Tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas sintéticos para el control de la podredumbre de corona del plátano

Mónica González, Antonio Marrero, Julio Hernández, M. Gloria Lobo Rodrigo

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
mgonzal@icia.es

18-20 Octubre 2010, Tenerife – Islas Canarias
Primeras Jornadas de transferencia de I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs

Podredumbre de corona, pudrición de corona, *crown-rot*

- Principal enfermedad postcosecha, plátano subgrupo Cavendish
- Infección por microorganismos de las heridas que se producen en el desmanillado
- Síntomas
  - Ablandamiento de los tejidos superficiales en zona de corte
  - Micelio superficial de color blanco grisáceo
  - Tejidos color marrón oscuro o negro
  - Tejidos afectados: corona, pedicelo e incluso pulpa

Avance de la enfermedad



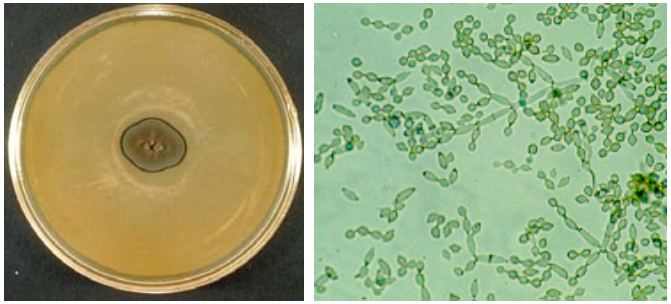


Microorganismos implicados en la podredumbre de corona

- Hongos identificados en las Islas Canarias



Alternaria alternata



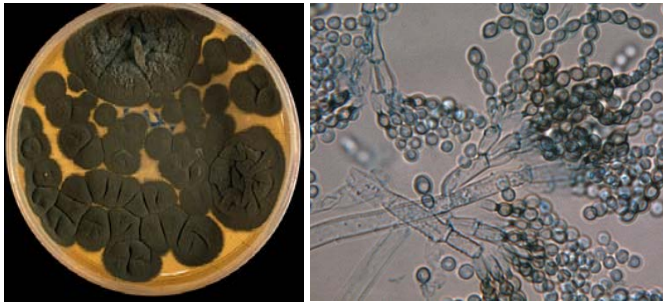
Cladosporium sp.



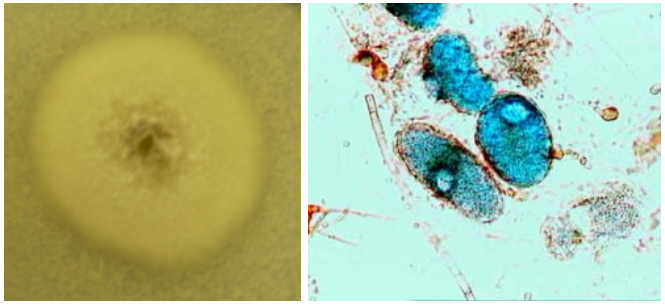
Fusarium oxysporum, *F. proliferatum*, *F. solani*



Geotrichum sp.



Penicillium sp.



Phomaceo

Métodos de control: Fungicidas sintéticos

- Aplicación preventiva y sistemática en el empaquetado

- Problemas
  - Carcinogenicidad
  - Teratogenicidad
  - Toxicidad residual alta y aguda
  - Largo periodo de degradación
  - Contaminación ambiental
  - Otros efecto residuales en la salud humana

- Legislación cada vez más restrictiva: menos materias activas

Límite máximo de residuos LMR

	Tiabendazol	Imazalil
UE	5 mg/kg	2 mg/kg
EE.UU.	3 mg/kg	3 mg/kg

Métodos de control: Estrategias alternativas a los fungicidas sintéticos

- Percibidas como seguras por los consumidores
- Con mínimo riesgo para la salud humana y para el medio ambiente

Producción	Empaquetado	Comercialización
Reducción Inóculo Técnicas Cultivo	Reducción Inóculo Recepción	Técnicas de Conservación
Técnicas de Recolección	Técnica Desmanillado	
	Reducción Inóculo Lavado Manos	
	Tratamientos Postcosecha	

EFICACIA LIMITADA DE TRATAMIENTOS INDIVIDUALES

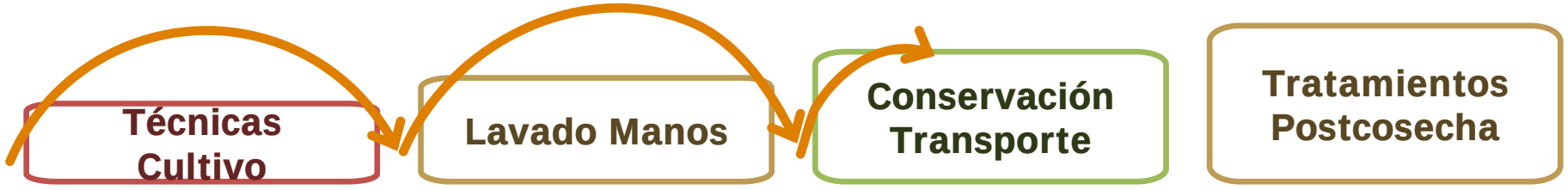
Métodos de control: Estrategias alternativas a los fungicidas sintéticos

TECNOLOGÍA DE BARRERAS O *HURDLE TECHNOLOGY*

- Inevitable la combinación de distintas técnicas alternativas

  - Distintos métodos barrera: efecto sinérgico en vez de aditivo
  - Más efectivo varios métodos de baja intensidad que uno sólo de alta





- Hongos: saprofitos que se desarrollan en órganos senescentes

- Control
  - Buenas prácticas sanitarias en campo
    - Eliminación regular de hojas y restos vegetales
    - Eliminación temprana de restos florales en campo

      De Lapeyre de Bellaire y Mourichon. *Plant Pathology*, 1997, 46, 481-489

      Finlay et al. *Tropical Science*, 1992, 32, 343-352
  - Embolsado del racimo
    - No hay estudios específicos
    - Reducción de la contaminación de los racimos en campo

      Reducción 80%: *Colletotrichum musae*

      De Lapeyre de Bellaire et al. *Plant Pathology*, 2000, 49, 782-790
    - En empaquetado: Menor liberación de esporas en el agua

- Relación entre estado/calidad de la fruta y la sensibilidad a la enfermedad
- Refleja:
  - Estado fisiológico del plátano
  - Gran número de factores agro-técnicos y climáticos
- Control de la edad fisiológica (temperatura acumulada entre floración y recolección
  - Edad de la fruta: relación lineal con la sensibilidad a la enfermedad
    - La fruta más vieja es la más sensible
  - Sensibilidad en un mismo racimo
    - Las primeras manos son más sensibles que las últimas
  - Grado de llenado
    - Racimos con más manos más sensibles que aquellos a los que se eliminaron manos

Lassois et al. *Biological Control*, 2008, 45, 410-418

Lassois et al. *Plant Disease*, 2010, 94(6), 648-658

Lassois et al. *Annals of Applied Biology*, 2010, 156, 221-229

- Inóculo procede directamente del campo de cultivo
- Inóculo accede a los tejidos después del desmanillado en el empaquetado
- Control: Medidas preventivas de higiene, protección de la corona
  - Extremar la limpieza del empaquetado y alrededores
  - Evitar la acumulación de restos vegetales
  - Desmanillado en ambiente limpio
    - Ambiente limpio en vez de campo: reducción 50% incidencia

      Finlay et al. *Tropical Science*, 1992, 32, 343-352
  - Lavado del racimo antes del desmanillado

Duque-Yanes et al. 2004. En: “Pudrición de corona en el plátano canario”. COPLACA, 1-30

- Inóculo procede directamente del campo de cultivo
- Inóculo accede a los tejidos después del desmanillado en el empaquetado
- Control: Medidas preventivas de higiene, protección de la corona
  - Extremar la limpieza del empaquetado y alrededores
  - Evitar la acumulación de restos vegetales
  - Desmanillado en ambiente limpio
    - Ambiente limpio en vez de campo: reducción 50% incidencia

      Finlay et al. *Tropical Science*, 1992, 32, 343-352
  - Lavado del racimo antes del desmanillado
- Corte de la corona liso
  - Cuchillas de acero inoxidable, bien afiladas, desinfección continua

    Finlay y Brown. *Plant Pathology*, 1993, 42, 67-74
  - Corte en sección de corona relativamente ancha

    Lassois et al. *Plant Disease*, 2010, 94(6), 648-658

Duque-Yanes et al. 2004. En: “Pudrición de corona en el plátano canario”. COPLACA, 1-30

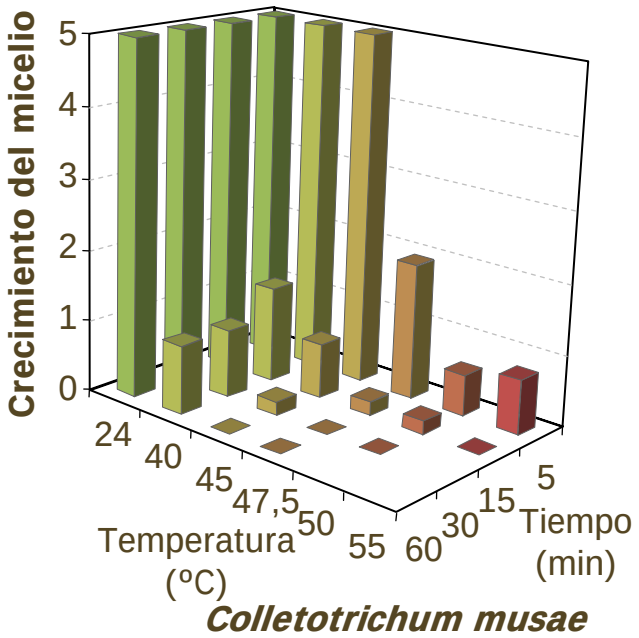
- Contaminación en tanques de desmanillado o de lavado
  - Acumulación esporas *Fusarium* sp. en agua no filtrada/desinfectada
  - Penetración de esporas pocos milímetros en haces vasculares de la corona
    - *Colletotrichum musae* penetra 5-7 mm en 3 min

Green y Goos. *Phytopathology*, 1963, 53, 271-275

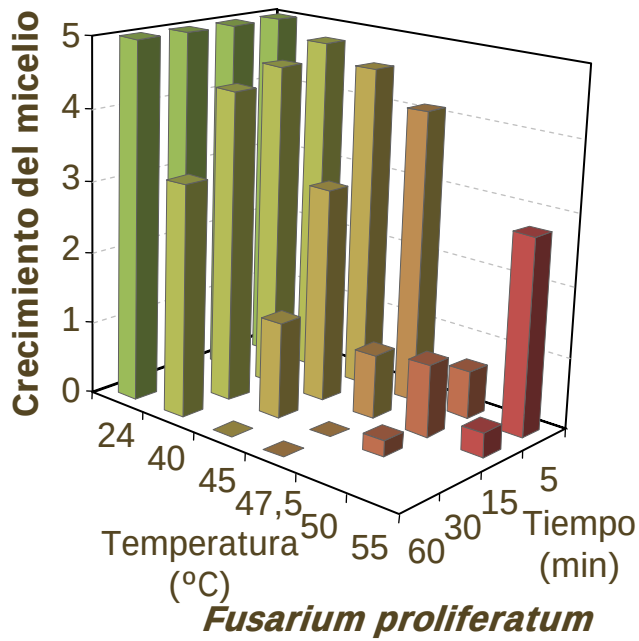
- Control
  - Agua abundante
  - Evitar restos vegetales en el agua
  - Eliminación de látex en tanques
  - Filtrado y renovación periódica del agua
  - Desinfección del agua con cloro activo
  - Ajuste regular de la concentración de cloro y del pH del agua

TRATAMIENTOS DE CHOQUE TÉRMICO

- Mecanismo de acción:
  - Mortandad de las esporas
  - Síntesis de sustancias antimicrobianas



Colletotrichum musae



Fusarium proliferatum

40-50ºC, 5-15 min	López-Cabrera y Marrero-Domínguez. *Acta Horticulturae*, 1998, 490, 563-569
50ºC, 3 min	De Costa y Erabadupitiya. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 36, 31-39
45ºC, 20 min	Reyes et al. *Postharvest Biology and Technology*, 1998, 14, 71-75

PRODUCTOS NATURALES CON EFECTO FUNGICIDA

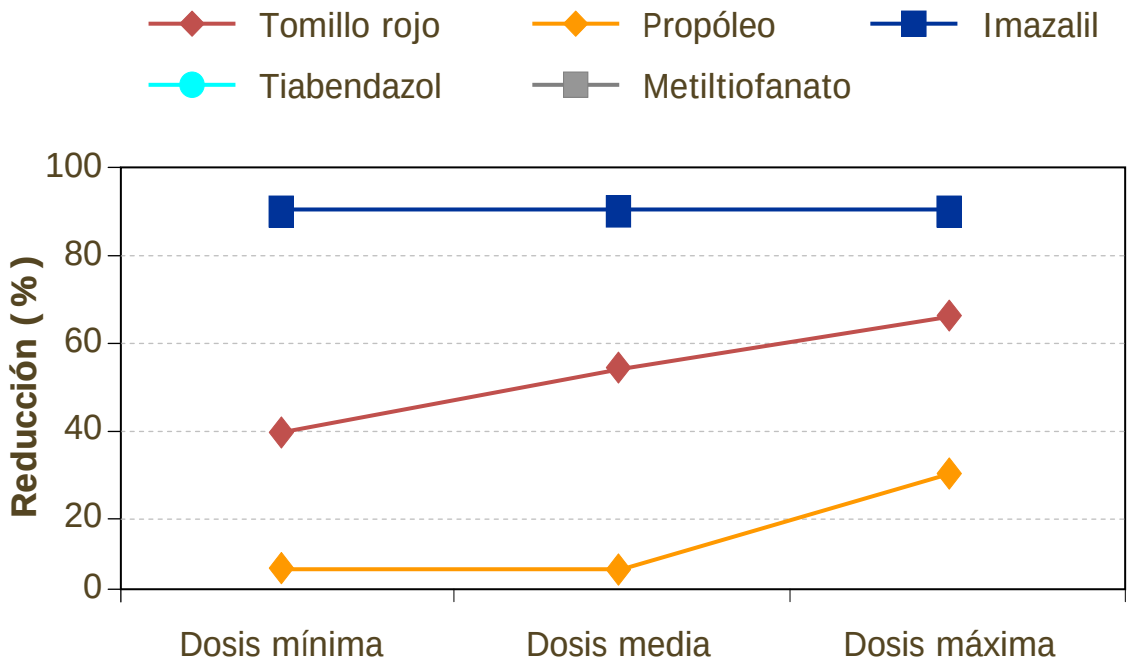
- Plantas tradicionalmente usadas como medicinales o para la alimentación
- Valoración científica:
  - Potencial biocida
  - Inocuidad para la salud humana
- Aceites esenciales: mezcla de terpenos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, etc.
  - Hoja y corteza de canela (0,3 g/l) y clavo (1,1 g/l)
    - Efecto fungicida y fungistático *in-vitro*:
      Colletotrichum musae, *Fusarium proliferatum*, *Verticillium theobromae*

      Ranasinghe et al. *Letters in Applied Microbiology*, 2002, 35, 208-211
  - Hoja y corteza de canela (sólo, no clavo)
    - Reducción parcial de la severidad *in-vivo*: 60%

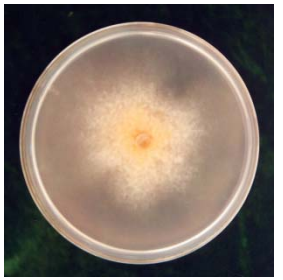
      Ranasinghe et al. *International Journal of Food Science and Technology*, 2005, 40, 97-103

PRODUCTOS NATURALES CON EFECTO FUNGICIDA

- Efecto fungicida y fungistático *in-vitro*: 70-87%
- Reducción parcial de la severidad *in-vivo*: 60%



Colletotrichum musae



Control

Dosis mínima
Tomillo rojo



Dosis máxima
Tomillo rojo



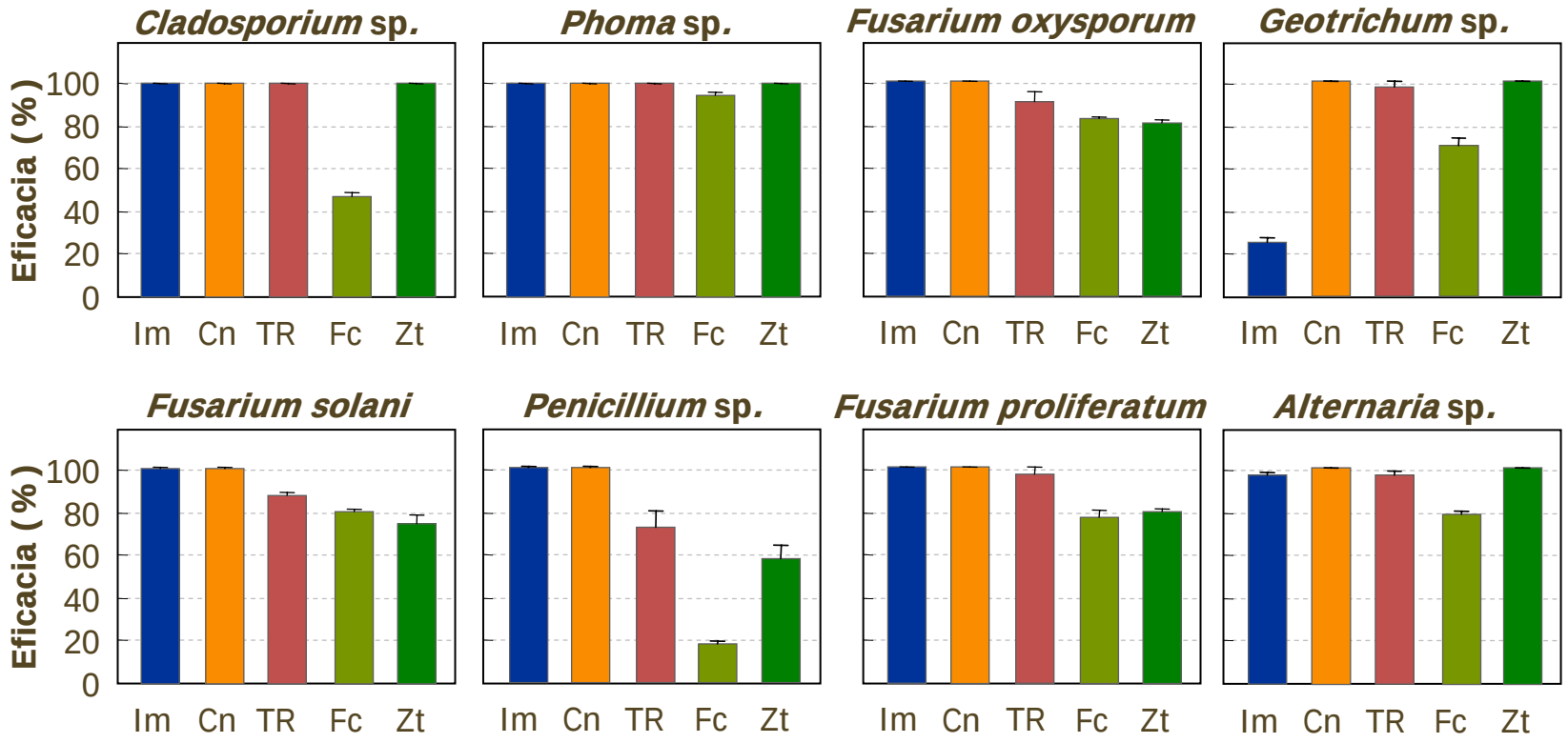
Perera. 2003. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de La Laguna

Perera et al. 2004. En: “Pudrición de corona en el plátano canario”. COPLACA, 31-41

PRODUCTOS NATURALES CON EFECTO FUNGICIDA

- Efecto fungicida y fungistático *in-vitro*:

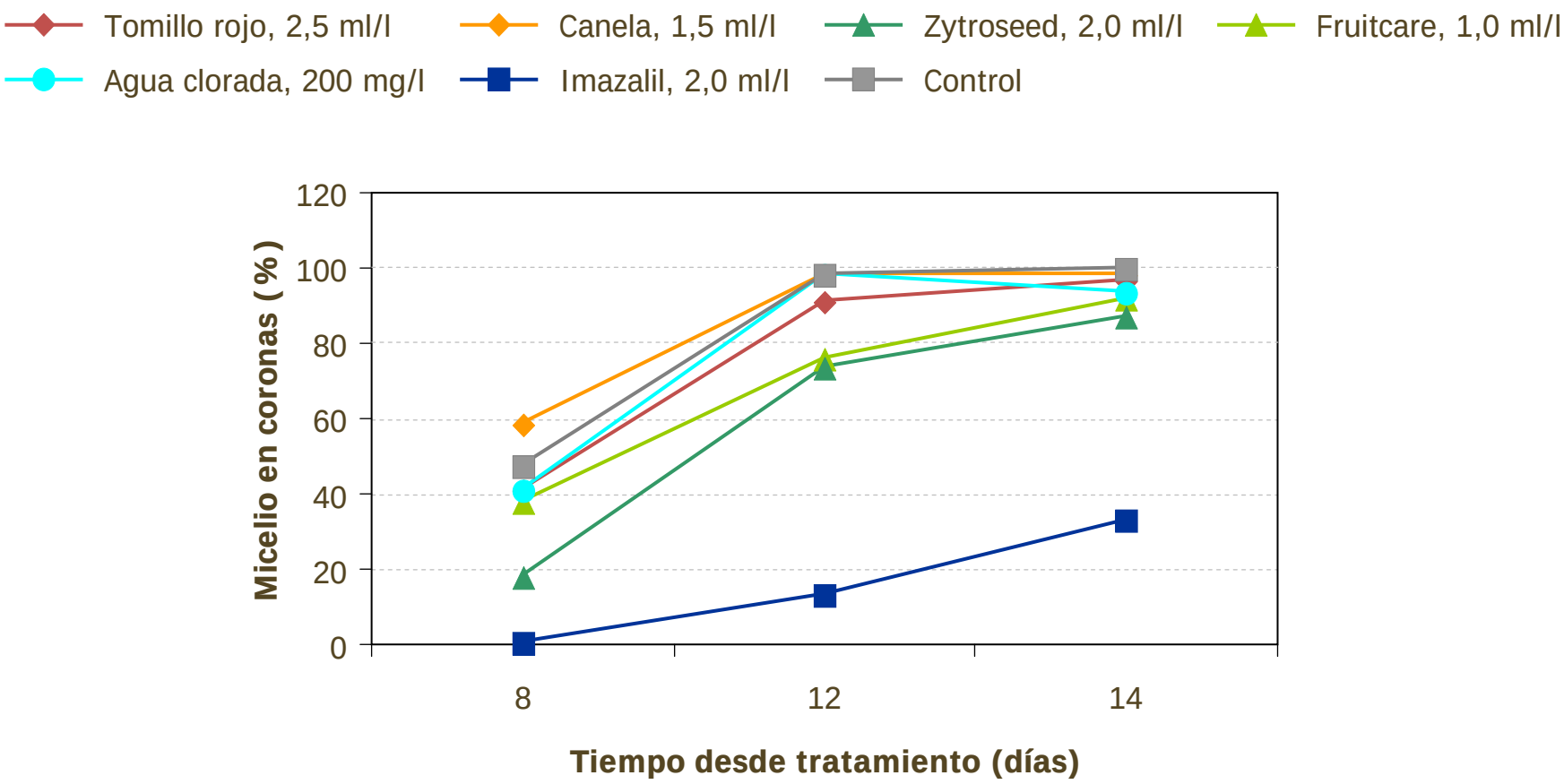
Imazalil (Im): 25-100% Canela (Cn): 100% Tomillo Rojo (TR): 75-100%
Fruitcare (Fc): 20-95% Zytroseed (Zt): 60-100%



Perera et al. 2004. En: "Pudrición de corona en el plátano canario". COPLACA, 31-41

PRODUCTOS NATURALES CON EFECTO FUNGICIDA

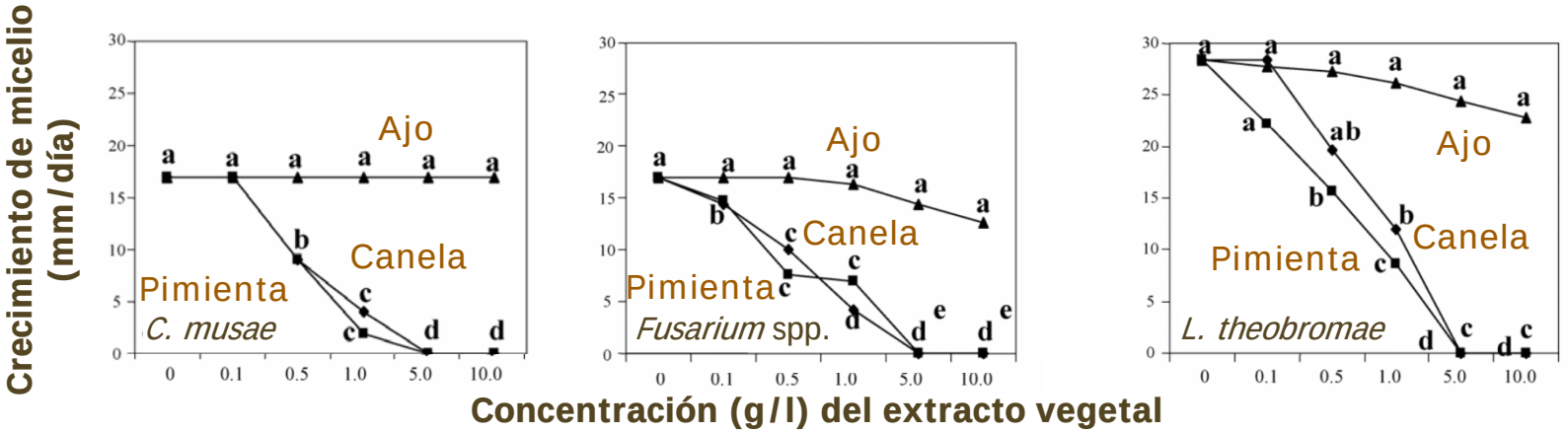
- Efecto fungicida y fungistático *in-vivo*:



Dorta. 2010. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de La Laguna

PRODUCTOS NATURALES CON EFECTO FUNGICIDA

- Corteza de canela (5 g/l), pimienta (5 g/l) y ajo (5 g/l)
  - Canela y pimienta: 100% inhibición del crecimiento del micelio



Win et al. *Postharvest Biology and Technology*, 2007, 45, 333-340

- Bulbo de ajo (100 g/l) y hojas y tallo de tomillo (200 g/l)
  - Efecto inhibidor *in-vitro*; efecto *in-vivo* es reducido o nulo
- Hojas y ramillas de eucalipto (200 g/l)
  - Efecto inhibidor *in-vitro* e *in-vivo*

Umaña. 2009. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia

CONTROL BIOLÓGICO POR MICROORGANISMOS

- Técnica prometedora:
  - Sustrato limitado
  - Condiciones de comercialización definidas y estables
- Cepas no patogénicas, que compiten con microorganismos patógenos
  - Levaduras: géneros *Cándida*, *Pichia*
  - Bacterias: géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*
  - Hongos: géneros *Trichoderma*, *Fusarium*
- Se logra cierto control de la enfermedad, pero no total
- El uso de técnicas combinadas mejora el control

Candida oleophila	22% control	42%	53%
Cloruro cálcico 20 g/l	0% control		
Atmósfera modificada, 13ºC	20% control		

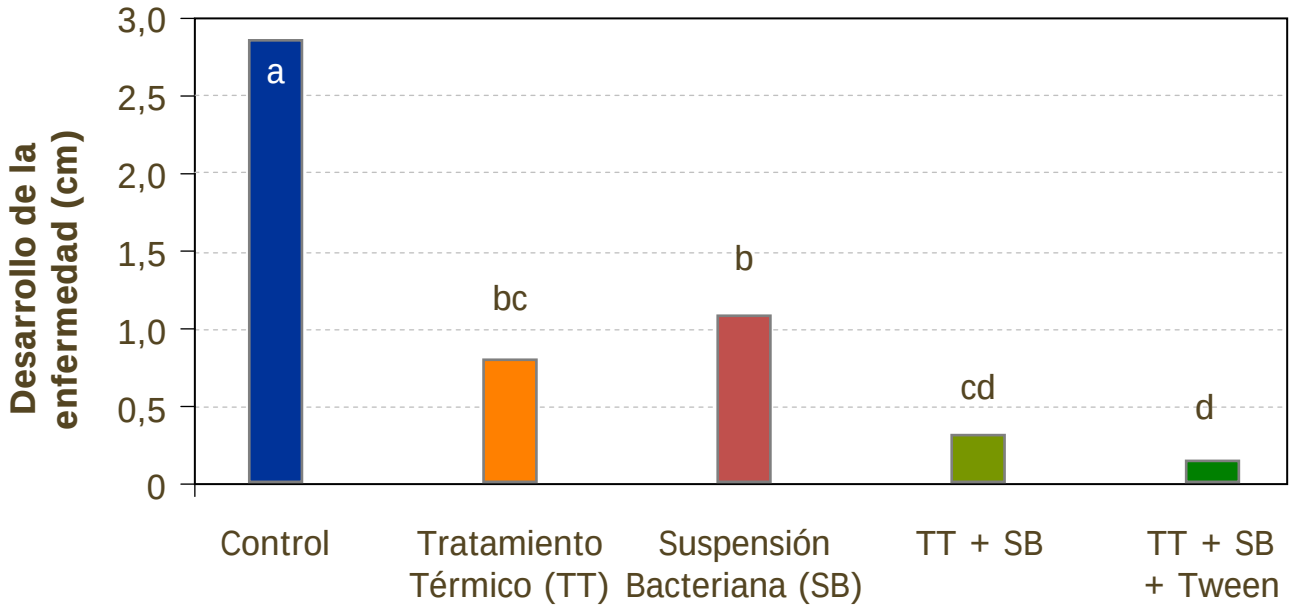
Bastiaanse et al. *Biological Control*, 2010, 53, 100-107

CONTROL BIOLÓGICO POR MICROORGANISMOS

Tratamiento térmico (50ºC, 3 min) 75% control

Burkholderia cepacia 61% control

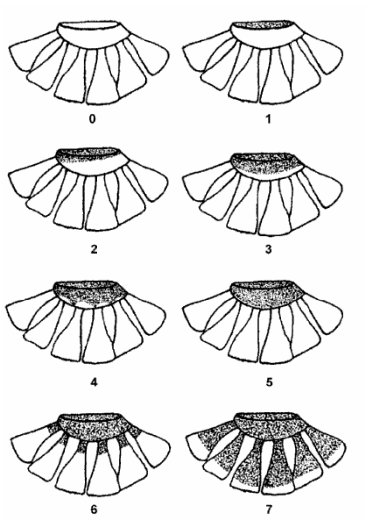
} 90-100%



De Costa y Erabadupitiya. *Postharvest Biology and Technology*, 2005, 36, 31-39

MÉTODOS QUÍMICOS

- Sales solubles y/o surfactantes
  - Carbonato, bicarbonato o cloruro sódico, o cloruro cálcico
    - Reducción del 35-60%
  - Carbonato sódico o cloruro cálcico + surfactante
    - Reducción del 55-80%



Treatment	Crown rot index[a]		
	1 week	2 week	3 week
Na_2CO_3	1.3 b	2.0 b	2.8 c
Na_2CO_3 with surfactant	1.5 b[b]	1.5 b[b]	1.5 b[b]
$NaHCO_3$	1.0 b	1.5 b	1.8 b
$NaHCO_3$ with surfactant	1.3 b	2.0 b	3.8 d
NaClO	1.0 b	1.0 b	1.7 b
NaClO with surfactant	1.0 b[b]	1.0 b[b]	2.3 c[b]
NaCl	1.3 b	2.0 b	4.5 d
NaCl with surfactant	1.0 b[b]	1.8 b[b]	4.3 d[b]
$CaCl_2$	1.0 b	2.0 b	2.5 c
$CaCl_2$ with surfactant	1.0 b	1.0 b	1.8 b
Surfactant solution	1.0 b	2.3 c	4.0 d
Benomyl	0 a	0 a	0.45 a
Untreated control (water only)	1.0 b	2.0 b	4.3 d

Alvindia y Natsuaki. *Crop Protection*, 2007, 26, 1667-1673

- Condiciones ambientales durante la comercialización, afectan a:
  - La biología de los patógenos
  - El metabolismo de la fruta
    - Al comienzo de la maduración: disminuye la resistencia a la enfermedad

- Temperatura de almacenamiento
  - Rápida pre-refrigeración: disminuye la incidencia y severidad
  - Temperatura sin fluctuaciones: 13ºC, ralentiza el crecimiento de hongos

- Humedad relativa
  - Alta: menor sensibilidad de la fruta a la enfermedad

- Atmósferas modificadas
  - Reducen la intensidad respiratoria
  - Obstaculizan la síntesis endógena de etileno
  - Pueden incrementar la fase preclimatérica
  - Pueden interferir en el crecimiento de algunos hongos

Badger. *Phytopathology*, 1965, 55, 688-692

- Bolsas Banavac de polietileno no-perforadas, 20 μm: 12-15% O_2 + 1-2% CO_2
  - 20% de reducción de la podredumbre de corona

Bastiaanse et al. *Biological Control*, 2010, 53, 100-107

- Exposición de la fruta a 2% O_2, durante 48 h, antes de la refrigeración
  - Reducción de la podredumbre de corona

Pesis et al. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2001, 76(5), 648-652

Métodos de control: Estrategias alternativas a los fungicidas sintéticos

TÉCNICAS DE CULTIVO

- Eliminación de fuentes de inóculo: hojas y restos florales
- Embolsado del racimo

RECOLECCIÓN

- Control de edad fisiológica

RECEPCIÓN

- Limpieza de instalaciones y alrededores
- Lavado del racimo

DESMANILLADO

- Corte liso, sección de corona relativamente ancha

LAVADO DE MANOS

- Agua abundante, filtrado y renovación periódica
- Eliminación del látex, restos vegetales
- Desinfección del agua con cloro activo
- Ajuste regular de la concentración de cloro y pH

TRATAMIENTO PODREDUMBRE

- Choque térmico: 40-50 ºC, 5-15 minutos
- Fungicidas naturales: tomillo rojo o canela
- Control biológico: microorganismos antagónicos
- Sales solubles: Na_2CO_3, $NaHCO_3$, NaCl, $CaCl_2$

TRANSPORTE

- Temperatura estable: 13 ºC
- Humedad relativa alta
- Atmósferas modificadas
  - Embolsado: 5% CO_2 y 2% O_2
  - Antes de refrigeración: 2% O_2, 48 h