de cultivo depende en gran medida del patógeno que se quiere detectar y del procedimiento de prueba que se aplicará. Una prueba basada en el desarrollo del micelio puede requerir temperaturas distintas de las necesarias para el desarrollo de la plántula y la aparición de síntomas.

No obstante, en la práctica general se incuban las semillas en sustratos a una temperatura constante. Para el trigo y el maíz, el ISTA recomienda 20°C y 20-30°C, respectivamente, que favorecen el desarrollo de una amplia gama de patógenos.

## La humedad

En la prueba con papel secante, el principal problema es mantener los secantes adecuadamente húmedos durante todo el período de incubación, preferiblemente en condiciones tales que no se requiera agregar más agua. El aumento de la cantidad de agua y del número de capas de papel secante por placa de Petri incrementa la cantidad de agua disponible, y una reducción de la cantidad de semillas por recipiente, especialmente de semillas grandes como las de los cereales, disminuye el consumo total de agua para la germinación. Es importante que los secantes estén adecuadamente húmedos, pero el exceso de agua es perjudicial para la prueba porque favorece el desarrollo de las bacterias.

En la prueba en placa de agar, por lo general se usa agar nutritivo al 2%. El contenido de agua de este medio es más que suficiente para la duración de la prueba.

## La luz

Se sabe que la luz, la temperatura y la humedad influyen mucho en la reproducción de los hongos. La luz también influye notablemente en las características del desarrollo, la extensión de la esporulación, la morfología y la pigmentación de las esporas.

En general, se usan lámparas de luz blanca fluorescente fría, pero podría ser ventajoso emplear lámparas de luz negra fluorescente, que emiten radiaciones que varían entre las cercanas a la luz ultravioleta y la luz visible (320–420 nm). Dan una proporción mucho más alta de luz cercana a la ultravioleta a 360 nm, lo cual parece muy adecuado para las pruebas ordinarias de sanidad de la semilla. Esta longitud de onda induce la esporulación de una amplia gama de organismos sin efectos adversos.

Algunos hongos sensibles a la luz esporulan cuando son expuestos continuamente a la luz cercana a la ultravioleta, mientras que otros requieren un período posterior de oscuridad para completar la producción de esporas. En este último grupo de hongos, llamados esporuladores diurnos, la esporulación se divide en dos fases definidas: una 'fase inductiva', que da como resultado la formación de conidióforos, y una segunda 'fase terminal' o 'fase conidial', que da como resultado la formación de conidios. Para inducir la esporulación de estos esporuladores diurnos, se adoptan ciclos de 12 h de luz cercana a la ultravioleta y 12 h de oscuridad.

## La duración de la incubación

La duración del período de incubación de cualquier organismo buscado en la prueba está determinada por la tasa de crecimiento del organismo. Sin embargo, en la mayoría de las pruebas ordinarias con semillas se intenta obtener resultados fácilmente legibles y cantidades máximas. La duración de la incubación depende de otros factores que influyen en la tasa de desarrollo de los organismos en cuestión. La temperatura es particularmente importante. Con temperaturas de incubación inferiores a los 20°C recomendados para el trigo, en el cual por lo general se requieren 10 días de incubación para la detección adecuada de la mayoría de los hongos, es preciso aumentar la duración de la incubación para obtener aproximadamente el mismo desarrollo de colonias.

## El procedimiento estándar de incubación

Por consiguiente, el procedimiento estándar de incubación es el siguiente:

- Cantidad de semillas: 400
- Humedad: el sustrato debe estar suficientemente húmedo para proporcionar la humedad óptima a las semillas durante toda la prueba
- Sustrato: filtro o papel secante, o agar
- Temperatura: maíz, 20-30°C  
trigo, 20°C
- Luz: ciclos de 12 h de luz cercana a la ultravioleta y 12 h de oscuridad
- Duración: maíz, 10 días  
trigo, 10 días

## Pruebas con plántulas

Se hacen germinar las semillas según las pruebas ordinarias de germinación de la semilla (indicadas en el Anexo B) y se examinan las plántulas para detectar los síntomas de diagnóstico; por ejemplo, las plántulas de trigo infectadas con *Septoria nodorum* muestran una amplia gama de síntomas y, aunque no mueran ni estén gravemente dañadas, están muy atrofiadas o distorsionadas y presentan lesiones de color café. En ciertos casos, se puede alterar la temperatura de incubación de la prueba de germinación para favorecer el desarrollo del patógeno. Por ejemplo, la infección de las plántulas con *Septoria nodorum* se produce más fácilmente a los 10-20°C.

## La muestra de trabajo

La muestra de trabajo para cada una de las pruebas de sanidad de la semilla debe ser tomada con mucho cuidado usando un separador de muestras de semilla aprobado.

## Usos de las pruebas de sanidad de la semilla

Se pueden usar las pruebas de sanidad de la semilla para varios propósitos:

1. Evaluar la incidencia de un patógeno transmitido por la semilla que puede afectar la calidad de ésta.
2. Detectar organismos para propósitos de la cuarentena.
3. Determinar la calidad de la semilla en términos de su capacidad de germinación y/o vigor.
4. Determinar si es necesario tratar la semilla con plaguicidas.

## Protocolos para las pruebas de sanidad de la semilla

---

### Trigo:

	Página
- Prueba del embrión	68
- Prueba de lavado y filtración para detectar esporas de carbones y mildiú veloso	69
- Prueba con papel secante	69
- Prueba con papel secante y congelación	70
- Prueba en placa de agar	70
- Prueba en agar semiselectivo para <i>Septoria nodorum</i>	71
- Prueba en agar semiselectivo para las especies de <i>Fusarium</i>	71

### Maíz:

- Prueba de lavado y filtración para detectar esporas de carbones y mildiú veloso	71
- Prueba con papel secante	72
- Prueba con papel secante y congelación	72
- Prueba en placa de agar	73
- Prueba para la marchitez de Stewart	73
- Prueba para el mildiú veloso	73

### Medios de cultivo:

- Agar de harina de maíz	74
- Agar de bilis de buey	74
- SNA	74

### Procedimientos de identificación:

- Método con cinta adhesiva	74
-----------------------------	----

---

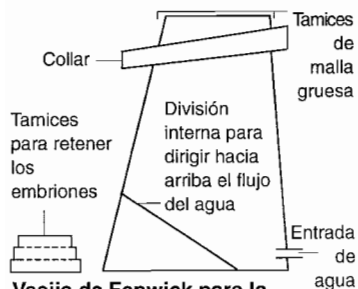
# Pruebas de sanidad de la semilla

## Prueba del embrión para detectar el carbón volador del trigo y la cebada

**Cultivo:** Trigo

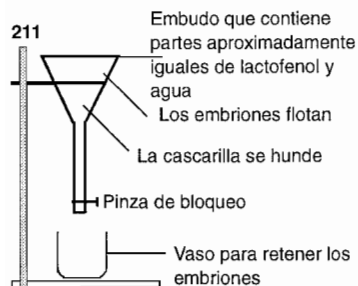
**Muestra:** 100-120 g que contengan 2000-4000 semillas

210



**Vasija de Fenwick para la extracción de embriones**

211

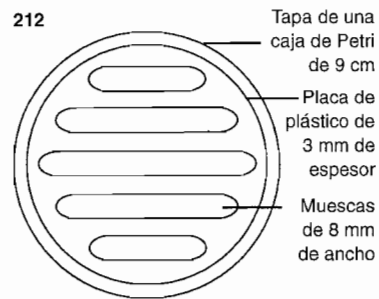


**Separación de los embriones y la cascarilla**

### Procedimiento:

1) Remoje las semillas en 1 litro de solución al 5% de NaOH acuoso recién preparado, que contenga 0.2 g de azul de tripano, a aproximadamente 20°C durante 22-24 horas. El utilizar una solución de NaOH más débil o una temperatura más baja hace difícil la extracción.

212



**Placa para el examen de los embriones**

2) Después de remojar las semillas, lávelas en agua caliente para separar los embriones que aparecen a través de los pericarpios resquebrajados. Se puede usar una vasija de Fenwick del tipo usado para lavar los quistes de anguilulas de las muestras de suelo. Una entrada de agua caliente en la base ayuda a separar los embriones y los lleva hacia la parte superior de la vasija. Si es necesario, agite más el agua revolviéndola. Atrape los embriones desprendidos que caen por el borde de la vasija en un tamiz de 1 mm y use otros tamices de malla más grande para recoger los trozos de endospermo y la cascarilla.

3) Separe los embriones de la cascarilla y otros desechos en un embudo que contenga partes aproximadamente iguales de lactofenol (un tercio de glicerol, uno de fenol y uno de ácido

láctico) y agua.

Una vez ajustada correctamente la gravedad específica, los embriones flotan y se hunde la cascarilla, que se puede escurrir a través de un tubo de goma que tiene una pinza de bloqueo. Repita el proceso hasta que haya obtenido una muestra razonablemente limpia.

4) Limpie los embriones en lactofenol sin agua, mantenido en punto de ebullición por unos 30 segundos.

5) Sumerja por completo los embriones en glicerol fresco y colóquelos en hileras para facilitar el examen y el recuento. Se puede usar una placa de 3 mm de espesor, con muescas, colocada dentro de la tapa de plástico de una caja de Petri.

## Evaluación:

Examine con cuidado cada embrión bajo un microscopio estereoscópico con un aumento de x18-25, usando iluminación desde abajo de la platina. Cuente los embriones infectados y la cantidad total de embriones examinados. El micelio de *Ustilago nuda* tiene alrededor de 3 mm de espesor, es de color café dorado y no es fácil de ver sin tinción. Cuando se agrega azul de tripano al NaOH, el micelio se ve azul en los embriones infectados. La infección puede variar de unos cuantos filamentos de hifas cortas a la invasión completa de los tejidos del escutelo. La tinción puede ser variable y el micelio de los embriones difíciles de extraer se tiñe sólo ligeramente. En ocasiones hay otros hongos distintos de *Ustilago nuda* en el escutelo, pero en general son más oscuros y muy diferentes. Cuando las paredes celulares están descoloridas, pueden ser confundidas con micelio de *U. nuda*, pero se puede verificar la identificación con un aumento de x50 o más.

## Resultados:

Se determina el porcentaje de infección por carbón volador según la cantidad de embriones infectados y el número de embriones examinados, y **no** por la cantidad de semillas remojadas.

## Notas:

- a) Los embriones de trigo se dañan más fácilmente que los de cebada durante el proceso de extracción y hay que tener cuidado para evitar el daño excesivo del escutelo.
- b) Se examinan los embriones en glicerol fresco para evitar los desagradables y posiblemente peligrosos vapores del lactofenol.

## Referencias

- Rennie, W.J. y Seaton, R.D. 1975. Loose smut of barley. The embryo test as a means of assessing loose smut infection of seed stocks. *Seed Science and Technology* 3: 697-709.
- Rennie, W.J. 1982. *ISTA Handbook on Seed Health Testing - Working Sheet No. 25 (2. Ed.) - Loose Smut of Barley*. ISTA, Switzerland.
- Rennie, W.J. 1982. *ISTA Handbook on Seed Health Testing - Working Sheet No. 48 - Loose Smut of Wheat*. ISTA, Switzerland.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba de lavado y filtración para detectar esporas de carbones y mildiú vellosa

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** x repeticiones de 25-50 semillas

### Procedimiento:

- 1) Coloque las semillas en 100 ml de agua destilada con una gota de Tween 20 en un frasco de 250 ml.
- 2) Agite los frascos en un agitador durante 30 minutos.
- 3) Enjuague las semillas tres veces con agua destilada y cuele el agua haciéndola pasar a través de un papel filtro Whatman #1 en un embudo de Buchner.
- 4) Una vez que ha filtrado toda el agua del lavado, guarde los filtros en placas de Petri individuales hasta el momento de la evaluación.

### Evaluación:

Se humedecen los papeles filtro con una solución de hidróxido de potasio al 1% y se examinan bajo el microscopio para detectar la presencia de teliosporas u oosporas.

### Referencias

Inédita. La Unidad de Sanidad de Semillas del CIMMYT emplea modificaciones de esta técnica.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba con papel secante

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)

### Tratamiento previo:

(optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### Procedimiento:

- 1) Coloque las semillas separadas por espacios uniformes sobre 2-4 capas de papel secante húmedo, dentro de una caja transparente de plástico.
- 2) Selle la caja con parafilm.
- 3) Incube la caja a 20°C durante 10 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h en la oscuridad cada día).

### Evaluación:

Observe las colonias fungosas con microscopios de disección y compuesto.

### Aplicación:

Proporciona condiciones excelentes para el desarrollo del micelio de muchos hifomicetos, para la esporulación de conidios de muchos hongos imperfectos y para la aparición de signos de infección producida por formas patógenas de estos hongos en las plántulas que germinan durante la incubación.

### Limitaciones:

- a) Los hongos que producen poco o ningún micelio o que no tienen una esporulación abundante en las condiciones de la prueba con papel secante, pueden ser fácilmente superados por hongos más vigorosos, que crecen sobre ellos.
- b) Muy rara vez se observan bacterias patógenas en las pruebas con papel secante.
- c) No se detectan con esta prueba muchos patógenos obligados transmitidos por la semilla que no producen estructuras vegetativas en las condiciones de la prueba (por ejemplo, los carbonos).

### Referencias

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol. I and II. John Wiley & Sons, New York.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba con papel secante y congelación

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (5 repeticiones de 80 semillas)

### Tratamiento previo:

(optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### Procedimiento:

- 1) Coloque 40 semillas separadas por espacios uniformes sobre 2-4 capas de papel secante húmedo en una caja transparente de plástico.
- 2) Selle la caja con parafilm.
- 3) Incube la caja a 20°C durante 2 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

- 4) Ponga la caja en el congelador a una temperatura de -15°C a -20°C durante 1 día.
- 5) Vuelva a poner la caja en la incubadora a 20°C durante 11 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

### Evaluación:

Observe las colonias fungosas con microscopios de disección y compuesto.

### Aplicación:

Se usa como una modificación de la prueba con papel secante; el período de congelación mata las semillas y, de ese modo, se obtiene un sustrato para el desarrollo de los hongos no inhibido por la resistencia de las plantas.

### Ventajas:

- a) Los porcentajes de infección obtenidos son similares a los obtenidos en las pruebas en placas de agar; las semillas muertas proporcionan una base alimentaria semejante al medio de agar sin que opere la resistencia del hospedero, como sucede en la prueba con papel secante.
- b) Se requieren menos materiales y trabajo que en la prueba en placa de agar.
- c) La esporulación de ciertos patógenos (por ejemplo, las especies de *Septoria*) que a menudo son ocultos por otros en la prueba en placa de agar, puede ser favorecida por este procedimiento.
- d) Se pueden observar colonias individuales.

### Limitaciones:

- a) A diferencia de lo que sucede en la prueba ordinaria con papel secante, no se puede observar infección en las plántulas.
- b) La prueba con papel secante y congelación favorece el desarrollo de saprófitos (por ejemplo, *Alternaria tenuis*, *Penicillium expansum*, *Rhizopus* spp., *Mucor* spp. y *Aspergillus* spp.), que tal vez confundan la identificación de hongos patógenos. Se puede controlar esa contaminación mediante la desinfección superficial de la semilla.

### Referencias

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol I and II. John Wiley & Sons, New York.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba en placa de agar

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** x repeticiones de 10 semillas

### Agar:

El tipo de agar que se emplee dependerá de la especie que se desea identificar. Los más comunes son los agares de extracto de malta y papa dextrosa.

### Tratamiento previo: (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### Procedimiento:

- 1) Coloque 10 semillas separadas por espacios uniformes en cada placa de agar.
- 2) Selle las placas de Petri con parafilm.
- 3) Incube las placas de Petri a 20°C durante 5-8 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

### Evaluación:

Observe las colonias fungosas bajo un microscopio binocular.

### Aplicación:

La prueba en placa de agar se aplica a aquellas semillas en las que las especies saprófitas no impedirán la identificación rápida de patógenos. No obstante, cuando hay saprófitos, se puede superar esa dificultad mediante un pre-tratamiento.

### Ventajas:

El empleo de medios de cultivo selectivos o semiselectivos permite la diferenciación de los organismos de interés.

### Limitaciones:

- a) Los hongos de crecimiento lento pueden ser reprimidos por los de crecimiento vigoroso.
- b) Es una prueba costosa a causa de los materiales requeridos.

### Referencias

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol I and II. John Wiley & Sons, New York.

# Prueba de sanidad de la semilla

Prueba en agar semiselectivo para *Septoria nodorum*

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** x repeticiones de 5-10 semillas

## Tratamiento previo: (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

## Procedimiento:

- 1) Coloque las semillas en un medio de bilis de buey en placas de Petri (no más de 10 semillas/placa) y selle las placas con parafilm.
- 2) Incube las placas de Petri a 20°C durante 6-8 días.

## Evaluación:

Después de 2 días, las colonias de *S. nodorum* producen un metabolito que es fluorescente bajo luz cercana a la ultravioleta.

# Prueba de sanidad de la semilla

Prueba en agar semiselectivo para las especies de *Fusarium*

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** x repeticiones de 5-10 semillas

## Tratamiento previo: (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

## Procedimiento:

- 1) Coloque las semillas en agar SNA en placas de Petri (no más de 10 semillas/placa) y selle las placas con parafilm.
- 2) Incube las placas de Petri a 17°C durante 10-14 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

## Evaluación:

Observe los conidióforos y conidios con un microscopio compuesto.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba de lavado y filtración para detectar esporas de carbones y mildiú vellosa

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** x repeticiones de 40 semillas

### **Procedimiento:**

- 1) Coloque las semillas en 100 ml de agua destilada con una gota de Tween 20 en un frasco de 250 ml.
- 2) Agite los frascos en un agitador durante 30 minutos.
- 3) Enjuague las semillas tres veces con agua destilada y cuele el agua haciéndola pasar a través de un papel filtro Whatman #1 en un embudo de Buchner.
- 4) Una vez que ha filtrado toda el agua del lavado, guarde los filtros en placas de Petri de plástico individuales hasta la evaluación.

### **Evaluación:**

Se humedecen los papeles filtro con una solución al 1% de hidróxido de potasio y se examinan bajo el microscopio para detectar la presencia de teliosporas u oosporas.

### **Referencias**

Inédita. La Unidad de Sanidad de Semillas del CIMMYT emplea modificaciones de esta técnica.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba con papel secante

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (8 repeticiones de 40 semillas)

### **Tratamiento previo:** (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### **Procedimiento:**

- 1) Coloque las semillas separadas por espacios uniformes sobre 2-4 capas de papel filtro húmedo, dentro de una caja transparente de plástico.
- 2) Selle la caja con parafilm.
- 3) Incube la caja a 25°C durante 10 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

### **Evaluación:**

Observe las colonias fungosas bajo los microscopios de disección y compuesto.

### **Aplicación:**

Proporciona condiciones excelentes para el desarrollo del micelio de muchos hifomicetos, para la esporulación de conidios de muchos hongos imperfectos y para la aparición de signos de infección producida por formas patógenas de estos hongos en las plántulas que germinan durante la incubación.

### **Limitaciones:**

- a) Los hongos que producen poco o ningún micelio o no tienen una esporulación abundante en las condiciones de la prueba con papel secante, pueden ser fácilmente superados por hongos más vigorosos, que crecen sobre ellos.
- b) Muy rara vez se observan bacterias patógenas en las pruebas con papel secante.
- c) No se detectan con esta prueba muchos importantes agentes patógenos obligados transmitidos por la semilla (por ejemplo, los carbonos) que no producen estructuras vegetativas en las condiciones de la prueba.

### **Referencias**

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol. I and II. John Wiley & Sons, New York.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba con papel secante y congelación

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (8 repeticiones de 40 semillas)

### Tratamiento previo: (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### Procedimiento:

- 1) Coloque 40 semillas separadas por espacios uniformes sobre 2-4 capas de papel secante húmedo en una caja transparente de plástico.
- 2) Selle la caja con parafilm.
- 3) Incube la caja a 25°C durante 2 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

- 4) Ponga la caja en el congelador a una temperatura de -15°C a -20°C durante 1 día.
- 5) Vuelva a poner la caja en la incubadora a 25°C durante 11 días (12 h con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

### Evaluación:

Observe las colonias fungosas bajo los microscopios de disección y compuesto.

### Aplicación:

Se usa como una modificación de la prueba con papel secante; el período de congelación mata las semillas y, de ese modo, se obtiene un sustrato para el desarrollo de los hongos sin que se inhiba por la resistencia de las plantas.

### Ventajas:

- a) Los porcentajes de infección obtenidos son similares a los obtenidos en las pruebas en placas de agar; las semillas muertas proporcionan una base alimentaria semejante al medio de agar y no opera la resistencia del hospedero, como sucede en la prueba con papel secante.
- b) Se requieren menos materiales y trabajo que para la prueba en placa de agar.
- c) La esporulación de ciertos patógenos (por ejemplo, las especies de *Septoria*) que a menudo son ocultos por otros en la prueba en placa de agar, puede ser favorecida por este procedimiento.
- d) Se pueden observar colonias individuales.

### Limitaciones:

- a) A diferencia de lo que sucede en la prueba ordinaria con papel secante, no se puede observar infección en las plántulas.
- b) La prueba con papel secante y congelación favorece el desarrollo de saprófitos (por ejemplo, *Alternaria tenuis*, *Penicillium expansum*, *Rhizopus* spp., *Mucor* spp. y *Aspergillus* spp.), que tal vez confundan la identificación de patógenos. Se puede controlar esa contaminación mediante la desinfección superficial de la semilla.

### Referencias

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol I and II. John Wiley & Sons, New York.

# Prueba de sanidad de la semilla

## Prueba en placa de agar

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** x repeticiones de 5 semillas

### **Agar:**

El tipo de agar que se emplee dependerá de la especie que se desea identificar. Los más comunes son los agares de extracto de malta y papa dextrosa.

### **Tratamiento previo:** (optativo)

Remoje las semillas durante 3 minutos en una solución al 10% de blanqueador comercial de hipoclorito de sodio y enjuáguelas (optativo) con agua destilada.

### **Procedimiento:**

- 1) Coloque 5 semillas separadas por espacios uniformes en cada placa de agar.
- 2) Selle las placas de Petri con parafilm.
- 3) Incube las placas de Petri a 25°C durante 5-8 días (12 horas con luz blanca fría o cercana a la luz UV y 12 h de oscuridad cada día).

### **Evaluación:**

Observe las colonias fungosas bajo un microscopio binocular.

### **Aplicación:**

La prueba en placa de agar es aplicable a aquellas semillas en las que las especies saprófitas no impedirán la identificación rápida de los patógenos. No obstante, cuando hay saprófitos, se puede superar esa dificultad mediante un pre-tratamiento.

### **Ventajas:**

El empleo de medios de cultivo selectivos o semiselectivos permite la diferenciación de los organismos de interés.

### **Limitaciones:**

- a) Los hongos de crecimiento lento pueden ser reprimidos por los de crecimiento vigoroso.
- b) La prueba es costosa a causa de los materiales requeridos.

### **Referencias**

Neergaard, P. 1977. *Seed Pathology*, Vol I and II. John Wiley & Sons, New York.

## Prueba de sanidad de la semilla

### Prueba para la marchitez de Stewart

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** x repeticiones de 50 semillas

#### **Procedimiento:**

- 1) Coloque 50 semillas separadas por espacios uniformes sobre 2-4 capas de papel secante húmedo en una bandeja de plástico y cúbralas con 1 cm de tierra no estéril.

- 2) Incube la bandeja a 25°C durante 10 días.

#### **Evaluación:**

Observe las plántulas para detectar lesiones empapadas con agua con márgenes ondulados.

#### **Referencias**

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, Minnesota, USA.

## Prueba de sanidad de la semilla

### Prueba para el mildiú veloso

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** x repeticiones de 40 semillas

#### **Procedimiento:**

- 1) Remoje las semillas durante 48 horas en una solución al 5% de hidróxido de sodio y al 0.05% de azul de anilina.

#### **Evaluación:**

Machaque las semillas remojadas y examine la pasta resultante bajo el microscopio binocular para detectar oosporas teñidas de azul.

#### **Referencias**

McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases: A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, Minnesota, USA.

## Medios de cultivo

### Agar de harina de maíz

#### Ingredientes:

Harina de maíz	30 g
Agar	20 g
Agua destilada	1 litro

#### Procedimiento:

Si no se encuentra en el comercio agar de harina de maíz, se puede preparar el medio de cultivo de la siguiente manera:

- 1) Coloque la harina de maíz y el agua en una cacerola. (Cuando no se disponga de harina de maíz, rompa 30-35 g de granos de maíz y muélalos hasta obtener una harina bastante fina; puede usar un molinillo de café.)
- 2) Caliente la preparación en baño de María hasta que hierva y revuelva durante 1 hora.
- 3) Cuele con una tela de muselina, agregue el agar y haga hervir hasta que se disuelva.
- 4) Ponga la preparación en el autoclave a 120°C y 15 libras por pulgada cuadrada (psi) (1.05 kg/cm<sup>2</sup>) durante 20 minutos.
- 5) Deje enfriar el agar hasta que llegue a 40-45 °C.
- 6) Vierta el agar en placas de Petri y déjelo enfriar por completo antes de usarlo y/o sellarlo con parafilm.

#### Nota:

Para las especies de *Phytophthora* y *Pythium* y otras especies sensibles similares, se pueden agregar 0.5 g de aceite de germen de trigo.

## Medios de cultivo

### Agar de bilis de buey

#### Ingredientes:

##### A) Medio base

Agua destilada	1000 ml
Dextrosa	10 g
Peptona	10 g
Bilis de buey	15 g
Agar	20 g

##### B) Componentes antibióticos que no deben ser sometidos al autoclave (optativo)

Estreptomicina	0.10 g
Clorotetraciclina	0.05 g

#### Procedimiento:

- 1) Ponga en el autoclave los ingredientes de A) a 120°C y 15 psi (1.05 kg/cm<sup>2</sup>) durante 20 minutos y déjelos enfriar a 40-45°C.
- 2) Agregue estreptomina (0.1 g/1000 ml) y clorotetraciclina (0.05 g/1000 ml) y agite suavemente el frasco para mezclar los antibióticos.
- 3) Vierta el agar en placas de Petri y déjelo enfriar por completo antes de usarlo y/o sellarlo con parafilm.

# Medios de cultivo

SNA

## Ingredientes:

Agua destilada	1000.0 ml
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0 g
KNO <sub>3</sub>	1.0 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.5 g
KCl	0.5 g
Glucosa	0.2 g
Sucrosa	0.2 g
Agar	15.0 g

## Procedimiento:

- 1) Ponga en el autoclave los ingredientes anteriores a 120°C y 15 psi (1.05 kg/cm<sup>2</sup>) durante 20 minutos y déjelos enfriar a 40-45 °C.

- 2) Vierta el agar en placas de Petri y déjelo enfriar por completo antes de usarlo y/o sellarlo con parafilm.

## Referencias

Nirenberg, H.I. 1981. A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Canadian Journal of Botany* 59: 1599-1609.

# Procedimientos de identificación

## Método con cinta adhesiva

### Procedimiento:

- 1) Corte un pedazo de cinta adhesiva de 4 cm de largo aproximadamente.
- 2) Sujete suavemente la cinta por los extremos entre el dedo pulgar y el índice con la parte engomada hacia abajo para formar una U. Trate de que la menor cantidad de cinta quede en contacto con los dedos.
- 3) Coloque con cuidado la parte inferior de la U en la superficie de una

colonia en cultivo de modo que en la parte engomada se adhiera una pequeña cantidad de micelio y conidios. El contacto con la colonia debe ser muy superficial para que se adhiera muy poco micelio.

- 4) Coloque el pedazo de cinta adhesiva sobre una gota de agua en un portaobjetos sin tocar la parte media de la cinta.
- 5) Proteja la cinta adhesiva con un cubreobjetos.

### Evaluación:

Observe el portaobjetos bajo un microscopio.

### Aplicación:

Se usa para facilitar la identificación de diferentes organismos ya que conserva la unión entre los conidios y los conidióforos. Es particularmente útil para aquellos organismos donde los conidios se separan fácilmente del

conidióforo (por ejemplo, las especies de *Cladosporium*) o aquellos donde las cadenas de conidios se rompen fácilmente (por ejemplo, *Fusarium moniliforme*) durante la preparación de portaobjetos.

# Anexo B

## Pruebas de viabilidad, germinación y vigor de la semilla

Las enfermedades de la semilla son uno de los factores que provocan el deterioro de la misma, además de las condiciones climáticas anteriores a la cosecha, la madurez de la semilla, el daño mecánico, el ambiente de almacenamiento (temperatura y humedad), los insectos y los genes. El deterioro de la semilla puede medirse de manera cuantitativa evaluando una muestra de la semilla según tres criterios diferentes:

- a) **Viabilidad de la semilla** - Es la capacidad de la semilla de vivir, crecer y desarrollarse;
- b) **Germinación de la semilla** - Es la capacidad de la semilla de desarrollar plántulas normales en condiciones óptimas; y
- c) **Vigor de la semilla** - Son las propiedades de la semilla que determinan el potencial de emergencia uniforme y rápida, y el desarrollo de plántulas normales en diversas condiciones de campo.

Las pruebas de viabilidad de la semilla arrojan resultados rápidamente, generalmente en un plazo de dos días, aunque el procedimiento puede ser laborioso. A menudo los resultados no tienen relación con la emergencia en el campo, por lo que estas pruebas no se utilizan comúnmente. Las pruebas de germinación de semilla siguen siendo el criterio más importante y el más aceptado internacionalmente para medir la viabilidad de la semilla. Una prueba de germinación que resulta en una calificación por debajo de la satisfactoria (por ejemplo, un 90% en el trigo) significa por lo general que existe deterioro en la semilla, y puede ser un indicador claro de que el comportamiento del lote de semilla será deficiente.

Sin embargo, incluso en los lotes de semilla de alta germinación, las pruebas de germinación por sí solas no arrojan información suficiente sobre el probable comportamiento en el campo. Es en estas circunstancias

que el vigor de la semilla se vuelve un factor importante y que las pruebas de vigor son necesarias.

Cuando la semilla se siembra en condiciones óptimas (es decir, en camas y bajo factores ambientales óptimos), la emergencia en el campo y la germinación tendrán correlación, y el vigor de la semilla carecerá de importancia. Sin embargo, las condiciones óptimas en campo se encuentran muy rara vez en la práctica, y las condiciones ambientales adversas (por ejemplo, enfermedades del suelo, alta o baja temperatura del suelo, poca o demasiada humedad del suelo) darán como resultado diferentes niveles de comportamiento en campo, según el vigor del lote de semilla. Las diferencias en el comportamiento en campo son: diferentes tasas de emergencia, y uniformidad en el crecimiento del cultivo. Los lotes de semilla de gran vigor se comportarán mejor bajo condiciones adversas en cama de semillas que los lotes de

poco vigor, aunque la germinación de los lotes de semilla en el laboratorio sea igual.

El potencial de almacenamiento de los lotes de semilla depende de su vigor al momento de ser almacenados. Los lotes de semilla de gran vigor soportarán mejor las malas condiciones de almacenamiento. Sin embargo, incluso en condiciones de almacenamiento controladas (es decir, baja temperatura y baja humedad relativa), el comportamiento en campo seguirá dependiendo del vigor del lote de semilla.

Los lotes de semilla que se transportan dentro o fuera de un país pueden estar sujetos a problemas ambientales (por ejemplo, fluctuaciones severas de temperatura y humedad relativa) durante el tránsito. Los lotes de semilla de gran vigor soportarán mejor las condiciones adversas que los lotes con un nivel de vigor bajo.

A continuación se describen los protocolos para las pruebas de viabilidad, germinación y vigor de la de semilla que se utilizan en el trigo y el maíz (con periodos regularizados de incubación, etc. conforme a las normas de la ISTA).

## **Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio**

En las células vivas, las enzimas de dehidrogenasa reducen la sal de tetrazolio incolora y forman un compuesto rojo insoluble llamado formazan. En consecuencia, las partes vivas de la semilla, de color rojo, pueden distinguirse de las partes muertas incoloras.

## **Pruebas de germinación de la semilla**

En las pruebas de germinación de la semilla es necesario sembrar semillas en un sustrato uniforme (toallas de

papel enrolladas, arena esterilizada, etc.) e incubarlas a temperatura óptima para que germinen. Después de transcurrido el periodo de incubación, se determina el número de plántulas normales, el número de plántulas anormales, y el número de semillas no germinadas.

Los procedimientos de incubación convencionales para las pruebas de germinación de la semilla de maíz y de trigo son los siguientes:

- Número de semillas: 400
- Humedad: el sustrato debe estar suficientemente húmedo para proporcionar la humedad óptima a las semillas durante toda la prueba
- Sustrato: papel, arena o tierra
- Temperatura: maíz 20-30°C (o alternando 30°C a la luz y 20°C a la oscuridad) trigo 20°C
- Luz: blanca fría fluorescente - por lo menos 8 h al día
- Duración: maíz 7 días trigo 7 días

## **Tolerancias**

Las tolerancias se utilizan para determinar si los resultados de las repeticiones individuales de una misma prueba son congruentes y para comparar el resultado de una prueba con el resultado de otra. Estas se aplican al porcentaje de germinación con 400 semillas para determinar:

- el rango tolerado máximo entre repeticiones
- la compatibilidad de las pruebas

## **Pruebas de vigor de la semilla**

Las pruebas de vigor de la semilla se basan en la simulación de las condiciones ambientales adversas durante el almacenamiento o la emergencia en campo.

**Prueba en frío** - simula las condiciones de campo al inicio de la primavera con altos niveles de humedad en el suelo y bajas temperaturas del suelo.

## **Prueba con envejecimiento**

**acelerado** - las semillas se someten a temperaturas de 40-45°C y casi 100% de humedad relativa durante periodos de duración distinta antes de la prueba de germinación.

## **Prueba de vigor con estrés**

**complejo** - las semillas se remojan en hipoclorito de sodio a baja temperatura antes de la prueba de germinación. Posteriormente, se miden las plántulas y se clasifican según su longitud.

## **La clasificación de vigor de la**

**plántula** es similar a la prueba convencional de germinación, aunque las plántulas normales se clasifican además como 'fuertes' y 'débiles'.

## Usos de las pruebas de germinación y de vigor de la semilla

Las pruebas de la germinación y el vigor de la semilla pueden utilizarse para lo siguiente:

- En programas de control de calidad
- Como indicadores de la vida útil en almacenamiento
- Para evaluar los efectos de los tratamientos de semilla y otras operaciones importantes
- Para prevenir posibles problemas
- Para identificar lotes de semilla de buena calidad
- Para satisfacer las demandas del consumidor
- Para etiquetar las semillas

## Protocolos de las pruebas de viabilidad, germinación y vigor de la semilla

---

	Página
<b>Trigo:</b>	
- Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio	76
- Prueba de germinación de la semilla en toallas de papel enrolladas	77
- Prueba de germinación de la semilla en arena/tierra	77
- Prueba con envejecimiento acelerado	78
- Prueba de vigor con estrés complejo	78
<b>Maíz:</b>	
- Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio	79
- Prueba de germinación de la semilla en toallas de papel enrolladas	79
- Prueba de germinación de la semilla en arena/tierra	80
- Prueba en frío con toallas de papel enrolladas e incubadora	80
- Prueba en frío con tierra en el invernadero	81
- Prueba con envejecimiento acelerado	81
- Prueba de vigor con estrés complejo	82
<b>Evaluación de la germinación de la semilla:</b>	
- Plántulas normales	82
- Plántulas anormales	83
- Semillas no germinadas	84
- Rangos máximos tolerados en las repeticiones	84

---

# Prueba de viabilidad de la semilla

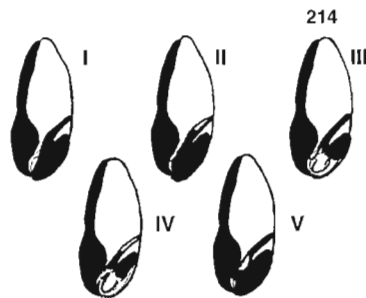
## Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio

Cultivo: Trigo

Muestra: 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)



213  
Semillas de trigo viables y no viables teñidas con tetrazolio



214  
Clasificación de semillas viables y no viables de trigo según la distribución de la tinción con tetrazolio

### Procedimiento:

1) La sal de tetrazolio es inestable cuando está expuesta a la luz, en especial a temperaturas elevadas, y, por consiguiente, hay que tomar precauciones al preparar la solución (1%). Caliente agua a no más de 60°C y colóquela en una botella de vidrio de color ámbar o en un frasco recubierto con papel de aluminio, junto con la sal sólida (4 g de cloruro de tetrazolio sólido en 400 ml de agua destilada). Agite la solución hasta que se disuelva la sal sólida. Deje enfriar la solución a la temperatura ambiente antes de usarla.

2) Remoje en agua las semillas hasta el día siguiente (6-18 h).

3) Escorra las semillas y hágalas un corte longitudinal que atraviese el embrión.

4) Sumerja una mitad de cada semilla en un vaso de precipitado que contenga la solución de tetrazolio e incube en la oscuridad a 30°C durante 2 a 6 horas;

deseche las mitades restantes. Cubra los vasos con papel de aluminio para impedir el paso de la luz.

5) Enjuague bien las semillas después del tratamiento y examínelas de inmediato; tenga cuidado de no exponerlas a la luz antes de la evaluación. Aproximadamente 12 horas después de la incubación, el almidón comienza a hidrolizarse y se reduce la sustancia química residual, lo cual hace que se deposite el colorante en todas las partes del embrión y oculte la tinción original.

### Evaluación:

Se efectúa la clasificación según las partes del embrión que se han teñido, conforme a las normas de la Asociación Internacional para las Pruebas de Semillas (ISTA). La cantidad máxima de tejido **no** teñido permitida incluye toda la raíz salvo dos inicios radicales y una tercera

parte de las puntas del escutelo. La semilla de la Figura I está completamente teñida y, por lo tanto, es viable. Las Figuras II, III y IV muestran la superficie máxima de tejido no teñido permitida en las semillas viables. La Figura V ilustra una semilla no viable; el tejido no teñido (necrótico) en el centro del escutelo indica daño provocado por el calor.

### Resultado:

Prueba de viabilidad de la semilla = % de semillas viables

### Referencias

International Seed Testing Association. 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

# Prueba de germinación de la semilla

## Prueba de germinación de la semilla en toallas de papel enrolladas

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)

215



Prueba de germinación de la semilla en toallas de papel enrolladas - trigo

### Procedimiento:

- 1) Coloque 4 repeticiones de 100 semillas cada una separadas por espacios uniformes sobre las mitades superiores de toallas de papel húmedas (50 x 25 cm).
- 2) Doble las toallas por la mitad y cubra las semillas por completo con la mitad inferior de la toalla doblada hacia arriba.
- 3) Enrolle las toallas y coloque 4 repeticiones en una bolsa de plástico abierta en la parte superior.
- 4) Coloque la bolsa de plástico en posición vertical en una incubadora, a 20°C durante 8 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

El porcentaje de germinación es el promedio del número de plántulas normales en las 4 repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre las tolerancias al final del Anexo). El porcentaje medio se redondea al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

# Prueba de germinación de la semilla

## Prueba de germinación de la semilla en arena/tierra

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)



Prueba de germinación en tierra  
- trigo

### Procedimiento:

- 1) Llene 4 bandejas con 4 cm de arena o de tierra.
- 2) Coloque 100 semillas separadas por espacios uniformes en cada bandeja.
- 3) Coloque otros 4 cm de arena o tierra sobre las semillas.
- 4) Incube las bandejas con semillas a 20°C y efectúe la evaluación después de 8 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

El porcentaje de germinación es el promedio de los números de plántulas normales en las 4 repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre las tolerancias al final del Anexo). Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

### Nota:

Se recomienda utilizar esta prueba con semilla tratada con fungicidas y/o insecticidas para confirmar los resultados de la prueba con papel secante cuando ésta ha indicado un nivel inesperadamente alto de toxicidad. Algunos productos químicos son más tóxicos en la prueba con toallas de papel enrolladas que en arena o tierra.

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba con envejecimiento acelerado

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)

217



Prueba de vigor con envejecimiento acelerado - trigo

### Procedimiento:

- 1) Coloque agua destilada en recipientes de vidrio o plástico en cantidad suficiente para cubrir la superficie del fondo y mantener una humedad relativa cercana al 100%. En cada recipiente, coloque *una capa* de semillas en rejillas de metal galvanizado sostenidas por un soporte de metal galvanizado. El número de semillas por recipiente dependerá del tamaño de éste.
- 2) Cubra los recipientes con tapas y sumérjalos por completo en agua para someterlos a baño María a 45°C durante 48 horas.
- 3) Retire las muestras de los recipientes después del período de envejecimiento y ponga las semillas sobre toallas de papel (50 x 25 cm).
- 4) Ponga 4 repeticiones de 100 semillas separadas por espacios uniformes sobre las mitades superiores de las toallas húmedas.
- 5) Doble las toallas por la mitad y cubra por completo las semillas con la mitad inferior doblada hacia arriba.
- 6) Enrolle las toallas y coloque las 4 repeticiones en una bolsa de plástico abierta en la parte superior.
- 7) Coloque la bolsa de plástico en posición vertical en una incubadora a 20°C durante 8 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

Se considera que las plántulas normales se han originado en semillas de vigor aceptable. El porcentaje de semillas vigorosas es el promedio de las cantidades de semillas en las 4 repeticiones que han producido plántulas clasificadas como normales. Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association. 1987. *Handbook of Vigor Testing Methods*. ISTA, Switzerland.

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba de vigor con estrés complejo

**Cultivo:** Trigo

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas, con 5 subrepeticiones de 20 semillas cada una)

### Procedimiento:

- 1) Remoje las semillas en una solución al 0.009-0.15% de hipocloruro de sodio durante 2 días a 20 °C.
- 2) Remoje las semillas en la misma solución durante otros 2 días a 5 °C.
- 3) Coloque las semillas en línea recta en las mitades superiores de toallas de papel húmedas (50 x 25 cm), a razón de 25 semillas por toalla. Coloque las semillas con el extremo de la radícula apuntando hacia la parte de abajo de la toalla y con el lado del embrión hacia arriba.
- 4) Doble las toallas por la mitad y cubra las semillas por completo con las mitades inferiores dobladas hacia arriba.
- 5) Enrolle las toallas y coloque las 16 subrepeticiones en 4 bolsas de plástico abiertas en la parte superior.
- 6) Coloque las bolsas en posición vertical en una incubadora a 20°C durante 8 días.

### Evaluación:

- 1) Mida el largo de cada una de las 10 plántulas más largas en cada repetición de 100 semillas y calcule la longitud media.
- 2) En cada repetición de 100 semillas, cuente el número de semillas que se incluye en cada una de las siguientes categorías:
  - a) longitud superior a 2/3 de la longitud media de las 10 más largas,
  - b) longitud entre 1/3 y 2/3,
  - c) longitud inferior a 1/3,
  - d) semillas no germinadas.

### Resultado:

La puntuación del vigor es representada por un valor del 1 al 10, según la cantidad de semillas en la primera categoría.

### Referencias:

Barla-szabo, G. y Dolinka, B. (1988). Complex stressing vigor test: a new method for wheat and maize seeds. *Seed Science and Technology* 16: 63-73.

### Nota:

El procedimiento indicado aquí es la versión modificada de la técnica publicada, que usa el Instituto Nacional de Botánica Agrícola, Cambridge, Reino Unido.

# Prueba de viabilidad de la semilla

## Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)



218

Semilla no viable de maíz teñida con tetrazolio



219

Clasificación de semillas viables y no viables de maíz según la distribución de la tinción con tetrazolio

### Procedimiento:

1) La sal de tetrazolio es inestable cuando está expuesta a la luz, en especial con temperaturas elevadas, y, por consiguiente, hay que tomar precauciones al preparar la solución (1%). Caliente agua a no más de 60°C y colóquela en una botella de vidrio de color ámbar o en un frasco recubierto con papel de aluminio, junto con la sal sólida (4 g de cloruro de tetrazolio sólido en 400 ml de agua destilada). Agite la solución hasta que se disuelva la sal sólida. Deje enfriar la solución a la temperatura ambiente antes de usarla.

2) Remoje en agua las semillas hasta el día siguiente (18 h).

3) Escorra las semillas y hágales un corte longitudinal que atraviese el embrión.

4) Sumerja una mitad de cada semilla en un vaso de precipitado

que contenga la solución de tetrazolio e incube en la oscuridad a 30°C durante 2 a 6 horas; deseche las mitades restantes. Cubra los vasos con papel de aluminio para impedir el paso de la luz.

5) Enjuague bien las semillas después del tratamiento y examínelas de inmediato; tenga cuidado de no exponerlas a la luz antes de la evaluación. Aproximadamente 12 horas después de la incubación, el almidón comienza a hidrolizarse y se reduce la sustancia química residual, lo cual hace que se deposite el colorante en todo el embrión y oculte la tinción original.

### Evaluación:

Se efectúa la clasificación según las partes del embrión que se han teñido, conforme a las normas de la

Asociación Internacional para las Pruebas de Semillas (ISTA). La cantidad máxima de tejido **no** teñido permitida incluye la raíz primaria y una tercera parte de las puntas del escutelo. La semilla de la Figura I está completamente teñida y, por lo tanto, es viable. Las Figuras II, III y IV muestran la superficie máxima de tejido no teñido, tejido flácido o necrótico permitida en las semillas viables. La Figura V ilustra una semilla no viable; el tejido no teñido (necrótico) en el centro del escutelo indica daño provocado por el calor.

### Resultado:

Prueba de viabilidad de la semilla = % de semillas viables.

### Referencias

International Seed Testing Association. 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

# Prueba de germinación de la semilla

## Prueba de germinación de la semilla en toallas de papel enrolladas

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas con 2 subrepeticiones de 50 semillas cada una)

220



**Prueba de germinación en toallas de papel enrolladas - maíz**

### Procedimiento:

- 1) Coloque 8 subrepeticiones de 50 semillas cada una, separadas por espacios uniformes, en las mitades superiores de toallas de papel húmedas (50 x 25 cm). Coloque las semillas con el extremo de la radícula apuntando hacia la parte inferior de la toalla y con el lado del embrión hacia arriba.
- 2) Doble las toallas por la mitad y cubra por completo las semillas con las mitades inferiores de las toallas dobladas hacia arriba.
- 3) Enrolle las toallas y coloque las 8 subrepeticiones en dos bolsas de plástico abiertas en la parte superior.
- 4) Coloque las bolsas de plástico en posición vertical en una incubadora a 25°C (o alternando 30°C en la luz y 20°C en la oscuridad) durante 7 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

El porcentaje de germinación es el promedio de los números de plántulas normales en las cuatro repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre tolerancias al final del Anexo). Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

# Prueba de germinación de la semilla

## Prueba de germinación de la semilla en arena/tierra

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas, con 2 subrepeticiones de 50 semillas cada una)

221



Prueba de germinación en tierra - maíz

### Procedimiento:

- 1) Llene 8 bandejas con 4 cm de arena o tierra.
- 2) Coloque 50 semillas a intervalos uniformes en cada bandeja.
- 3) Coloque otros 4 cm de arena o tierra sobre las semillas.
- 4) Incube las bandejas con semillas a 25°C (o alternando 30°C en la luz y 20°C en la oscuridad) y efectúe la evaluación después de 7 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado

El porcentaje de germinación es el

promedio de los números de plántulas normales en las 4 repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre las tolerancias al final del Anexo). El porcentaje medio se redondea al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association  
1985. International Rules for Seed

Testing 1985. *Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

### Nota:

Se recomienda esta prueba para la semilla tratada con fungicidas y/o insecticidas si la prueba en toallas de papel indica la presencia de un grado de toxicidad inesperadamente alto. Algunos productos químicos serán más tóxicos en las pruebas de toallas de papel enrolladas que en la arena o la tierra.

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba en frío con toallas de papel enrolladas e incubadora

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas, con 2 subrepeticiones de 50 semillas cada una)



Prueba en frío con toallas de papel enrolladas - maíz

### Procedimiento:

- 1) Humedezca las toallas de papel (50 x 25 cm) en agua fría, o bien humidézcalas y enfríelas a 10 °C. Coloque 50 semillas separadas por espacios uniformes sobre las mitades superiores de las toallas de papel húmedas, con el extremo de la radícula apuntando hacia la parte inferior de la toalla y el lado del embrión hacia arriba.
- 2) Cubra las semillas con una capa delgada de una mezcla de arena y tierra (1 parte de arena por 1 parte de tierra del campo). Hay que cernir la tierra con un tamiz de 5 mm antes de mezclarla con la arena.
- 3) Doble las toallas por la mitad y cubra las semillas completamente con la mitad inferior de las toallas dobladas hacia arriba.
- 4) Enrolle las toallas y coloque las 8 subrepeticiones en 2 bolsas de plástico abiertas en la parte superior.

- 5) Coloque las bolsas de plástico en posición vertical en una incubadora a 10 °C.
- 6) Después de 7 días, transfiera las bolsas a una incubadora a 25°C y evalúe la prueba después de 4 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

Se considera que las plántulas normales se han originado en semillas de vigor aceptable. El porcentaje de semillas vigorosas es el porcentaje medio de plántulas normales producidas en las 4 repeticiones. Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association. 1987. *Handbook of Vigor Testing Methods*. ISTA, Switzerland.

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba en frío con tierra en el invernadero

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas, con 2 subrepeticiones de 50 semillas cada una)

223



A la izquierda, prueba en frío con tierra - maíz; a la derecha, prueba normal de germinación en tierra

### Procedimiento:

- 1) Llene 4 bandejas con 4 cm de una mezcla de arena y tierra (1 parte de arena por 1 parte de tierra).
- 2) Coloque 50 semillas separadas por espacios uniformes en cada bandeja.
- 3) Cubra las semillas con otros 4 cm de la mezcla de arena y tierra.
- 4) Riegue las bandejas con agua fría (10 °C) hasta llegar aproximadamente al 70% de la capacidad de retención de agua de la mezcla de arena y tierra.
- 5) Coloque las bandejas en una incubadora a 10 °C.
- 6) Después de 7 días, transfiera las bandejas a una incubadora a 25 °C (o alternando 30°C en la luz y 20°C en la oscuridad).
- 7) Examine las plántulas después de otros 4 días.

### Evaluación:

Determine las cantidades de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

Se considera que las plántulas normales se han originado en semillas de vigor aceptable. El porcentaje de semillas vigorosas es el promedio de los números de plántulas normales en las 4 repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre las tolerancias al final del Anexo). Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association. 1987. *Handbook of Vigor Testing Methods*. ISTA, Switzerland..

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba con envejecimiento acelerado

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas)

224



**Prueba de vigor con envejecimiento acelerado - maíz**

### Procedimiento:

- 1) Coloque en un recipiente de vidrio o de plástico agua destilada en cantidad suficiente para cubrir el fondo y mantener una humedad relativa cercana al 100%. En cada recipiente coloque una capa de semillas sobre una rejilla de metal galvanizado sostenida por un soporte de metal galvanizado. El número de semillas por recipiente dependerá del tamaño de éste.
- 2) Cubra los recipientes con tapas y sumérjalos por completo en agua para someterlos al baño María a 92°C durante 96 horas.
- 3) Retire las muestras de los recipientes después del período de envejecimiento y ponga las semillas sobre toallas de papel (50 x 25 cm).
- 4) Coloque 8 subrepeticiones de 50 semillas separadas por espacios uniformes en las mitades superiores de las toallas de papel húmedas. Coloque las semillas con el extremo de la radícula apuntando hacia la parte inferior de la toalla y el lado del embrión hacia arriba.
- 5) Doble las toallas por la mitad y cubra por completo las semillas con las mitades inferiores de las toallas dobladas hacia arriba.
- 6) Enrolle las toallas y coloque las 8 subrepeticiones en dos bolsas de plástico abiertas en la parte superior.
- 7) Coloque las bolsas de plástico en posición vertical en una incubadora a 25°C (o alternando 30°C en la luz y 20°C en la oscuridad) durante 7 días.

### Evaluación:

Determine la cantidad de plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas en cada repetición de 100 semillas.

### Resultado:

Se considera que las plántulas normales se han originado en semillas de vigor aceptable. El porcentaje de semillas vigorosas es el promedio de las cantidades de plántulas normales en las 4 repeticiones, siempre que las 4 repeticiones de una prueba estén dentro del rango tolerado máximo (véase la nota sobre las tolerancias al final del Anexo). Se redondea el porcentaje medio al número entero más cercano.

### Referencias

International Seed Testing Association. 1987. *Handbook of Vigor Testing Methods*. ISTA, Switzerland.

# Prueba de vigor de la semilla

## Prueba de vigor con estrés complejo

**Cultivo:** Maíz

**Muestra:** 400 semillas (4 repeticiones de 100 semillas, con 5 subrepeticiones de 20 semillas cada una)

### Procedimiento:

- 1) Remoje las semillas en una solución al 0.009-0.15% de hipoclorito de sodio durante 2 días a 25 °C.
- 2) Remoje las semillas en la misma solución durante otros 2 días a 5 °C.
- 3) Coloque las semillas en línea recta en las mitades superiores de toallas de papel húmedas (50 x 25 cm), 20 semillas por toalla. Coloque las semillas con el extremo de la radícula apuntando hacia la parte inferior de la toalla y el lado del embrión hacia arriba.
- 4) Doble las toallas por la mitad y cubra por completo las semillas con las mitades inferiores de las toallas dobladas hacia arriba.
- 5) Enrolle las toallas y coloque las 20 subrepeticiones en 5 bolsas de plástico abiertas en la parte superior.

- 6) Coloque las bolsas de plástico en posición vertical en una incubadora a 25°C (o alternando 30°C en la luz y 20°C en la oscuridad) durante 7 días.

### Evaluación:

- 1) Mida el largo de cada una de las 10 plántulas más largas en cada repetición de 100 semillas y calcule la longitud media.
- 2) En cada repetición de 100 semillas, cuente el número de semillas incluidas en las siguientes categorías:
  - a) una longitud superior a 2/3 de la longitud media de las 10 plántulas más largas,
  - b) una longitud entre 1/3 y 2/3,
  - c) una longitud inferior a 1/3,
  - d) semillas no germinadas.

### Resultado:

La puntuación del vigor es representada por un valor del 1 al 10, según la cantidad de semillas en la primera categoría.

### Referencias

Barla-szabo, G. et Dolinka, B. (1988). Complex stressing vigor test: a new method for wheat and maize seeds. *Seed Science and Technology* 16: 63-73.

### Nota:

El procedimiento presentado aquí es la versión modificada de la técnica publicada, que aplica la Unidad de Sanidad de Semillas del CIMMYT.

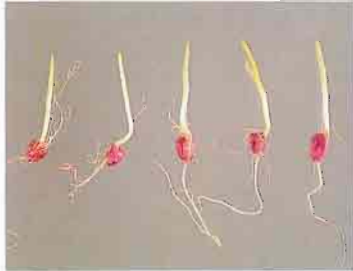
# Evaluación de la germinación

225



Plántulas normales de trigo

226



Plántulas normales de maíz

## Plántulas normales

Plántulas con potencial para desarrollarse en forma continua y convertirse en plantas satisfactorias cuando se les cultiva en suelo de buena calidad y en condiciones óptimas. Para ser considerada normal, la plántula debe clasificarse en una de las siguientes categorías:

- **Plántulas intactas:** plántulas con todas sus estructuras esenciales bien desarrolladas, completas, proporcionadas y sanas.

- **Plántulas con defectos leves:** plántulas que muestran ciertos defectos leves en sus estructuras esenciales, siempre que en los demás aspectos el desarrollo sea satisfactorio y equilibrado, comparable al de las plántulas intactas de la misma prueba.
- **Plántulas con infección secundaria:** Plántulas que podrían haber sido incluidas en una de las categorías anteriores, pero que han sido afectadas por hongos o bacterias provenientes de fuentes distintas de la semilla progenitora.

# Evaluación de la germinación de la semilla

227

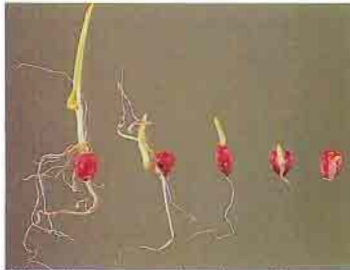


Plántulas anormales de trigo

## Plántulas anormales

Plántulas que no muestran el potencial de desarrollarse para convertirse en una planta normal cuando se les cultiva en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Se clasifican como anormales las plántulas siguientes:

228



Plántulas anormales de maíz

- **Plántulas dañadas:** plántulas en las que falta alguna de las estructuras esenciales o alguna de esas estructuras está dañada irreparablemente o en grado tal que no se puede esperar un desarrollo equilibrado.

- **Plántulas deformes o desequilibradas:** plántulas con un desarrollo débil o una perturbación fisiológica, o en las cuales las estructuras esenciales están deformadas o son desproporcionadas.
- **Plántulas podridas:** plántulas en las que alguna de las estructuras esenciales está tan enferma o podrida como resultado de una infección primaria (es decir, originada en la semilla progenitora) que no es posible un desarrollo normal.

Se considera que el trigo o el maíz es anormal cuando presenta uno (o una combinación) de los siguientes defectos:

**Radícula/raíces seminales:**

- atrofiadas
- ausentes
- estrechadas
- con geotropismo negativo
- cortas y gruesas
- quebradas
- delgadas y débiles
- vítreas
- de desarrollo lento
- hendididas desde la punta
- atrapadas en la cubierta de la semilla
- podridas como resultado de una infección primaria

**Raíces seminales:**

sólo una o ninguna

**Nota:** Las raíces seminales que muestran uno o más de los defectos anteriores son anormales; deben existir por lo menos dos raíces seminales en las especies de *Triticum*.

**Coleoptilo:**

- deforme
- con la punta dañada o sin punta
- muy retorcido
- hendido en más de 1/3 del largo desde la punta
- dañado
- muy doblado
- delgado y débil
- podrido como resultado de una infección primaria
- ausente
- formando un tirabuzón o una espiral
- hendido en la base

**Primera hoja:**

- extendida por menos de la mitad del coleoptilo
- ausente
- desgarrada o con alguna otra deformación

**Toda la plántula:**

- deforme
- el coleoptilo emerge antes que la radícula
- delgada y débil
- podrida como resultado de una infección primaria
- fracturada
- amarilla o blanca
- vítrea

# Evaluación de la germinación de la semilla

229



Semillas no germinadas de trigo

## Semillas no germinadas

Semillas que no han germinado al concluir el período de una prueba ordinaria de germinación.

230



Semillas no germinadas de maíz

## Referencias

International Seed Testing

Association. 1985. International Rules for Seed Testing 1985.

*Seed Science and Technology* 13 (2): 299-520.

## Rangos máximos tolerados en las repeticiones

Este cuadro indica los rangos máximos (es decir, la diferencia entre el valor más alto y el más bajo) de los porcentajes de germinación tolerables en las repeticiones, teniendo en cuenta una variación en el muestreo aleatorio de 2.5%. Para encontrar el rango tolerado máximo en cualquier caso, calcule el porcentaje medio, redondeado al número entero más cercano, de las 4 repeticiones; si es necesario, forme repeticiones de 100 semillas combinando las subrepeticiones de 50 ó 25 semillas que estuvieron más cercanas unas con otras en el germinador. Localice el promedio en la columna 1 ó 2 y lea el rango máximo tolerado en la columna 3.

Porcentaje medio de germinación			Rango máximo (%)		
1	2	3	1	2	3
99	2	5	87 a 88	13 a 14	13
98	3	6	84 a 86	15 a 17	14
97	4	7	81 a 83	18 a 20	15
96	5	8	78 a 80	21 a 23	16
95	6	9	73 a 77	24 a 28	17
93 a 94	7 a 8	10	67 a 72	29 a 34	18
91 a 92	9 a 10	11	56 a 66	35 a 45	19
89 a 90	11 a 12	12	51 a 55	46 a 50	20

Estas tolerancias aplican únicamente en las condiciones ya definidas. Por ejemplo, no son adecuadas para comparar los resultados de dos pruebas diferentes de la misma muestra.

Descriptores AGROVOC: *Zea mays*; Maíz: *Triticum*; Trigo; Ensayo de semillas; Organismos transmitidos por semilla; Identificación: Diagnóstico de laboratorio; Control de enfermedades; Cuarentena

Códigos de Categoría AGRIS: F03

Clasificación Decimal Dewey: 631.521072

ISBN: 968-6923-71-3



**CAB International**

Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK



---

**CIMMYT**

---

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

Lisboa 27, Apartado Postal 6-641, 06600 Mexico, D.E Mexico

<http://www.cimmyt.mx> or: <http://www.cgiar.org>

