

FISIOPATÍAS Y ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS DURANTE LA POST-RECOLECCIÓN



Dr. Juan Antonio Martínez López. Departamento de Producción Vegetal. ETSIA UPCT

FISIOPATÍAS Y ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS DURANTE LA POST-RECOLECCIÓN

10.1. Deterioro y pérdidas de los frutos cítricos durante su almacenamiento

10.2. Fisiopatías de los frutos cítricos durante su almacenamiento

10.3. Podredumbres de los frutos cítricos durante su almacenamiento

10.4. Medidas de control

Deterioro y pérdidas de los frutos cítricos durante su almacenamiento

Definiciones que hay que conocer:

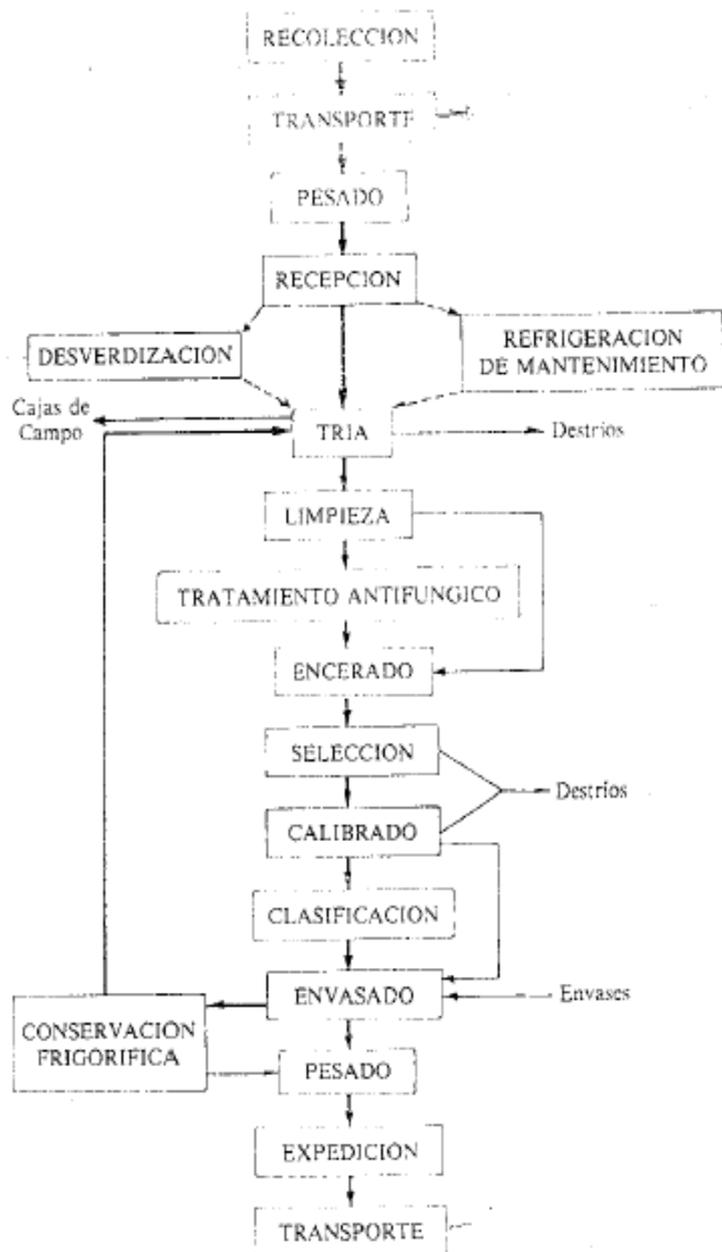
Concepto de pérdida

Los productos vegetales frescos: frutas, hortalizas, flores, raíces, bulbos, son partes vivas de plantas cuyos procesos vitales continúan después de la recolección. Continúan vivos hasta que agotan sus reservas de nutrientes y de agua (65 – 95%). Después de esto el producto muere y se descompone (podredumbre) o se seca (momifica).

Pérdida es la cantidad o cosa perdida porque se deteriora. Umbral de pérdidas relativo:

- 1.- Pérdidas de peso por deshidratación $> 5\%$ \rightarrow marchitamiento Pérdida según destino.
- 2.- Aparición de signos de una podredumbre \rightarrow pérdida segura.
- 3.- Fisiopatía (alteración fisiológica) \rightarrow disminuye calidad o pérdida total.

ESQUEMA DE MANIPULACION DE CITRICOS



Identificar puntos de pérdidas

Definiciones que hay que conocer:

Principales causas de pérdidas

En relación con el origen de las pérdidas, éstas se pueden clasificar en pérdidas fisiológicas, daños mecánicos y por enfermedades o plagas.

1.- Deterioro fisiológico o pérdidas fisiológicas

1.1.- Pérdidas naturales

1.1.1.- Por respiración (eliminación de nutrientes y agua).

Se intensifican cuando ocurren condiciones que aceleran el proceso natural de deterioro (temperatura elevada, humedad relativa baja, daños mecánicos).

1.1.2.- Pérdidas de agua (transpiración).

Las pérdidas naturales son inevitables, pero se pueden minimizar poniendo los medios adecuados desde el cultivo hasta el consumo. Producen pérdida de calidad y de peso. Si las pérdidas de peso por deshidratación son muy elevadas, se produce marchitamiento (pérdida de cantidad o pérdida de calidad excesiva que impide que el producto sea comercializado).

Definiciones que hay que conocer:

Principales causas de pérdidas

1.2.- Pérdidas anormales

Se producen por exposición al calor o frío excesivos (condiciones ambientales no favorables en general). Por ejemplo, la temperatura extrema en ambos sentidos, la modificación gaseosa de la atmósfera, la contaminación. Produce sabores extraños y maduración anormal.

2.- Daños mecánicos o lesiones físicas

Son inevitables (se separa el órgano cosechado del resto de la planta).

Los productos perecederos son muy sensibles por el elevado contenido en agua que presentan y su consistencia blanda, forma y estructura.

El daño puede ocurrir en cualquier punto entre el cultivo, manipulación y comercialización.

Definiciones que hay que conocer:

Principales causas de pérdidas

Una manipulación no cuidadosa implica:

Desarrollo de magulladuras internas que repercute en un deterioro fisiológico anormal (aumenta la respiración, el calor asociado a este incremento, decoloración interna y sabores anómalos)

Hendiduras o grietas en la piel que provocan una pérdida rápida de agua, la aceleración de los cambios fisiológicos normales (\uparrow respiración \rightarrow \uparrow calor), y favorecen el desarrollo de las infecciones.

3.- Pérdidas por enfermedades o plagas (bióticas o infecciosas)

Son producidas por microorganismos. Es la mayor causa de pérdidas. Por orden de importancia:

Hongos (especialmente en frutos). **Habitual en cítricos**

Bacterias (especialmente en hortalizas). **En cítricos, sólo antes de la cosecha**

Plagas por insectos (cereales y legumbres). **No en cítricos**

Plagas por roedores en almacén. **Raro en cítricos**

Virus de poscosecha (2 especies). **No en cítricos**

Fisiopatías de los frutos cítricos durante su almacenamiento

Definiciones que hay que conocer:

Alteración fisiológica, desorden o fisiopatía

ALTERACIÓN O DESORDEN ES TODO DESEQUILIBRIO NORMAL, O CAUSADO POR AGENTE PATÓGENO O FISIOLÓGICO ANORMAL, EN EL PROCESO QUE CONDUCE HASTA LA MUERTE NATURAL DEL FRUTO Y QUE SE MANIFIESTA DESDE EL PUNTO DE VISTA VISUAL O GUSTATIVO

- **LA ALTERACIÓN PUEDE HACER AL PRODUCTO INCOMERCIALIZABLE → PÉRDIDA POR DETERIORO**
- **LA PODREDUMBRE EN CUALQUIER GRADO HACE AL PRODUCTO INCOMERCIALIZABLE**
- **LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA ALTERACIÓN DEPENDE DE MUCHOS FACTORES: Tª, HR, VARIEDAD, CONDICIONES CULTURALES, PERÍODO DE CONSERVACIÓN,...**
- **LA ALTERACIÓN PUEDE TENER SU ORIGEN NATURAL DURANTE EL CULTIVO**
- **PERÍODOS PROLONGADOS DE ALMACENAMIENTO IMPLICAN MAYORES RIESGOS DE ALTERACIONES**

MARCHITAMIENTO

- 1. REFLEJO FÍSICO DE LA DESHIDRATACIÓN DE LOS TEJIDOS SUPERFICIALES DEL VEGETAL**
- 2. LA DESHIDRATACIÓN ES MENOR A MAYOR HUMEDAD RELATIVA (HR). DISMINUYE A HR CONSTANTE CUANDO BAJA LA TEMPERATURA**
- 3. EL MARCHITAMIENTO SUELE COMENZAR EN MUCHOS PRODUCTOS A PARTIR DEL 5% DE PÉRDIDA DE PESO FRESCO POR DESHIDRATACIÓN**
- 4. SÍNTOMAS: ARRUGAMIENTO, TEJIDOS BLANDOS, MALA CALIDAD ORGANOLÉPTICA, SENESCENCIA, PARDEAMIENTO,...**

MARCHITAMIENTO



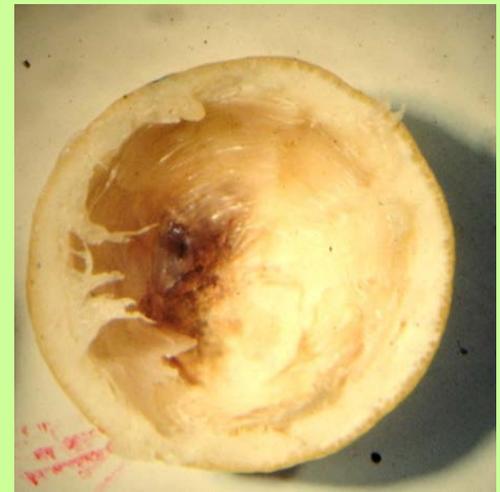
DAÑOS POR FRÍO

1. CONJUNTO DE DISFUNCIONES CELULARES, ALTERACIONES FISIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS INDUCIDAS POR UN PERÍODO DE PERMANENCIA DE LOS TEJIDOS VEGETALES COSECHADOS AL FRÍO NO CONGELANTE

2. TEMPERATURAS ENTRE 1°C Y 15°C EN CÍTRICOS

3. SÍNTOMAS: “PITTING” O PICADO, PARDEAMIENTOS INTERNOS O EXTERNOS (ESCALDADO), DESCOMPOSICIÓN DE TEJIDOS, INCAPACIDAD DE MADURAR, SENESCENCIA, INCREMENTO DESHIDRATACIÓN, PODREDUMBRES, MENOS RESISTENCIA A DAÑOS MECÁNICOS, SABORES ANORMALES, ...

Membranosis en limón



DAÑOS POR FRÍO

Pomelo



Naranja

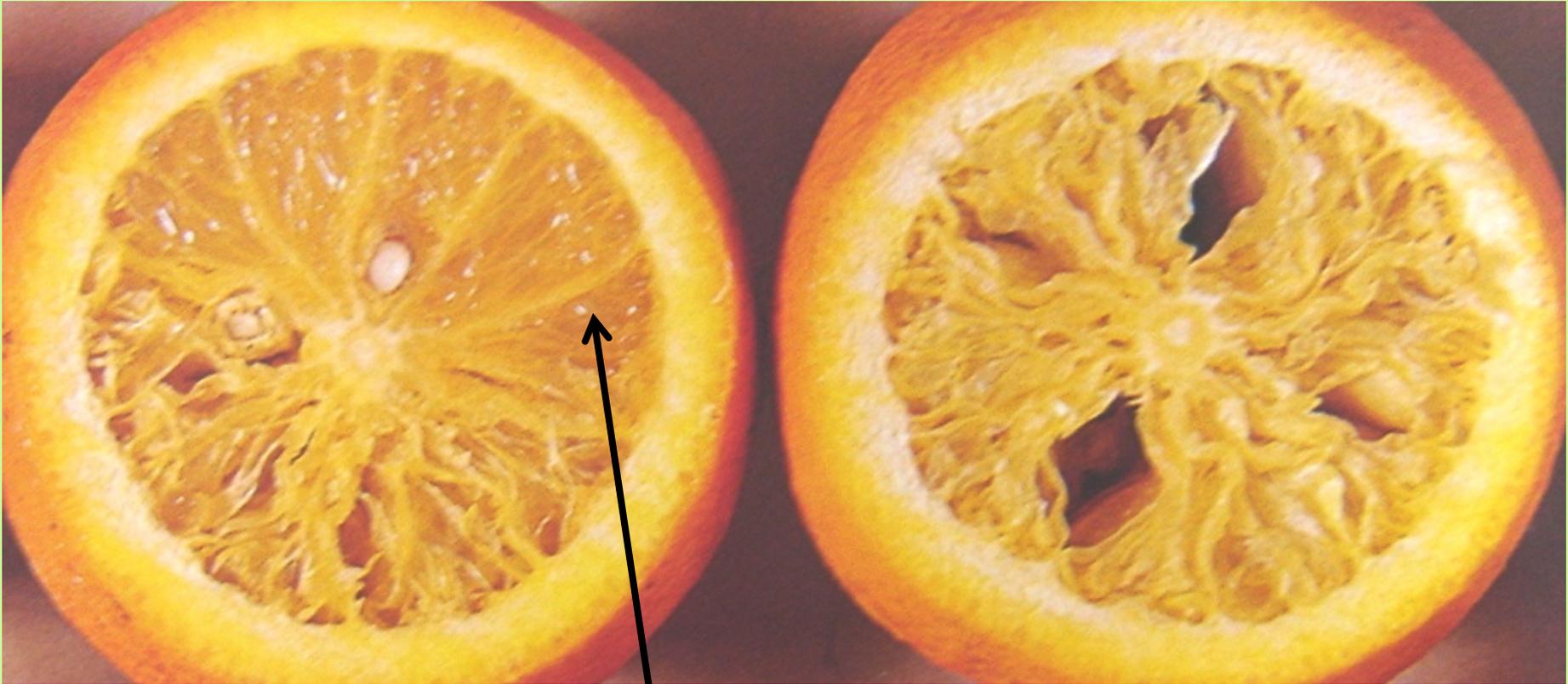


Mandarina

DAÑOS POR CONGELACIÓN

1. CUANDO EL TEJIDO VEGETAL SE ALMACENA POR DEBAJO DE SU TEMPERATURA DE CONGELACIÓN (GENERALMENTE ENTRE $-2,4^{\circ}\text{C}$ A $-0,3^{\circ}\text{C}$)
2. SÍNTOMAS: OSCURECIMIENTO, DESCOMPOSICIÓN ACUOSA, PULPA TRANSLÚCIDA, CRISTALES DE HESPERIDINA, PODREDUMBRES,...

DAÑOS POR CONGELACIÓN



Cristales de hesperidina en naranja

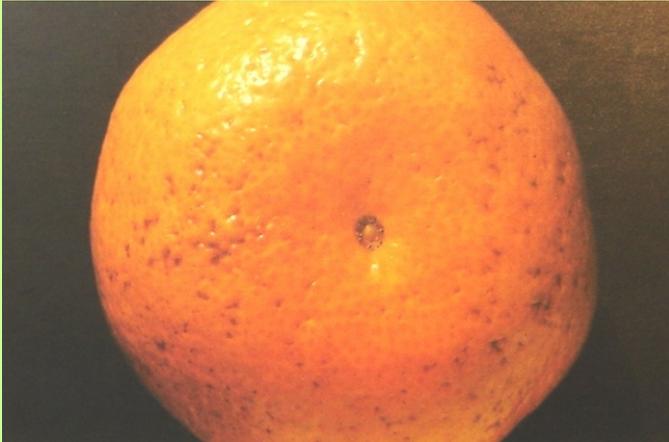
DAÑOS POR EXCESO DE ETILENO

1. LA HORMONA DE LA MADURACIÓN (ETILENO) ACELERA LA SENESCENCIA

2. EL ETILENO INICIA EL ESTÍMULO DE LA MADURACIÓN DE LOS FRUTOS Y SE PUEDE USAR PARA LA DESVERDIZACIÓN DE CÍTRICOS

3. LOS SÍNTOMAS DE LOS EFECTOS NEGATIVOS DEL EXCESO DE ETILENO EN LA CONSERVACIÓN SON: ABSCISIÓN DE CÁLIZ Y ESCALDADO PARDO DEL FLAVEDO

DAÑOS POR EXCESO DE ETILENO



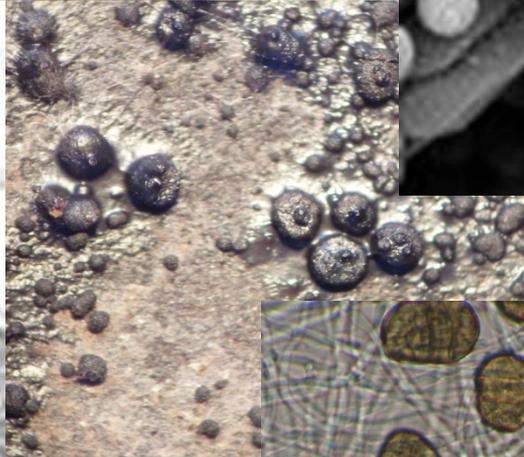
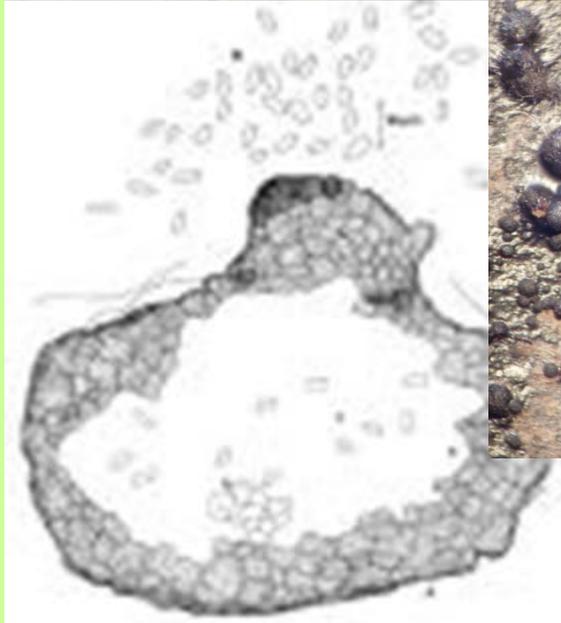
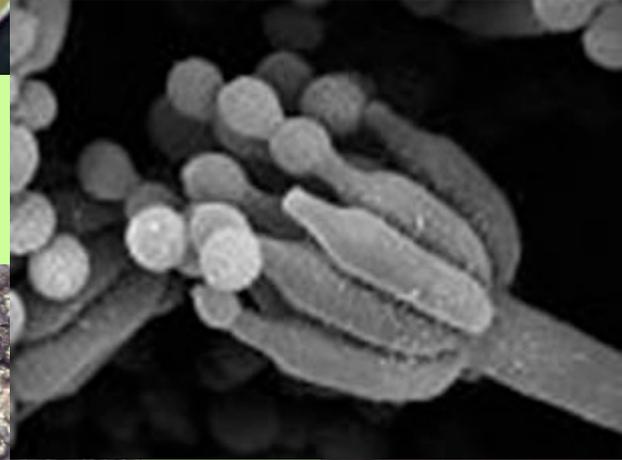
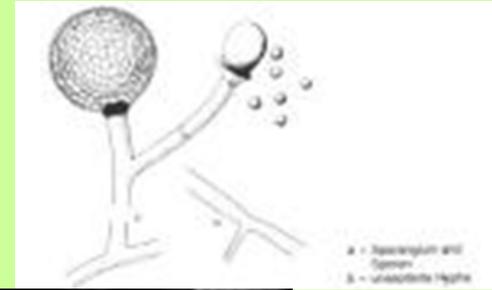
Desverdización de
mandarina



Podredumbres de los frutos cítricos durante su almacenamiento

Definiciones que hay que conocer para identificar podredumbres:

Hifa, micelio, conidióforo, conidio (espora), esporangio, picnidio, acérvulo...



PODREDUMBRES DE LOS FRUTOS CÍTRICOS Y AGENTES CAUSALES

NOMBRE CIENTÍFICO PATÓGENO	GRUPO TAXONÓMICO	OTROS NOMBRES	NOMBRE PODREDUMBRE
<i>Penicillium digitatum</i>			Podredumbre verde
<i>Penicillium italicum</i>			Podredumbre azul
<i>Alternaria citri</i>			Podredumbre negra o verde oscura
<i>Alternaria alternata</i>			Podredumbre negra o verde oscura
<i>Botrytis cinerea</i>		<i>Botryotinia fuckeliana</i>	Podredumbre gris
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		<i>Glomerella cingulata</i>	Antracnosis
<i>Geotrichum candidum</i>		<i>Polyporus adustus</i>	Podredumbre amarga
<i>Rhizopus stolonifer</i> (<i>R. nigricans</i>)			Podredumbre por Rhizopus
<i>Cladosporium herbarum</i>			Podredumbre verde grisácea
<i>Phytophthora citrophthora</i>			Aguado o podredumbre marrón
<i>Trichoderma viride</i>			
<i>Trichotecium roseum</i>			Podredumbre rosa
<i>Fusarium oxysporum</i>			
<i>Fusarium solani</i>			
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>			Podredumbre algodonosa
<i>Diplodia mutila</i>			Podredumbre negra por Diplodia
<i>Phomopsis citri</i>		<i>Diaporthe citri</i>	
<i>Aspergillus niger</i>			
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i>			Cáncer bacteriano
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>			“black pit”

- Porcentajes de podridos causados por los hongos que afectan a los frutos cítricos en la postrecolección.

Hongo	% de podrido ^z	
	Durante el almacenamiento en cámara frigorífica ^y	Durante toda la comercialización.
a) <i>Penicillium digitatum</i>	30 - 55	55 - 80
<i>Penicillium italicum</i>	15 - 35	2 - 30
b) <i>Alternaria citri</i>	10 - 30	8 - 16
<i>Botrytis cinerea</i>	8 - 25	8 - 15
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0 - 7	2,5 - 6
<i>Geotrichum candidum</i>	0 - 5	2 - 3
c) <i>Rhizopus stolonifer</i>	0 - 4	1 - 3
<i>Cladosporium herbarum</i>	0 - 2	2 - 4
<i>Alternaria alternata</i>	0 - 1	0 - 2
<i>Phytophthora citrophthora</i>	0 - 3	1 - 2
<i>Trichoderma viride</i>	0 - 0,7	0 - 0,7
<i>Trichothecium roseum</i>	0 - 0,08	0 - 0,5
<i>Fusarium oxysporum</i> y <i>F. solani</i>	0 - 1,5	0 - 2
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	0 - 1	0 - 0,5
<i>Diplodia mutila</i>	0 - 0,1	0 - 0,1
<i>Phomopsis citri</i>	0 - 0,08	0 - 0,08
<i>Aspergillus niger</i>	0	?

^z En naranjas y mandarinas.

^y En atmósfera convencional y 90% H.R. y 2 meses a 2-4°C.

- Especies generalizadas, constantes en el tiempo y causantes de daños graves
- Especies de aparición irregular o causantes de daños poco importantes aunque estén generalizadas
- Especies de aparición esporádica
- Especies no detectadas en España, pero que constituyen problemas importantes en otros países

COMO CONCLUSIÓN:

Para reducir las pérdidas después de la cosecha:

- Los esfuerzos dependen del destino.
- Cuidar el cultivo.
- Cosecha y manipulación cuidadosa.
- Empaquetado adecuado.
- Transporte mejorado para reducir tiempo entre cosecha y venta.
- Manipulación adecuada en el supermercado.
- Elaborar producto procesado cuando existe excedentes (conservas, zumos, mermeladas, etc.)

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

Penicillium

1. PODREDUMBRE VERDE O AZUL

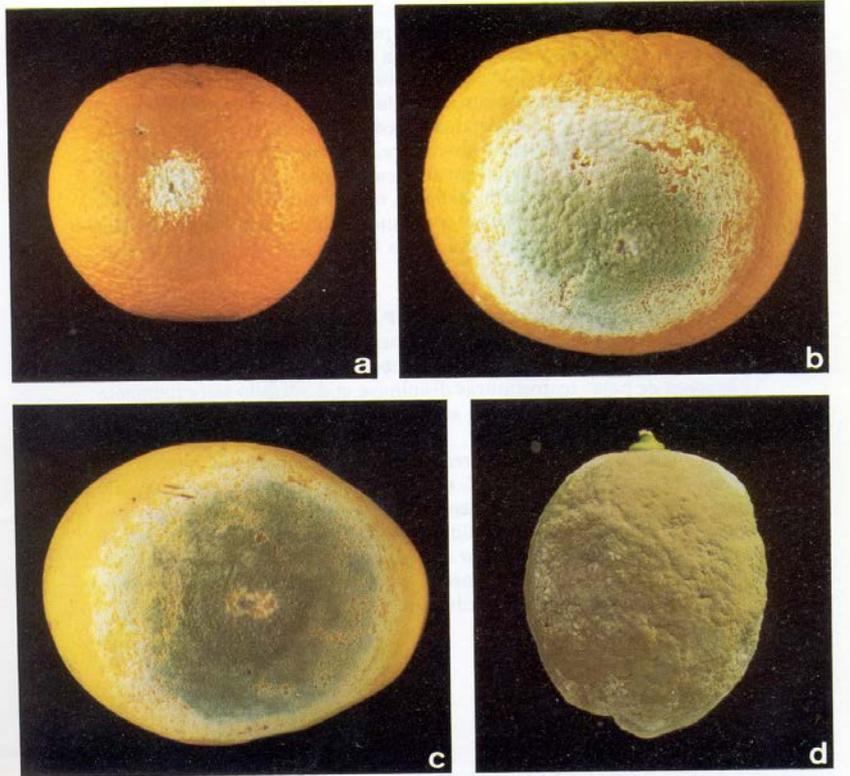
2. MICELIO BLANCO ATERCIOPELADO CON MASAS DE CONIDIOS VERDES O AZULADAS

3. CONIDIÓFOROS EN FORMA DE PINCEL

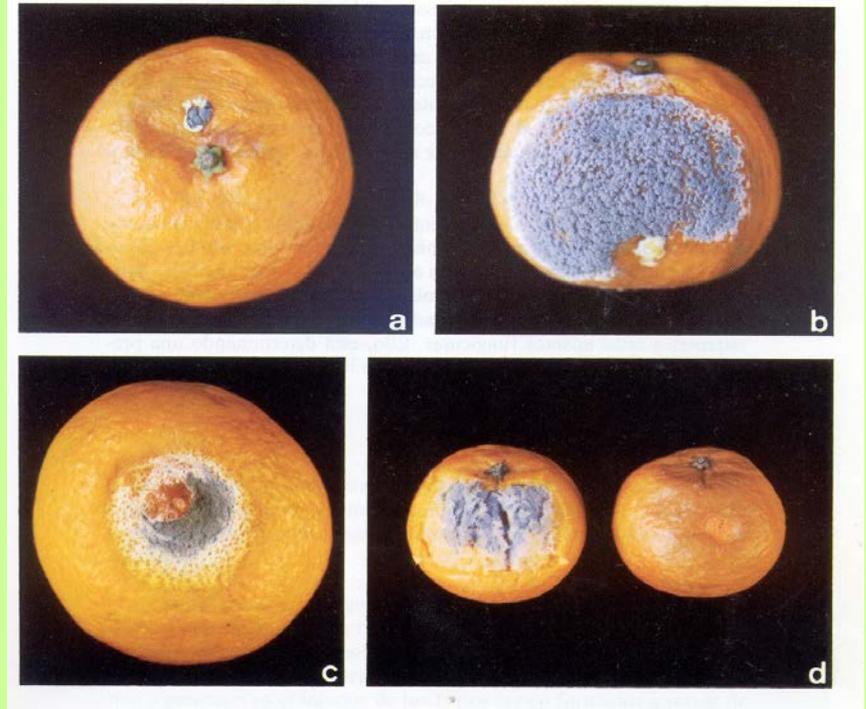
- Conidióforos en forma de pincel (grupo de fiálidas).
 - Conidios hialinos, coloreados en masa. Unicelulares, esféricos u ovalados. En cadenas basípetas secas.



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Penicillium*



Penicillium digitatum



Penicillium italicum

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

Penicillium



P. italicum en kumquat
(quinoto)



P. digitatum en
kumquat



P. en kumquat sin micelio
externo



P. digitatum en
mandarina

P. italicum en naranja



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Penicillium*



P. en naranja

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Alternaria*

1. PODREDUMBRE NEGRA POR *Alternaria* O VERDE OSCURA

2. MICELIO PRIMERO BLANQUECINO, LUEGO GRIS-VERDE O NEGRO

3. CONIDIÓFOROS SIMPLES. CONIDIOS TABICADOS Y EN CADENAS



Alternaria

- Conidióforos oscuros, simples, cortos o alargados, no diferenciados.

- Conidios oscuros, con septos longitudinales y transversales. Polimorfismo, de forma elíptica, ovalados o redondeados, a veces con apéndice. Formando cadenas acrópetas.

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Alternaria*



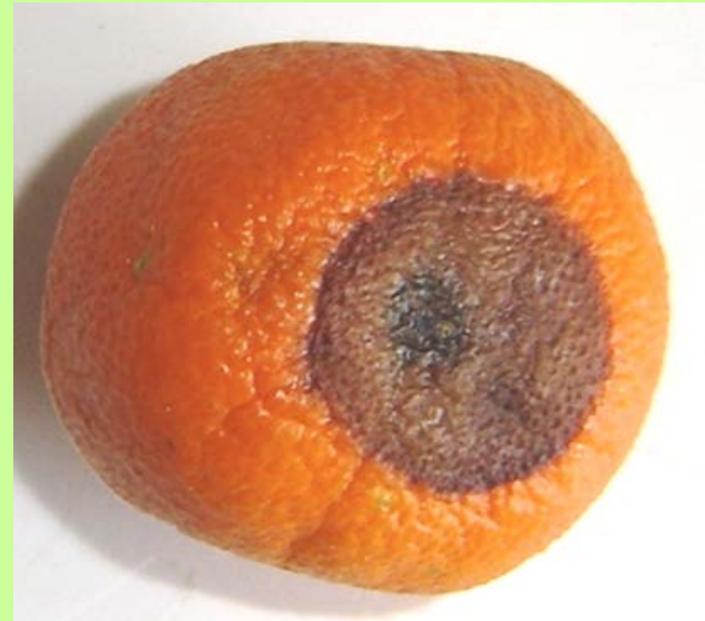
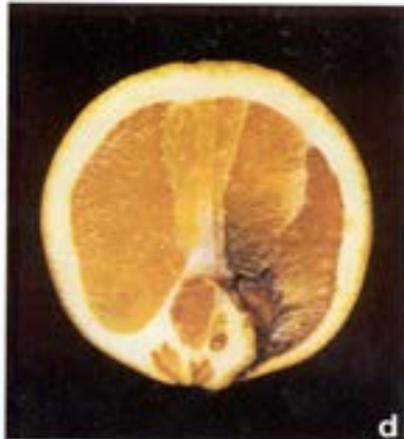
Fig. III. 4.- Síntomas del ataque de *A. citri* en campo (observados posteriormente todos ellos en el almacén):

a) Comienzo del desarrollo del hongo en la zona estilar.

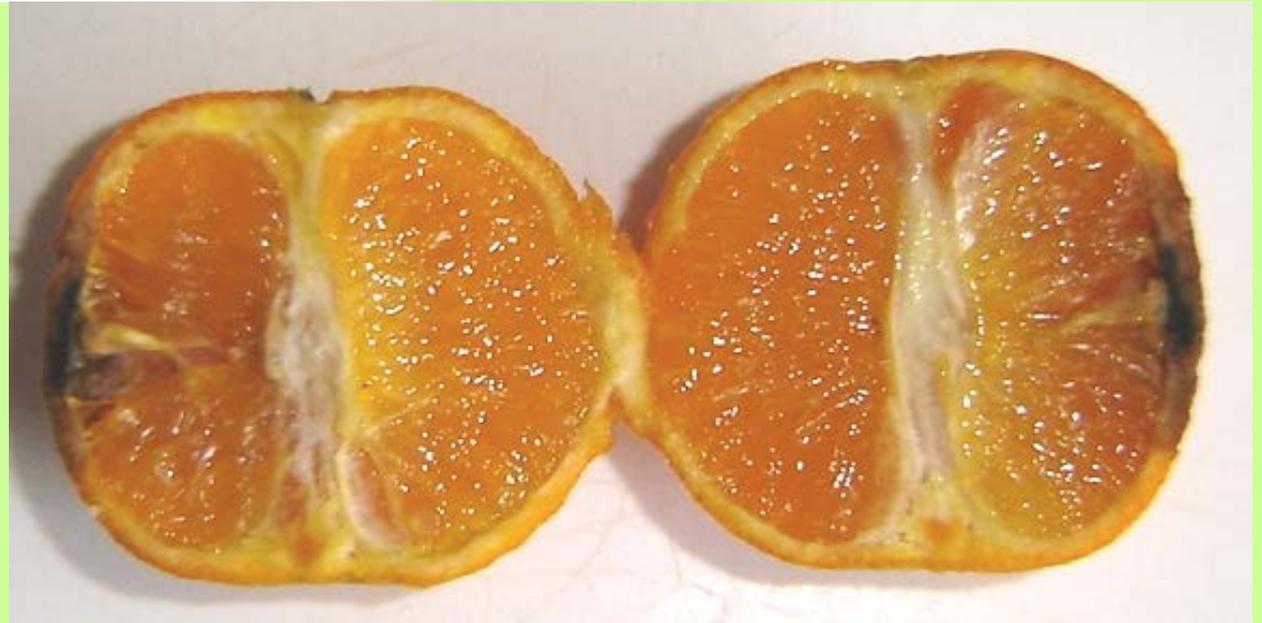
b) Detalle.

c) Podredumbre avanzada.

d) Corte longitudinal mostrando el desarrollo del hongo en el interior del fruto.



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Alternaria*



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Botrytis*

1. PODREDUMBRE GRIS

2. MICELIO PRIMERAMENTE BLANCO, LUEGO GRISÁCEO. FORMACIÓN DE ESCLEROCIOS. HIFAS HIALINAS Y ACINTADAS

3. CONIDIÓFOROS RAMIFICADOS CON ÁPICES ENGROSADOS QUE PORTAN CONIDIOS OVALADOS



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

Botrytis

- Conidióforos largos, hialinos o pigmentados, ramificados irregularmente en la porción superior. Células apicales de los conidióforos alargadas o redondeadas, del que parten racimos de conidios simultáneamente sobre cortos apéndices de las células apicales.

- Conidios hialinos y grisáceos en masa. Unicelulares y ovalados.



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

Botrytis



Fig. III. 7.- Síntomas más frecuentes del desarrollo de *S. fuckeliana* (forma *B. cinerea*) en frutos cítricos:

- a) Desarrollo en las áreas de la corteza debilitadas y fisuradas.
- b) Ablandamiento de los tejidos y crecimiento micelial en atmósfera húmeda.
- c) Desarrollo de la parte esporígena.
- d) Ataque completo con intensa fructificación y presencia de los esclerocios.

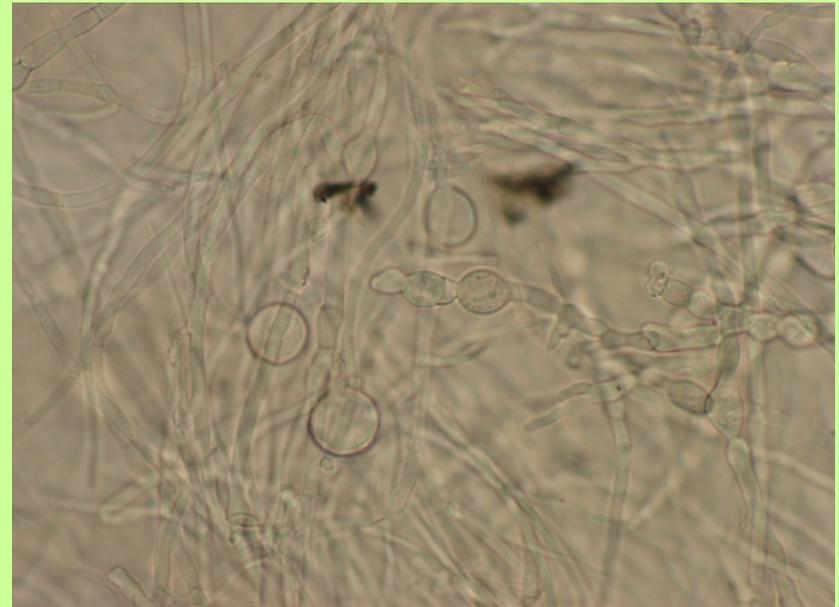


PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Fusarium*

1. PODREDUMBRE POR *Fusarium*

2. MICELIO BLANCO CON COLORACIONES VARIABLES SEGÚN LA ESPECIE

3. CONIDIÓFOROS SIMPLES O AGRUPADOS EN ESPORODOQUIOS



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

Fusarium

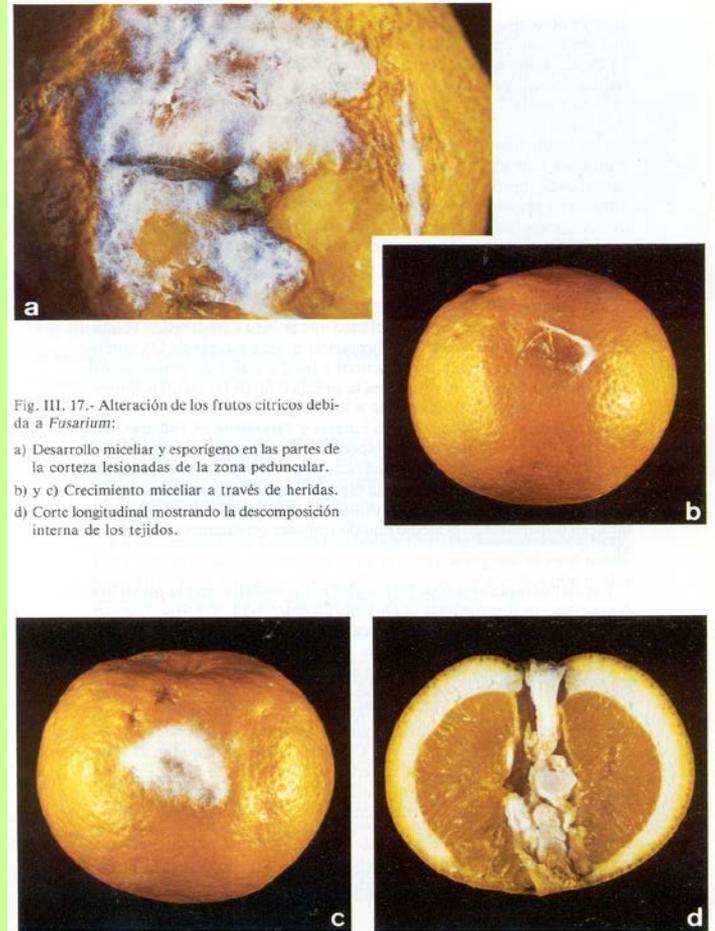
- Conidióforos variables, extendidos, simples o robustos, cortos, ramificados irregularmente o formando un verticilo de fiálidas. Conidióforos simples o agrupados en esporodoquios.

- Conidios hialinos, polimorfismo, pero principalmente de dos formas denominadas macroconidios y microconidios, a menudo agrupados en pequeñas cabezas húmedas. Los macroconidios son pluricelulares, septados, ligeramente curvados en los extremos hacia el mismo lado. Los microconidios son unicelulares ovalados o rectangulares. Aislados o en cadenas. Los que forman cadenas pueden tener éstas conidios intermedios pluricelulares de 2 o 3 células rectangulares o ligeramente curvados.



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR

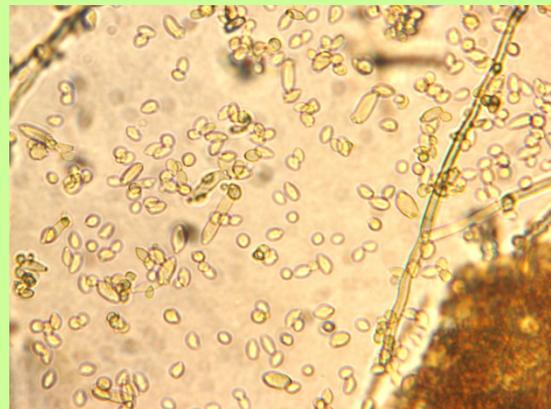
Fusarium



Fusarium oxysporum

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Cladosporium*

- 1. PODREDUMBRE POR *Cladosporium* O VERDE-GRISÁCEA**
- 2. MICELIO GENERALMENTE VERDE , NEGRO O GRIS. LAS HIFAS SON VERDOSAS AL MICROSCOPIO**
- 3. CONIDIÓFOROS MUY RAMIFICADOS, CON POLIMORFISMO DE CONIDIOS VERDOSOS EN CADENAS**

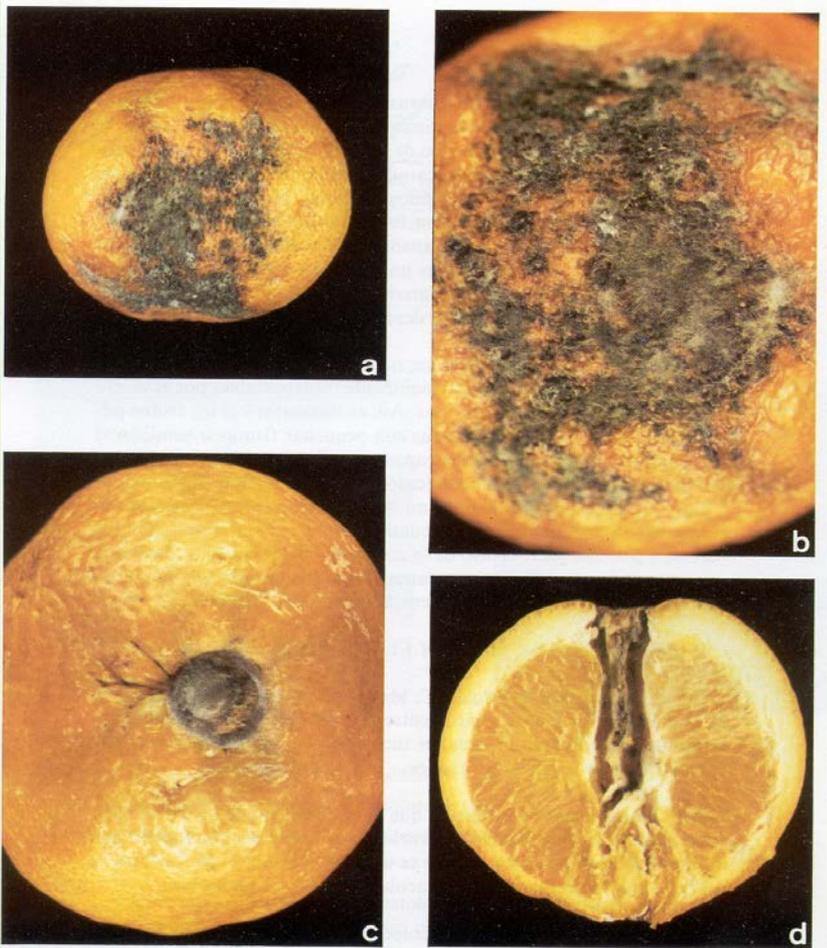


PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Cladosporium*

- Conidióforos oscuros, elevados, ramificados varias veces cerca del ápice, en racimos o simples.
- Conidios oscuros, 1 a 2 células. Polimorfismo en forma y tamaño: ovalados, cilíndricos, forma de limón, etc. Disposición en cadenas acrópetas.



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Cladosporium*



Cladosporium herbarum

PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Rhizopus*

1. PODREDUMBRE POR *Rhizopus*

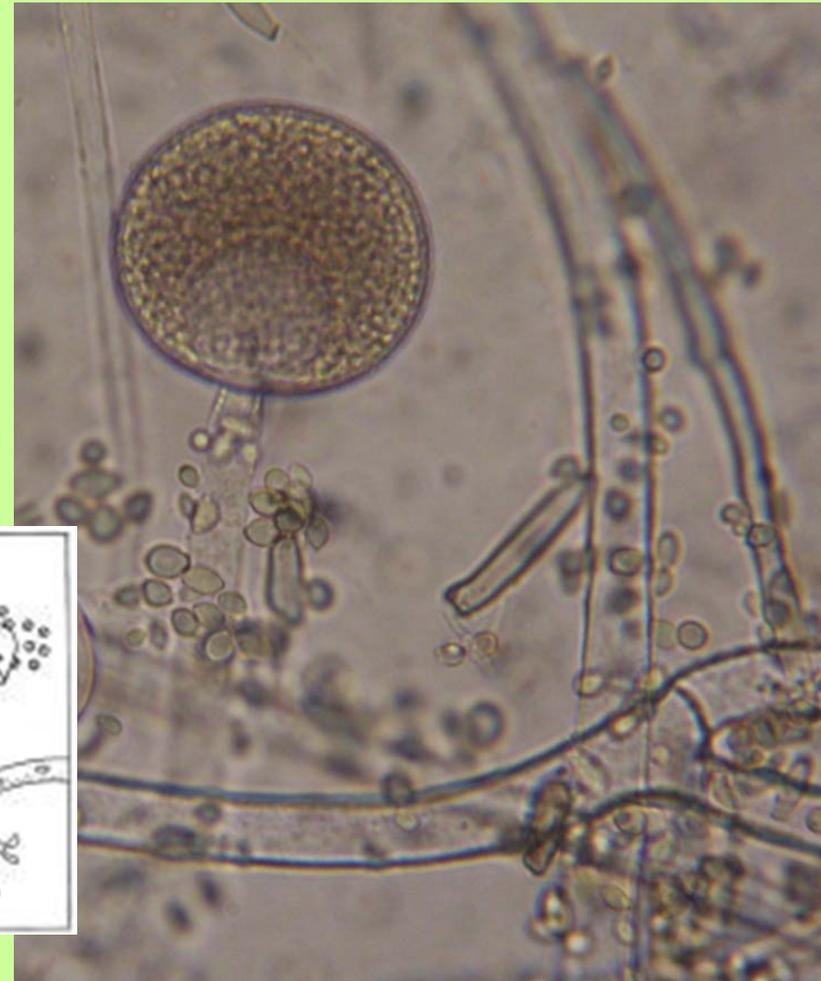
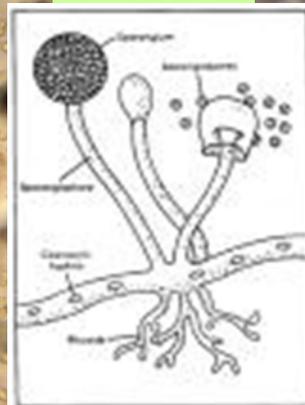
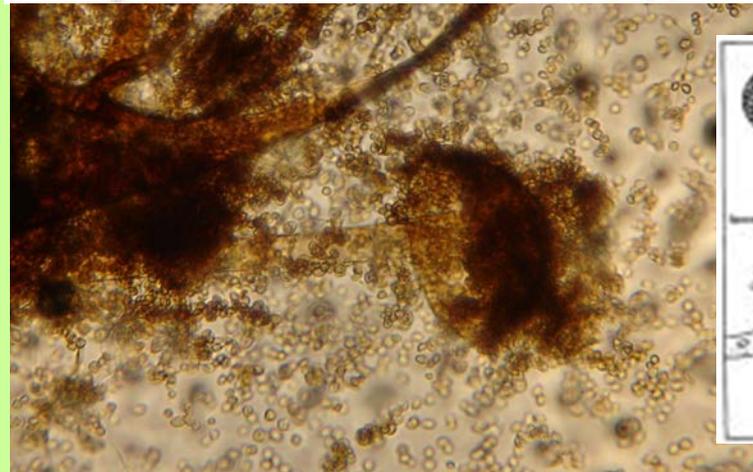
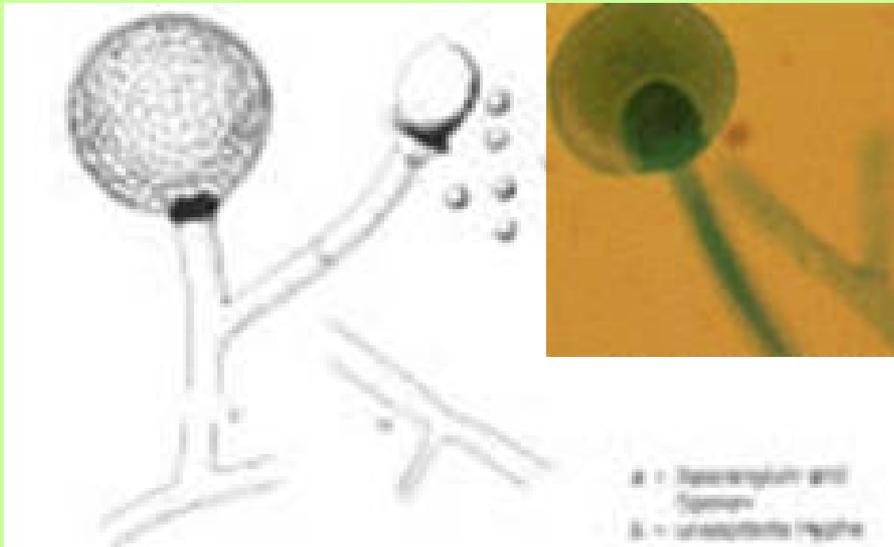
2. MICELIO BLANCO ALGODONOSO CON ESPORANGIOS QUE APARECEN COMO PUNTOS NEGROS. HIFAS NO TABICADAS

3. ESPORAS UNICELULARES Y ESFÉRICAS EN EL INTERIOR DE ESPORANGIOS

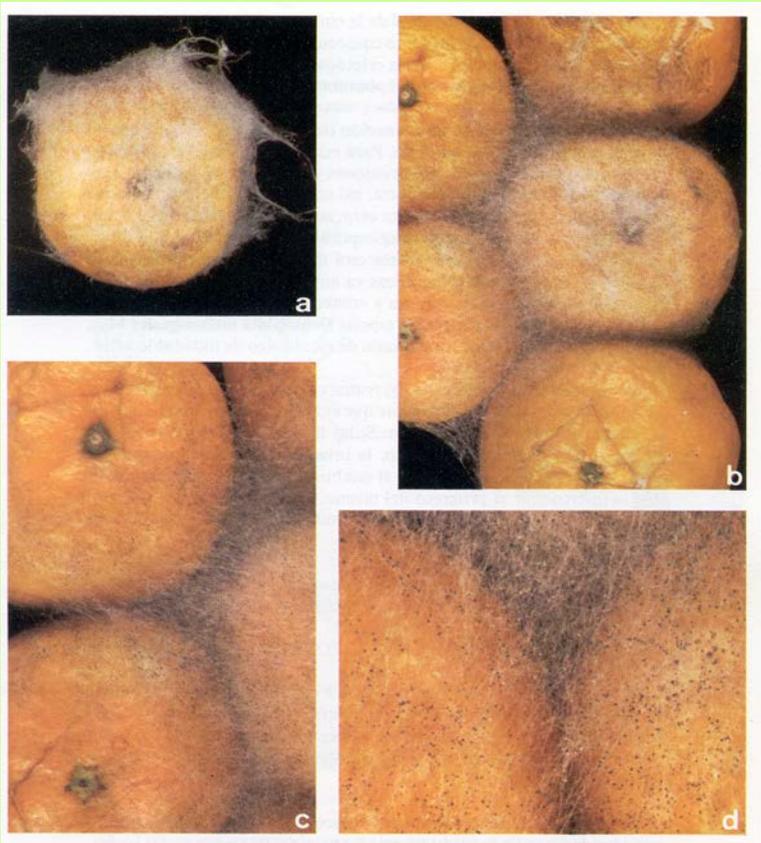
La reproducción asexual se produce por la formación de esporangios. La columela se colapsa una vez liberadas las esporas para formar un especie de sombrero chino. El micelio es sifonado y presenta rizoides en la base del esporangio



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Rhizopus*



PODREDUMBRES OCASIONADAS POR *Rhizopus*

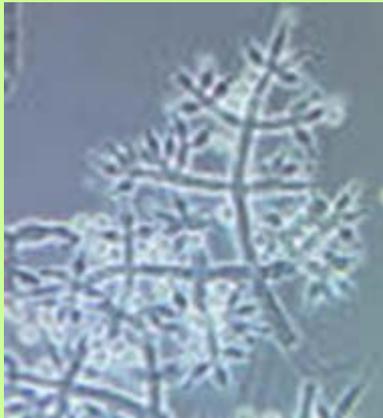


Rhizopus stolonifer

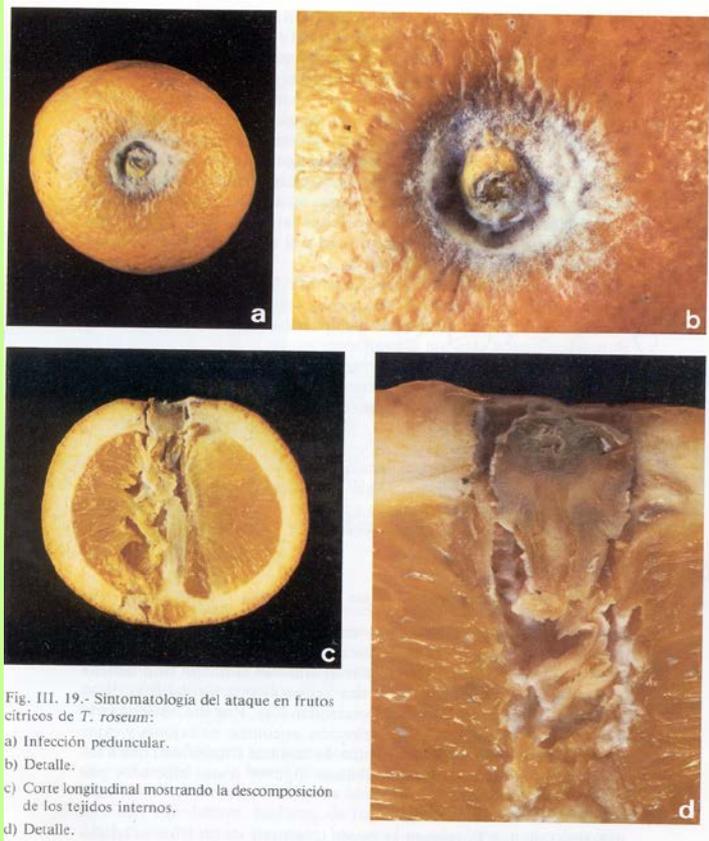
OTRAS PODREDUMBRES FÚNGICAS



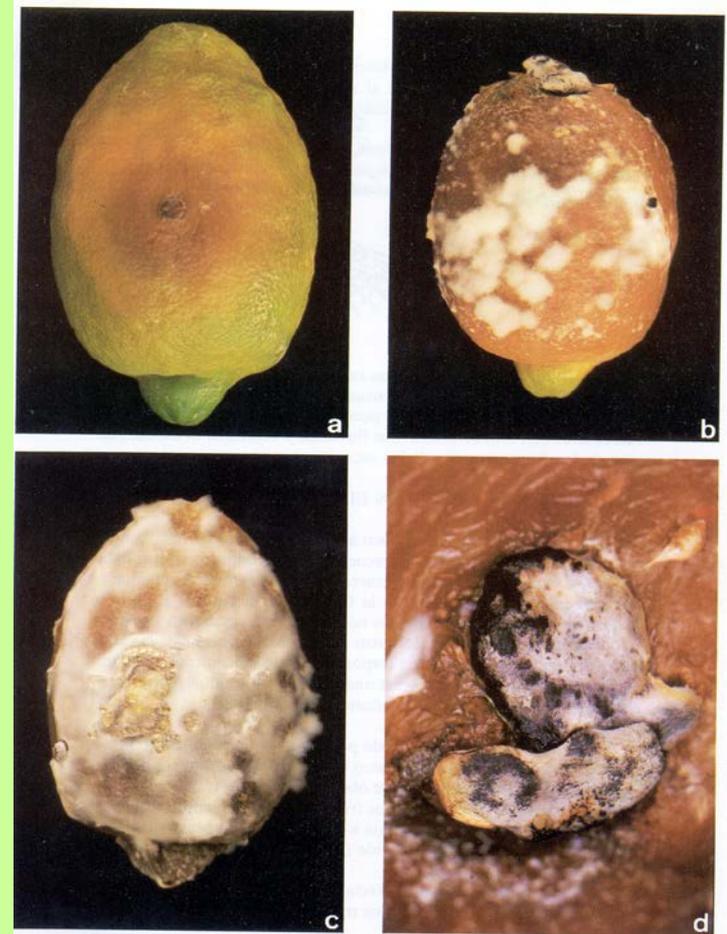
Trichoderma viride



OTRAS PODREDUMBRES FÚNGICAS

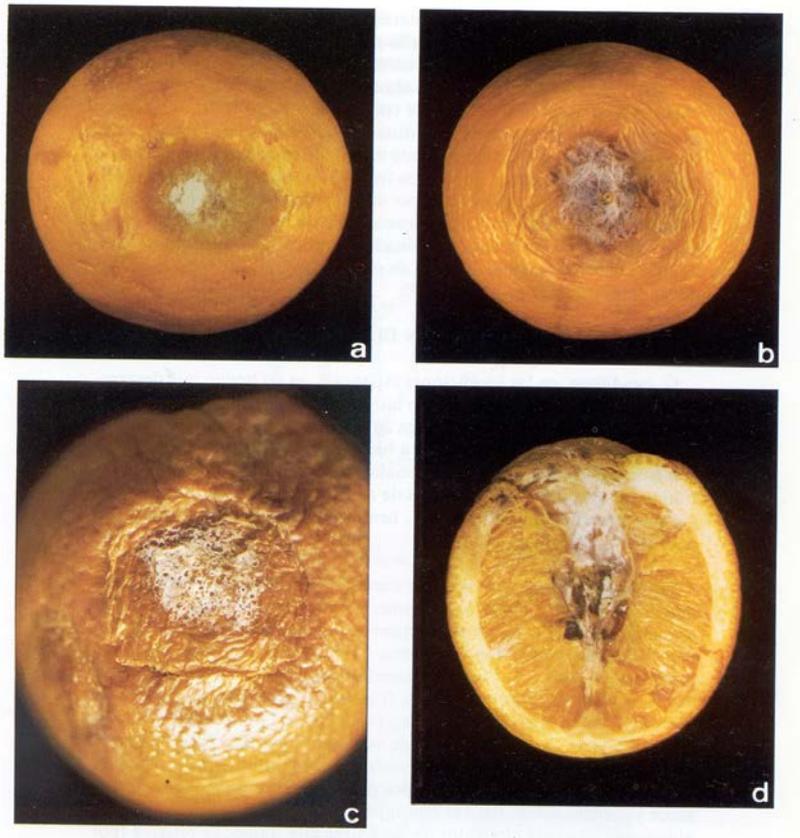


Trichothecium roseum

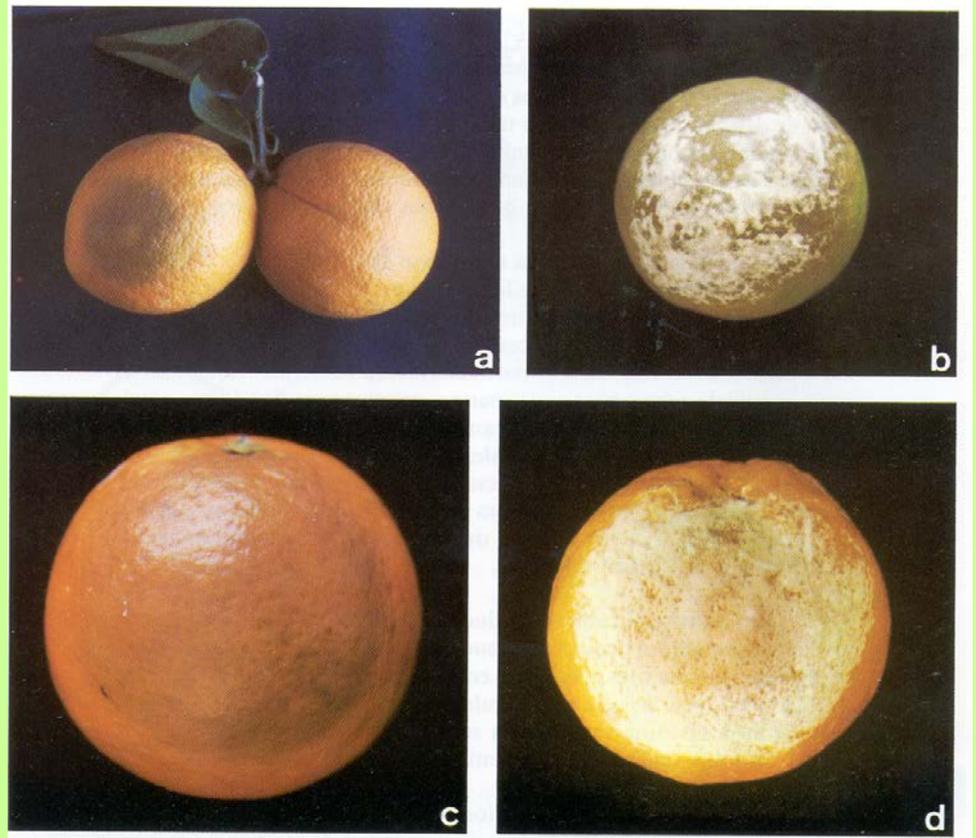


Sclerotinia sclerotiorum

OTRAS PODREDUMBRES FÚNGICAS



Geotrichum candidum

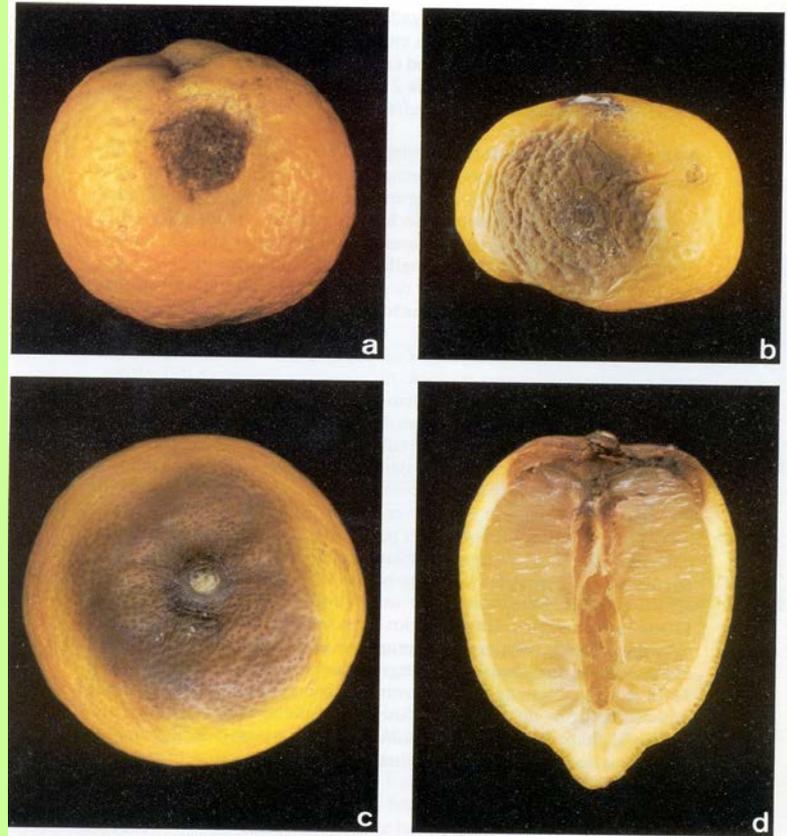


Phytophthora citrophthora

OTRAS PODREDUMBRES FÚNGICAS



ANTRACNOSIS



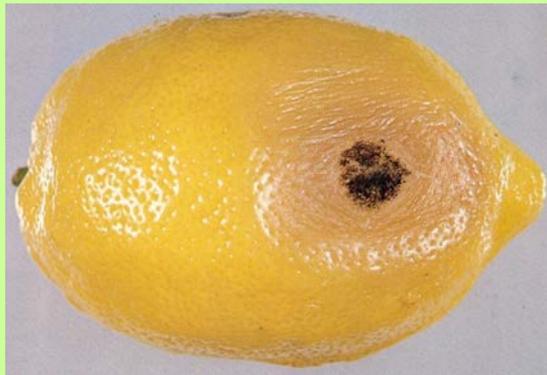
Colletotrichum gloeosporioides sin. *Gromerella cingulata*

OTRAS PODREDUMBRES FÚNGICAS



P. digitatum y *P. italicum* en mandarina

Alternaria + *Penicillium* en mandarina



Aspergillus niger



Colletotrichum + *Penicillium*

Medidas de control

MÉTODOS DE CONTROL DE LAS PODREDUMBRES

1.- Métodos para mantener la resistencia del hospedero

1.1.- Almacenamiento refrigerado

1.2.- MAP (atmósfera modificada) y CAS (atmósfera controlada)

1.3.- Almacenamiento hipobárico

1.4.- Reguladores del crecimiento (fitorreguladores)

1.5.- Aplicación de calcio

1.6.- Otros

2.- Control químico

2.1.- Tratamientos químicos precosecha

2.2.- Higiene

2.3.- Tratamientos químicos poscosecha

2.4.- Compuestos químicos seguros (GRAS)

2.5.- Compuestos químicos naturales

2.6.- Lectinas

MÉTODOS DE CONTROL DE LAS PODREDUMBRES

3.- Métodos físicos

3.1.- Tratamiento térmico

3.2.- Radiación ionizante

3.3- Radiación UV

4.- Control biológico (antagonistas)

5.- Nuevas estrategias para incrementar las defensas del hospedero

5.1.- Resistencia inducida

5.2.- Modificación genética de la planta