

Control de Enfermedades

Hortalizas y frutales

Eduardo Donoso
Ing. Agrónomo M Sc.
Bio Nativa.cl
edonoso@biontativa.cl

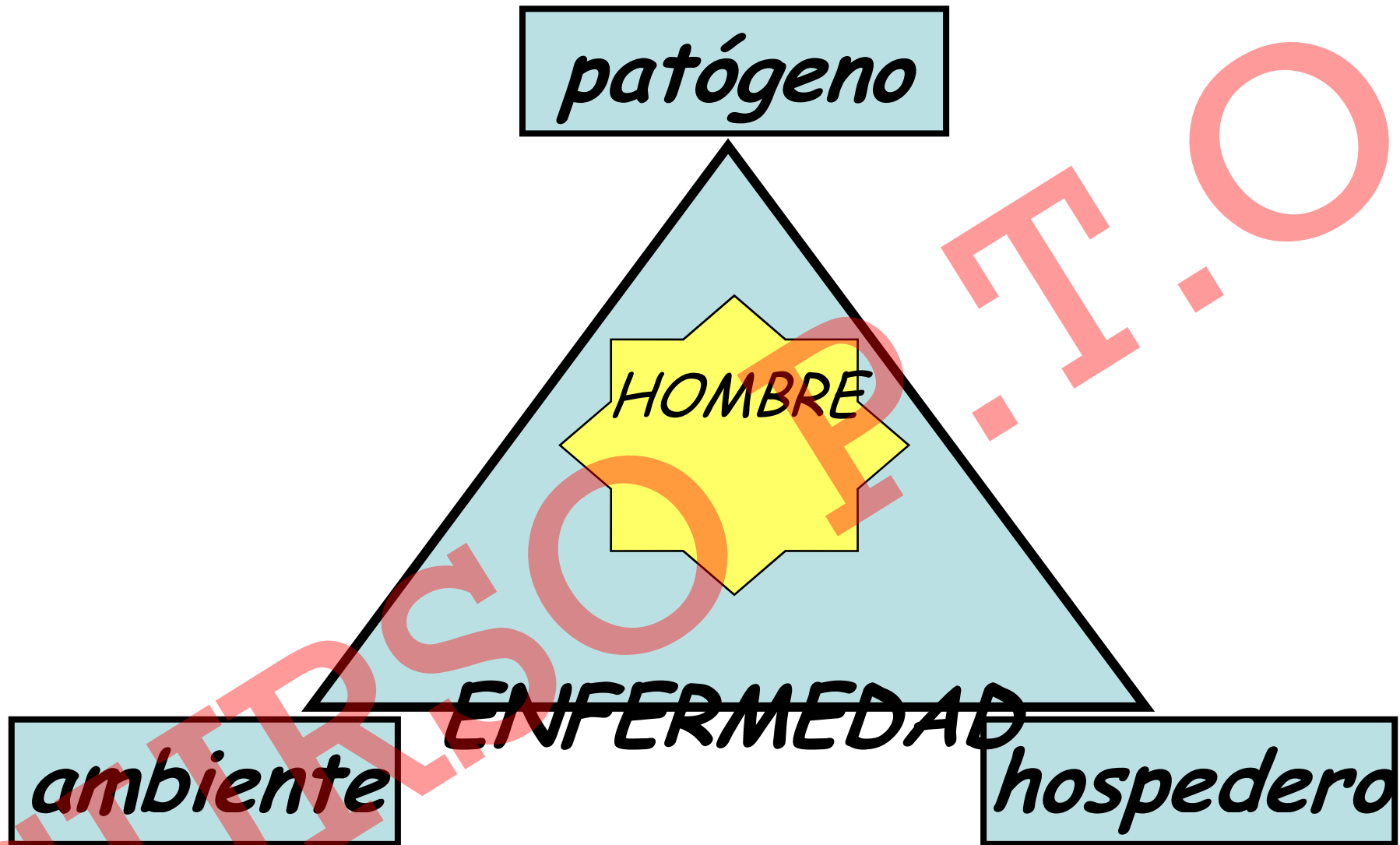
¿Qué es una enfermedad?

ENFERMEDAD es:

"Cualquier **desvío** de un crecimiento normal suficientemente pronunciado y **permanente** para producir **síntomas** visibles o para afectar la **calidad** y el **valor económico** de la especie vegetal en cuestión".



Horsfall y Cowling



Complejo causal
de la enfermedad

Agentes causales

- Hongos
- Bacterias
- Nematodos
- Virus
- Viroides
- Fitoplasmas

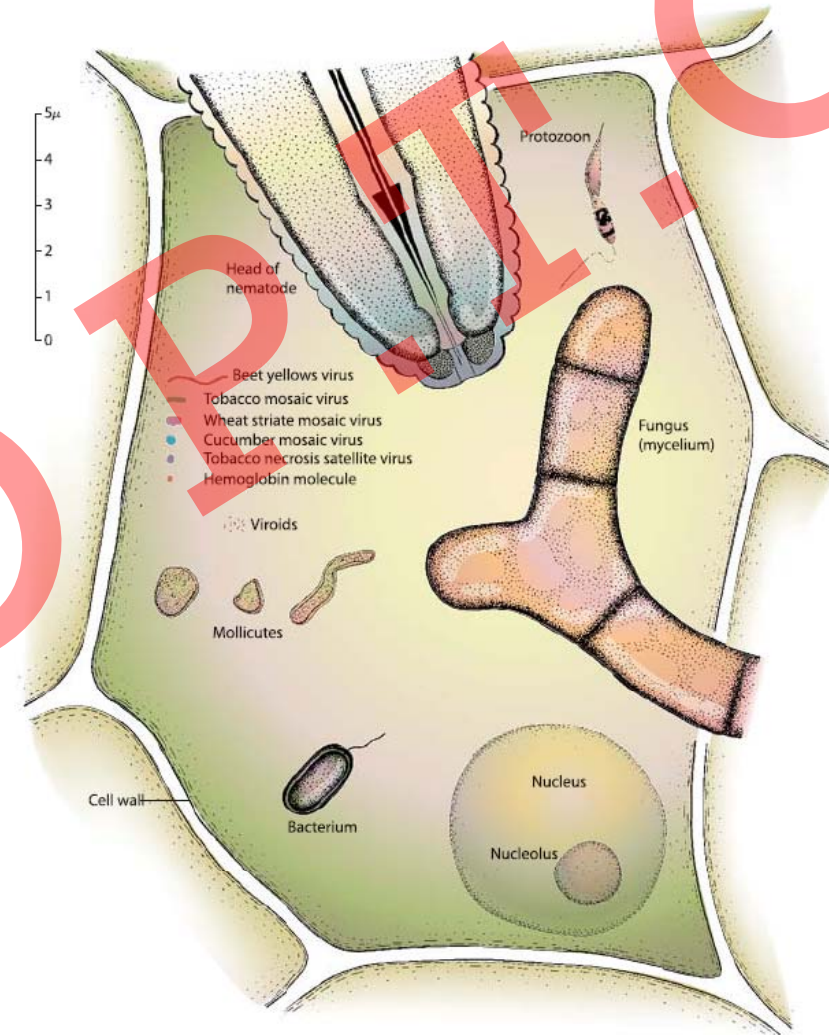


FIGURE 1-2 Schematic diagram of the shapes and sizes of certain plant pathogens in relation to a plant cell. Bacteria, mollicutes, and protozoa are not found in nucleated living plant cells.

Niveles nutricionales

Parásitos estrictos

biotrofo

Parásitos-saprófitos

Saprófito facultativo

Parásito facultativo

hemibiotrofo

Saprófitos estrictos

necrotrofo

CICLO DE UNA ENFERMEDAD

- Etapas
- **1. Inoculación**
- **2. Penetración**
- **3. Establecimiento de la infección**
- **4. Colonización o invasión**
- **5. Crecimiento y reproducción del patógeno**
- **6. Diseminación del patógeno**
- **7. Sobrevivencia**

Ciclos

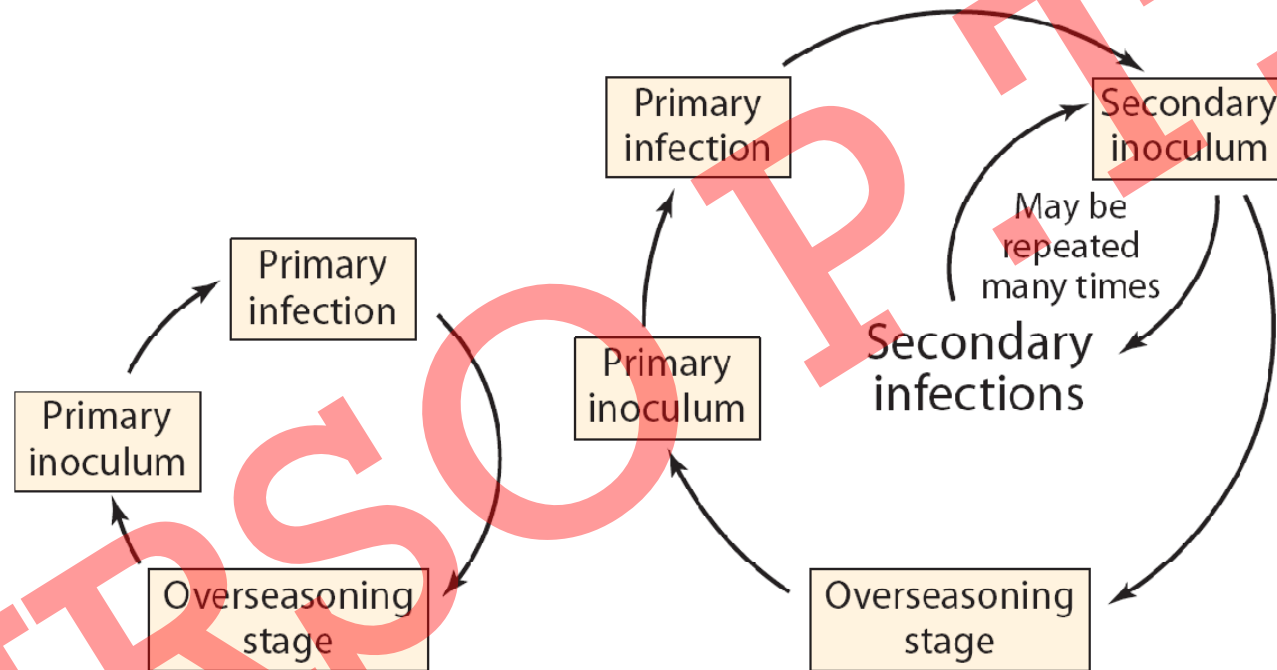
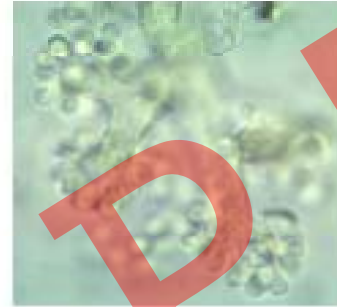


FIGURE 2-22 Diagrams of (left) monocyclic and (right) polycyclic plant diseases. Monocyclic diseases lack secondary inoculum and secondary infections during the same year.

TIPOS DE INOCULO

Esporas



Inóculo Primario → Infección Primaria

Inóculo Secundario → Infección secundaria



Esclerocios



Fragmentos
de micelio

Fuentes de inóculo

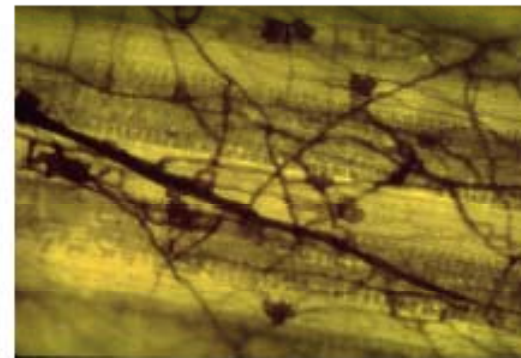
Inoculación

Fuentes de inóculo (1)

1. Restos de plantas (rastrojos)



2. Suelo contaminado



Adhesión, reconocimiento y penetración

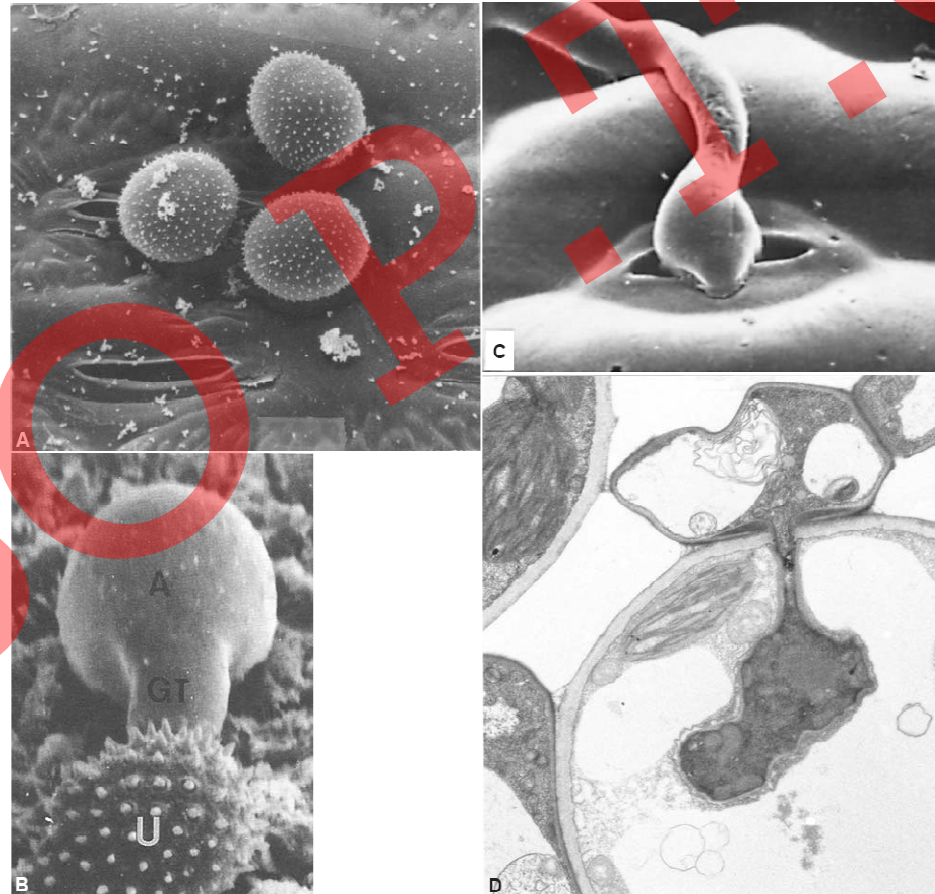


FIGURE 2-4 Methods of germination and penetration by fungi. (A) Uredospores of a rust fungus on a grass leaf next to open stomata. (B) A rust uredospore (U) that has germinated and produced a dome-like appressorium. (C) Uredospore germination, germ tube elongation, and appressorium penetration through a stoma. (D) A haustorium of a rust fungus inside a host cell. (E) A spore of the apple black rot fungus that has germinated directly into mycelium. (F) Two multicellular conidia of *Alternaria* sp. (G) A germinating conidium of *Alternaria* with a germ tube covered with extracellular material. [Photographs courtesy of (A) Plant Pathology Department, University of Florida, (B and C) W. K. Wynn and (D) C. W. Mims, University of Georgia, (E) J. Rytter and J. W. Travis, Pennsylvania State University, (F and G) Mims *et al.* (1997). *Can. J. Bot.* 75, 252–260.]

Formas de penetración

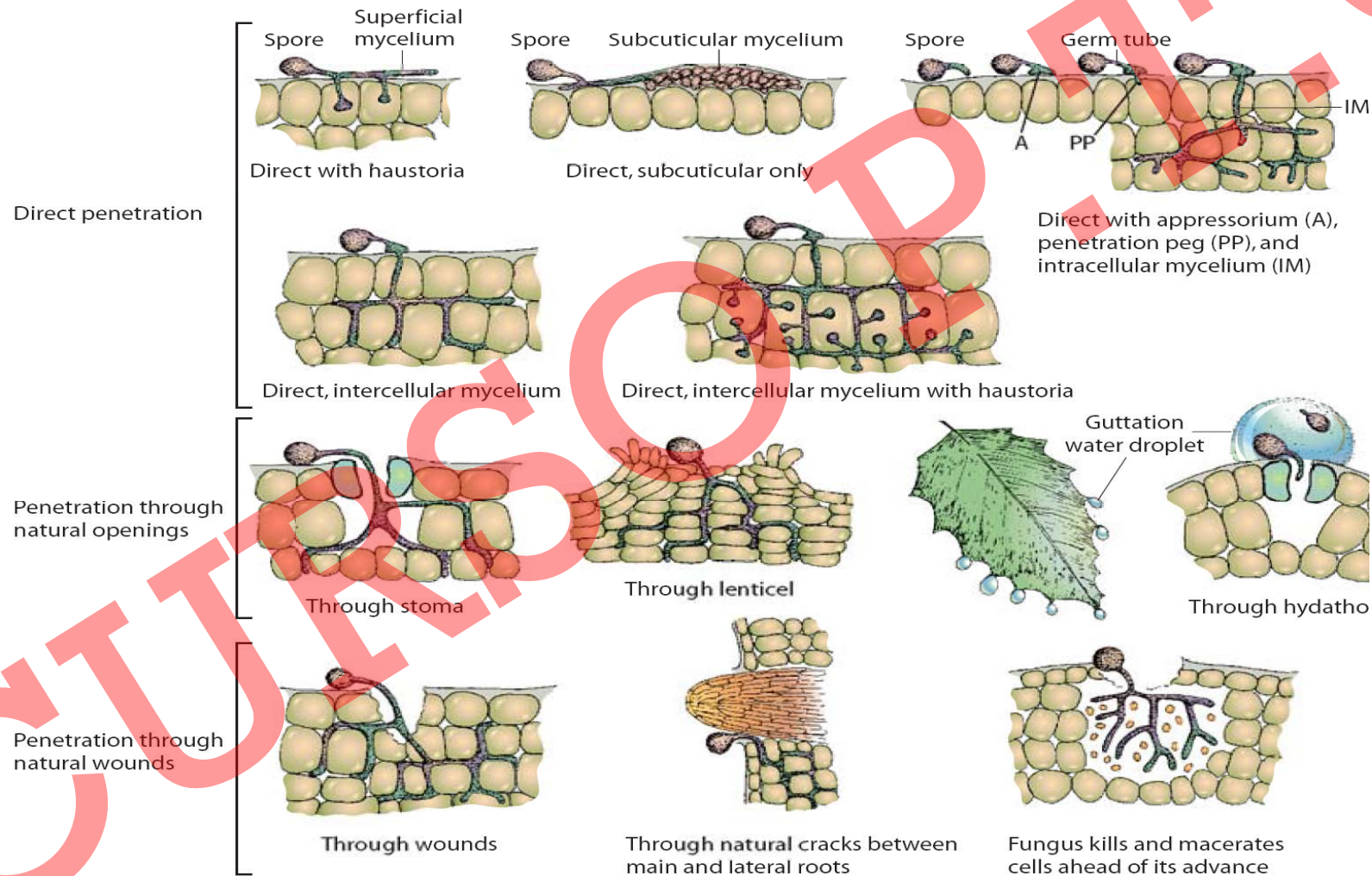


FIGURE 2-5 Methods of penetration and invasion by fungi.

Penetración por bacterias

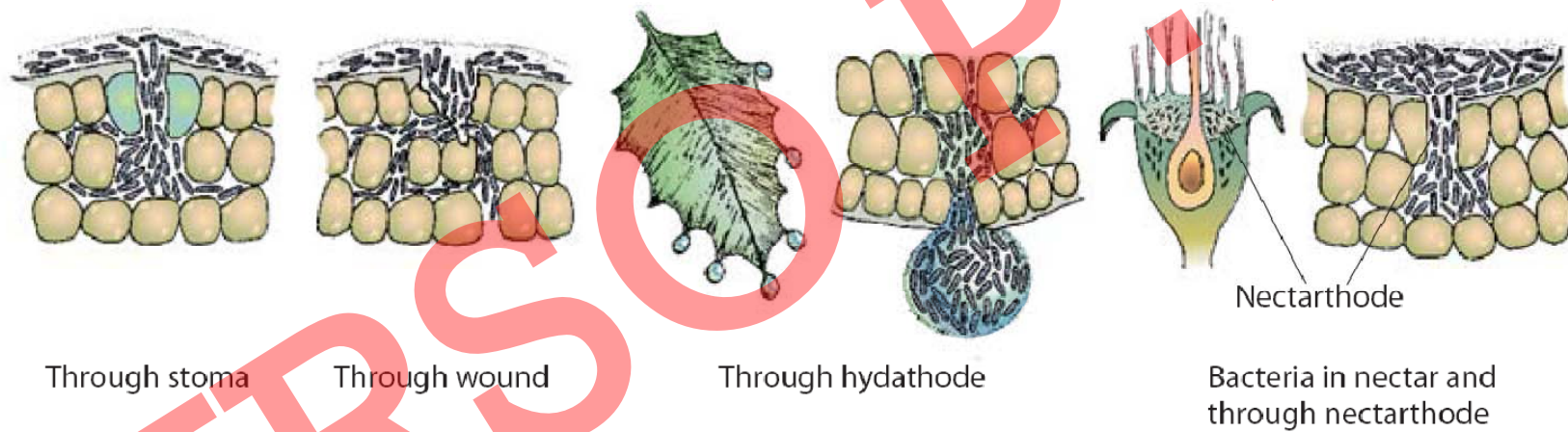


FIGURE 2-7 Methods of penetration and invasion by bacteria.

Penetración por nematodos

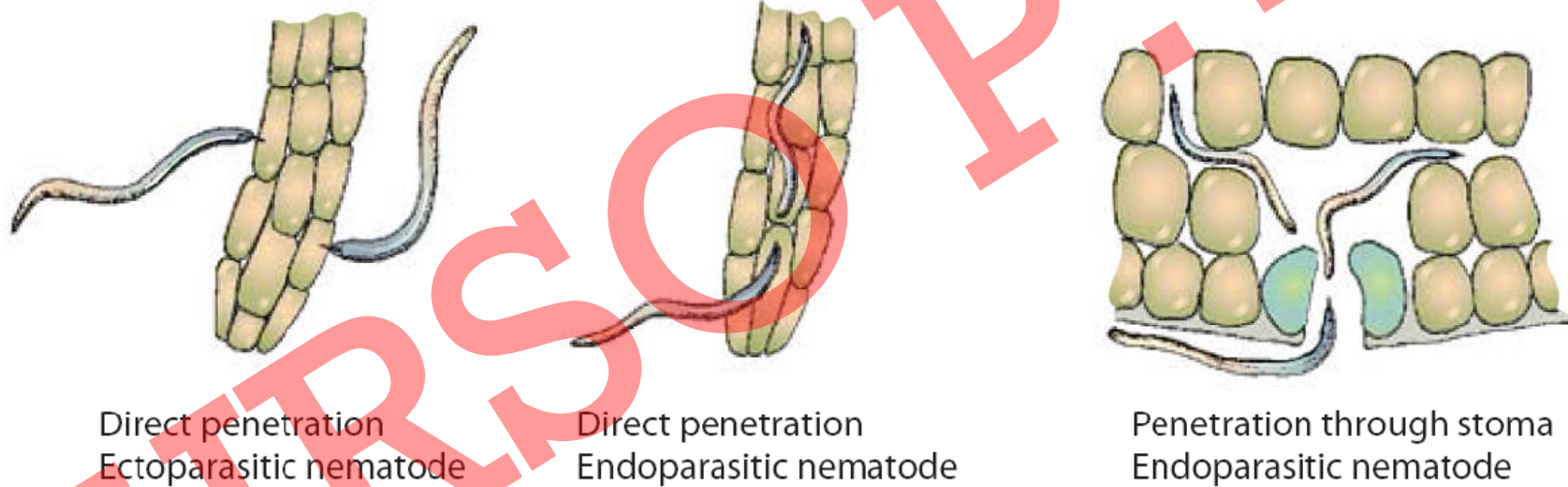


FIGURE 2-10 Methods of penetration and invasion by nematodes.

Invasión

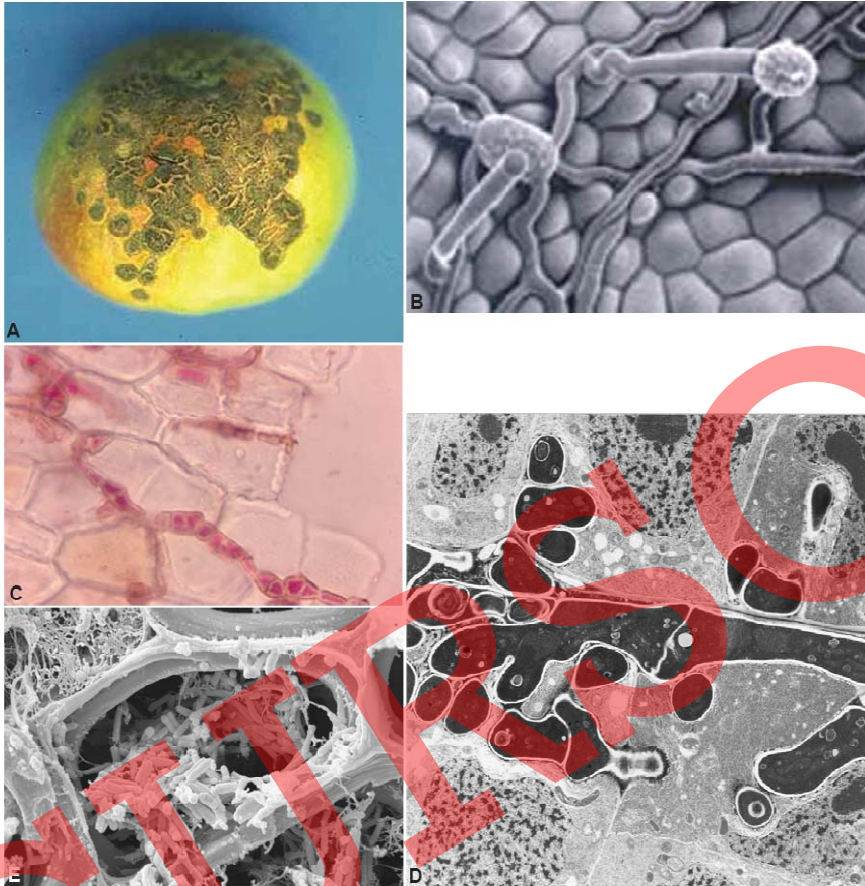


FIGURE 2-11 Types of invasion of pathogens in infected plants. (A) In apple scab disease, the pathogenic fungus grows only between the cuticle and the epidermal cells of leaves and fruit. (B) In powdery mildews the fungal mycelium grows only on the surface of host plants, but sends haustoria into the epidermal cells. (C) In many diseases the fungal mycelium (stained red here) grows only intercellularly (between the cells). (D) Hyphae of the smut fungus *Ustilago* in an infected leaf. (E) In bacterial vascular diseases, bacteria grow in and may clog the xylem vessels. [Photographs courtesy of (A) University of Oregon, (B) G. Celio, APS, (D) Mims *et al.* (1992). *Intern. J. Plant Sci.* 153, 289–300, and (E) E. Alves, Federal University of Lavras, Brazil.]

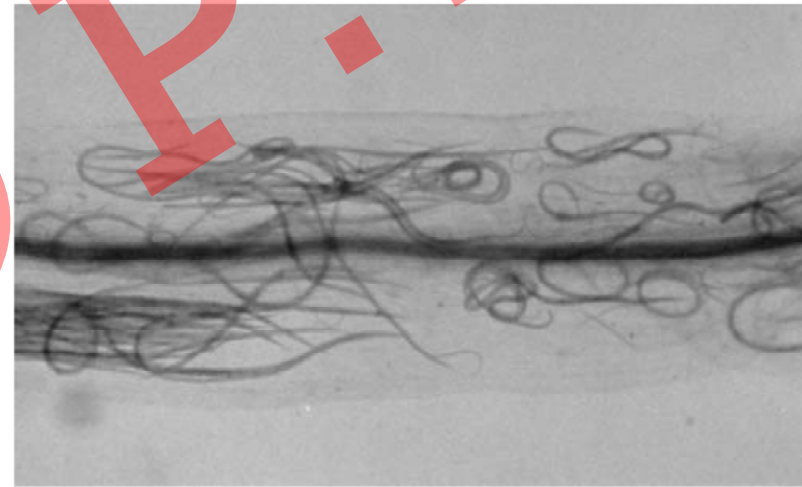


FIGURE 2-12 Alfalfa shoot invaded by plant parasitic nematodes (*Ditylenchus dipsaci*). (Photograph courtesy of J. Santo.)

Colonización y Reproducción



FIGURE 2-13 Means of reproduction of fungi and bacteria. (A–E) Mycelium [white material on leaf (A, B)], chains of conidia (C), and cleistothecium (B and D) (containing four asci, each containing ascospores) on the leaf surface. (E) Apple trees having numerous branches killed by the fire blight bacterium. (F) Large numbers of bacteria inside a xylem vessel of a bacterial wilt-infected plant. [Photographs courtesy of (A and B) D. Legard, University of Florida, (C) D. Mathre, Montana State University, (D) M. Hoffman, Oregon State University, (E) A. Jones, Michigan State University, and (F) B. Bruton, USDA, Lane, Oklahoma.]

Diseminación

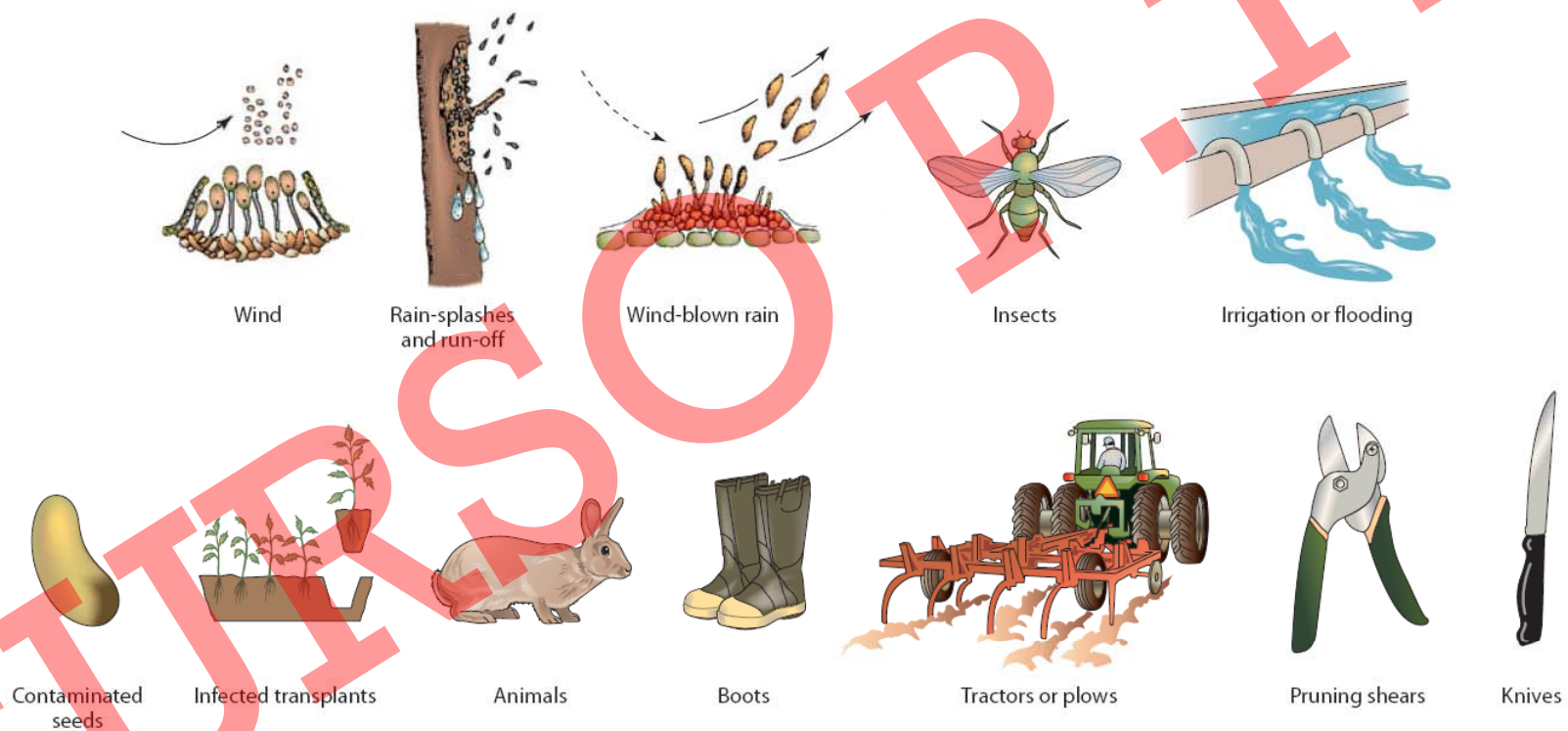


FIGURE 2-15 Means of dissemination of fungi and bacteria.

Supervivencia

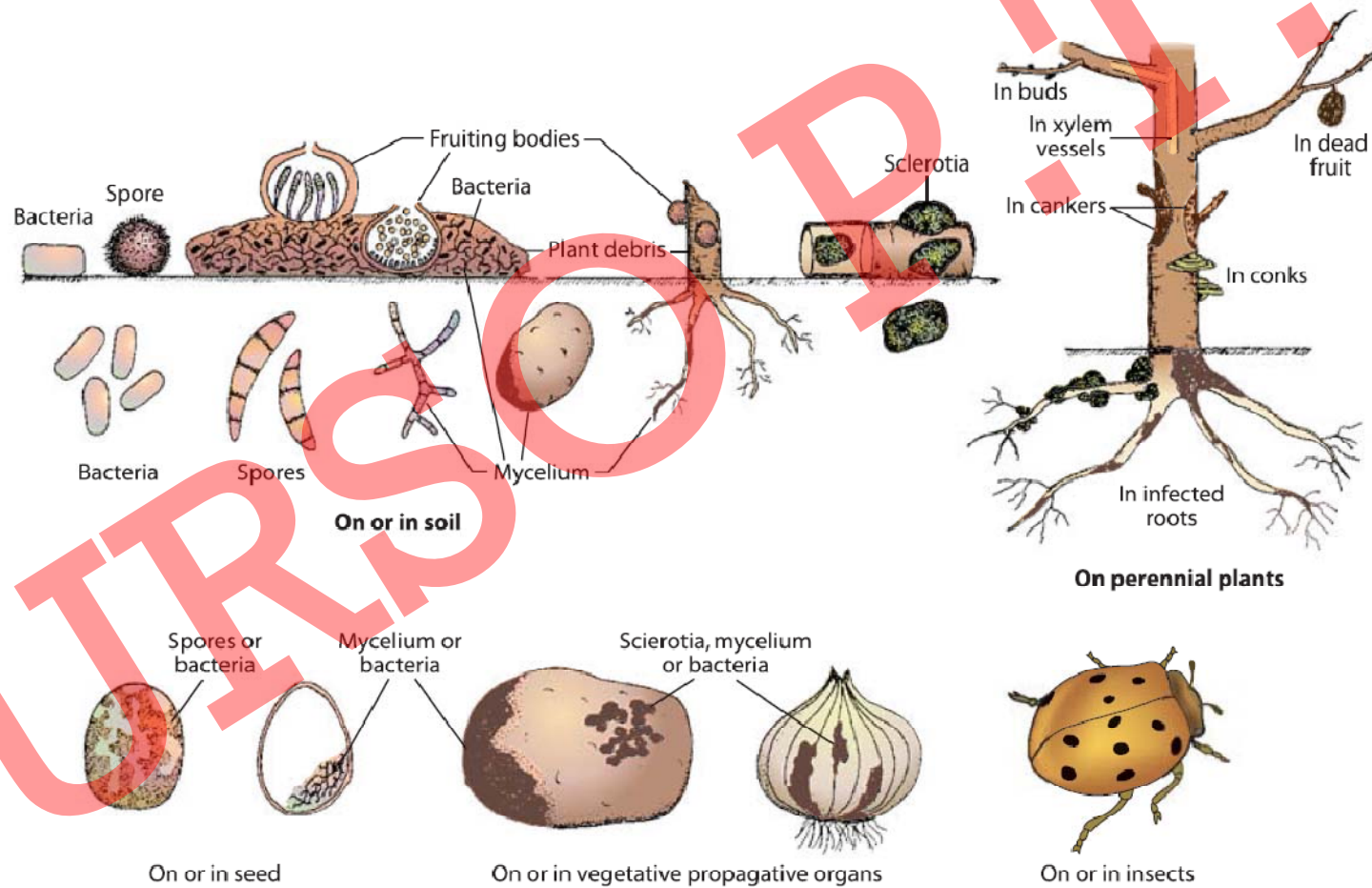


FIGURE 2-21 Forms and locations of survival of fungi and bacteria between crops.

¿Por qué son un problema las enfermedades en la agricultura?

- Las plagas tienen su origen en causas agroecológicas.
- También influyen causas económicas.
- Disminución de la rusticidad en las variedades y cultivares.
- Falta de diversificación en los agroecosistemas (monocultivos)
- Introducción de un insecto o patógeno en una nueva región donde no existen sus enemigos naturales
- Ampliación del rango de hospederos de un insecto o patógeno al introducirse un nuevo cultivo para la región
- Condiciones climáticas favorables para el rápido desarrollo de las plagas
- Mala aplicación de prácticas agrícolas

Problemas

- Restricciones técnicas.
- Restricciones de mercado.
- Externalidades ambientales.



Alternativas disponibles

OPCIONES DISPONIBLES

Control químico

Control genético

Control ambiental

Control biológico

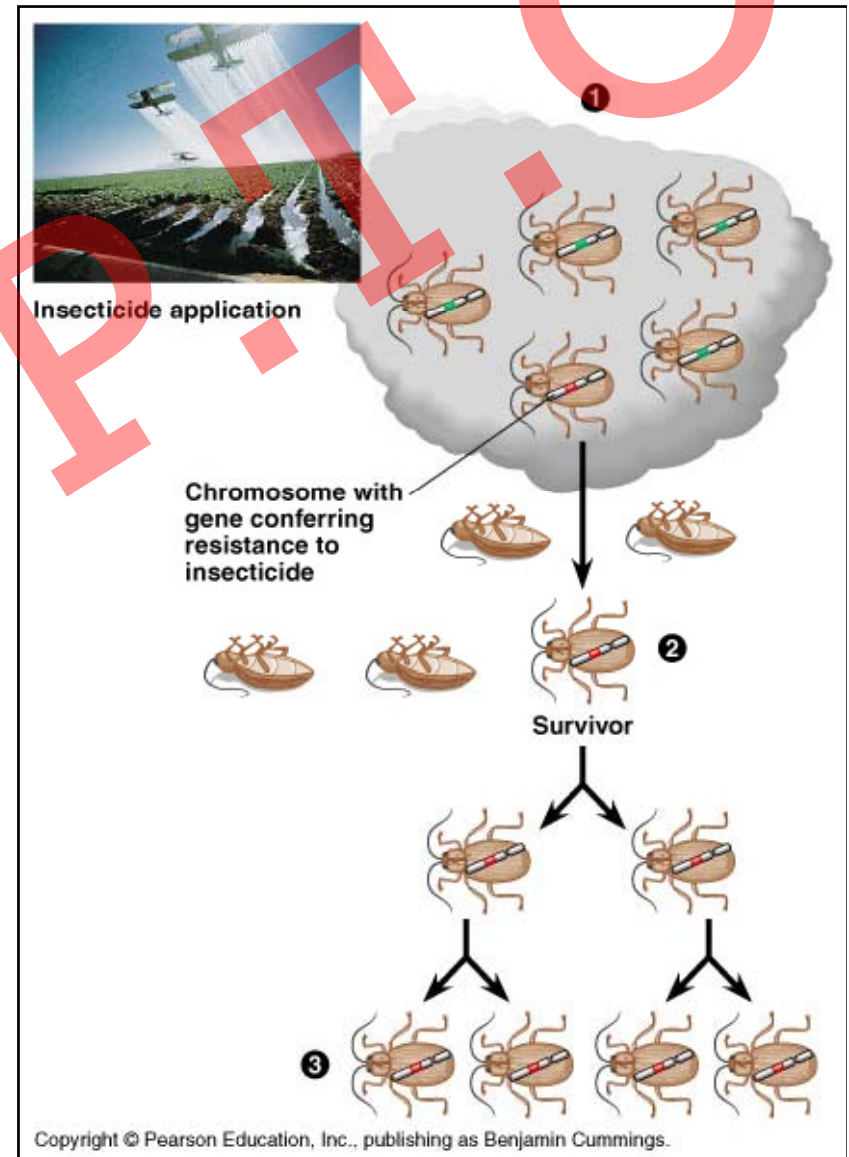
→ clasico

→ Conservativo

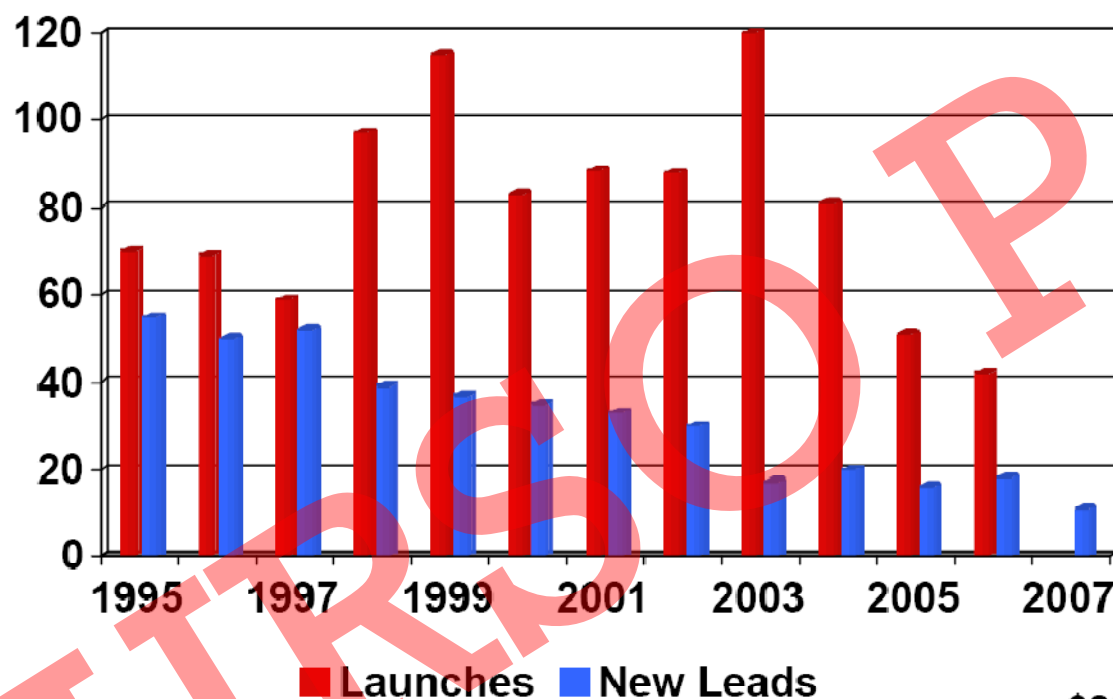
→ Innundativo

Control químico

- No genera diferenciación.
- Restricción vs efectividad.
- Desarrollo caro y de largo tiempo.
- Desarrollo de resistencia.
- Impactos ambientales agudos.

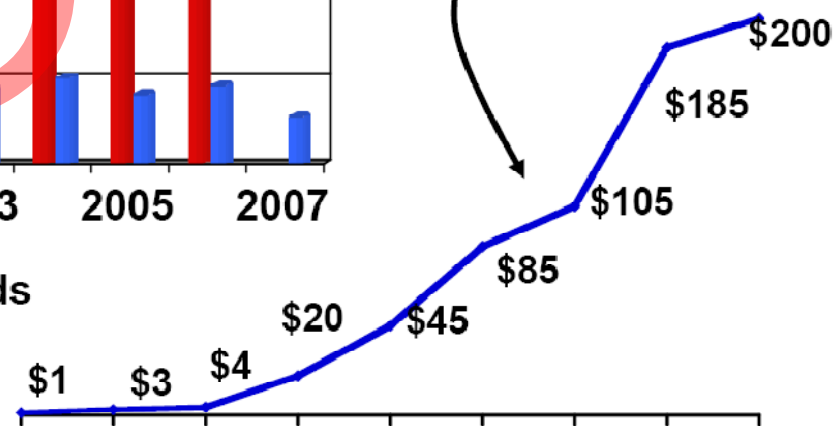


Cada vez menos productos químicos.



Source: Ag Chem New Compound Review (Vol 25) 2007

Cost to Develop New Synthetic Chemicals (\$M)

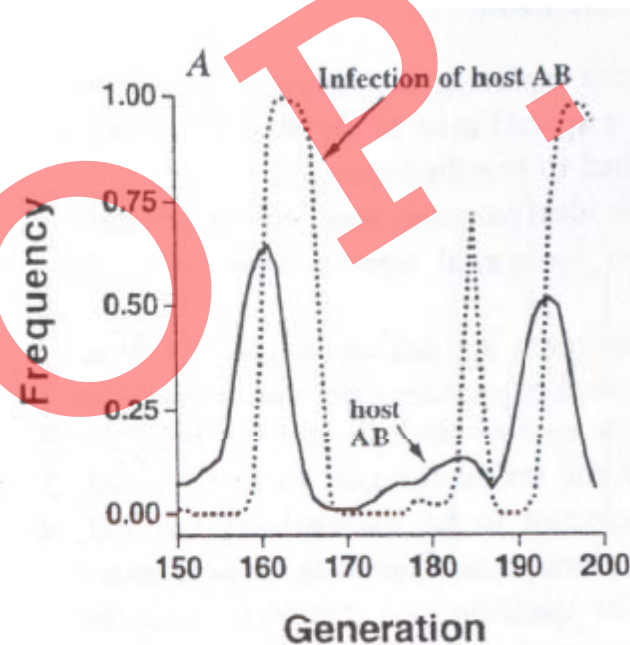


Control genético

- Decisión de variedades pasa por exigencias de mercado, productividad y facilidad de manejo.
- Poca aceptación y demanda de productores y consumidores.
- Diferenciación negativa.
- Reina roja.

Dinámica de la frecuencia de los genes

La hipótesis de la Reina Roja



Simulación de la dinámica de las frecuencias de los genes en la interacción hospedero-parásito.

Control Biológico

- Aunque el termino control biológico fue usado por primera 1919 by H.S. Smith se ha practicado desde la China antigua: liberación de hormigas para el control de plagas de cítricos

Control Biológico

- **Acción de antagonistas (parásitos, predadores y patógenos) en mantener la densidad poblacional de otros organismos a una media mas baja que la que ocurriría en su ausencia P. De Bach (1964).**

CONTROL BIOLÒGICO

El control biológico es una práctica de manejo, en la cual se interviene para introducir o aumentar la actividad de los enemigos naturales de las plagas, patógenos o malezas, manteniendo las por debajo de los umbrales de daño **económico**

Tipos de Control Biológico

- **Control Biológico Clásico:** importación y establecimiento del enemigo natural, sin mayor intervención posterior para obtener el control de la plaga.
- **Control Biológico Aumentativo:** intervención tendiente a aumentarla densidad de un enemigo natural que ya está presente en el agroecosistema. Se realizan liberaciones periódicas, ya que su establecimiento es limitado.
- **Control Biológico Innundativo:** intervención tendiente a incrementaren forma rápida la densidad de de un enemigo natural que no puede establecerse en el agroecosistema. El control lo producen íntegramente los individuos liberados y no su progenie.

Control Biológico Clásico

- Impactos a largo plazo.
- Alto riesgo ambiental.
- Poco eficiente
- No hay negocio asociado.

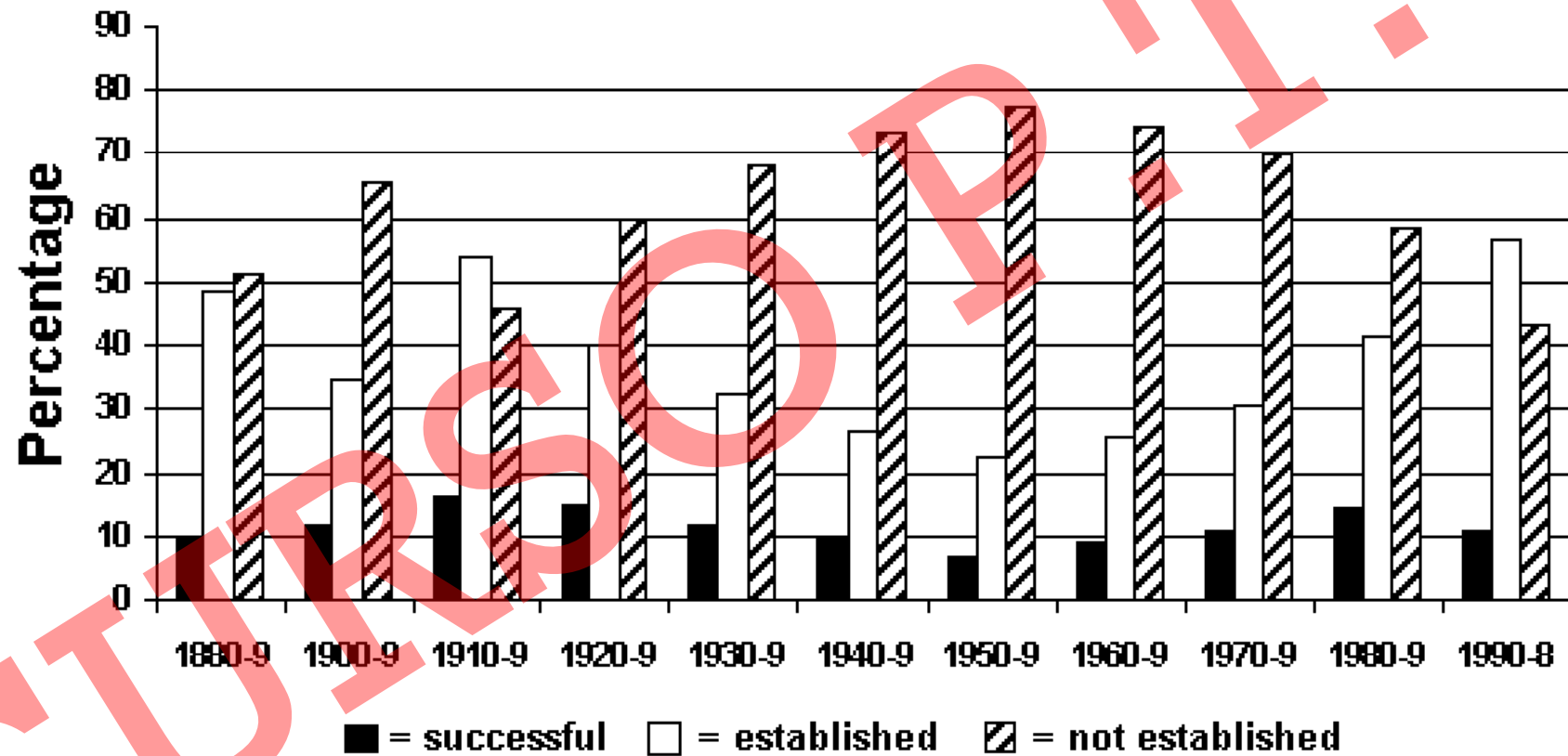
Nivel de éxito control biológico clásico

– 10-15% insectos (Hawkins, 1993)
y malezas (Myers, 1992).

- Éxito definido como situación en que no se requiere otro tipo de control.
- Falta de estudios cuantitativos.
- Interpretaciones posibles
 - EN, no reducen la densidad de sus hospederos.
 - Se requiere un complejo de EN.

Una posible explicación → adaptación de plaga a EN

- Biocontrol ↓ éxito?



Antes



Después!!!

Agasicles hygrophila



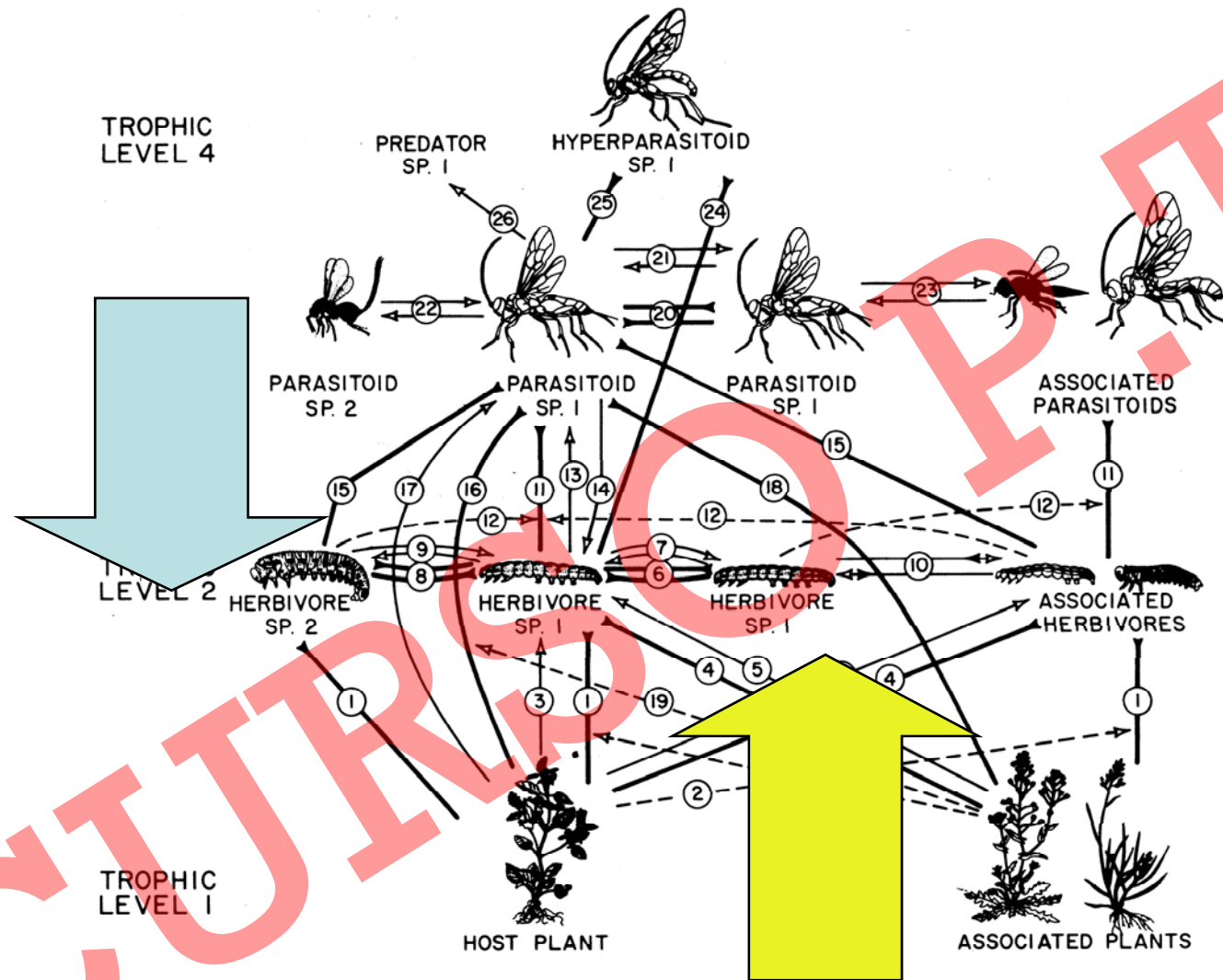
Arcola malloi



Control Biológico Aumentativo

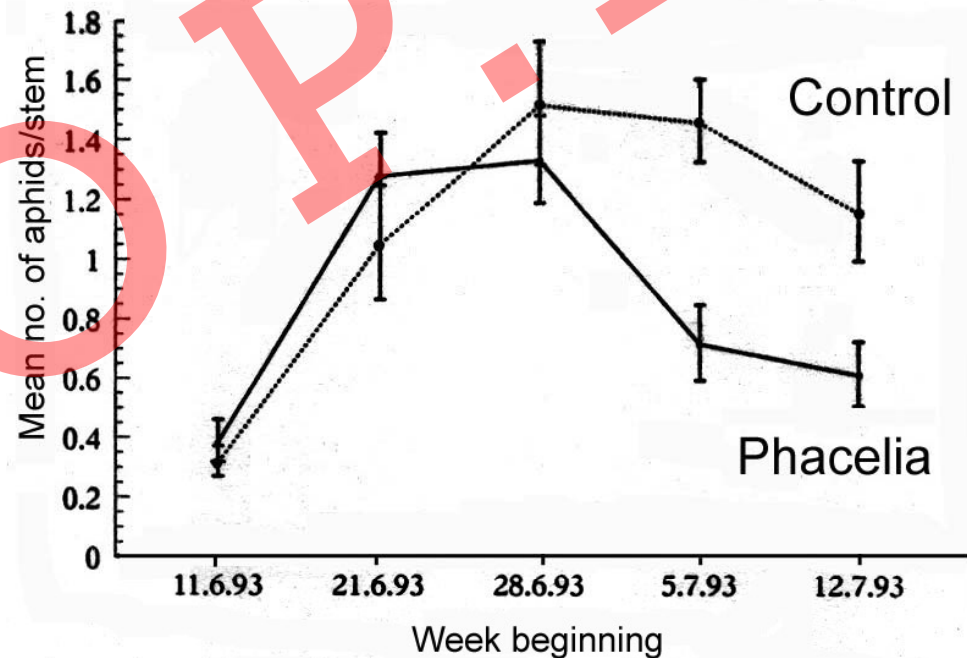
- “hipótesis de concentración de recursos”
 - bottom-up effect
- “hipótesis del enemigo”
 - top-down effect

El jardín de Root (1973)





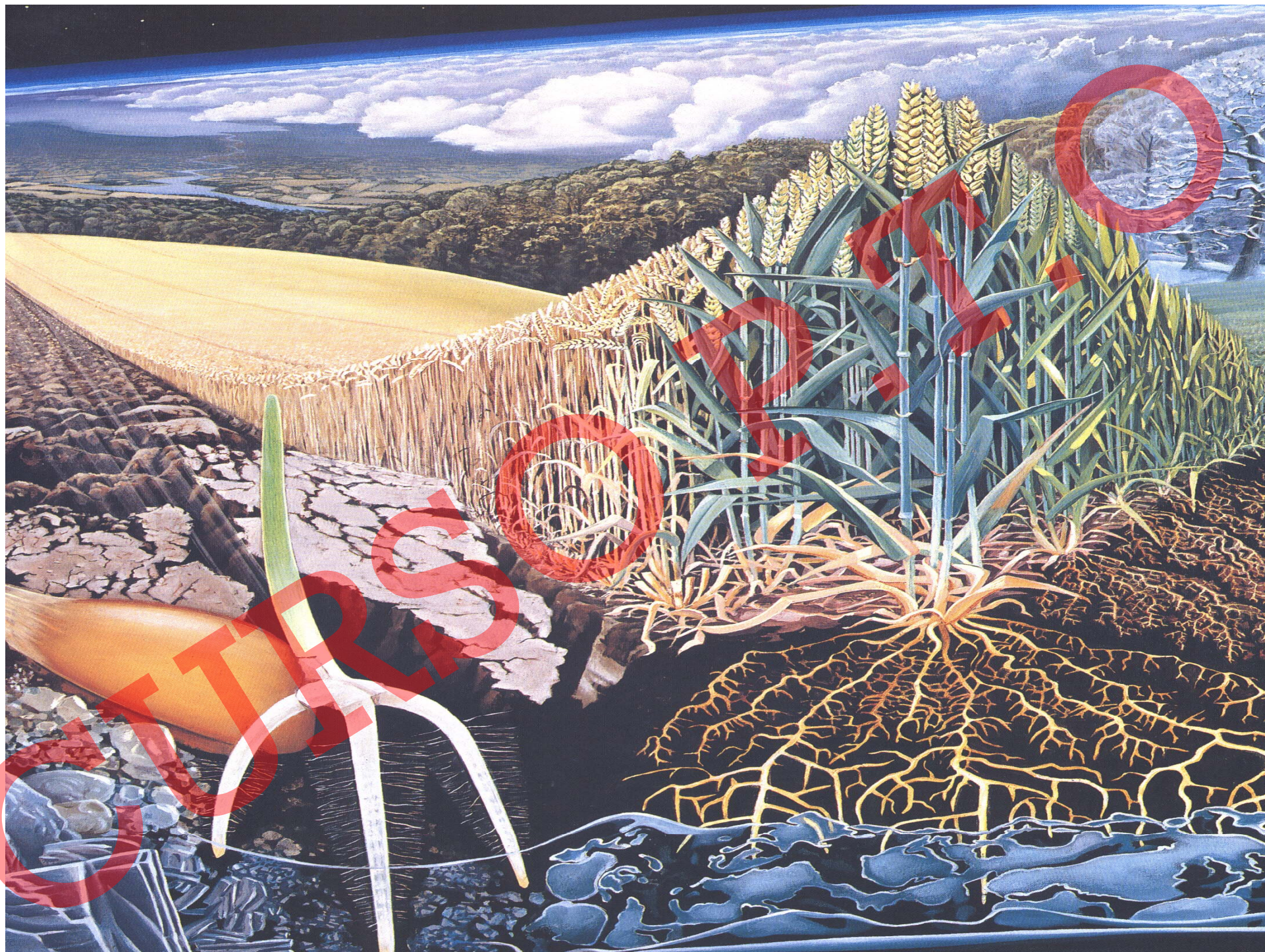
- e.g., syrphidos reducen la población de afidos con un borde de *Phacelia* al lado de un campo de trigo



Hickman & Wratten 1996

Control Biológico Innundativo

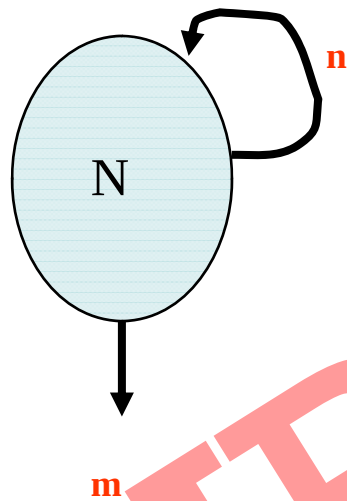
- Negocio Asociado.
- Mayor eficiencia.
- Permite diferenciación y acceso a mercados.
- Alta demanda de productores y consumidores.
- Inversión y tiempo desarrollo menores.
- Facilidad de adopción.
- No se busca la permanencia del organismo de control.
- Facilidad de uso



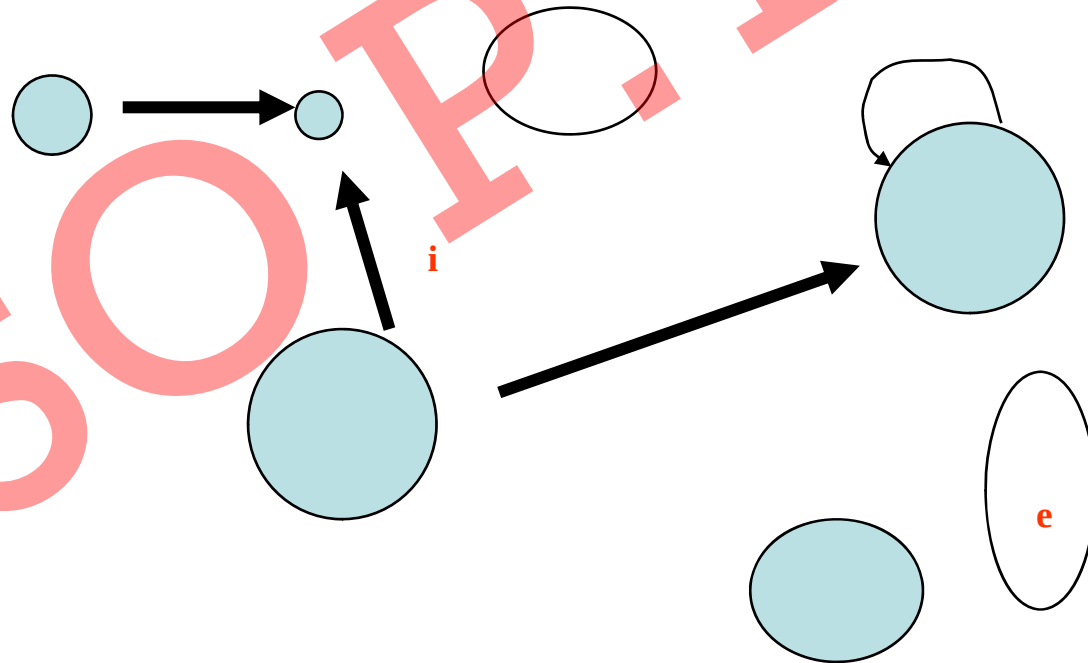
DIFERENCIAR DOS CONCEPTOS:

POBLACIÓN LOCAL (DEME): COMPONENTES SON INDIVIDUOS

METAPOBLACIÓN: COMPONENTES SON POBLACIONES LOCALES

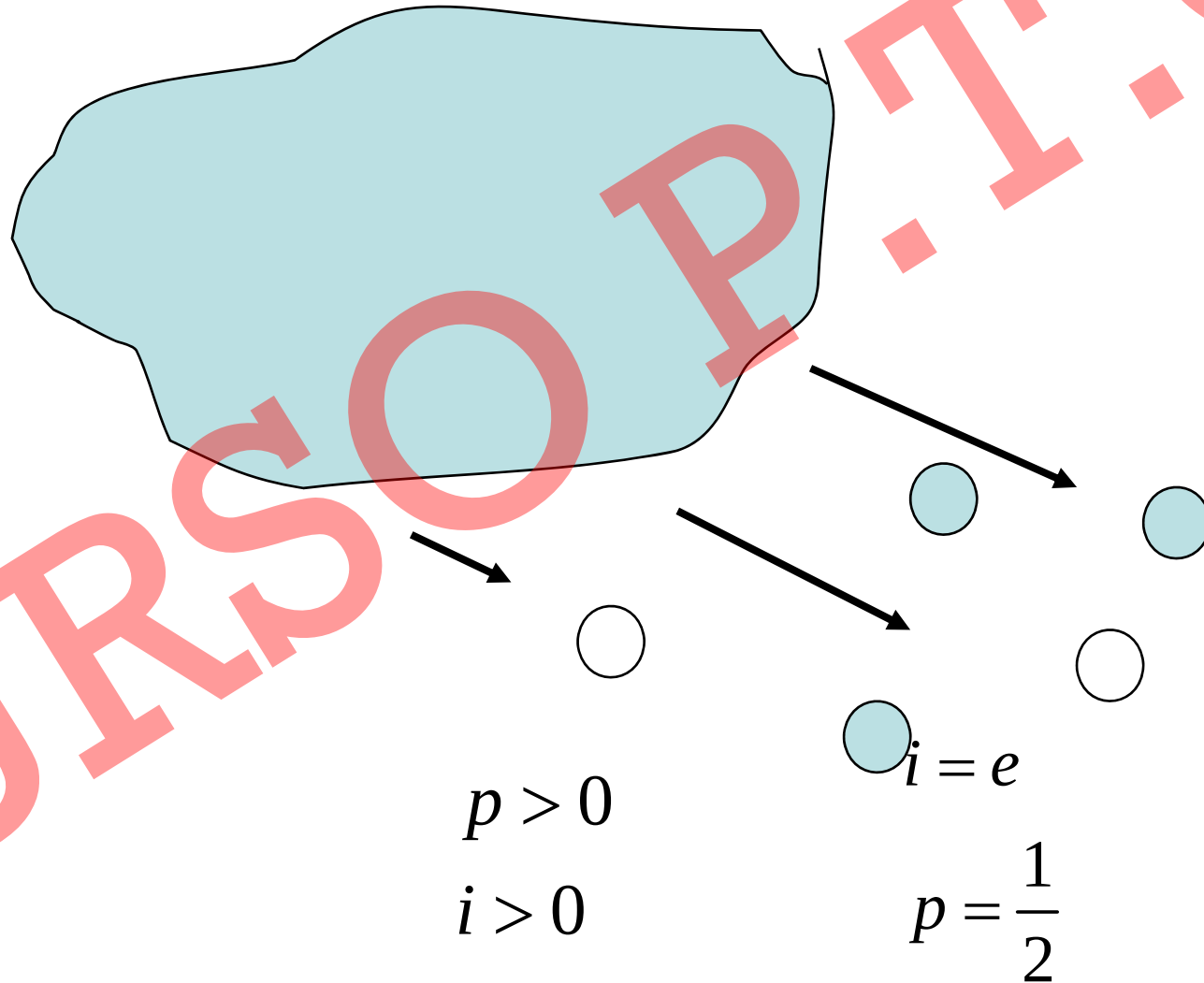


Población local



Metapoblación

¿QUÉ PASA SI ABRO LA METAPOBLACIÓN?
EFECTO LLUVIA DE PROPÁGULOS



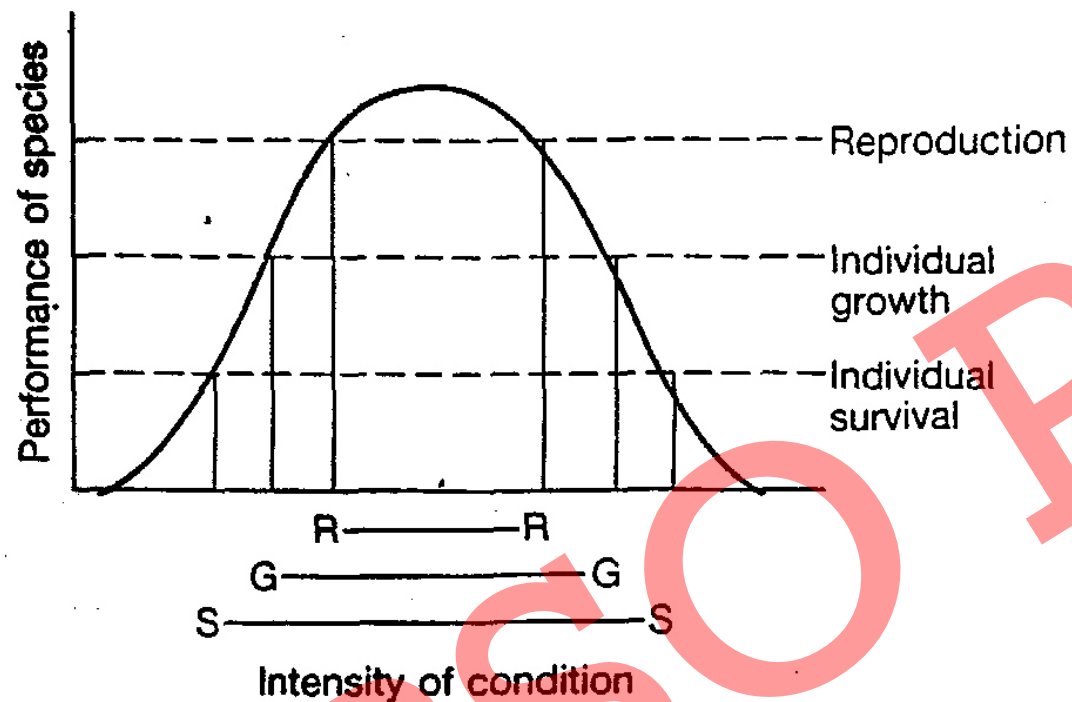


Figure 2.1. A generalized graphical representation of the manner in which the performance of a species is related to the intensity of an environmental condition. The narrow range over which reproduction can occur (R–R) usually dictates where continued existence of the species is possible (though some plants can apparently persist indefinitely by vegetative growth alone).

¿BAJO QUÉ CONDICIONES PUEDEN COEXISTIR UN COMPETIDOR FUERTE CON UNO MÁS DÉBIL?

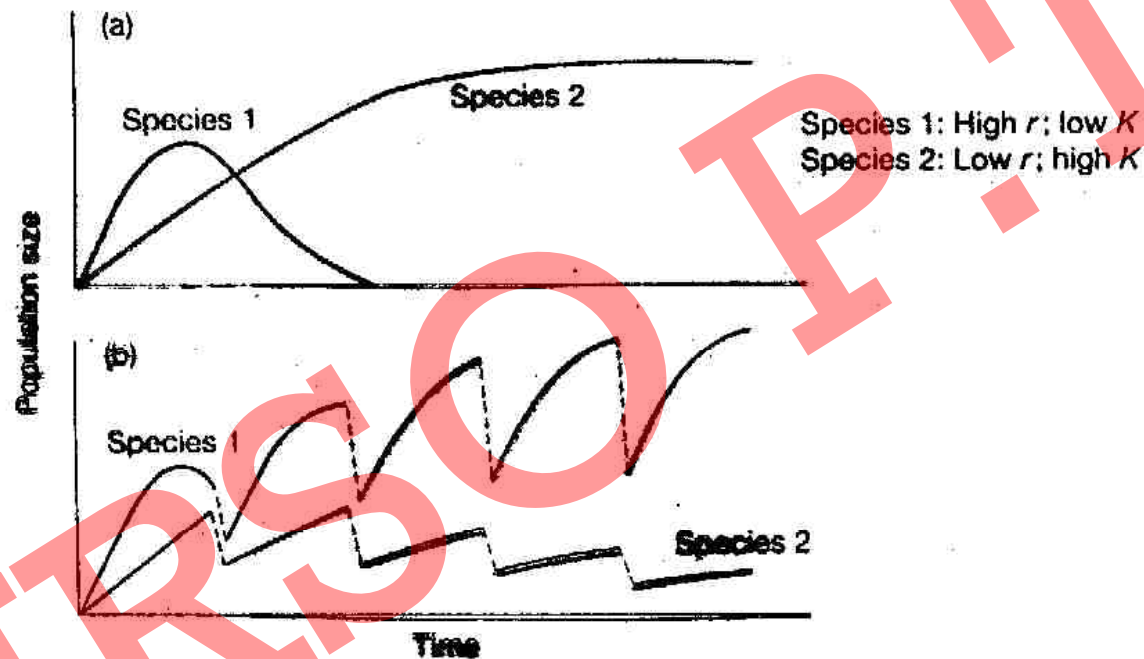


Figure 21.7. Effect of non-equilibrium conditions on the outcome of competition: (a) simulation in which competitive exclusion is reached; (b) competitive exclusion is prevented by periodic density-independent reductions of the population. (After Huston, 1979.)

Diferencias con control biológico de insectos

- Multiplicidad de mecanismos asociados
- Se busca evitar la enfermedad y no necesariamente eliminar al agente causal.
- Cercanía taxonómica entre agente de control y patógeno.
- Principio de exclusión competitiva de Gause.
- Mayor heterogeneidad ambiental y presencia de refugios.
- Aplicaciones sitio específico.

MICROORGANISMOS



Ciclos de vida corto

Alta tasa de variación

Contacto directo con el medio

Control Biológico Implica

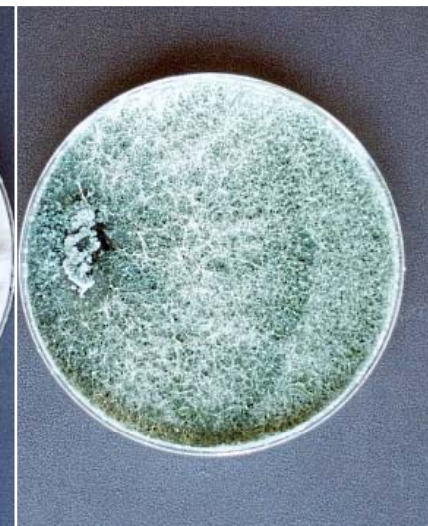
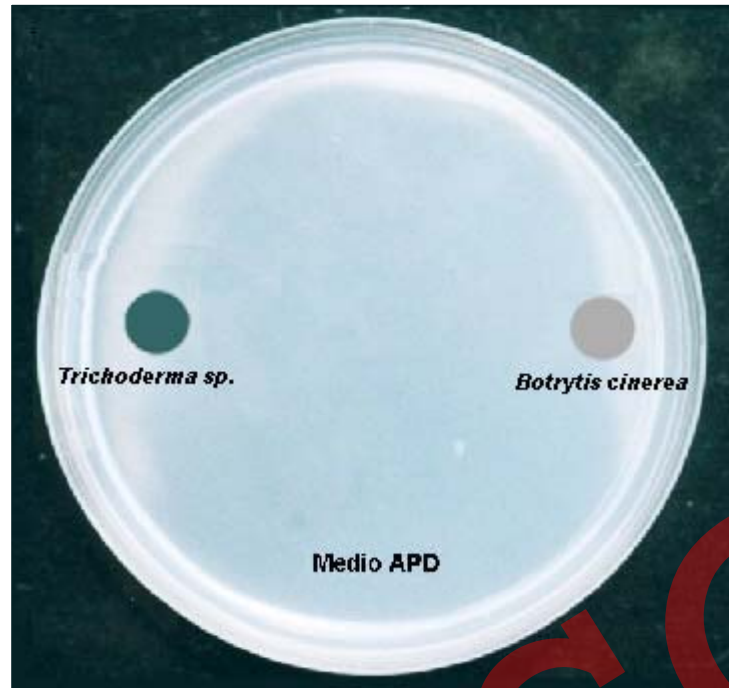
- Destrucción de estructuras propagativa o biomasa del patógeno.
- Prevención formación de inóculo.
- Debilitamiento o desplazamiento del patógeno en residuo infectado.
- Reducción de vigor o virulencia del patógeno by agentes como mycoviruses o determinantes hipo virulencia.
- Resistencia sistémica inducida (SAR)

Objetivos

- Disminuir el nivel de daño económico.
- Incrementar la rentabilidad del cultivo.
- Permitir acceso a mercados
- Por lo tanto no se busca la eliminación del patógeno sino la no ocurrencia de la enfermedad.

- Como elegir un agente de control biológico efectivo.
 - Muchos estudios en dinámicas de poblaciones.
 - Poca investigación en la eficacia de los agentes de control biológico, y las características que determinan esta eficacia.
 - El esfuerzo orientado a densidad-dependencia, pero no hay correlación clara con eficacia.

Mas complejo aun



Enfermedades causadas por Oomicetes

- *Pythium* sp. muy común y de gran importancia en almácigos.
- Causante del damping-off, y pudrición de raíces de todo tipo de plantas, así como frutos que entren en contacto con el suelo.
- *Phytophthora* sp., causa el tizón tardío, pudrición de cuello y raíces y en algunos casos pudrición de fruto y madera.
- Favorecidos por condiciones de anoxia en el suelo.
- En raíces producen muerte rápida que se puede extender al cuello de la planta, produciendo un estrangulamiento.

Enfermedades de la raíz

Caída de plántulas

(Phytophthora sp., Pythium sp., Rhizoctonia sp., Botrytis sp.)



Estrangulamiento de tallos y muerte de plántulas

Caída de plántulas



Estrangulamiento de tallos y muerte de plántulas

Pudrición De Cuello Y Raíces

Phytophthora spp.

La zona del cuello, en los árboles atacados, adquiere color achocolatado más oscuro;

Bajo la corteza aparecen manchas distribuidas irregularmente que evolucionan en sentido ascendente.

En la parte aérea suele apreciarse una reducción del crecimiento, frutos pequeños, más coloreados y con maduración defectuosa, enrojecimiento prematuro del follaje y caída anticipada de las hojas.



Pudrición de raíces

Phytophthora sp.



Marchitez de plantas generalizada

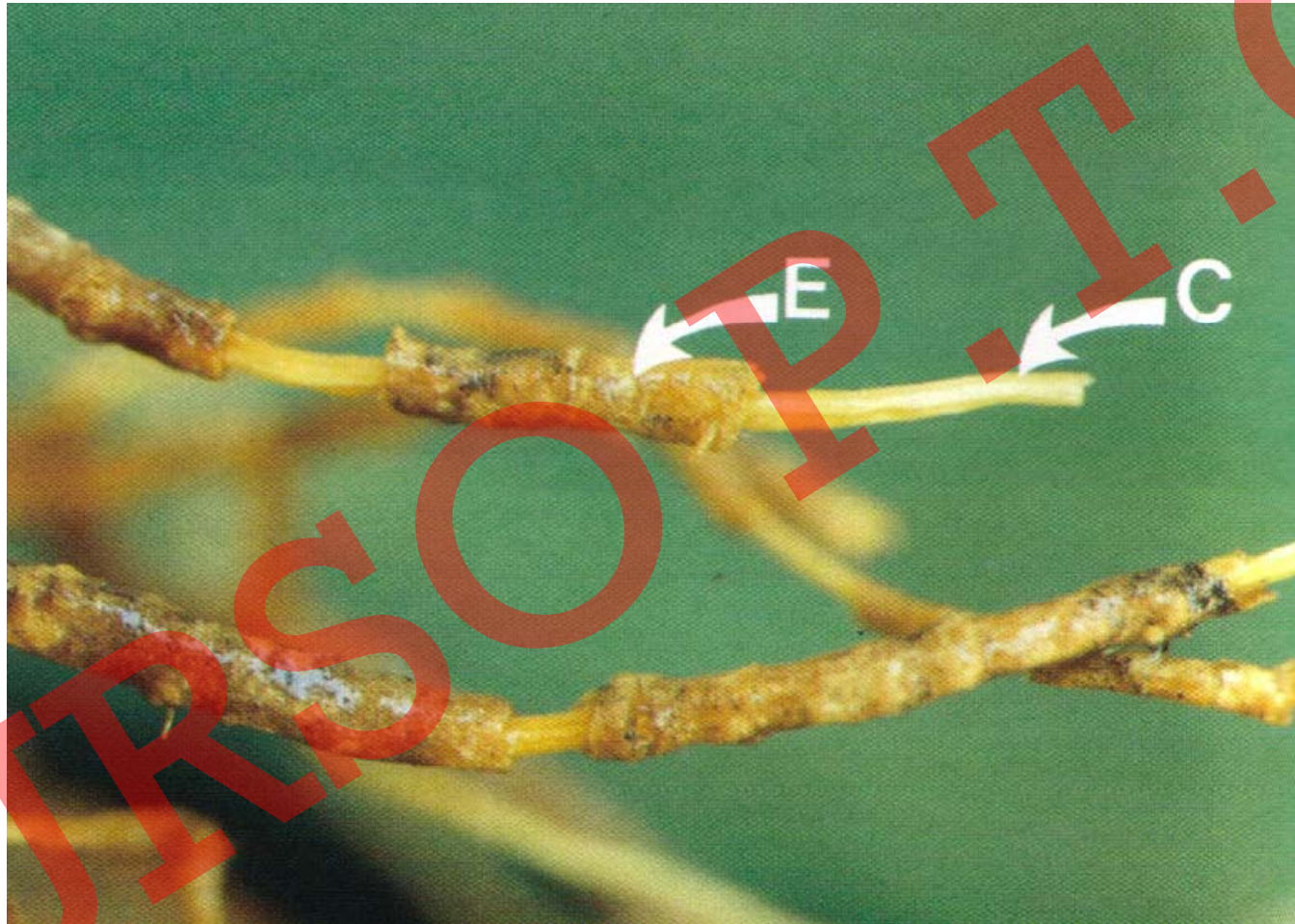
Pudrición de raíces

Phytophthora sp.



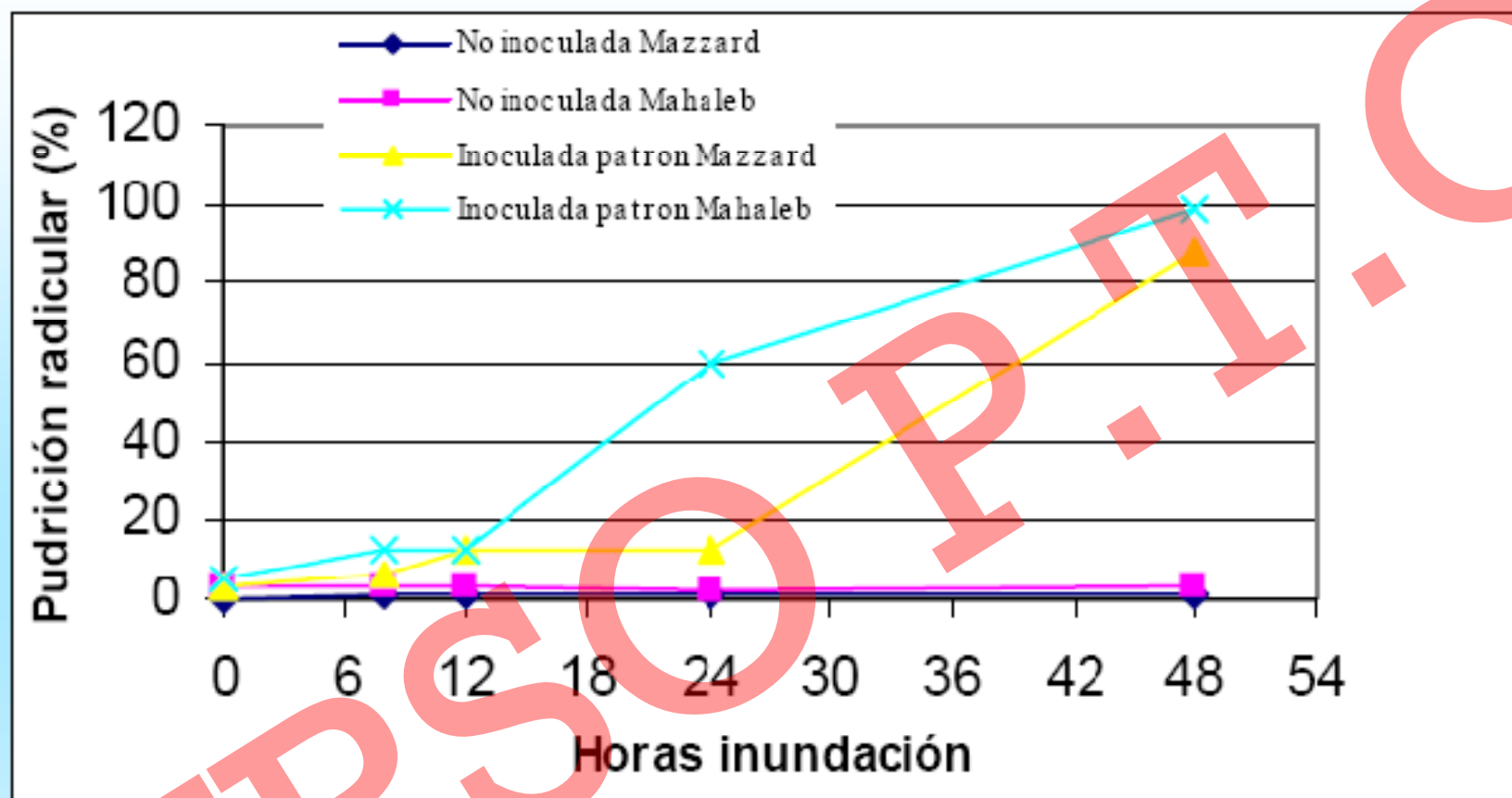
Marchitez de plantas y muerte de raíces

Tallos y Raíces

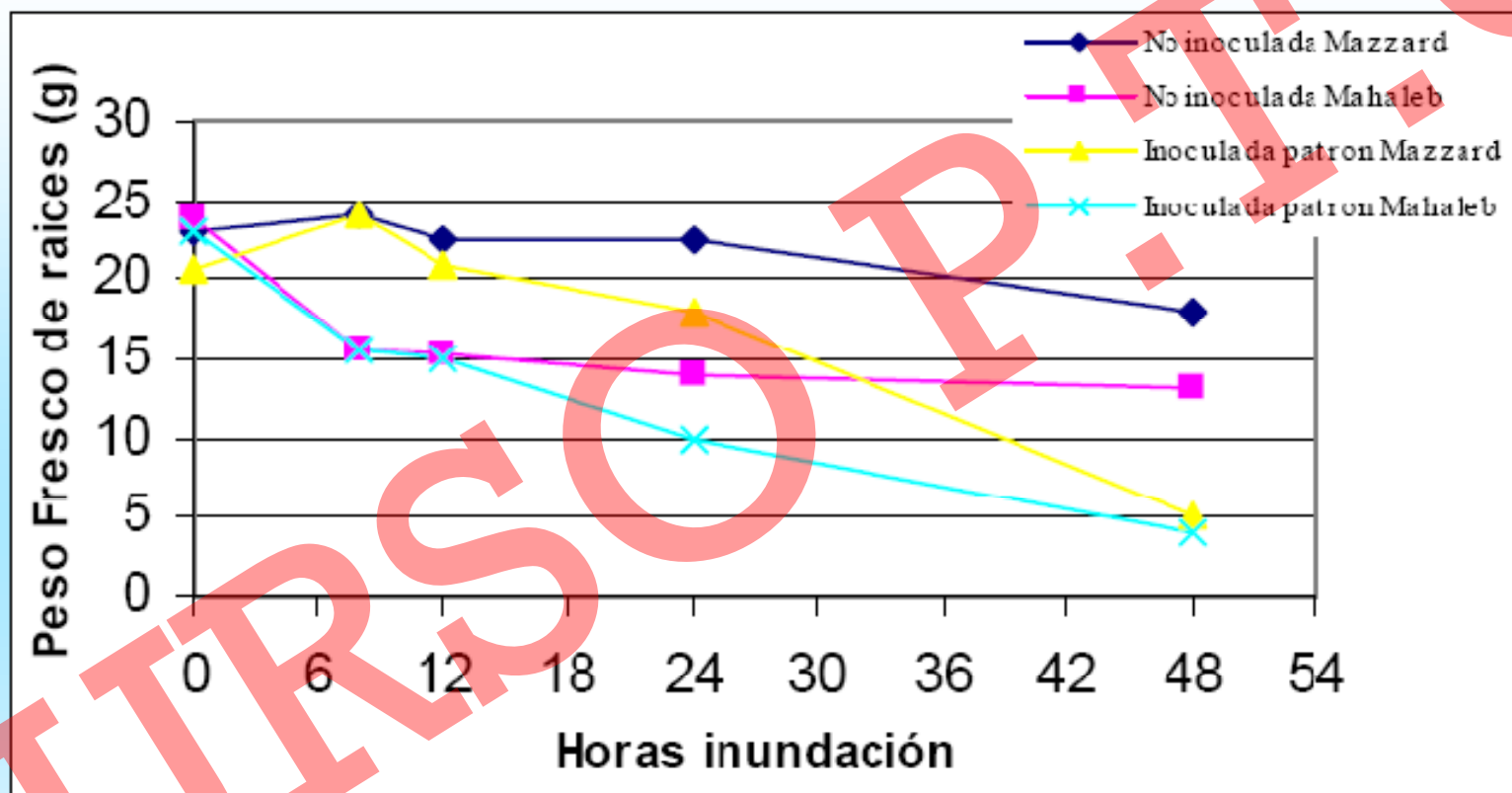


Destrucción total de la cubierta (E), y centro (C) de
Una raíz. *Phytophthora*.





Fuente Wilcox and Mircetich 1985. *Phytopathology* 75 (12) 1451-1455



Pythium

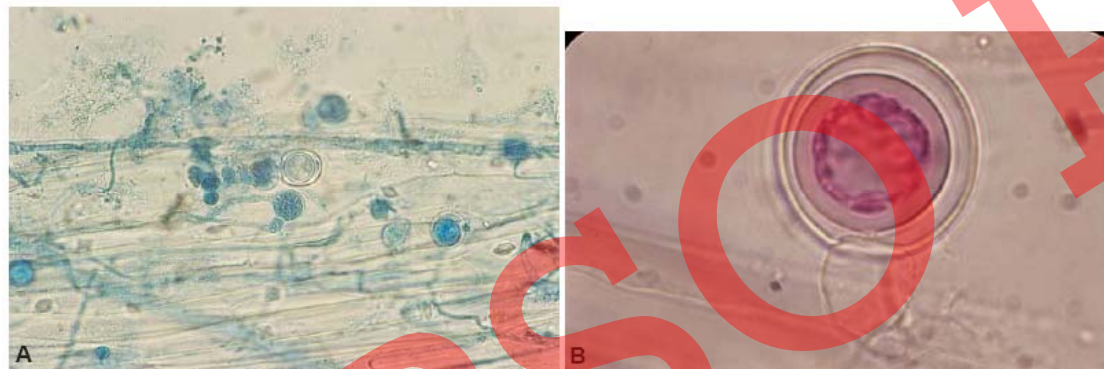


FIGURE 11-17 *Pythium* mycelium and sporangia in infected root tissue (A) and oospore (B) of *Pythium*. (Photographs courtesy of R. E. Cullen, University of Florida.)



FIGURE 11-16 Soft rots of squash (A) and potato (B) caused by *Pythium*. [Photograph courtesy of (B) D. P. Weinartner University of Florida]



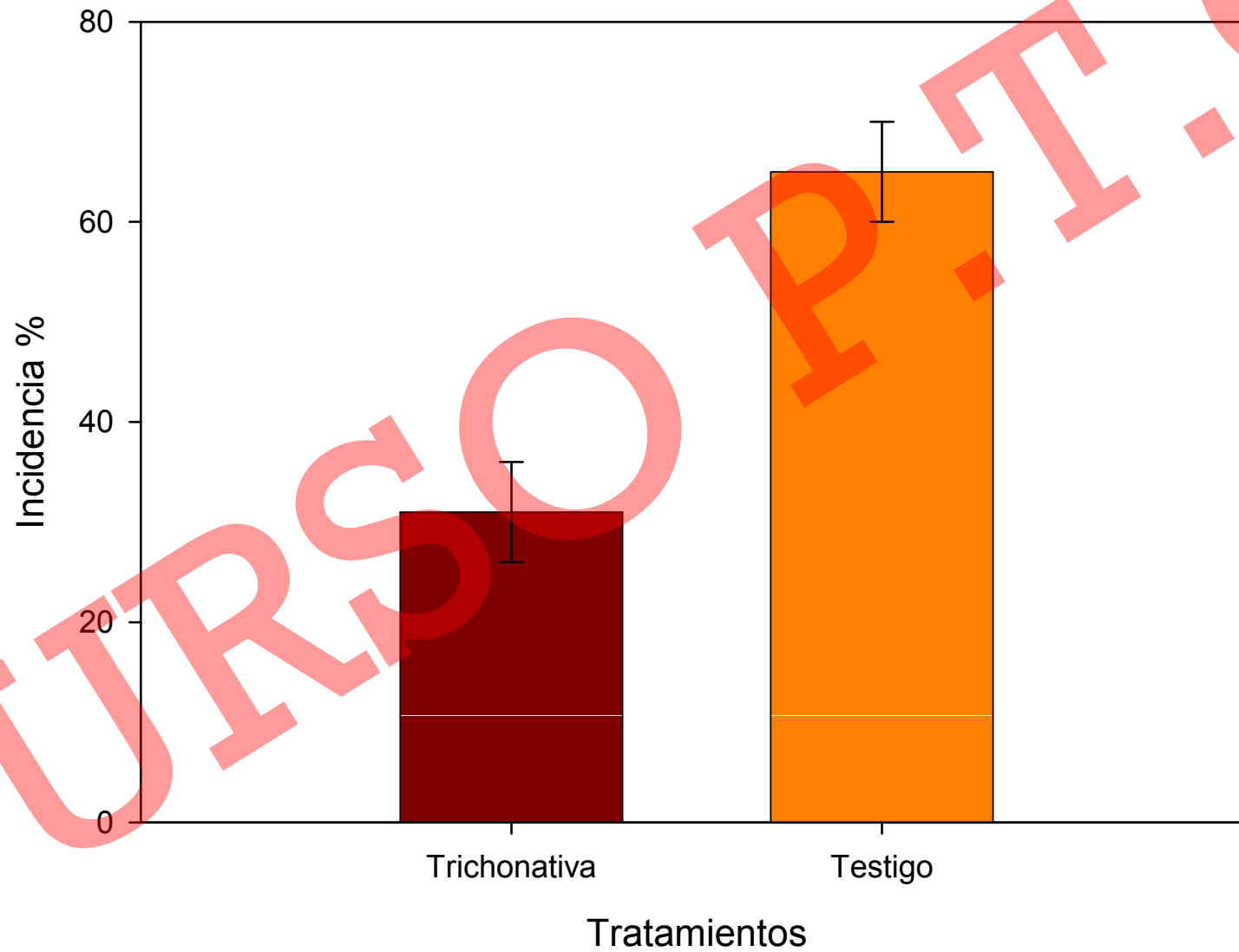
FIGURE 11-14 (A) *Pythium* seed rot. (B) One healthy bean seedling and several seeds and seedlings infected with *Pythium*. (C) Damping off of cucumber seedlings caused by *Pythium* sp. [Photographs courtesy of (A) R. J. Howard, WCPD, and (B) P. E. Lipps, Ohio State University.]

Control

- Al realizar la plantación hay que tener en cuenta el comportamiento de los patrones elegidos respecto a la enfermedad sensibles.
- El hongo necesita agua libre → evitar los suelos con problemas de drenaje.
- No enterrar la zona del injerto en el momento de la plantación,
- En caso de ataques poco severos descalzar y quitar los tejidos afectados, limpiando bien y protegiendo con fungicidas
- Tanto preventivo como curativo, aplicaciones de Trichoderma, en otoño y primavera, hacer coincidir con flash de crecimiento de raíces

Poco sensible										Medianamente sensible	Sensible a muy sensible
PORTA-INJERTOS	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS		FUEGO BACTERIANO	PHYTOPHTHORA	PULGÓN LANÍGERO	ASFIXIA	OBSERVACIONES	UTILIZACIÓN		
M27 (M13xM9)	East Malling Inglaterra	Puesta a fruta muy rápida. Muy buena productividad						Vigor muy débil	Plantaciones muy intensivas		
PAJAM 1 Lancep	CEP-CTIFL Francia	Puesta a fruta rápida, producción regular, frutos de buena calidad, calibre grueso y bien coloreado						A reservar en las condiciones edafo-climáticas favorables			
PAJAM 2 Cepiland	CEP-CTIFL Francia										
M9 EMLA	East Malling Inglaterra										
M26 (M16xM9)	East Malling Inglaterra	Anclaje superior a los tipos M 9						Vigor muy variable	Empalizado y riesgo indispensables		
MM 106	East Malling Inglaterra	Buena productividad	Vigor medio a fuerte					Muy sensible a la sequía			
M7	East Malling Inglaterra	Muy buena productividad						Destinado a los suelos arcillosos y frescos			
MM 111 Northern SpyxMerton I-793	East Malling Inglaterra	Buena productividad						Destinado a suelos algo sueltos, profundos y con buen drenaje			
M25	East Malling Inglaterra							Destinados a los suelos limosos			
FRANCO	Semilla	Vigor fuerte, buen anclaje, puesta a fruta lenta, abundante producción						Gran adaptabilidad a diferentes suelos, incluso a los mediocres	Plantaciones extensivas		

Manzano



Pudrición gris (*Botrytis cinerea*)





**Pudrición gris
en tallo**



**Pudrición en bulbo y
manchas necróticas en
hojas**





Pudrición gris en hojas

Control

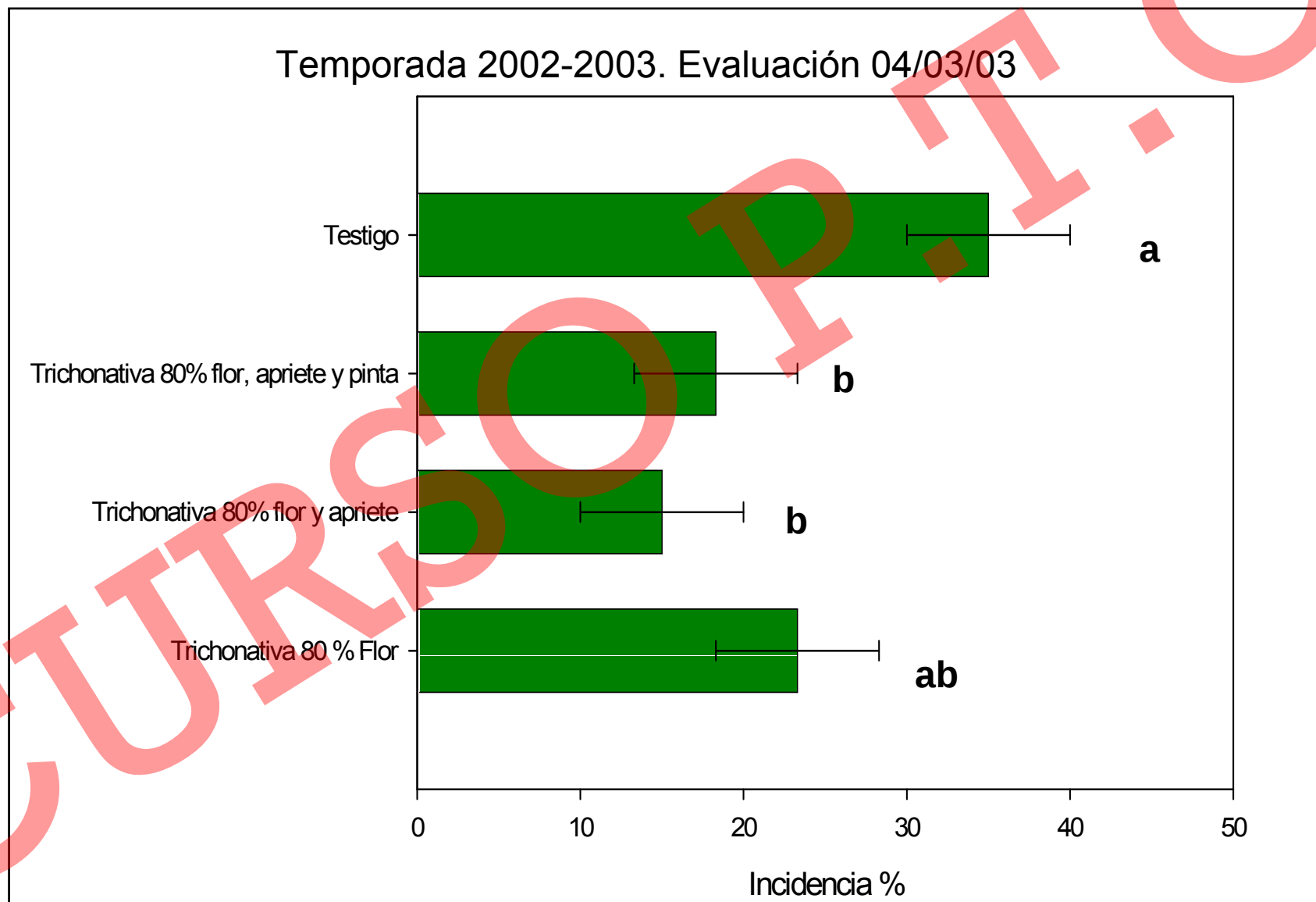
- Alta relación agua libre y temperatura → manejo de follaje.
- Atacar tejidos susceptibles de colonización → restos florales, hojas senescentes.
- Aplicación preventiva de controladores biológicos (*Trichoderma*, *Bacillus subtilis*).
 - Floración
 - Periodos críticos de fruto (maduración, apriete racimos)
 - Periodos post lluvia.
 - Pre cosecha.
- Combinación con extractos cítricos, mejor efecto secante.
- Eliminación de frutos momificados post cosecha.

Efecto de aplicaciones en floración de *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad de corazón mohoso, después de tres meses de almacenaje a 0°C en manzanas cv. Fuji

Tratamientos	Fungicidas	incidencia (%)
a) --- b) Plena flor c) Caída de pétalos	a) --- b) Trichoderma c) Trichoderma	13,7 ab
a) 5 % FLOR b) Plena flor c) Caída de pétalos	a) Trichoderma b) Trichoderma c) Trichoderma	10 a
a) 5 % FLOR b) Plena flor c) Caída de pétalos	Agua	22,5 b
Significancia		*

Vid

Incidencia de *Botrytis cinerea* en Sauvignon Blanc, en racimos tratados con Trichonativa ® cepa Queule aplicado en distintos estados fenológicos de la vid.



Población de *Trichoderma* desde inicio de floración a cuaja

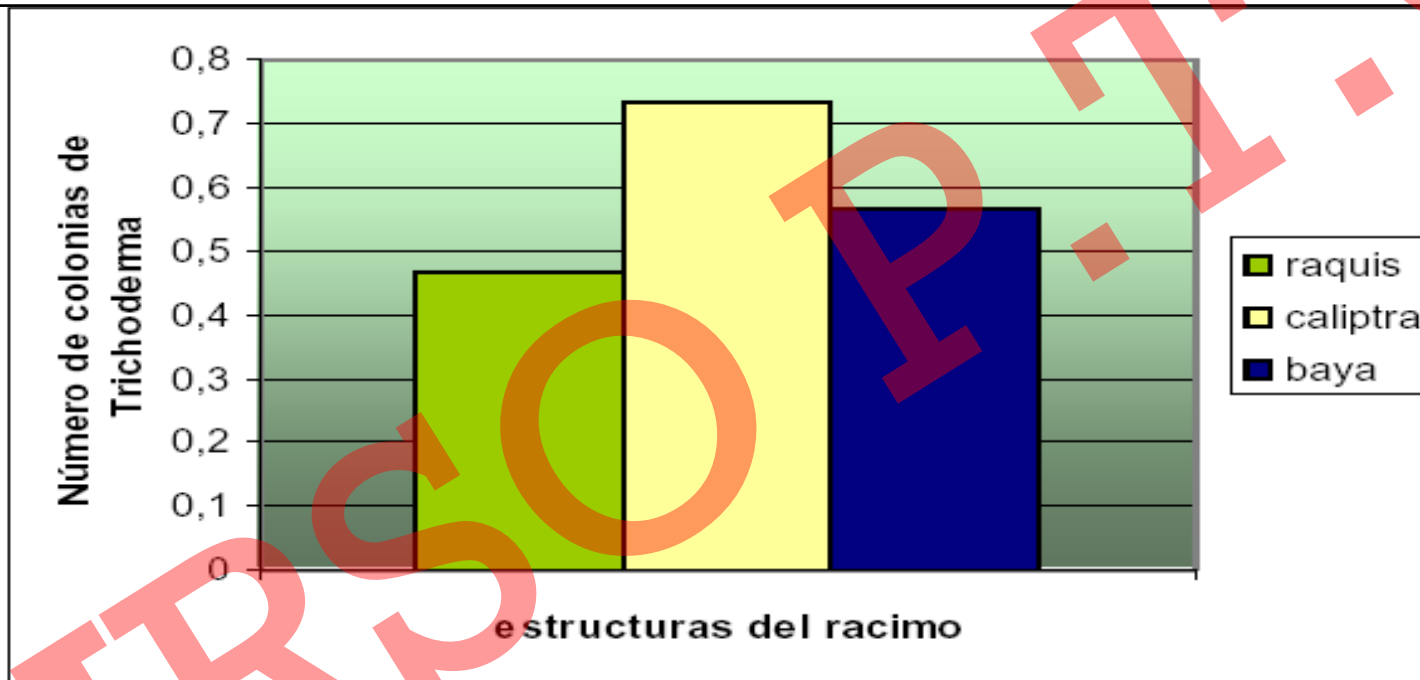


Figura 4.5. Número de colonias de *Trichoderma* desarrolladas a partir de distintas estructuras de racimo del cultivar Cabernet Sauvignon colectados desde inicio de floración a cuaja. Cauquenes. Temporada 2004/2005.

Evaluación de cosecha

Grafico 3. Incidencia (%), de racimos de uva afectados por *Botrytis cinerea* 3 días antes de cosecha.

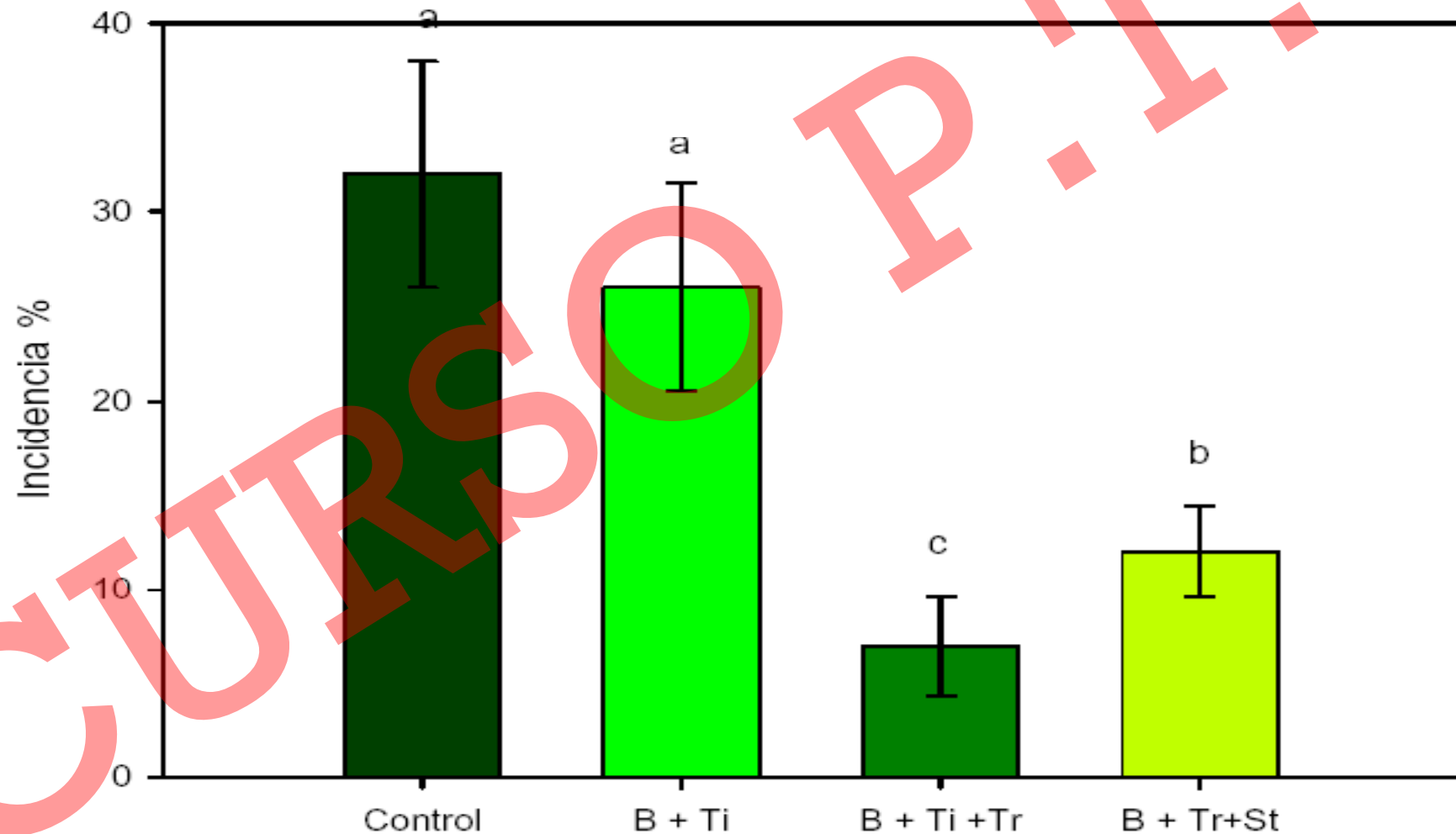


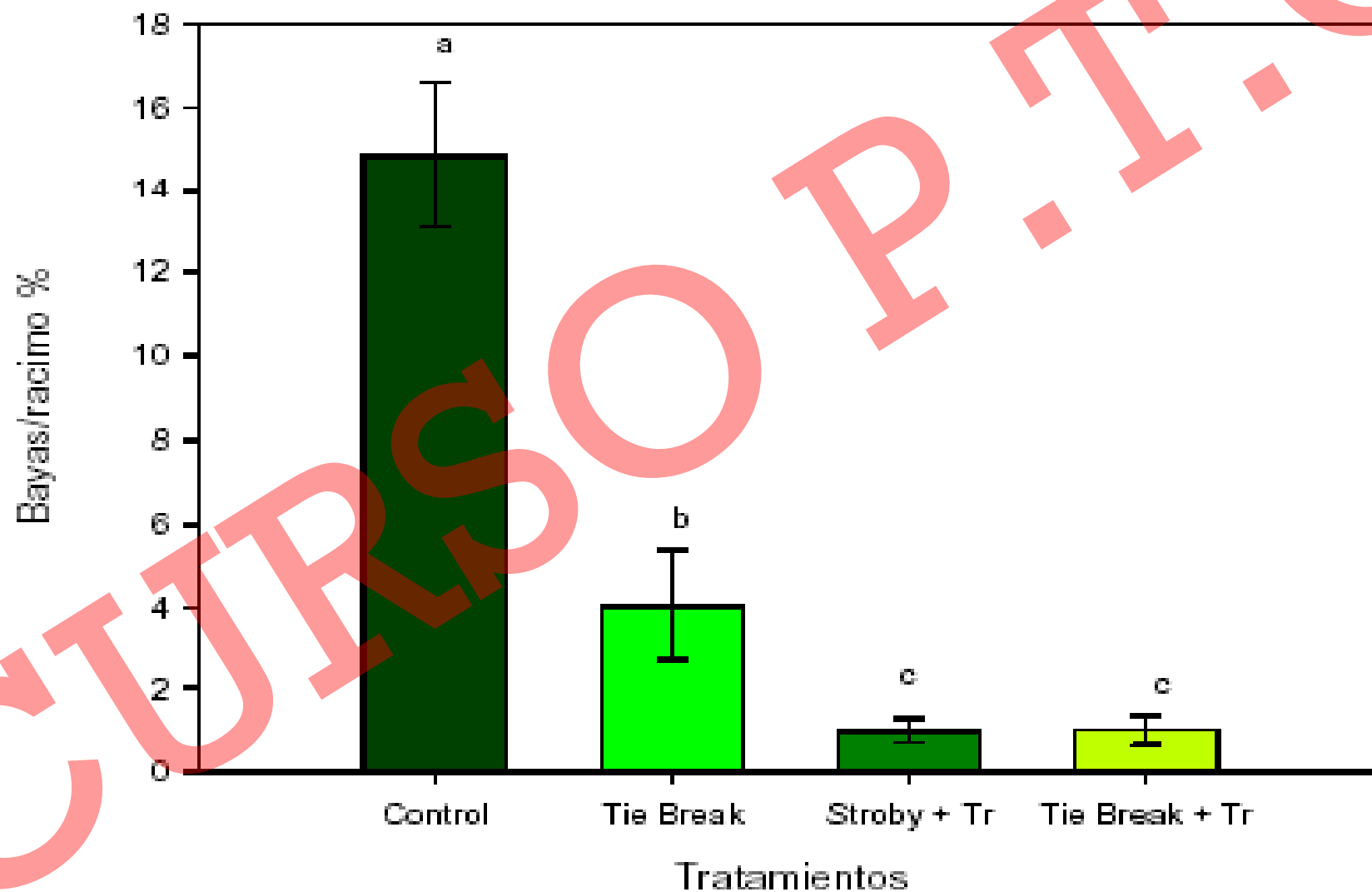
Figura 2. Racimos de uva, cosechados madurez de cosecha, después de 15 días de cámara húmeda a 25° C. Bajo distintos tratamientos (T0: control; T1 Químico; T2: Tie Break + Trichonativa; T4: Strobi + Trichonativa)



Figura 3. *Trichoderma* colonizando *Botrytis* sobre uva almacenada 15 días en cámara húmeda.



Grafico 7. Severidad de daño por *Botrytis cinerea* después de 15 y 30 días de almacenaje.



Tizón de flor (Carozos)

- Agente causal: *Monilia laxa*, *Botrytis cinerea*
- Síntomas:
 - Necrosis y rápido ennegrecimiento de flores
 - Manchas necróticas en frutos
 - Momificación de frutos
 - Reducción de producción

- *Monilia laxa*,



FIGURE 11-91 (A–D) Symptoms of brown rot of stone fruits caused by *Monilia fructicola*. (A) Blossom blight and twig canker. (B) Brown rot of a peach still on the tree. (C) Brown rot of peaches developed in storage (right) while peaches on the left were protected by appropriate fungicides. (D) (E) Conidia of *M. fructicola*. (Photographs courtesy of D.F. Richie, North Carolina State University.)

Fuentes de inóculo

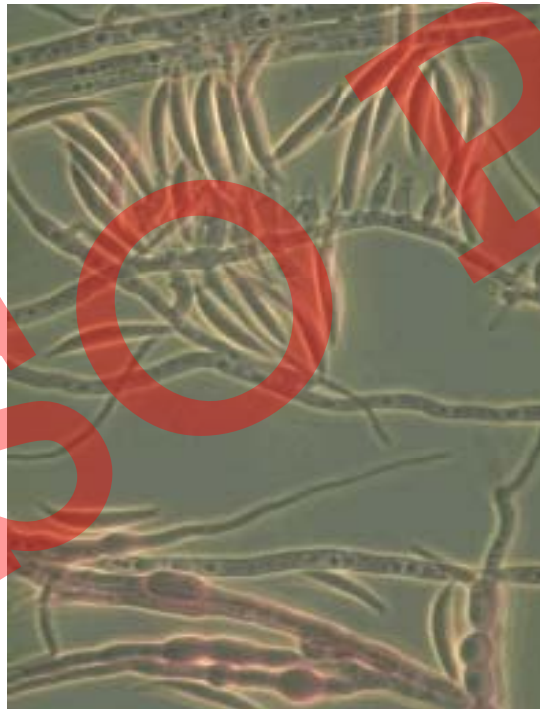


Control

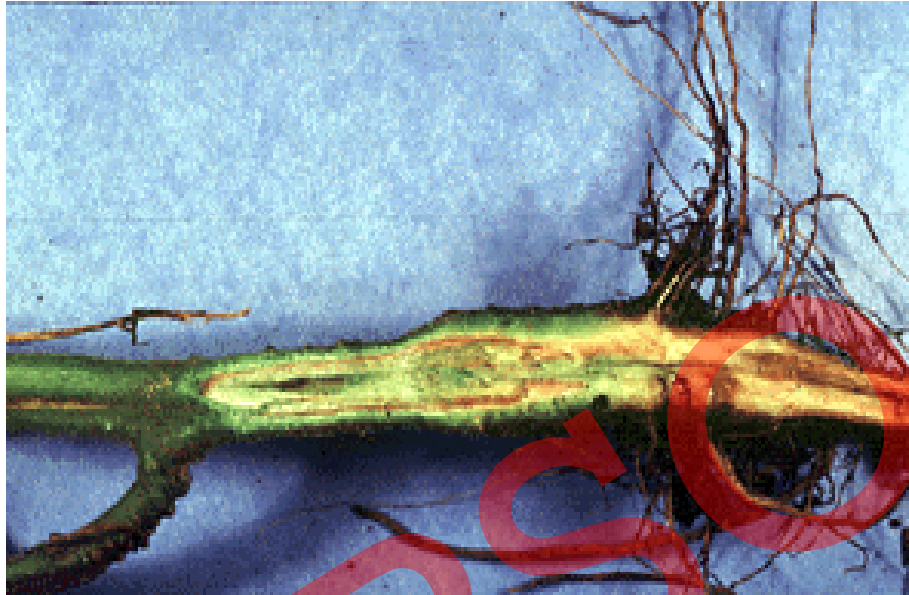
- Alta relación agua libre y temperatura → manejo de follaje.
- Atacar tejidos susceptibles de colonización → restos florales, hojas senescentes.
- Aplicación preventiva de controladores biológicos (*Trichoderma*, *Bacillus subtilis*).
 - Floración
 - Periodos críticos de fruto (maduración, apriete racimos)
 - Periodos post lluvia.
 - Pre cosecha.
- Combinación con extractos cítricos, mejor efecto secante.
- Eliminación de frutos momificados post cosecha.

Enfermedades del tallo (haces vasculares)

Fusariosis (*Fusarium* sp.)



Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici



Necrosis interna de tallos





Marchitez y muerte de plantas

Control

- Aplicaciones tempranas de *Trichoderma* en almácigo y transplante.
- Aplicaciones post síntomas no tienen mayores efectos.
- Uso sustrato estéril.
- Rotación poco efectiva.

Sarna del Manzano

Venturia
inaequalis
(*Spilocea*
pomi)

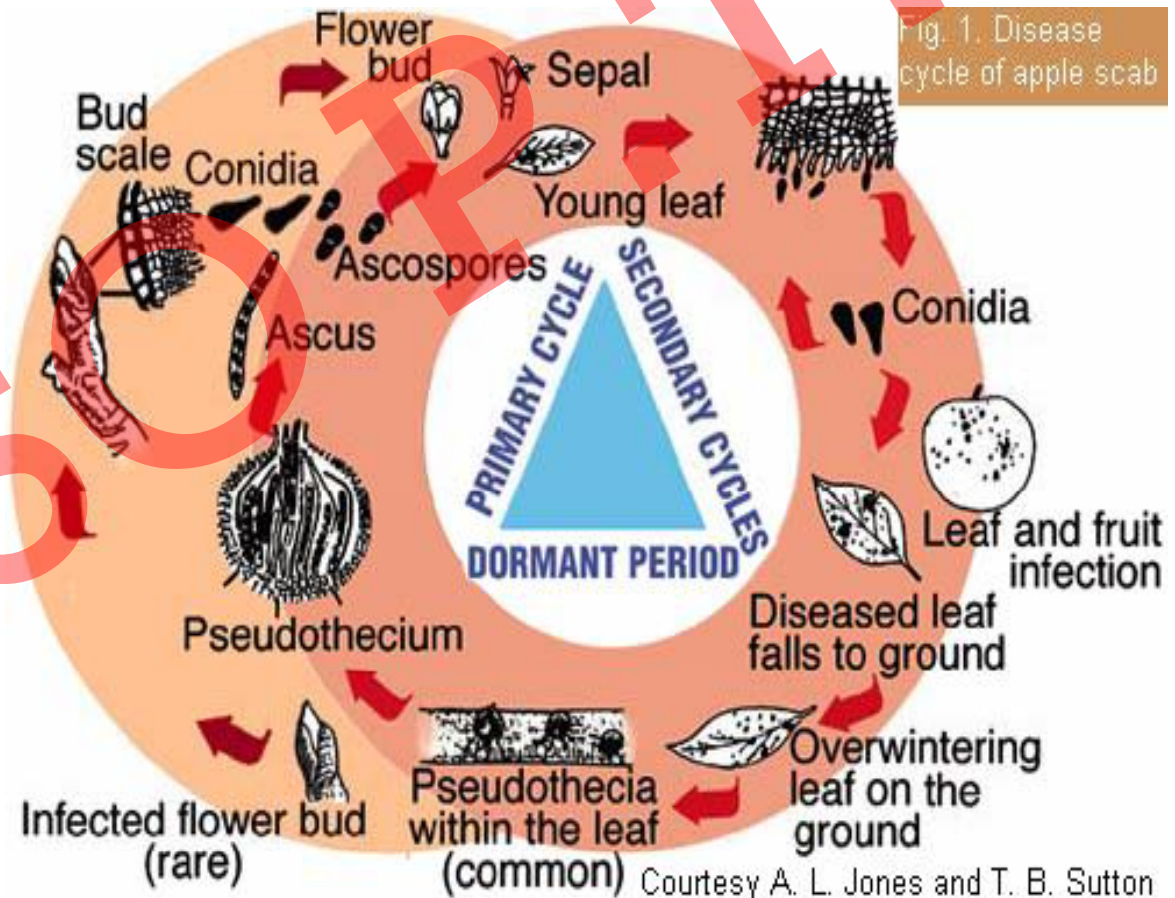
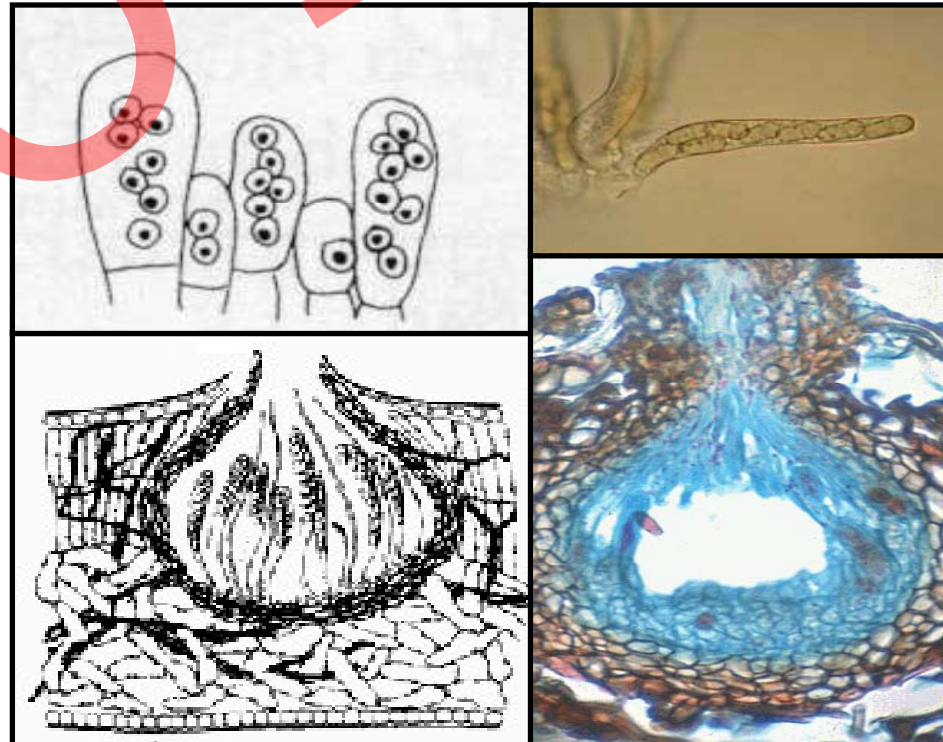


Tabla de Mills

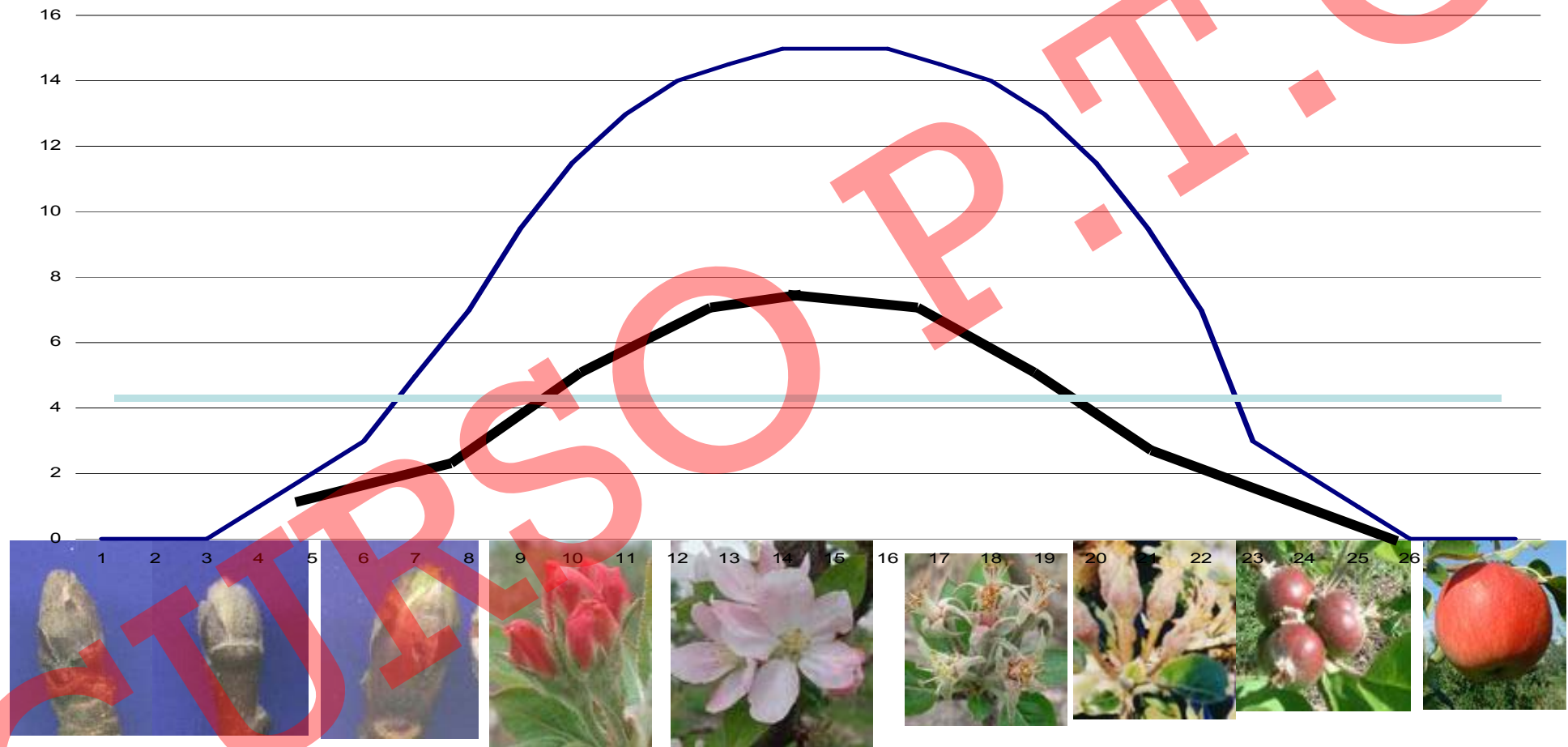
	Horas mínimas de follaje mojado		
T°	Mills	Mills + Jones	MacHardy
25	11	11	8
17-24	9	9	6
15	10	10	7
13	11	11	8
11	12	11.5	9
8	19	16	13
6	25	21	18
0.5-5	>48	26	21

Monitoreo

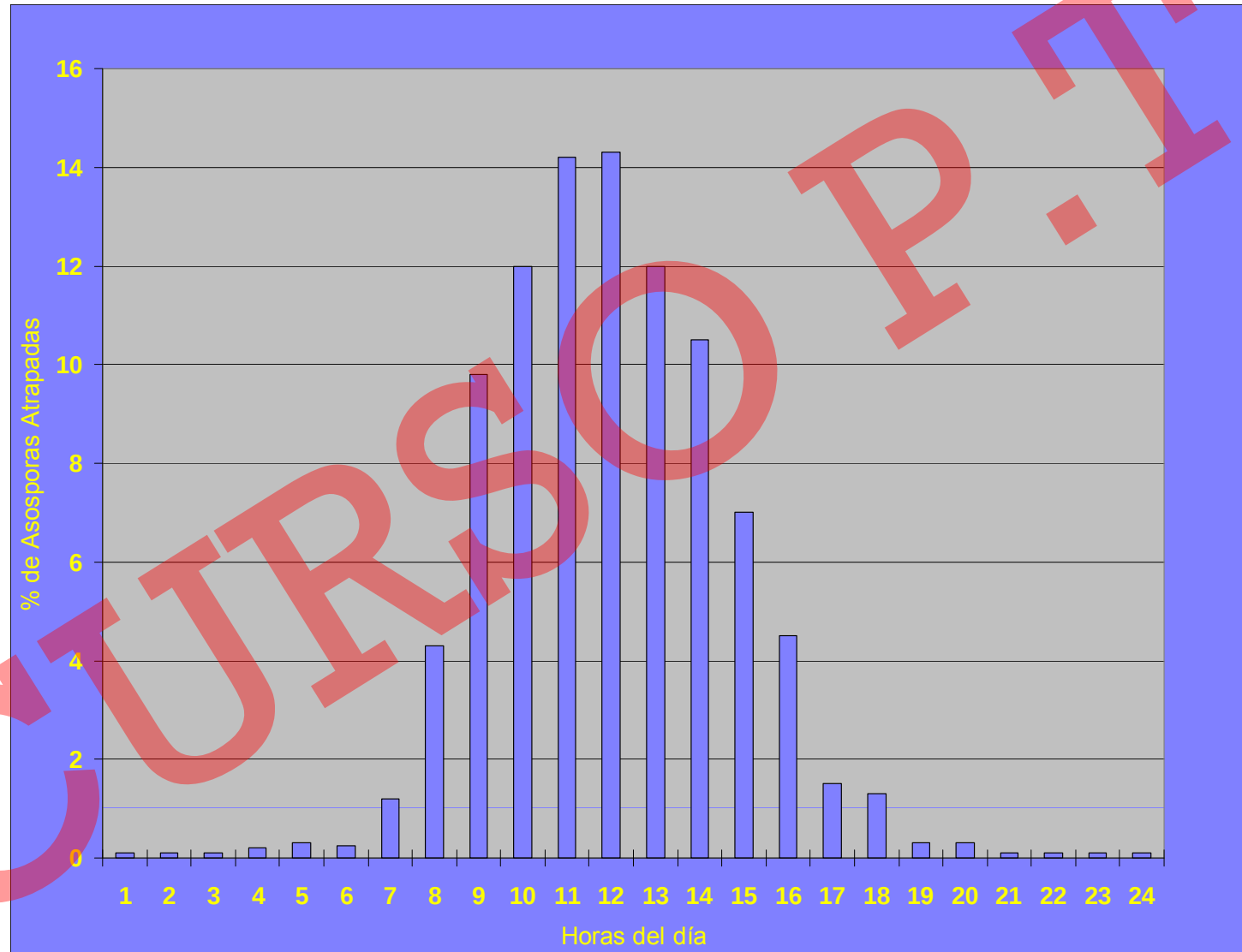
- Objetivo, determinar momento de liberación de ascosporas.
- Método, poner porta objetos sobre hojarasca y muestreo de hojas bajo microscopio.



Liberación de Ascosporas

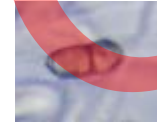


Lib liberación de Ascosporas



Sarna Primaria

- **Inóculo** : Ascospora.
- **Período** : Desde mediados de setiembre hasta mediados de noviembre.
- **Condiciones** : Se necesitan lluvias para la liberación.
- **Síntomas** : El ataque temprano al fruto afecta su desarrollo.
- **Importancia**: Es fundamental en el desarrollo de la epidemia



Sarna Secundaria

- **Inóculo** : Conidio
- **Período** : Desde brotación hasta cosecha.
- **Condiciones** : No se necesitan lluvias para la liberación. (rocios)
- **Daños** : Avanza en cámara.



- **Importancia**: Es responsable del nivel de inóculo para el año siguiente



Desarrollo de la enfermedad



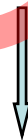
Lluvia



Infección



Síntomas

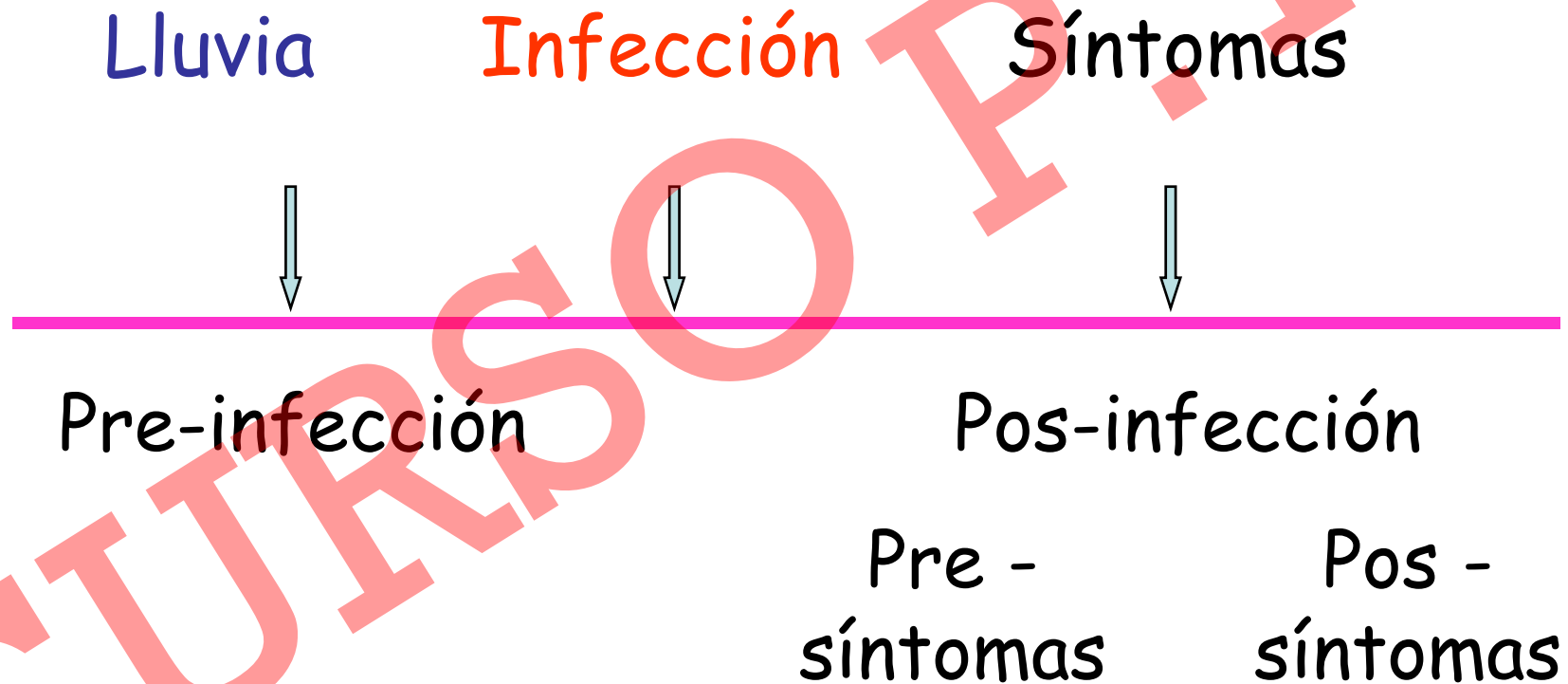


9 horas

10 a 15
días



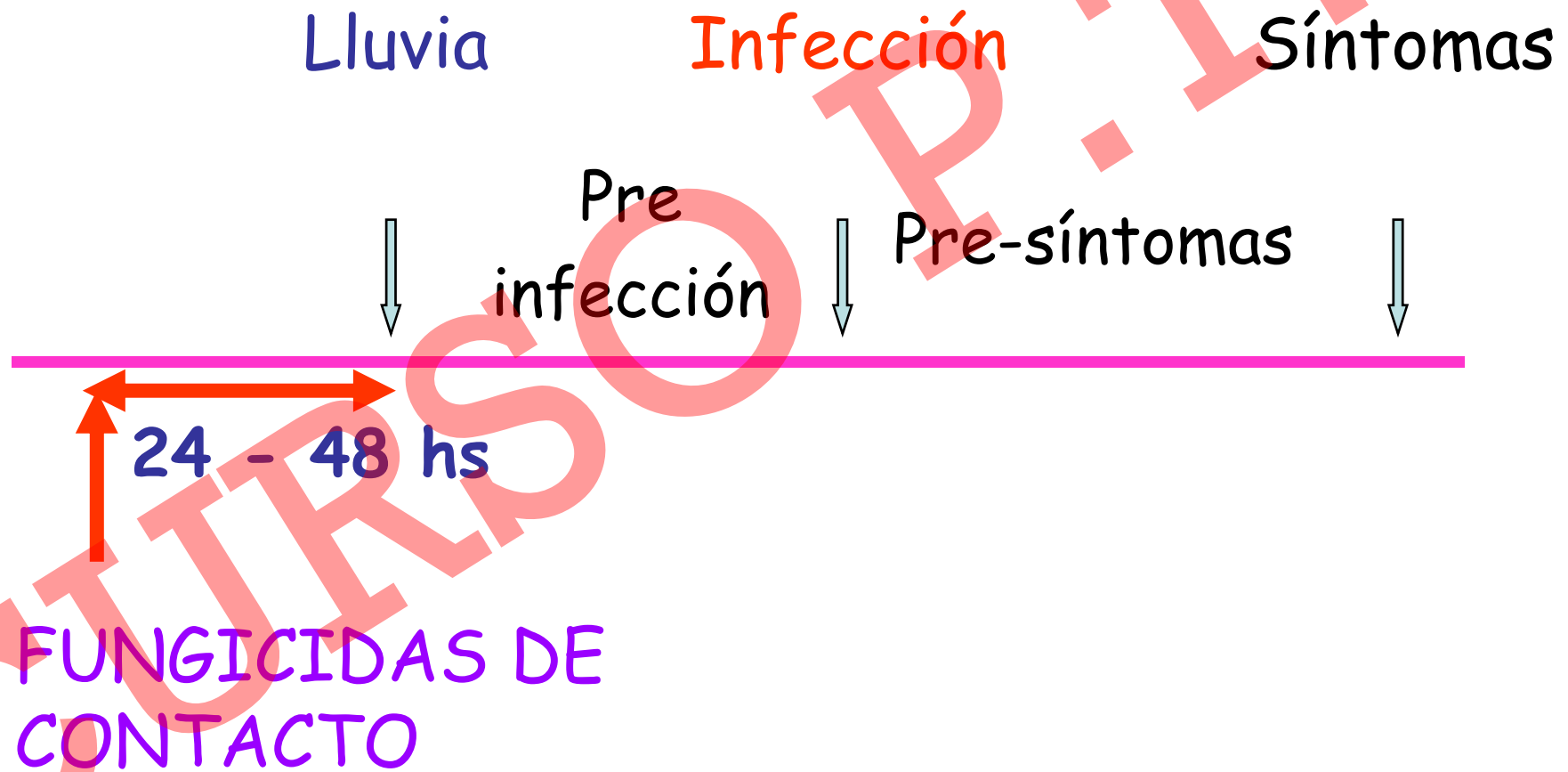
Momentos de control



Fungicidas de contacto

Fungicida	Residualidad
• Cúpricos	5 - 10 días
• Polisulfuro	5 días

Aplicación pre-infección



Aplicaciones pos-infección

Objetivo: Matar al hongo evitando la aparición de síntomas

Momento de aplicación: máximo 96 horas luego de ocurrida la infección

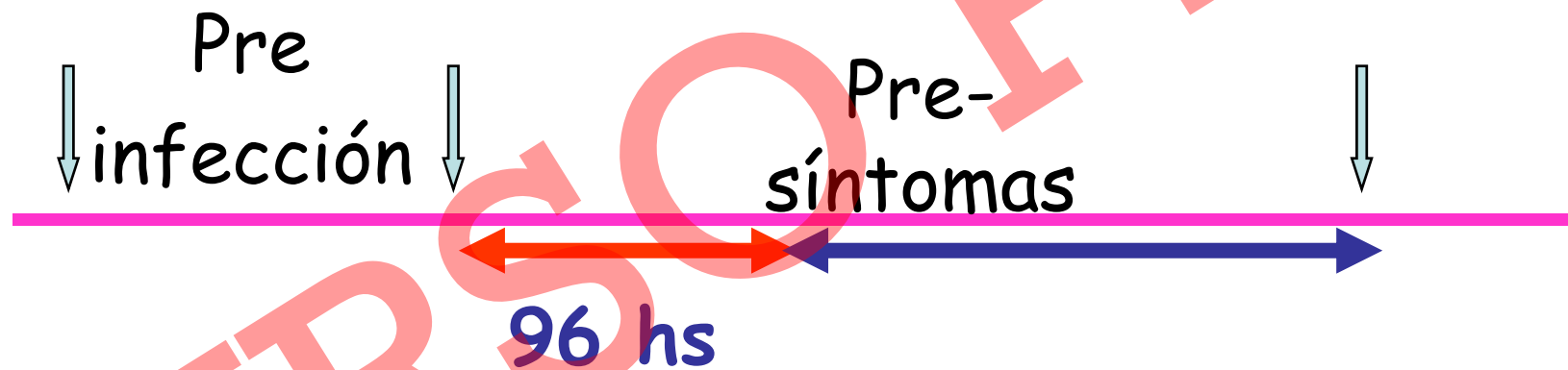
Productos: Fungicidas con efecto retroactivo.
No existen productos biológicos con este efecto.

Fungicidas con efecto retroactivo

Fungicidas	Efecto retroactivo
Mezcla sulfocálcica	24 hs

Aplicación pos-infección

Lluvia Infección Síntomas



FUNGICIDAS CON
EFECTO RETROACTIVO

Aplicaciones pos-infección

Objetivo: Matar al hongo, con aparición de síntomas y evitando la esporulación

Momento de aplicación: más de 96 horas luego de ocurrida la infección, y repetir a los 5 días

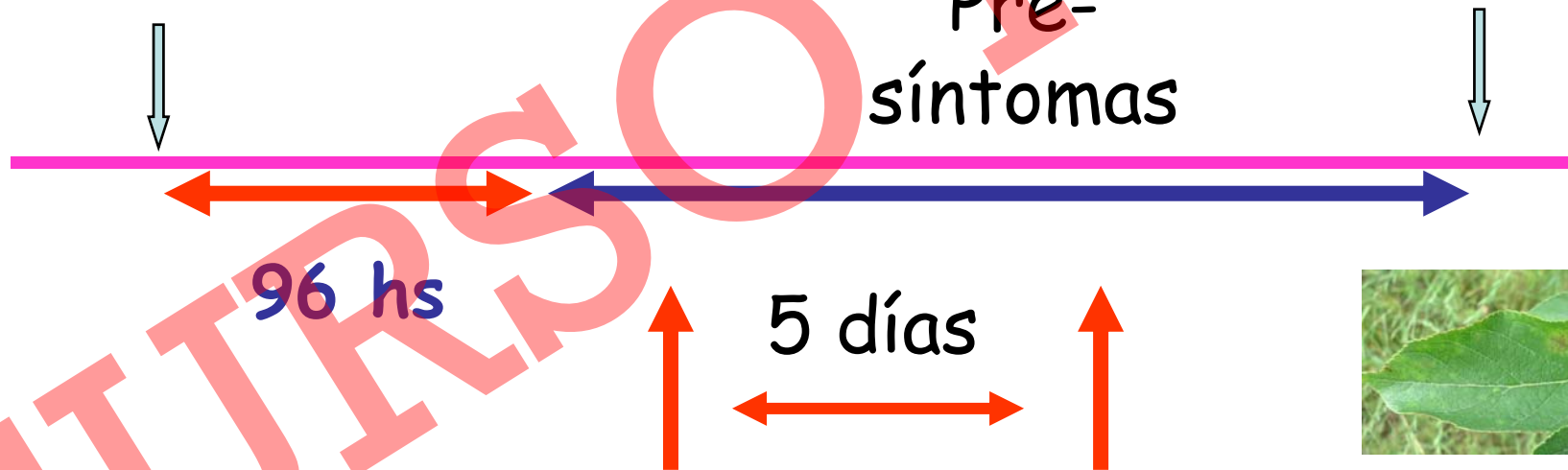
Productos: IBE + contacto

Aplicación pre-síntomas

Infección

Síntomas

Pre-
síntomas



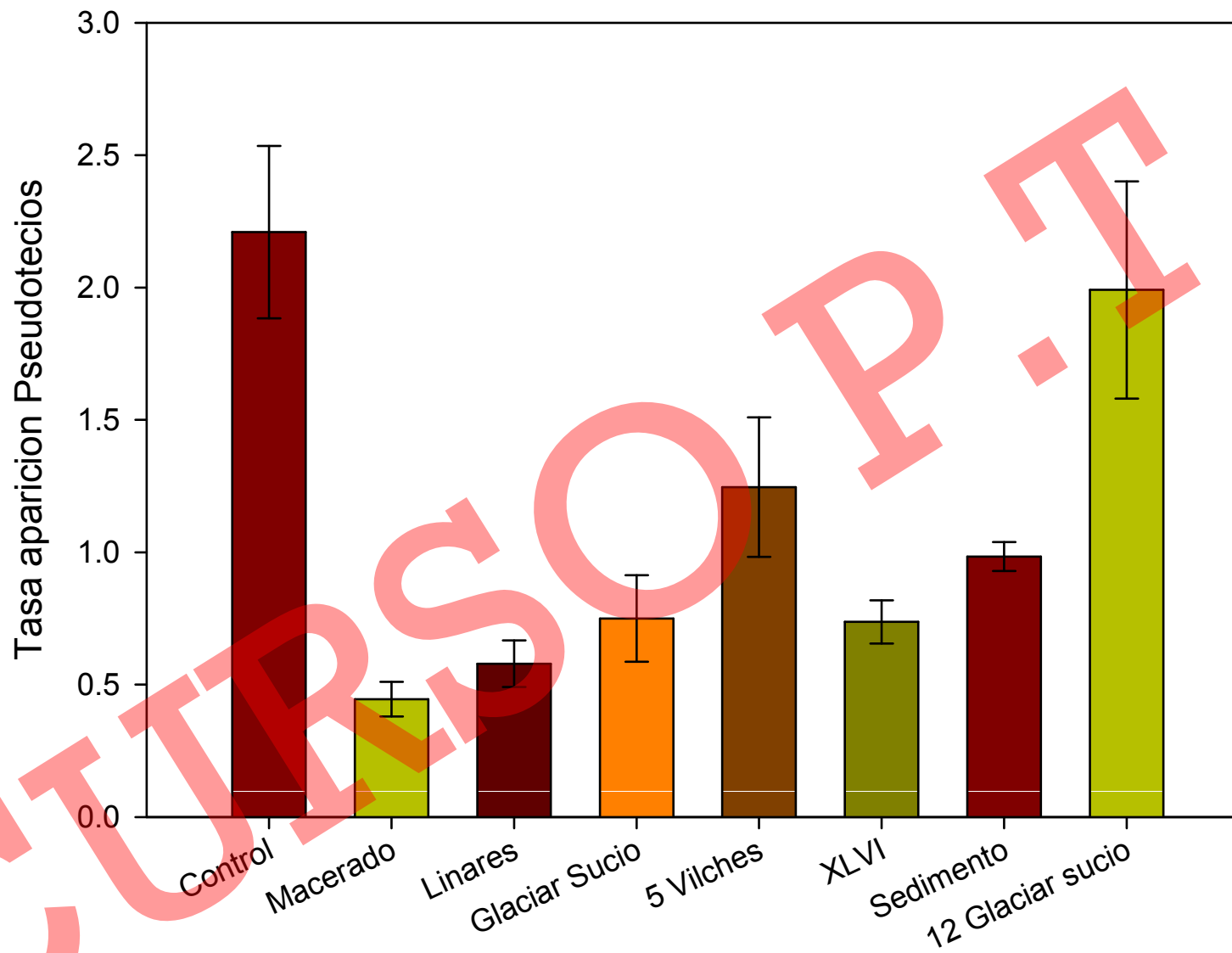
MATAR AL HONGO SIN
EVITAR LOS SÍNTOMAS

Control invernal

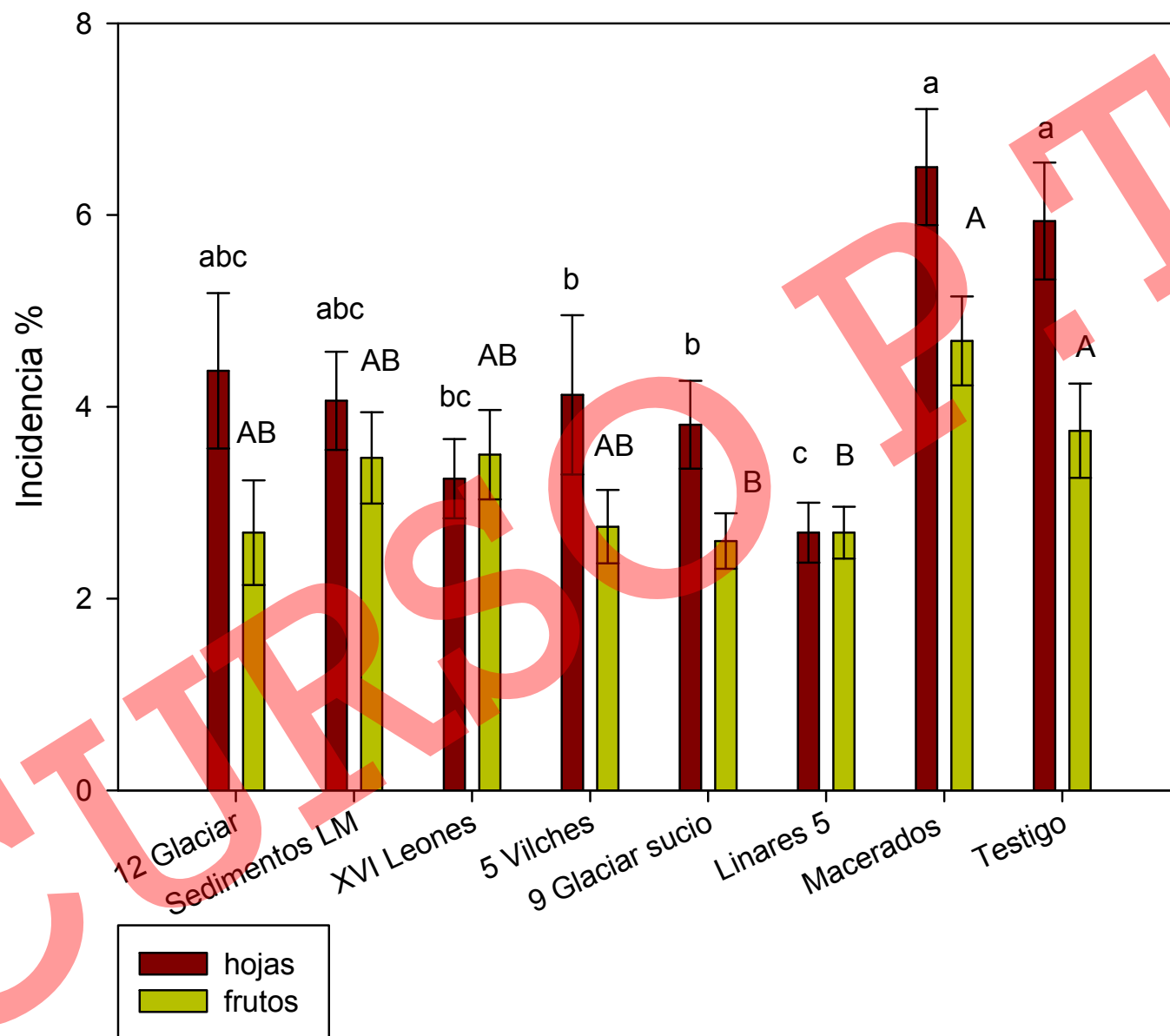
- Objetivo: Reducir potencial de inóculo
Disminuir infección por ascosporas.
Atrasar primeras aplicaciones.

Implementación:

- Aplicación fuente de Nitrógeno +
Trichoderma.



tasa: --



Cancro Europeo

Nectria galligena

Ingreso por heridas, cicatrices foliares, roturas de epidermis, etc.

- Cancros elípticos, hendidos y rojizos en dardos y yemas de ramillas de 1 a 2 años.
 - Cancros viejos café y anillados,
 - en invierno con puntos rojos (picnidios)
- Produce marchitamiento de la parte superior de la rama donde se establece;

Con primaveras lluviosas Sobre el cancro, fructifica el hongo en forma de cojinetes de color cremoso que representan la fase asexual, denominada "Cylindrocarpon mali".

Los frutos pueden ser atacados, produciéndose manchas en la zona calicina y en la peduncular.





Photo 67. A. L. Jones and T. B. Sutton

En otoño, y sobre canchros de madera vieja, se desarrolla la fase sexual del hongo, formando peritecas de color rojo vivo que maduran durante el invierno y la primavera siguiente.

Las dos formas conviven durante todo el periodo vegetativo del árbol producción de ascosporas y conidios presenta un máximo entre final de verano y principio de otoño; por tanto, una excesiva pluviometría en dicha época favorecerá las infecciones.



Control

- Limpieza de canchros en invierno.
- Aplicación localizada de cobre o polisulfuro.
- Aplicar pintura.

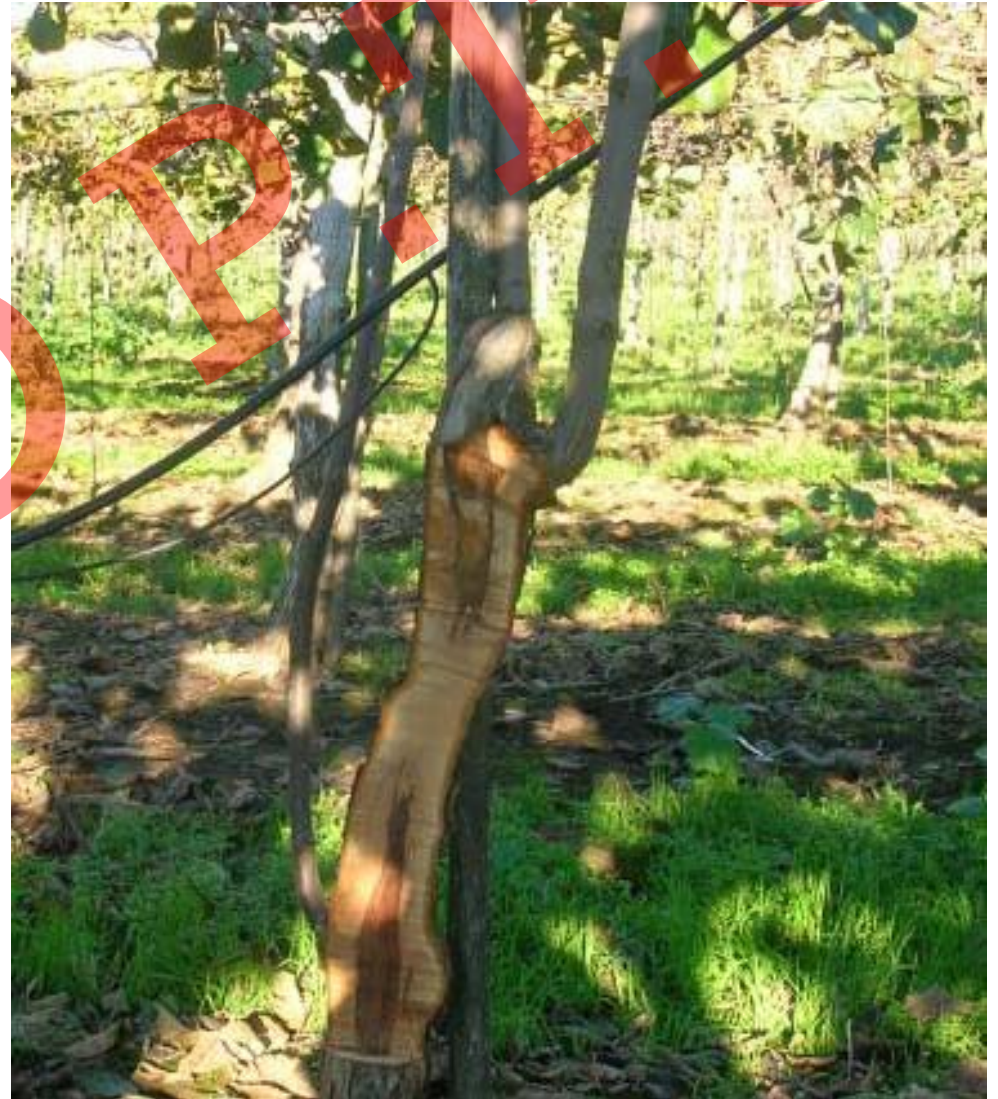
Muerte de brazos en Kiwi

- Agente causal: Complejo hongos basidio micetes
- Síntomas:
 - Necrosis y rápido ennegrecimiento de flores, hojas y yemas (similar heladas)
 - Manchas necróticas en frutos
 - Cancros en madera.
 - Incremento en gomosis
 - Muerte del árbol
- Control:
 - Evitar malezas
 - Bactericidas cúpricos en yemas hinchadas + Estreptomicina en floración.
 - *Bacillus subtilis* en caída de hojas, yemas hinchadas y floración.
 - Caldo bordeles



PLANTA COMPLETAMENTE COMPROMETIDA





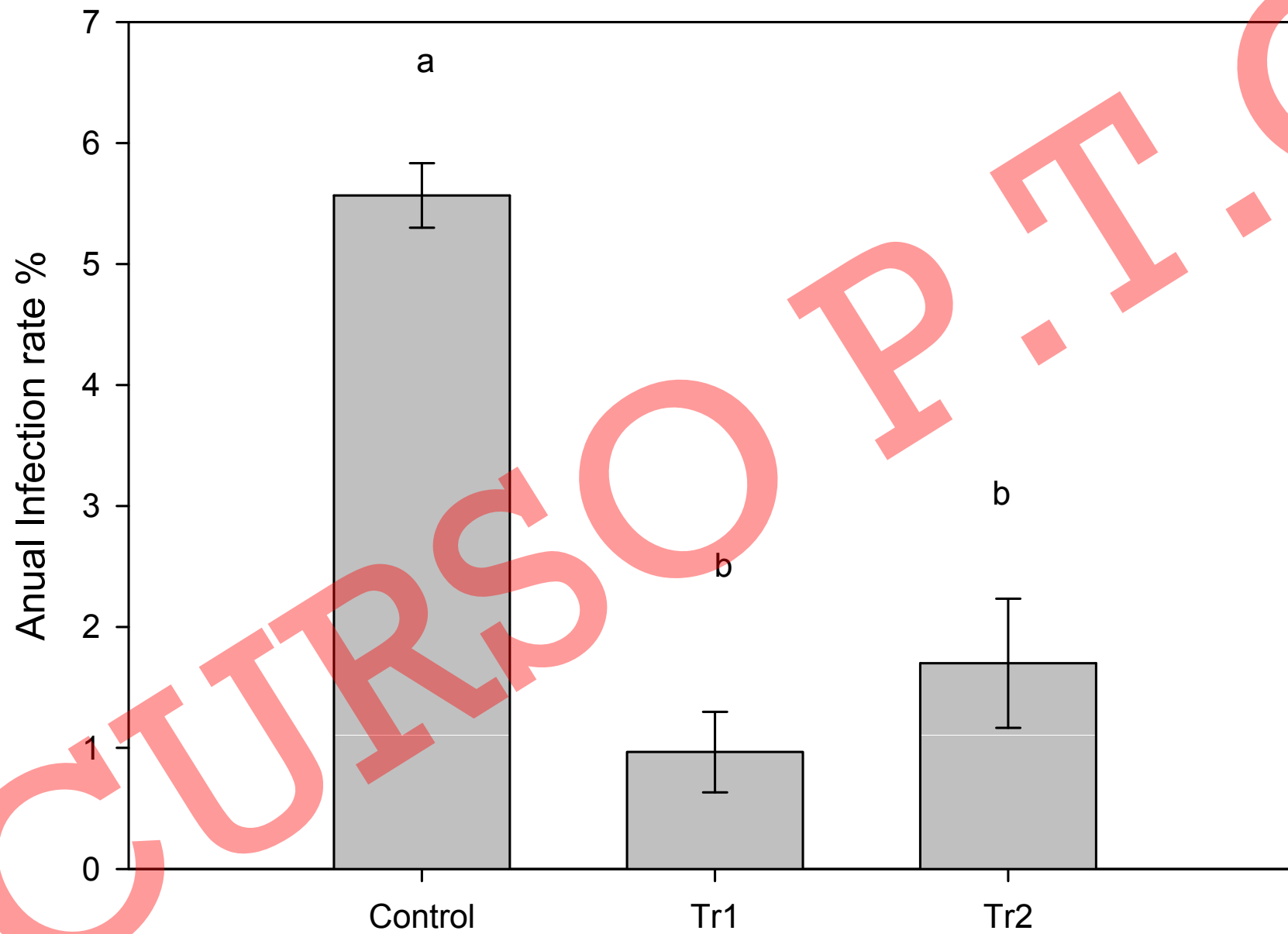
Plateado

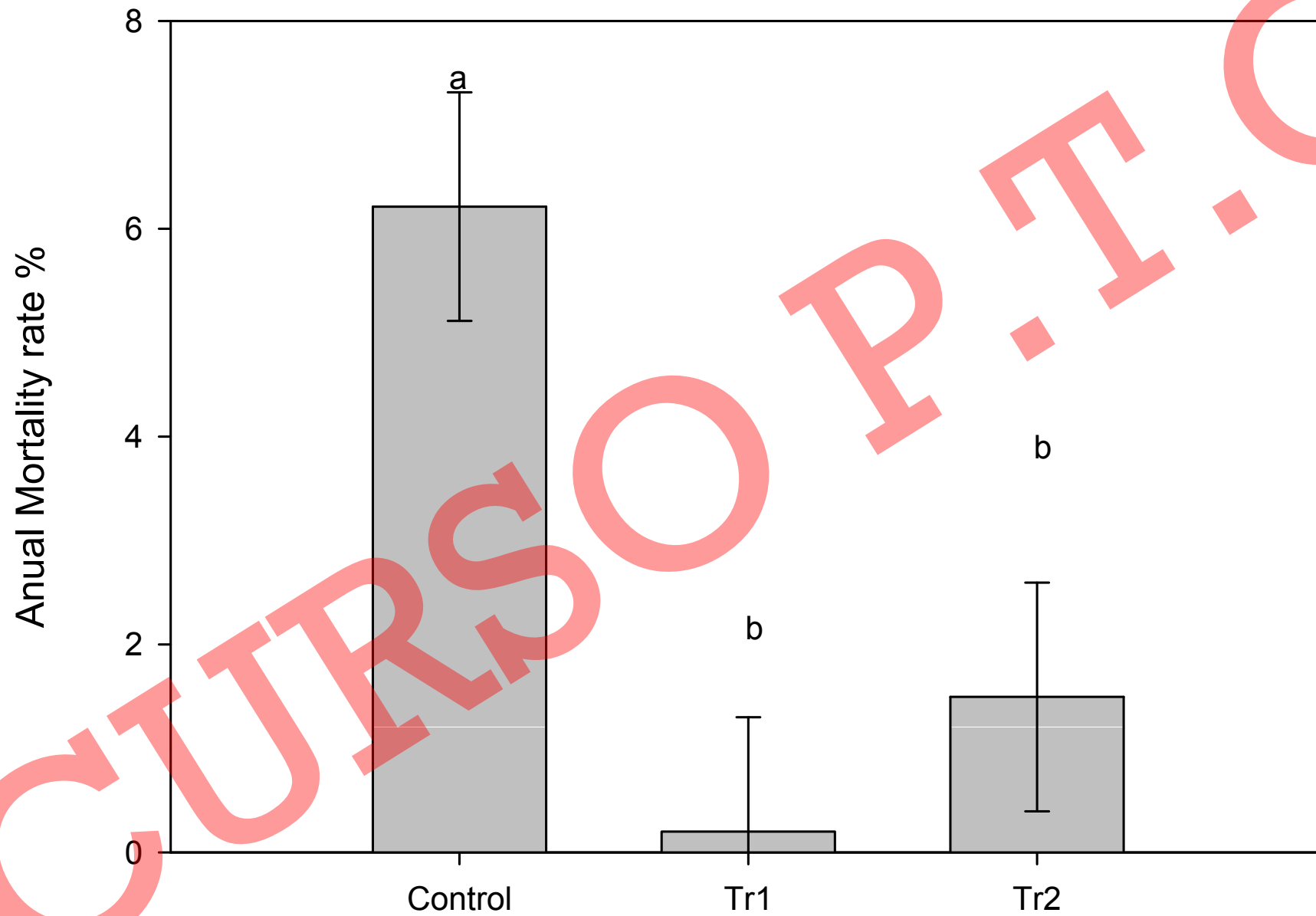
- Agente causal: *Chondrostereum purpureum*
- Síntomas:
 - Follaje gris metálico
 - hojas pequeñas acucharadas
 - Eventual muerte de ramas y brazos
 - Madera con pudriciones rojizas en los haces.

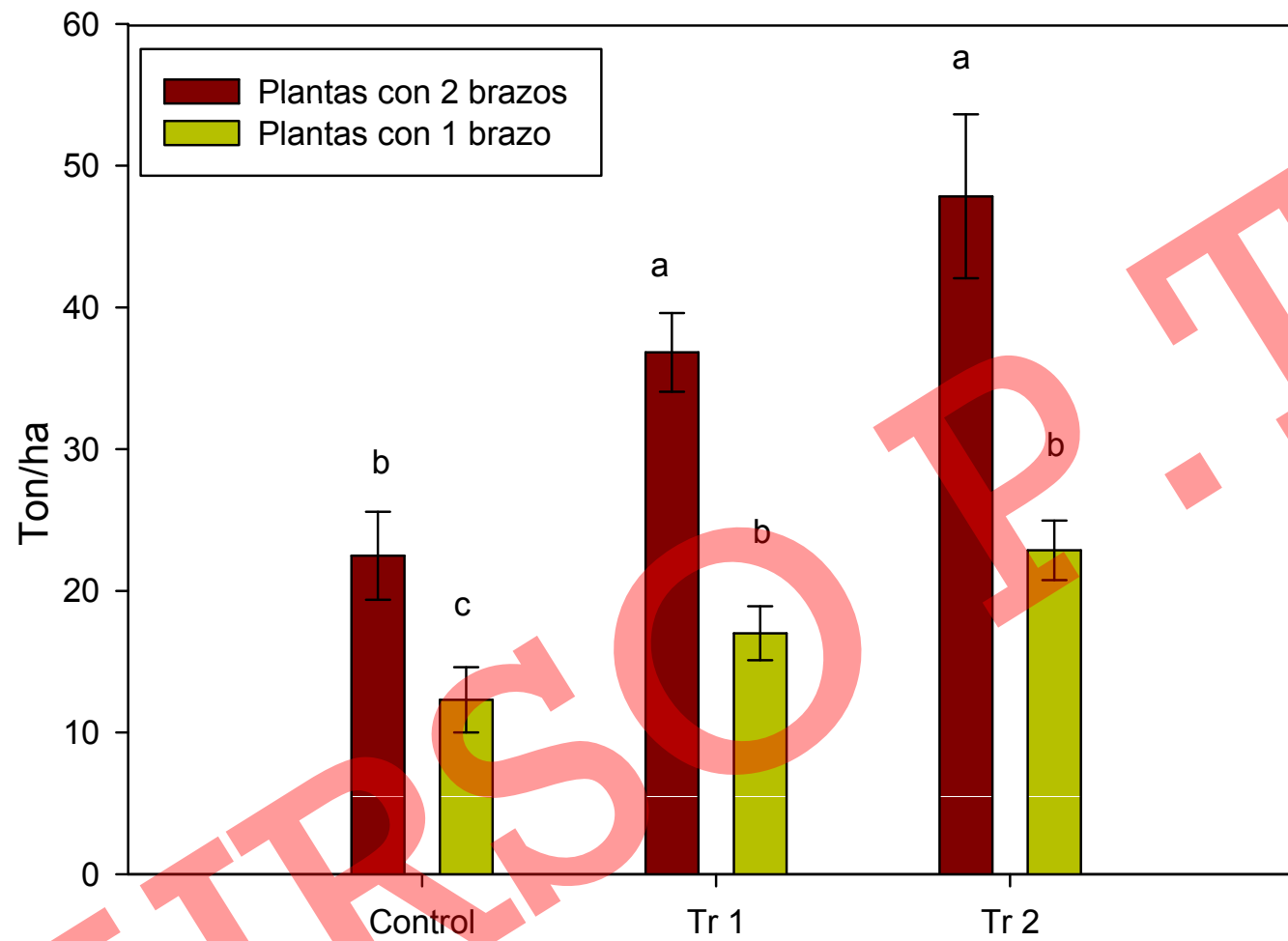


Control

- Cirugía reformadora.
- Poda en periodos sin agua libre, ojala con flujo xilemático.
- Aplicación Trichoderma en pleno invierno y post poda.







Armillaria



FIGURE 11-157 Symptoms of root and stem rot of trees caused by *Armillaria mellea*. (A) Pine tree showing yellowing and thinning of its foliage due to nutrient and water stress caused by *Armillaria* infection. (B) *Armillaria* fruiting bodies (the mushrooms) growing out from infected roots of the tree. (C) Mycelial growth of *Armillaria* growing under the bark of an infected tree. (D) Thick, branching mycelial rhizomorphs of *Armillaria* growing under and over the bark of infected root and stems and toward adjacent trees. (E) Wood of infected roots and trunks becomes spongy and weak, cannot support the tree, and the latter falls over. (Photographs courtesy of U.S. Forest Service.)

Armillaria mellea



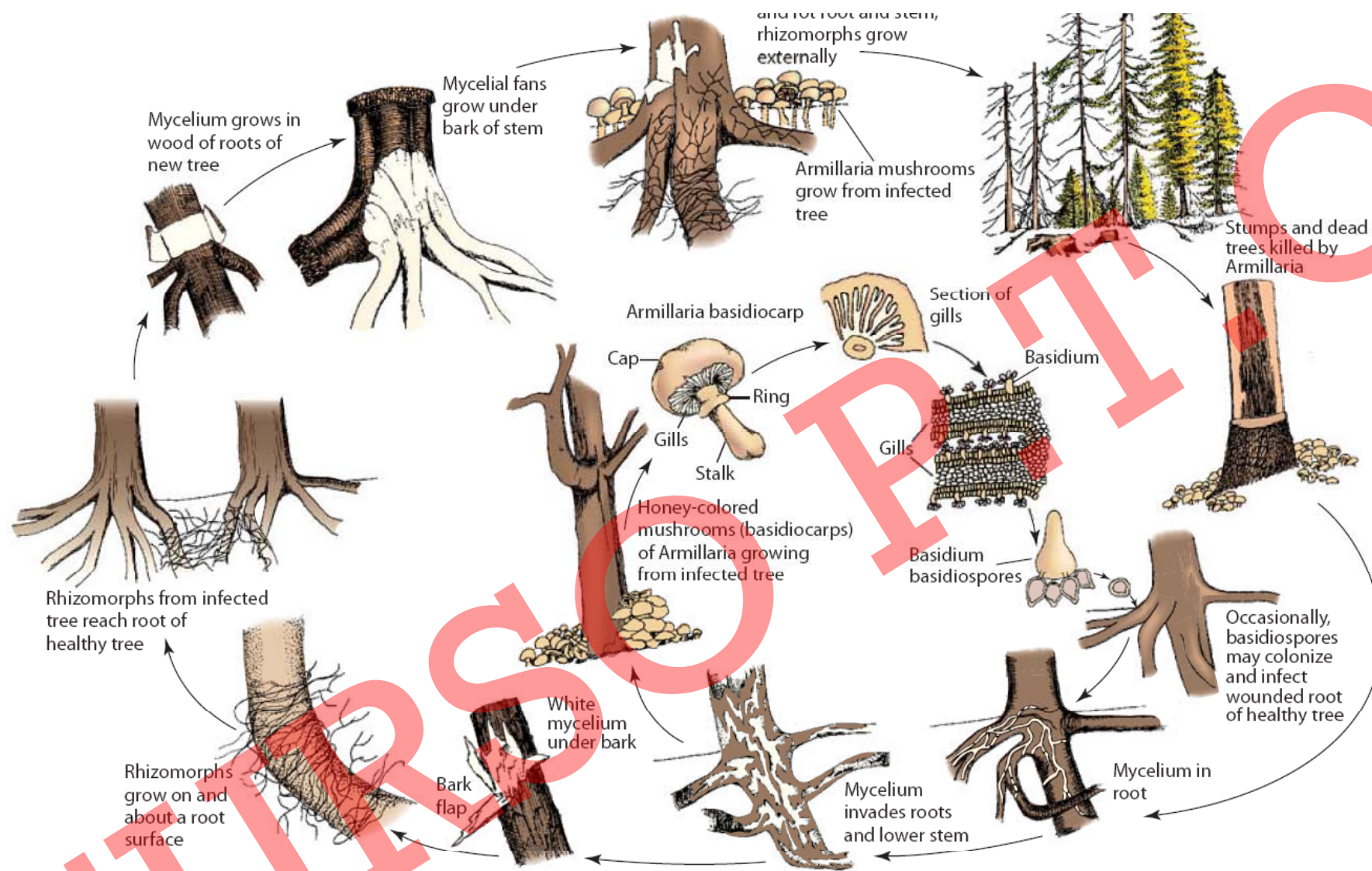
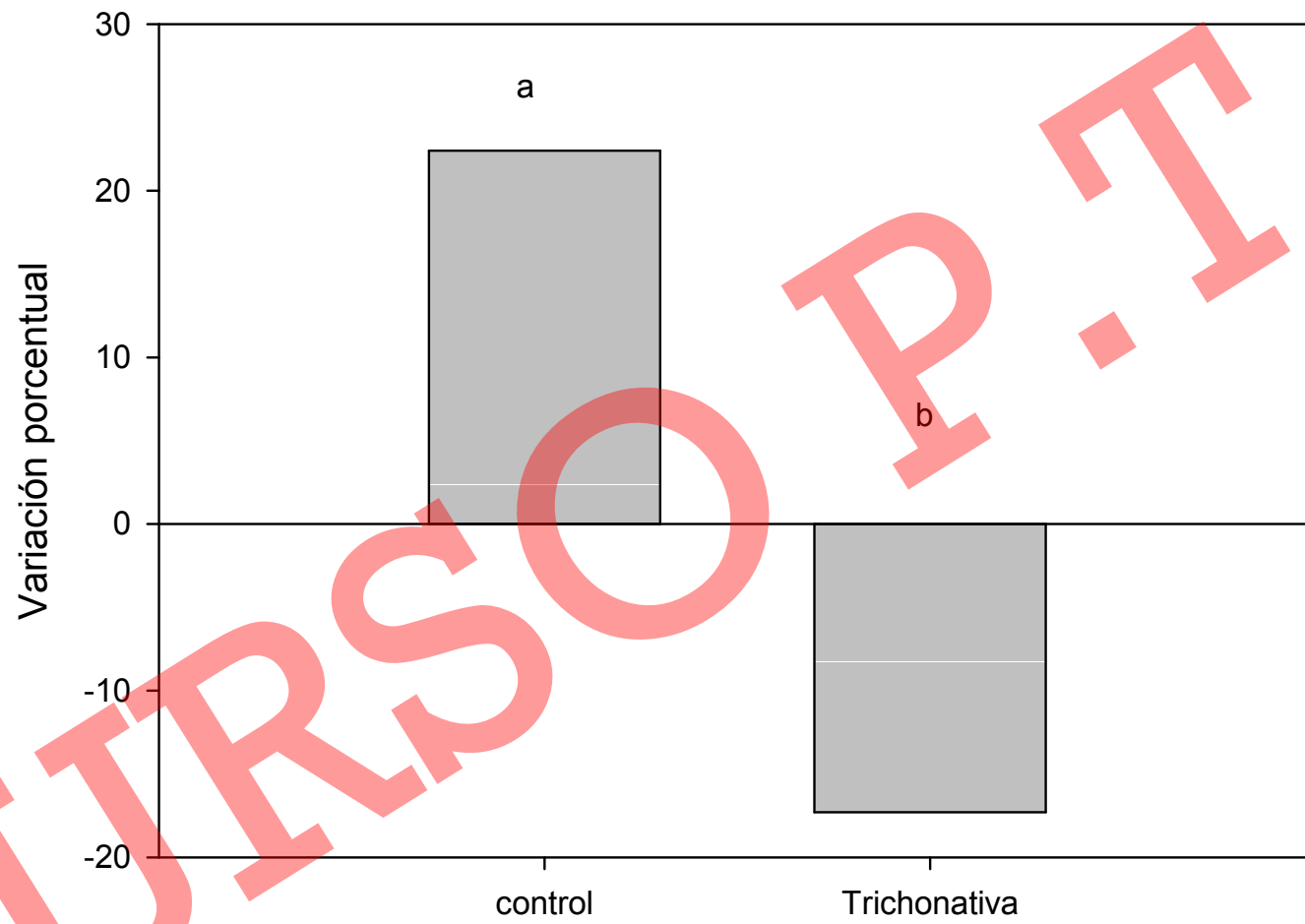


FIGURE 11-158 Disease cycle of root rots of trees caused by *Armillaria mellea*.

Control

- No usar aserrín de bosque nativo, sin compostar.
- Evitar situaciones de estrés.
- Aplicaciones de Trichoderma por riego preventivo y con drenching al cuello curativo + aplicación a cuerpos frutales.



Agrobacterium tumefaciens







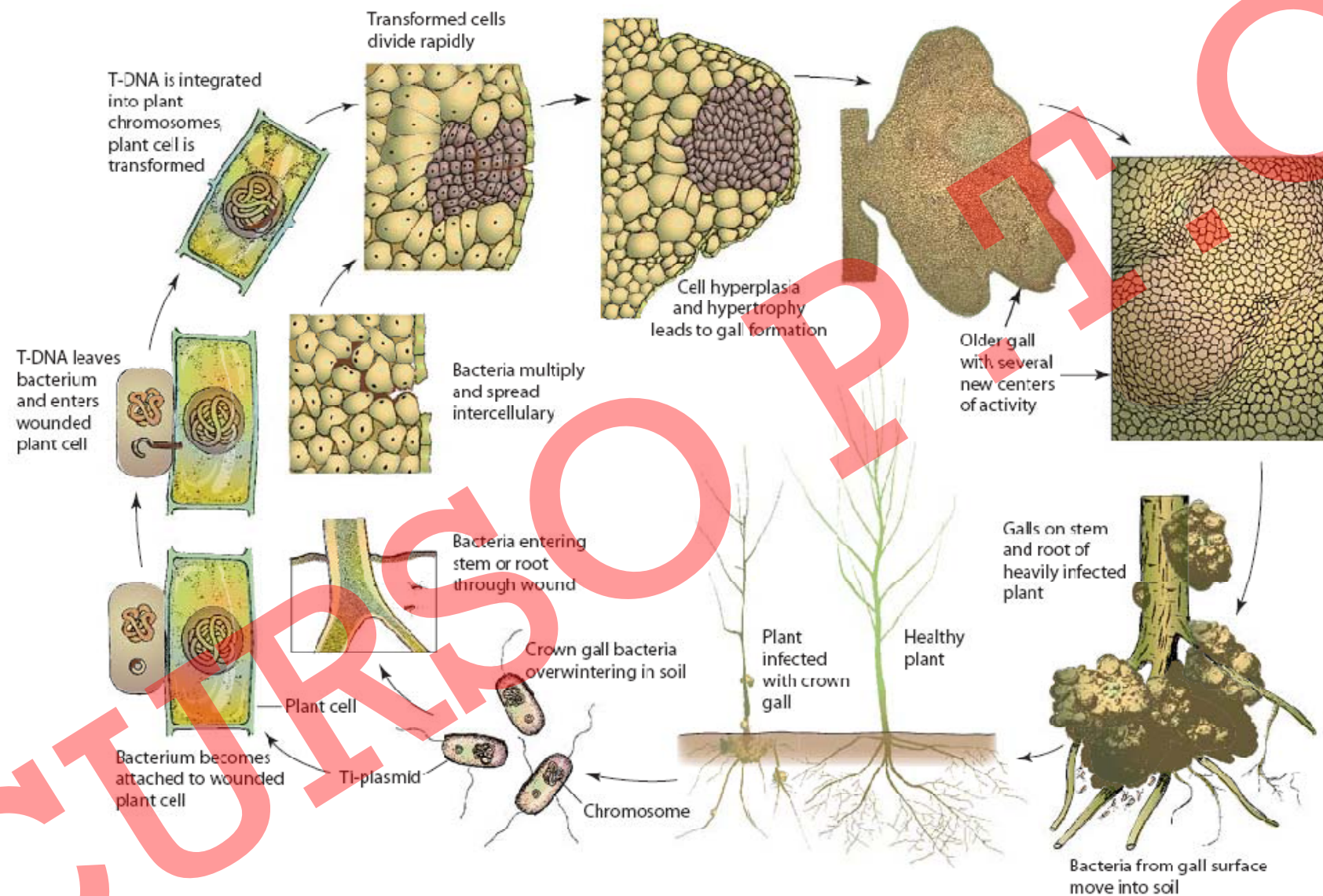


FIGURE 12-36 Disease cycle of crown gall caused by *Agrobacterium tumefaciens*.

Control

- -. Planta sana de vivero
- -. Cirugía
- -. *A. radiobacter*

Pseudomonas

- *P. syringae pv syringae*
 - Cáncer bacterial en carozos
 - Tizón bacteriano en peral.
- *P. syringae pv tomato*
 - Peca bacteriana en tomate.

Cáncer bacterial (Carozos)

- Agente causal: *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*
- Síntomas:
 - Necrosis y rápido ennegrecimiento de flores, hojas y yemas (similar heladas)
 - Manchas necróticas en frutos
 - Cancros en madera.
 - Incremento en gomosis
 - Muerte del árbol





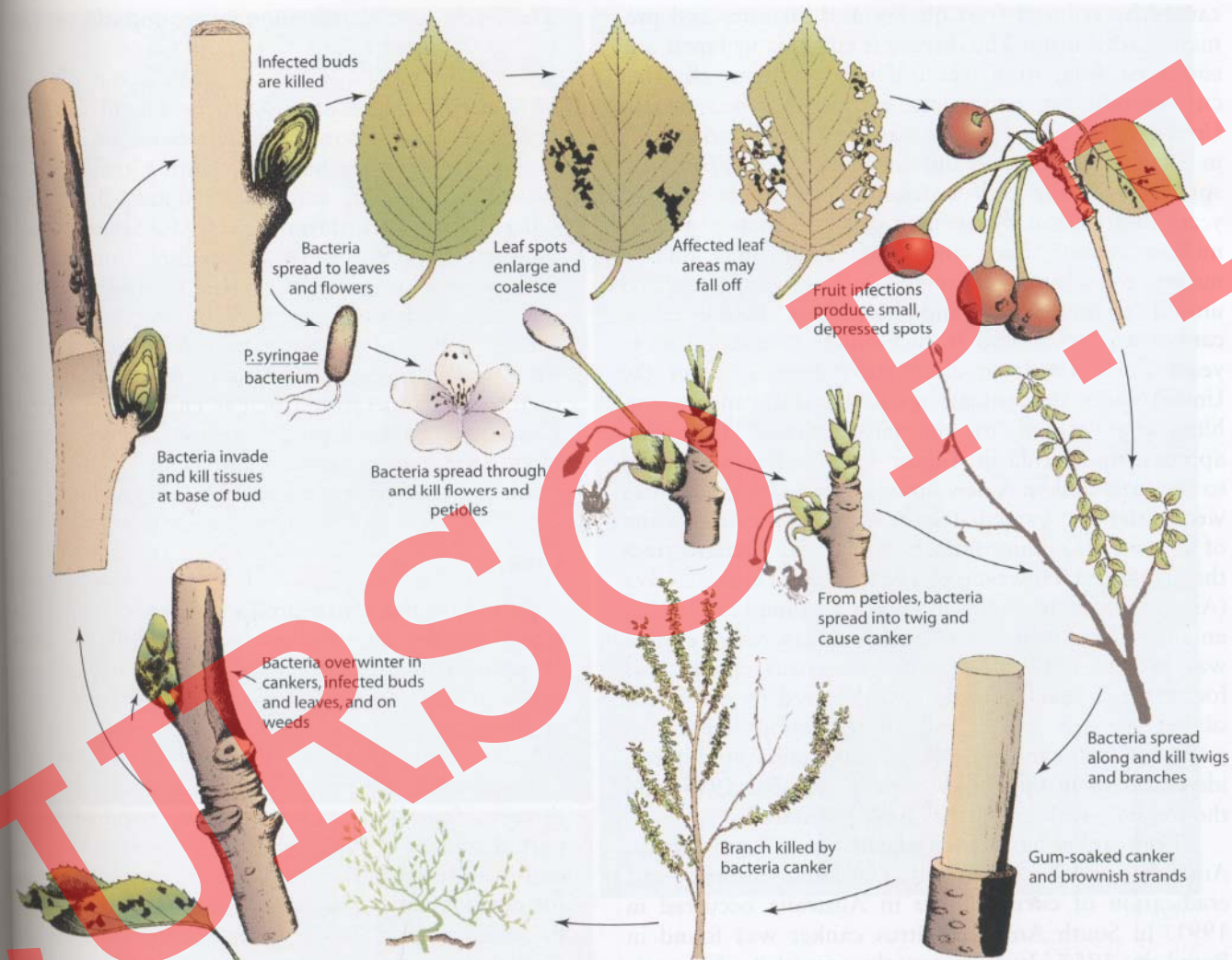
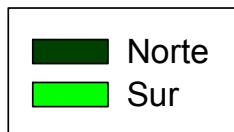
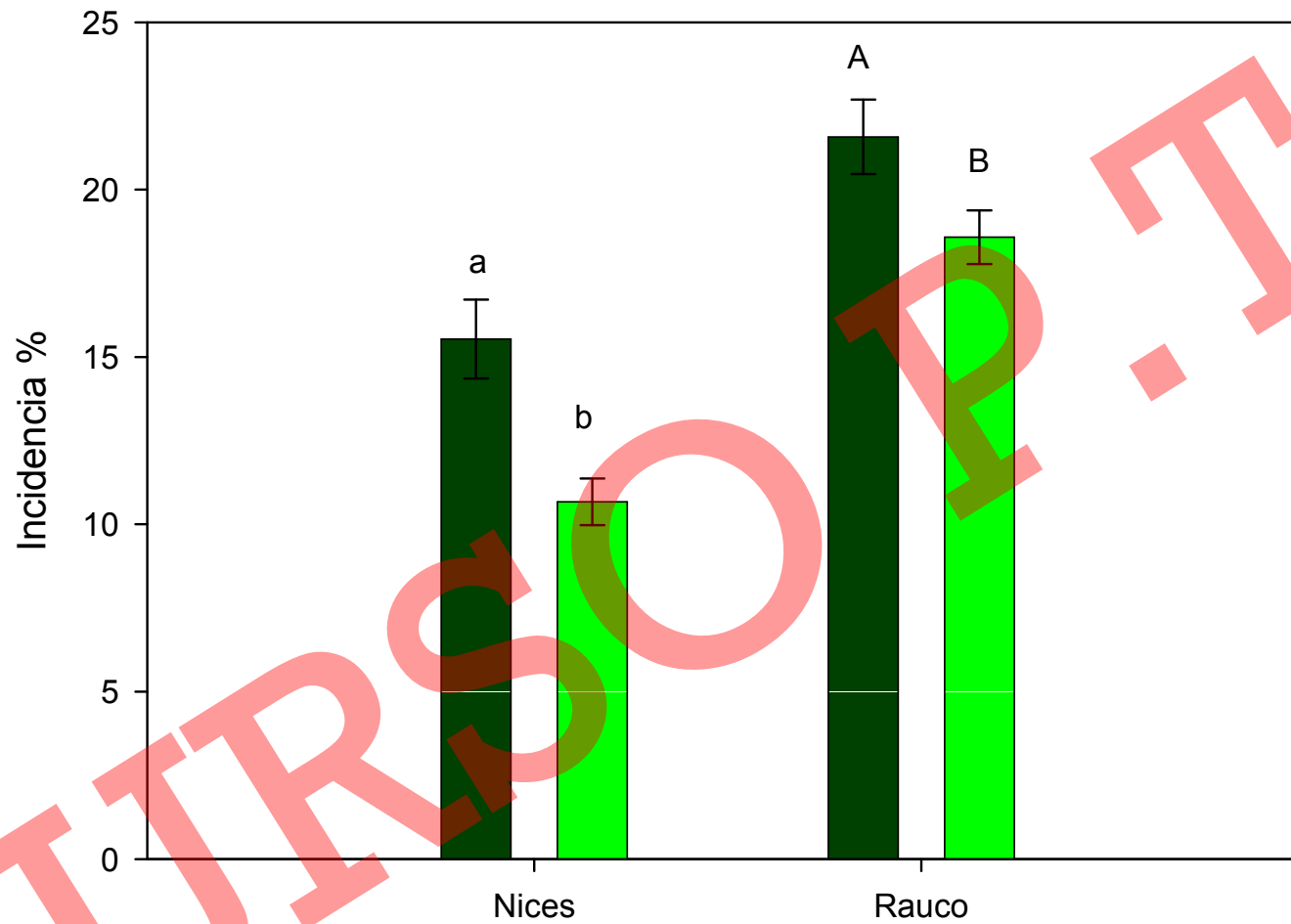


FIGURE 12-40 Disease cycle of canker and gummosis of stone fruits caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

Control

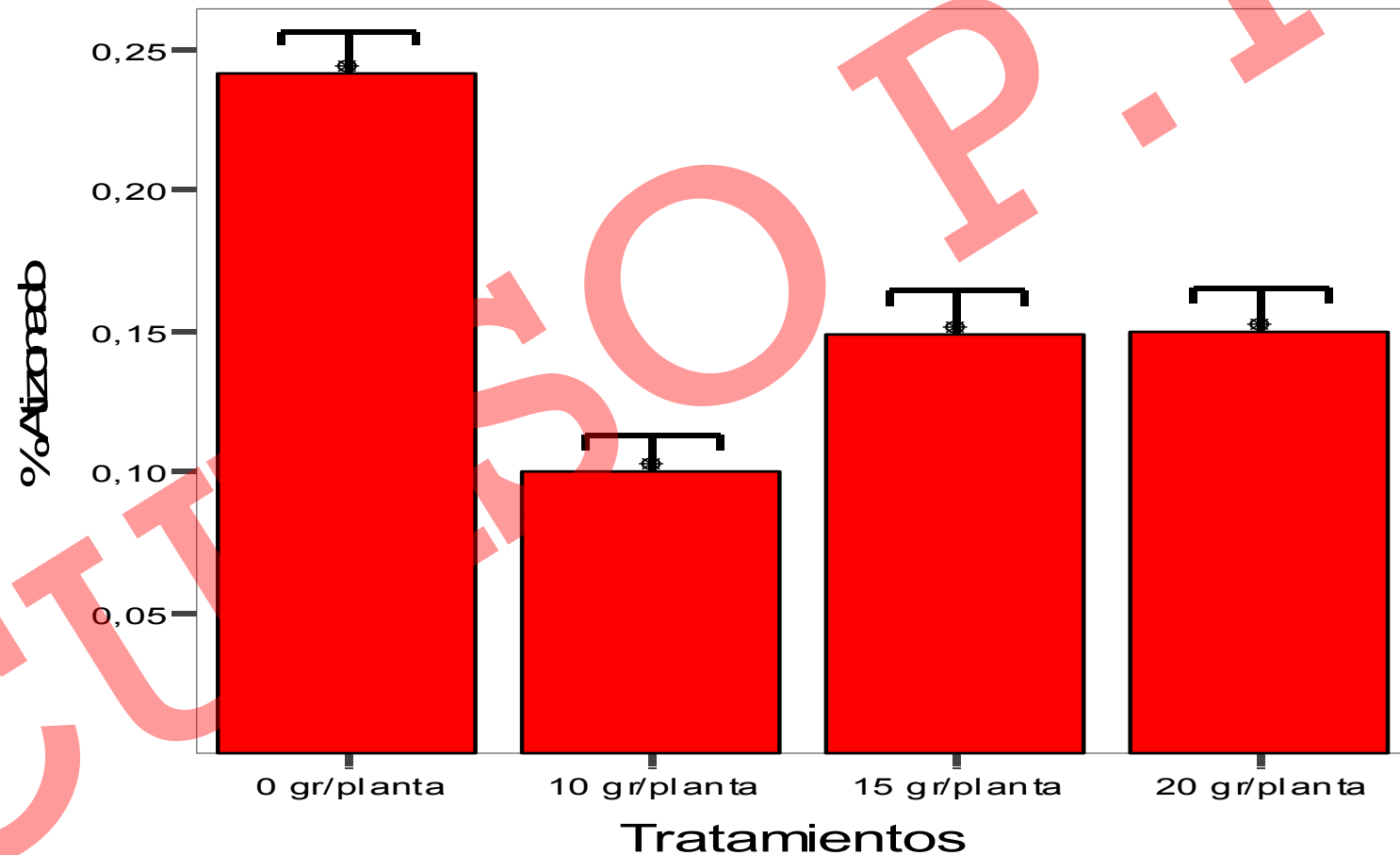
- Limpieza y desinfección de canchales en invierno.
- Cobre invernal
- Nacillus en post cosecha, caída de hojas, brotación y floración.

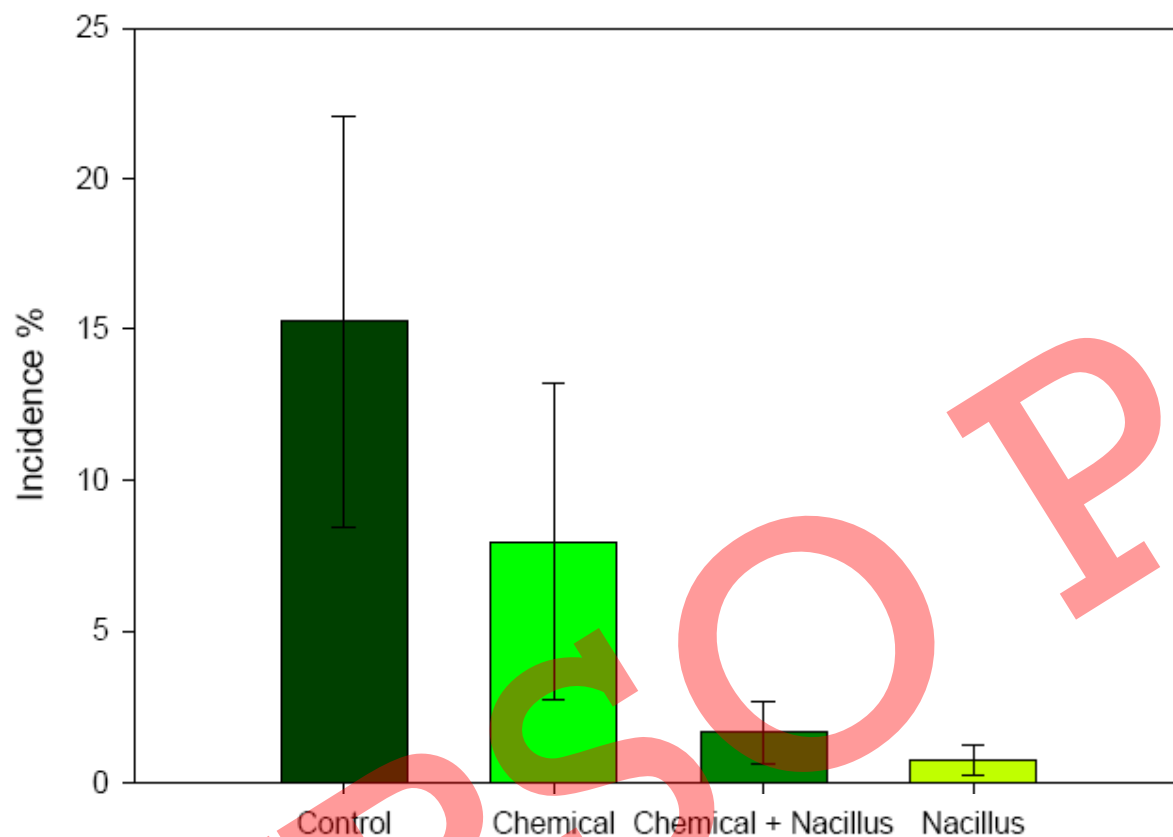
Efecto de exposición geográfica



Efecto de fertilización nitrogenada

Yemas Atizonadas





Tratamientos

T0: Control sin aplicaciones

T1: Óxido de cobre (200g/100L) a 25, 70 y 100% caída de hojas, seguida de dos aplicaciones en invierno y Cobre pentahidratado en floración (1L/ha).

T2: Nacillus a 25, 70 y 100% caída de hojas, invierno (100g/100L) y floración (150g/100L).

T3: T1 seguido de Nacillus (100g/100L) cinco días después de aplicaciones cúpricas.

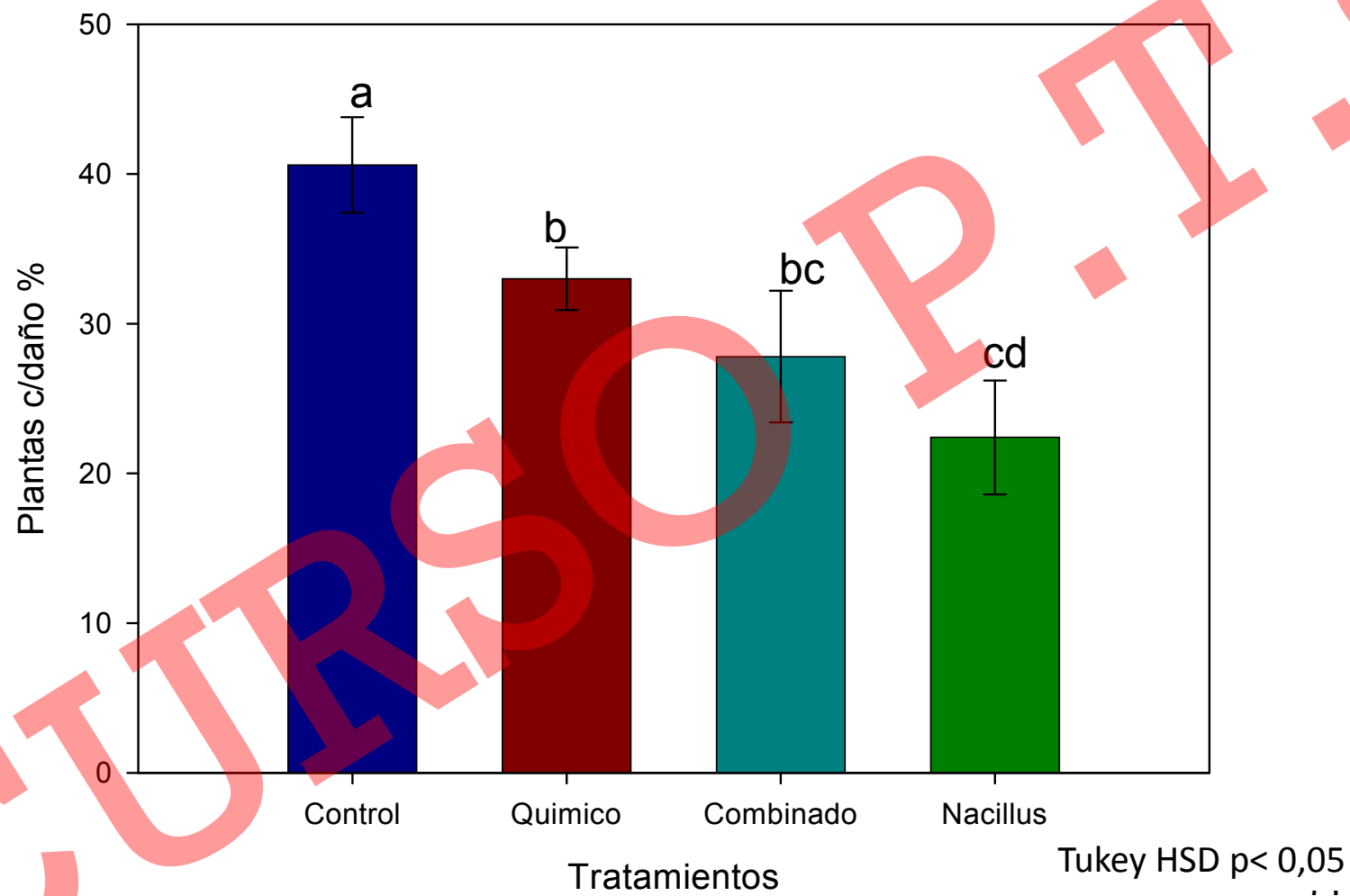
Eficacia con respecto al control (%)

Aplicaciones de sólo Nacillus, lograron un 87% y 73% de eficacia al compararlo con control absoluto y el químico (cobres), respectivamente.

Tizón de flor (Peral)

- Agente causal: *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*
- Síntomas:
 - Necrosis y rápido ennegrecimiento de flores, hojas y brotes (similar heladas)
 - Manchas necróticas en frutos
 - Reducción de producción
- Control:
 - Evitar malezas
 - Bactericidas cúpricos en yemas hinchadas + Nacillus o sulfato cobre
 - *Nacillus* en caída de hojas, yemas hinchadas y floración.
 - Caldo bordeles



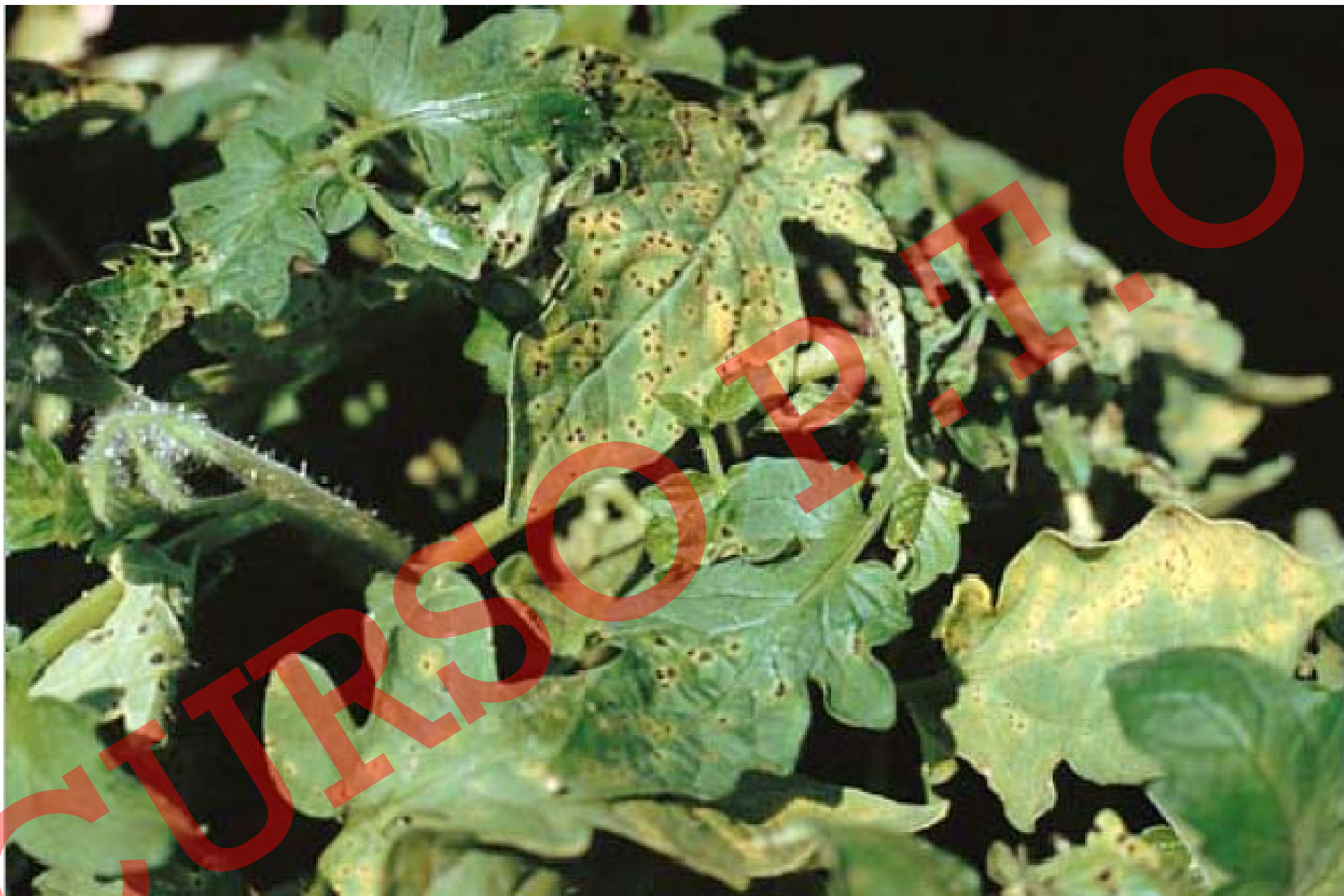


Peca bacteriana

Pseudomonas syringae pv. *tomato*



Manchas necróticas circulares en hojas y frutos



Manchas necróticas circulares en hojas y frutos

Pseudomonas syringae pv. *tomato*

Nueva variante



Xanthomonas

- X. campestris pv campestris Mancha angular en brasicas
- X. campestris pv vesicatoria Mancha bacteriana en tomate.
- X. corylina
- X. juglandis Peste negra del nogal.

Mancha angular

Xanthomonas campestris pv. *campestris*



Lesiones necróticas en hojas en forma de V

Xanthomonas campestris pv. *campestris*



**Lesiones necróticas en
hojas en forma de V**



Mancha bacteriana

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*



Manchas necróticas en hojas limitadas por las nervaduras

Cancro
bacteriano
*Clavobacter
michiganense
subsp
michganense*



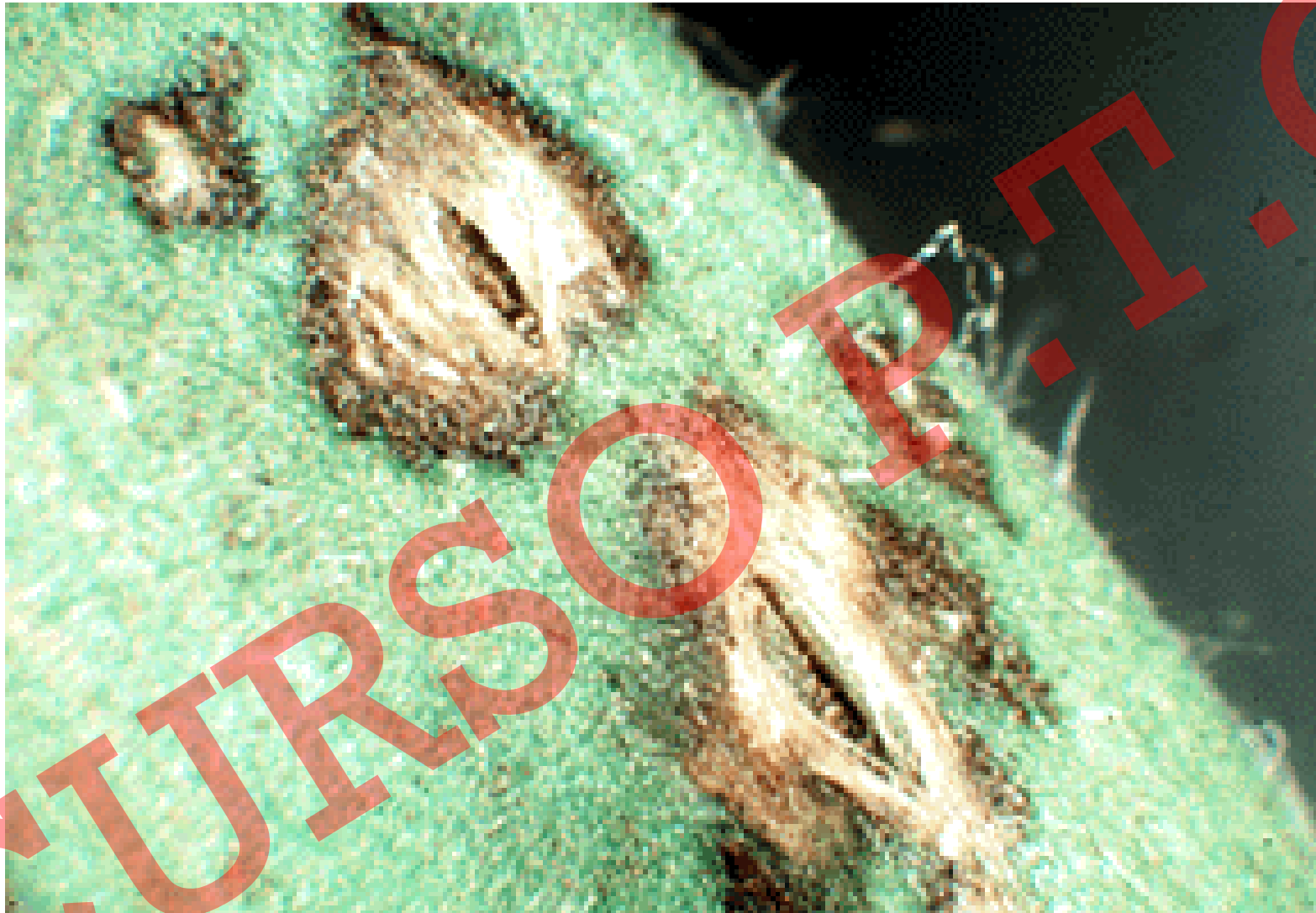
FIGURE 12-28 Bacterial wilt and canker of tomato caused by *Clavobacter michiganense* subsp. *michiganense*. Symptoms on individual leaves (A) and on whole plants (B). (C) Browning and death of vascular tissue and stem bark (D). (E) Tomato stem cut slanted perpendicularly to show discoloration of vessels. (F) Tomato fruit showing white and brownish spots in response to infection by this bacterium. [Photographs courtesy of (A, B, D, and F) T. A. Zitter, Cornell University, (C) Plant Pathology Department, University of Florida, and (E) L. McDonald, W.C.P.D.]

Cancro bacteriano en tomate



Marchitez de plantas

Cancro bacteriano en tomate



Presencia de heridas o canchros en el cuello

Cancro bacteriano en tomate

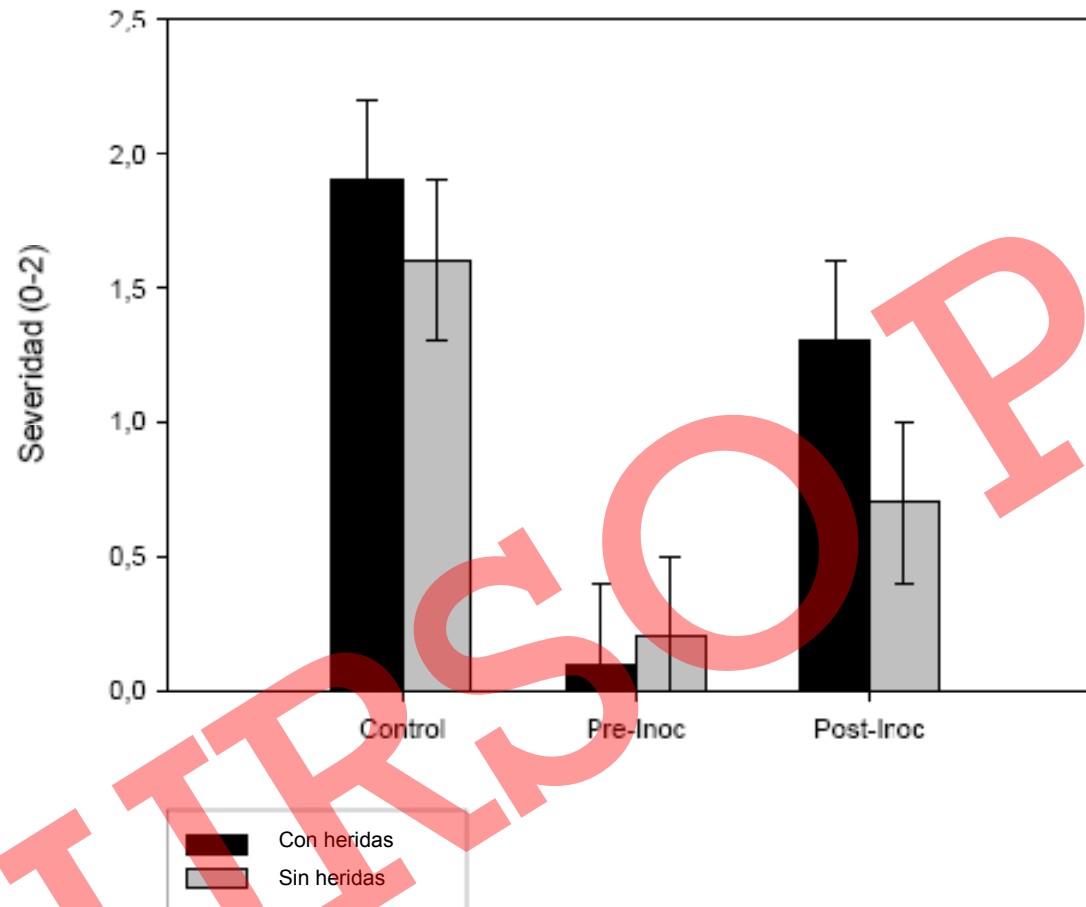


Manchas en el fruto (ojo de pavo)

Control

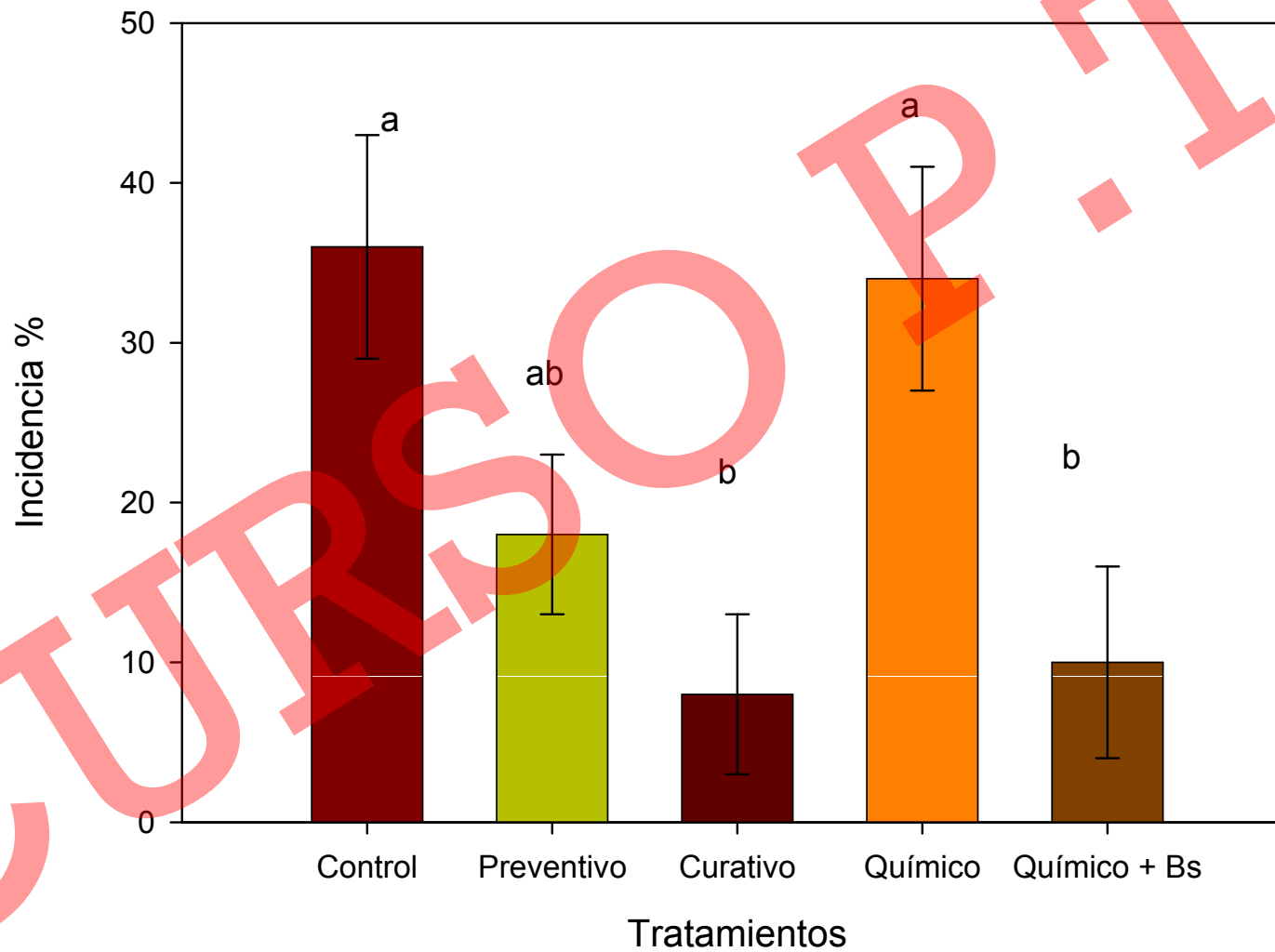
- Evitar heridas.
- Manejo profilactico → desinfección manos y herramientas.
- Incrementar ventilación y llegada de luz a las plantas.
- Nacillus, desde almácigo
- Cobre hasta floración.

Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

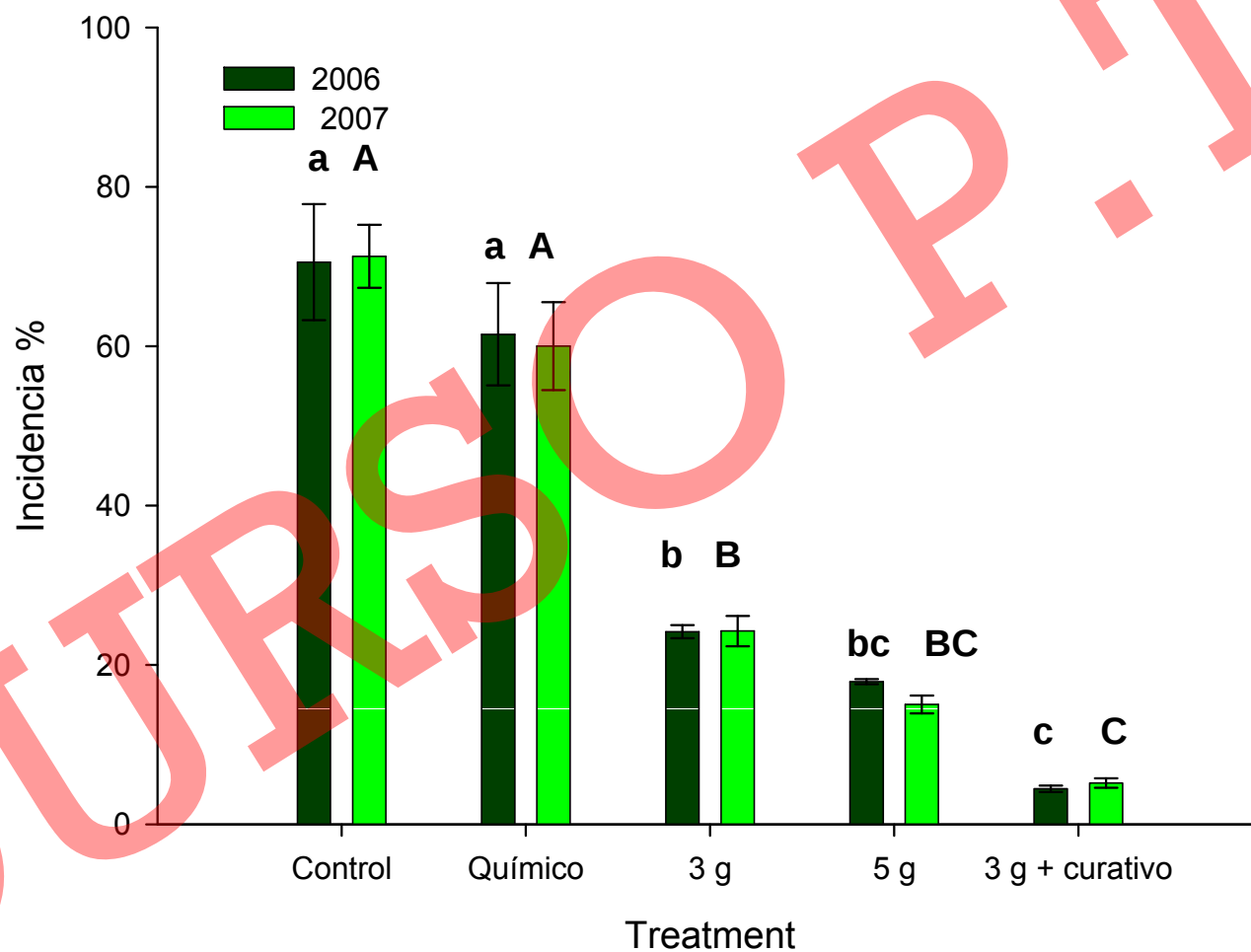


Hubo inoculación de *Xanthomonas*, con heridas, el tratamiento preventivo con *Nacillus* logró un 80% de eficacia con respecto al control absoluto y un 57% con respecto al tratamiento curativo, bajo condiciones naturales. Al realizar heridas a las plantas, el tratamiento preventivo logró un 95% de eficacia con respecto al control absoluto y un 92% con respecto al tratamiento curativo. (Parámetro evaluado: severidad de ataque según escala 0-2).

Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

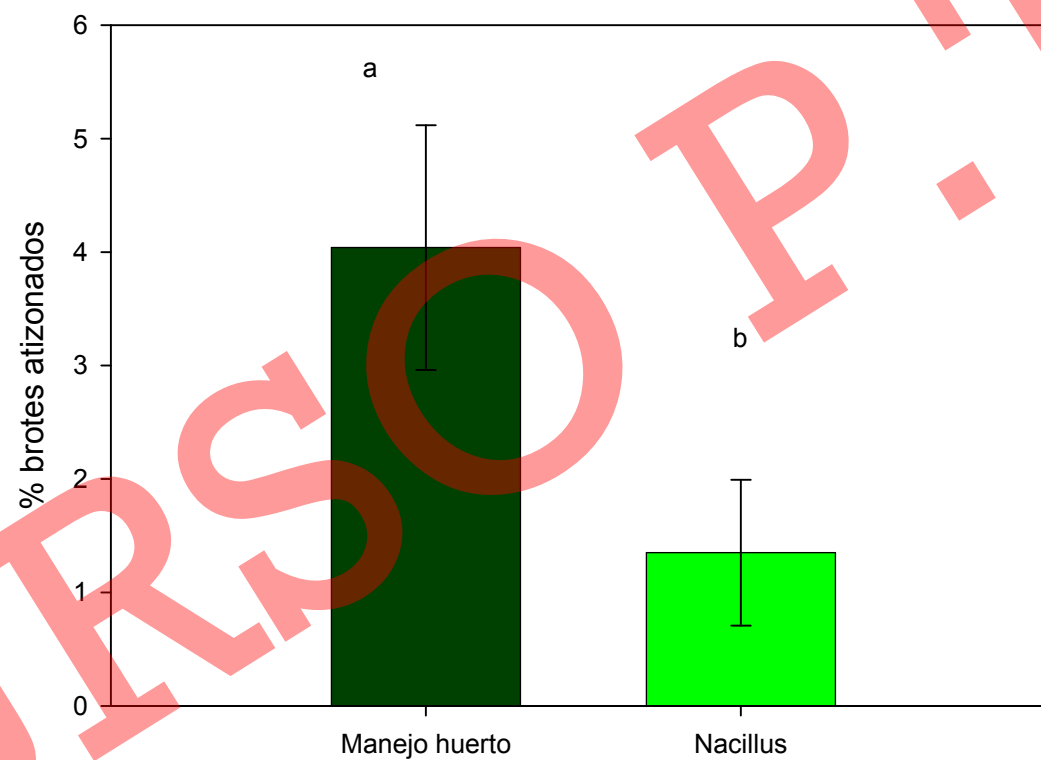


Peca bacteriana en tomate
curativo



CURSO P.T.O.

Brotes atizonados en arándanos Legacy causado por *Pseudomonas syringae*



$p = 0,03$

NEMATODOS

Reino animalia

- Son gusanos simples que consisten en un estomago elongado y un sistema de reproducción, dentro de una cutícula externa resistente.
- Tamaño pequeño 400 μm a 5 mm de largo.
- Uno de los animales mas abundantes del planeta.

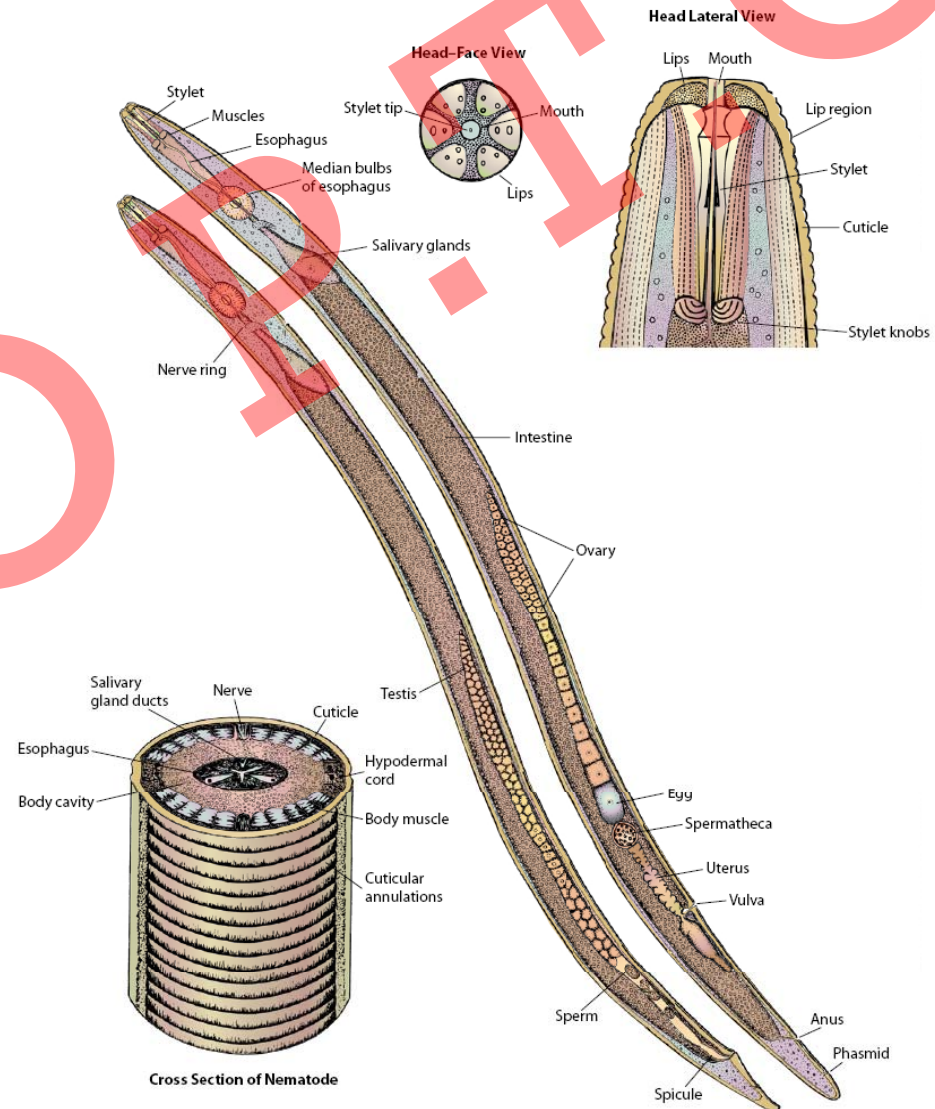
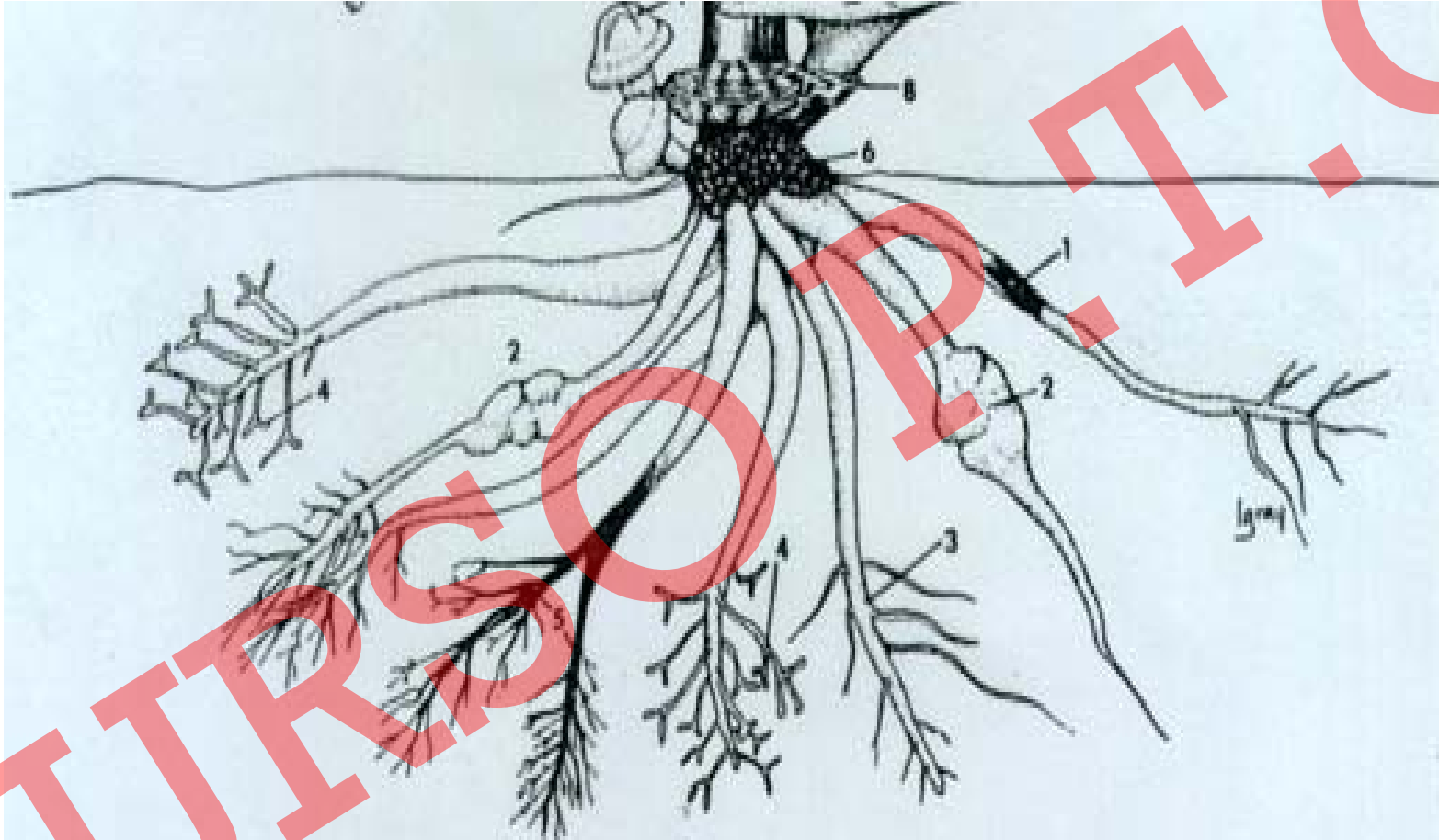


FIGURE 15-2 Morphology and main characteristics of typical male and female plant parasitic nematodes.

SINTOMAS RADICULARES



Fuente: SHURTLEFF, M.C. Y AVERRE, C.W. 1997. The plant disease clinic and field diagnosis of abiotic diseases.

SINTOMAS

- Marchites
- Clorosis
- Deficiencias
- Falta de vigor.
- Falta de raíces secundarias
- Nódulos y agallas.
- Pudrición de raíces y cuello.

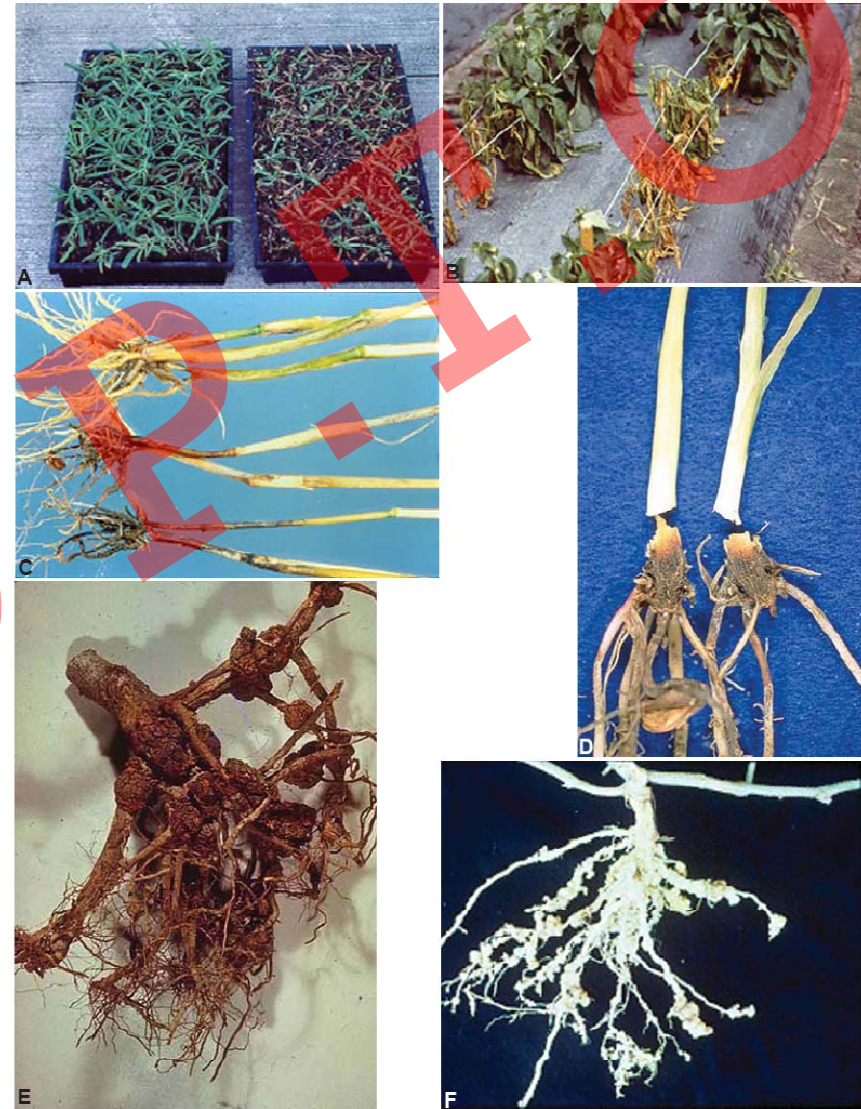
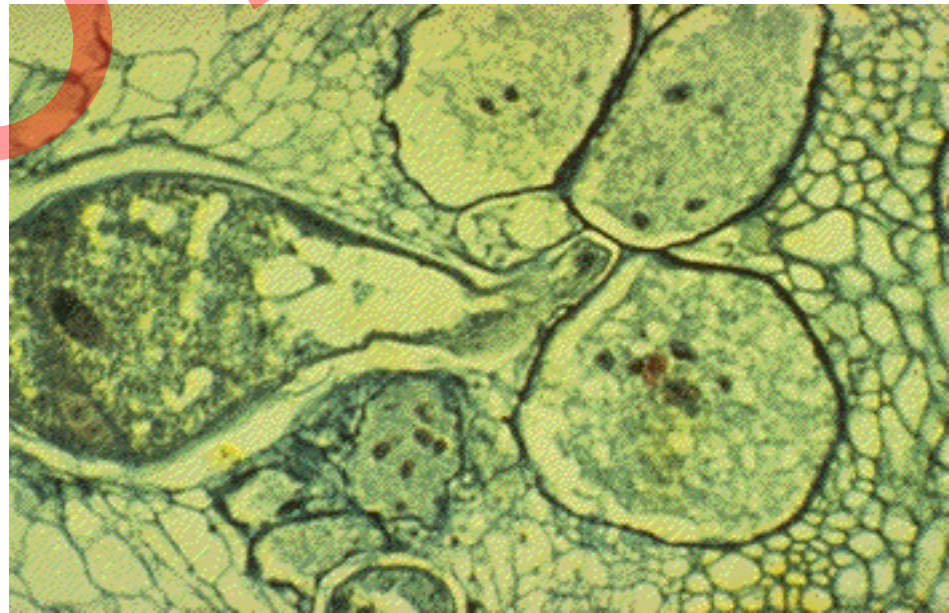


FIGURE 3-2 Examples of reduction of water absorption by plants. (A) Destruction of roots of young seedlings by the damping-off oomycete *Pythium* sp. (B) Roots and stems of pepper plants killed by *Phytophthora* sp. (C) Wheat roots at different stages of destruction by the take-all fungus *Gaeumannomyces tritici*. (D) Infection of crown and roots of corn plant with the fungus *Fusarium*. (E) Numerous galls caused by the bacterium *Agrobacterium tumefaciens* on roots of a cherry tree. (F) Root knot galls caused by the nematode *Meloidogyne* sp. on roots of a cantaloupe plant. [Photographs courtesy of (A) Plant Pathology Department, University of Florida, (B) K. Pernezy, University of Florida, (C) W. McFadden, W.C.P.D., (D) Plant Pathology Department, Iowa State University, (E) Oregon State University, and (F) B. D. Bruton, USDA, Lane, Oklahoma.]

Meloidogyne sp.



Raíz con agallas



Hembra y células gigantes



FIGURE 15-9 Galls and other symptoms caused by the root-knot nematode on tomato (A), carrots (B), potato (C), peanuts (D), yam (F), and a dogwood tree (G). (E) Healthy yams. [Photographs courtesy of (A, C, and D) D. W. Dickson, (B) D. Ormrod, W.C.P.D., (E and F) D. Coyne, IITA, Nigeria, and (G) E. L. Barnard.]

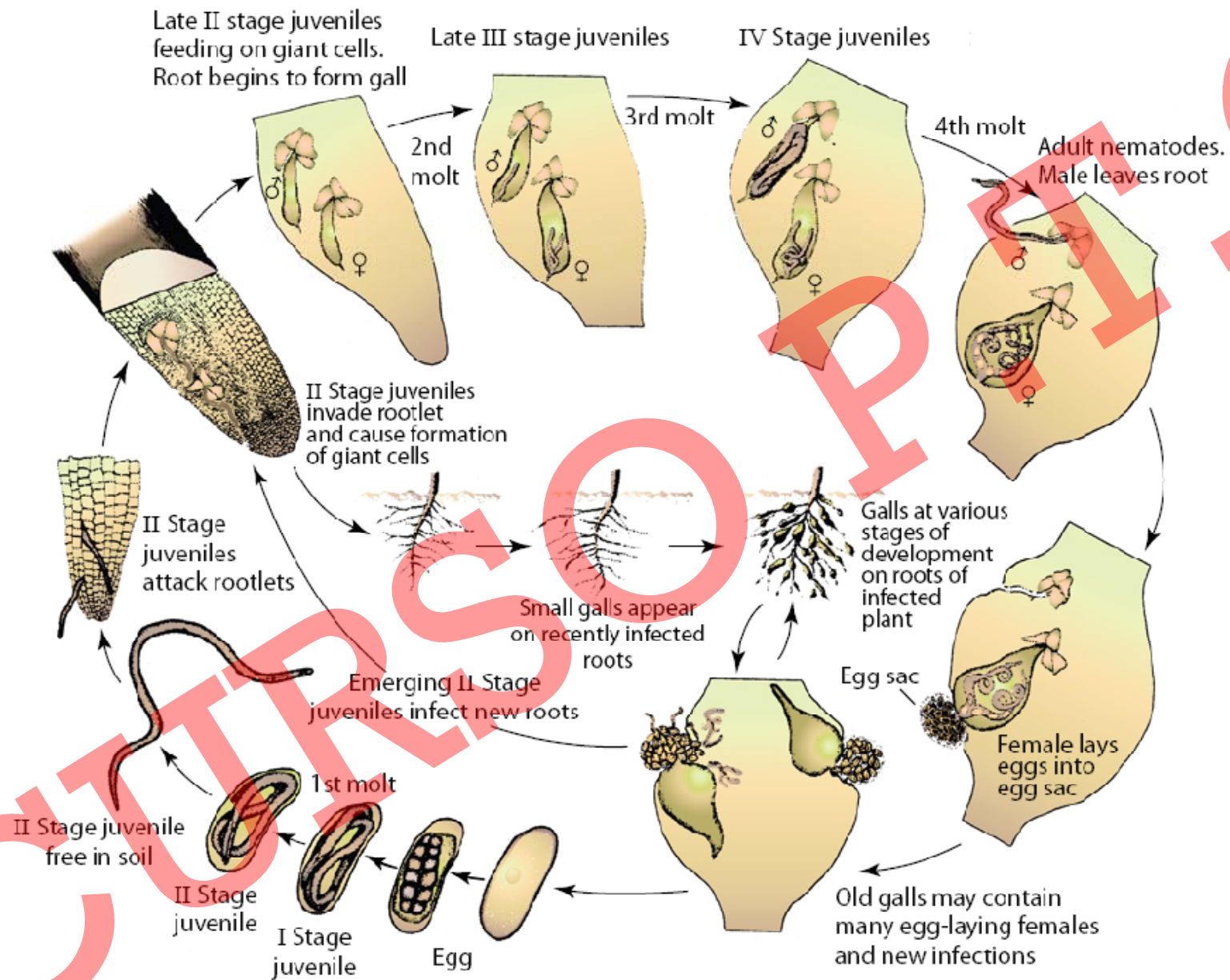


FIGURE 15-11 Disease cycle of root knot caused by nematodes of the genus *Meloidogyne*.

Globodera sp.



Cultivo de papa

Quistes



**Raíces con
quistes
inmaduros**



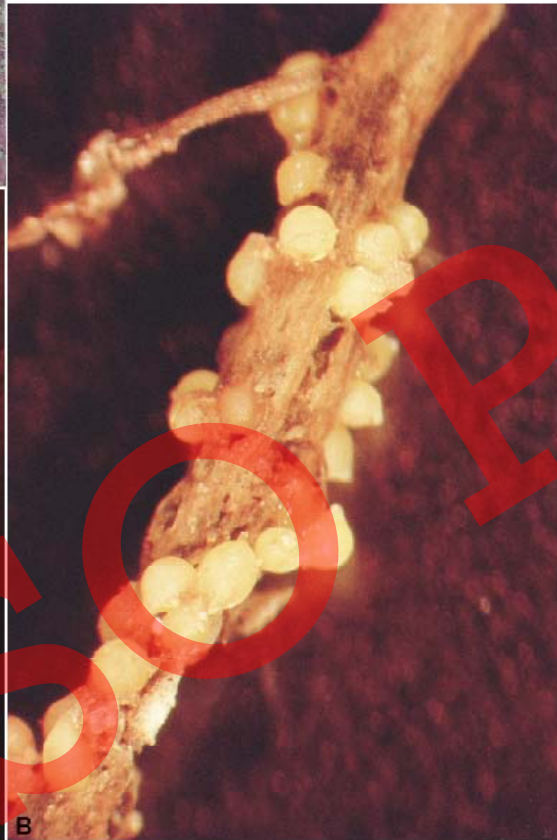
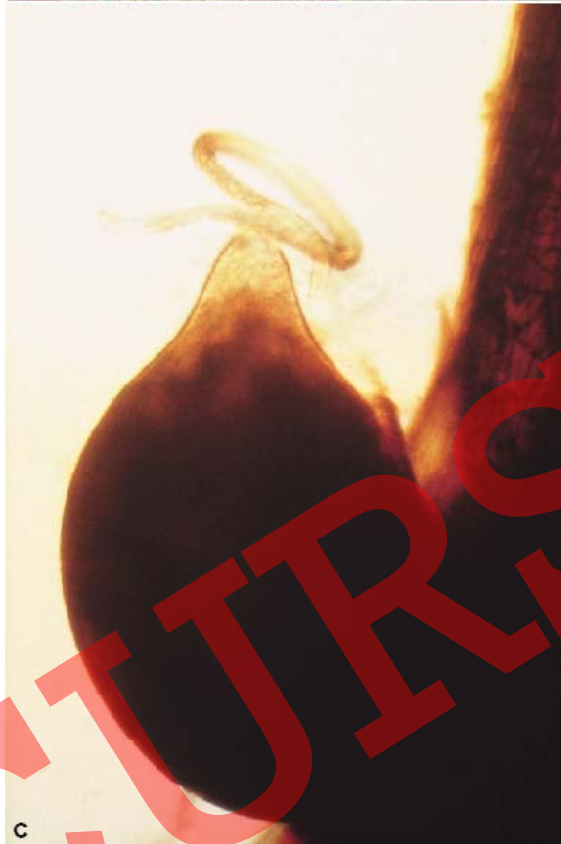


FIGURE 15-12 (A) Damage caused to a patch of soybean plants by the soybean cyst nematode (SCN). (B) Portion of soybean root with several SCN females feeding on it. (C) A flask-shaped female and a worm-like male SCN. (D) A female SCN laying eggs. (E) A female SCN parasitized by the fungus *Verticillium lecanii*. (F) Soybean plants resistant (right) and susceptible (left) to root knot. (G) Root systems from resistant (left) and susceptible (right) plants from the field at E. [Photographs courtesy of (B, F, and G) D. W. Dickson, (C) R. Huetzel, (D) D. Chirwood, and (E) S. Meyer.]

Tylenchulus

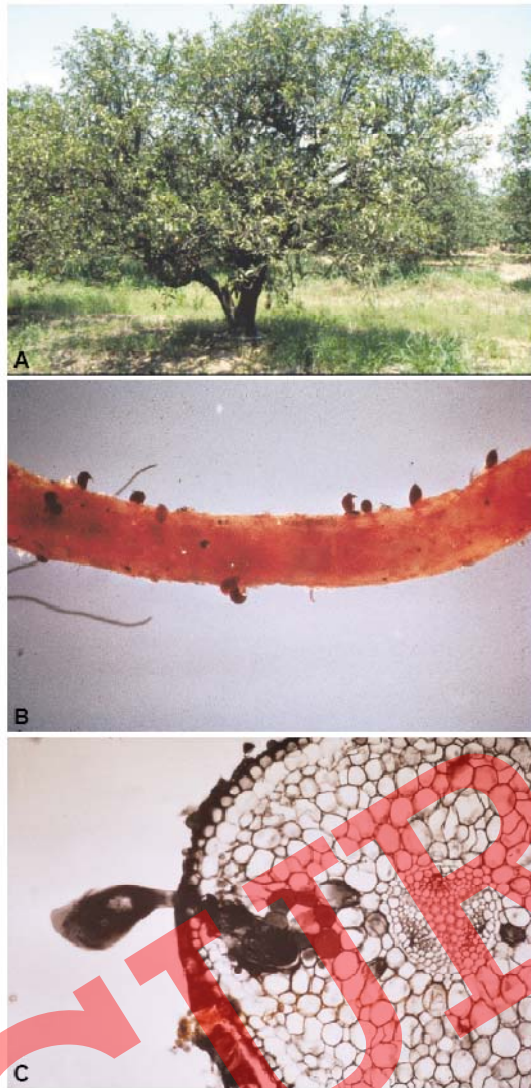


FIGURE 15-16 (A) Citrus tree showing symptoms of slow decline caused by the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*. (B) Several citrus nematodes feeding on a small root of a citrus tree. (C) Cross section of a citrus root showing the head of a citrus nematode advancing into the root while the rear part of the nematode remains outside the root. [Photographs courtesy of University of Florida.]

Pratylenchus



FIGURE 15-17 Damage in fields of young corn plants (A) and cotton plants (B), on root of tobacco plant (C), and on peanut pods caused by the lesion nematode *Pratylenchus* sp. [Photographs courtesy of (A) G. Tylka, (C) University of Georgia, and (D) D. W. Dickson.]

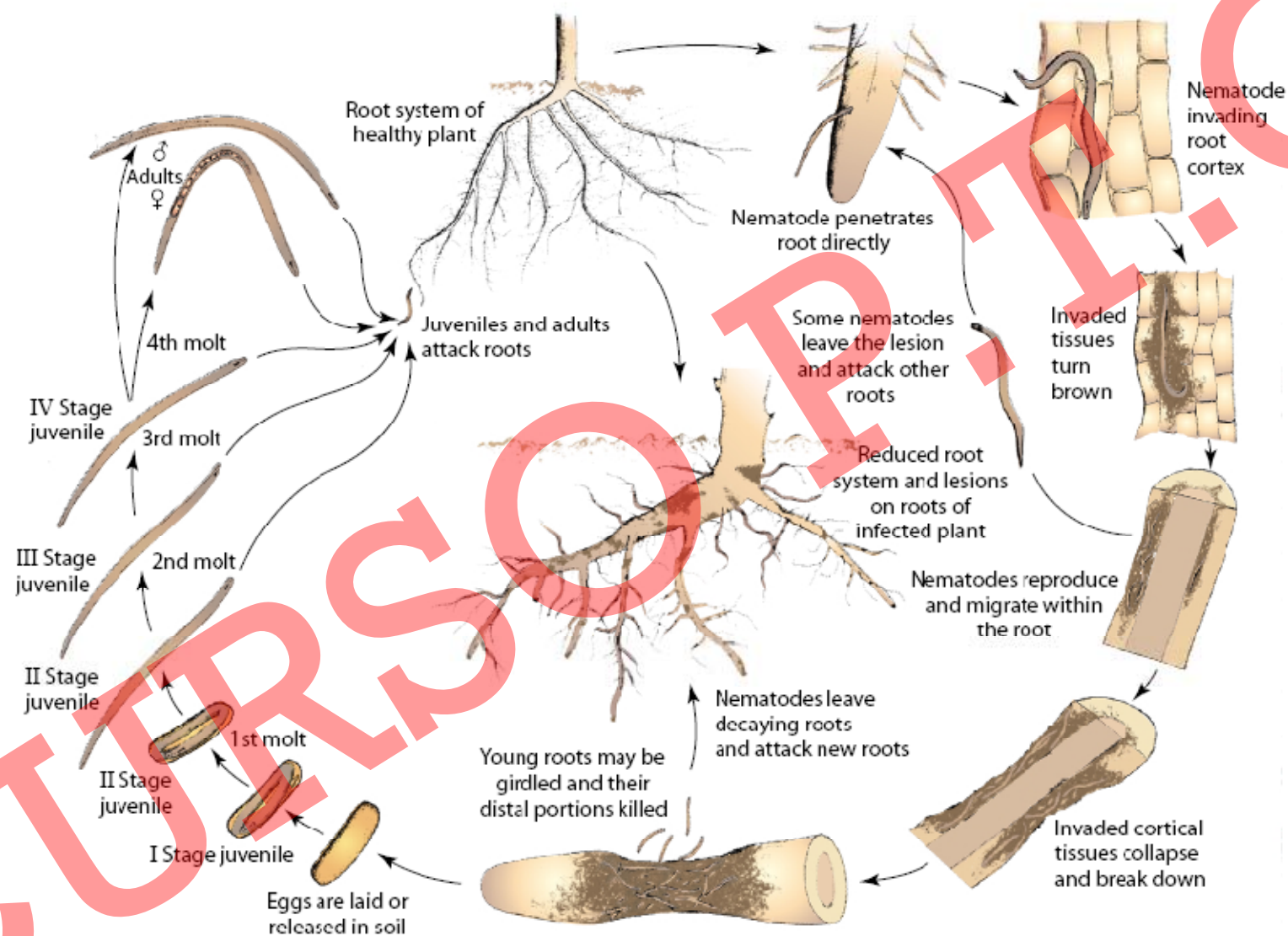


FIGURE 15-19 Disease cycle of the lesion nematode *Pratylenchus* sp.

Control

- Incremento de bio diversdiad → materia organica.
- Bio fumigación → solo en preparacion de suelo o cultivos perennes.
- Ínter cultivos
- Productos nematicidas
 - *Metarhizium anisopliae*
 - *Beauveria bassiana*
 - *Paecilomyces lilacinus*
 - *Bacillus* spp.
 - Extracto quillay
 - Quitosano
 - MYROTHECIUM VERRUCARIA

Usa de coberteras vegetales

- Erosión
- Agua
- Infiltración
- Aporte materia orgánica
- Plagas y enfermedades

Características ideales de plantas antagonistas

Debe ser compatible con el cultivo principal con respecto a puntos como la siembra, cosecha, requerimientos nutricionales, etc.

No debe crecer más rápido que el cultivo principal.

Debe ajustarse fácilmente a una rotación de cultivos.

Debe ser altamente antagonista a la especie de nemátodos en cuestión, pero no debe tener efectos adversos sobre la flora y fauna benéfica, particularmente con los enemigos naturales.

Debe ser capaz de reducir la población de nemátodos a niveles subeconómicos.

Ojalá sea altamente nocivo para otras plagas del cultivo.

Idealmente debe contribuir a los ingresos económicos del campo.

Será más beneficioso si la planta antagonista tienen otros usos complementarios.

Efecto del cultivo de 16 especies de plantas en las poblaciones finales de *X. americanum* s.l.

Nombre científico	Nombre vulgar de suelo ^a	N/250 cm ³
Artemisia absinthium	ajenojo	93
Asparagus officinalis	espárrago	12
Calendula officinalis	caléndula	92
Chenopodium ambrosioides	paico	43
Helianthus tuberosus	topinambur	593
Lycopersicum esculentum	tomate	713
Melisa officinalis	melisa	5
Mirabilis jalapa	dengue	10
Ocimum basilicum	albaca	143
Phaseolus vulgaris	poroto	75
Plantago major	llantén	128
Ruta graveolens	ruda	19
Tagetes erecta	clavelón	3
Tagetes patula	clavelón	18
Tagetes nana	-	10
Zea mays	maíz	20
Control (barbecho)	-	73
L.S.D. (5%)	-	259

^aValores promedio de 4 repeticiones.

Población inicial media fue de 360 ejemplares/250 cm³ de suelo

Fuente Erwin Aballay Uchile.

Número de ejemplares de *Xiphinema americanum* s. l./ 250 cm³ de suelo al momento de la incorporación del material vegetal y después de su descomposición e Índice Reproductivo

Tratamiento	Pi *	Pf *	P ≤ 0,1	R P ≤ 0,05
Cosmos bipinnatus	271.75	47.5	0.68 a *	0.68 a *
Brassica napus	272.5	204.5	0.82 abc	0.82 ab
Tagetes patula	113.0	53.0	0.85 abc	0.85 abc
Zinnia elegans	236.0	145.75	0.88 abc	0.88 abc
Thymus vulgare	211.0	146.75	0.89 abc	0.89 abc
Gaillardia picta lorenziana	129.25	128.25	0.95 bcd	0.95 abcd
Calendula officinalis	166.75	266.5	1.11 d	1.11 cd
Lupinus albus	112.75	300.0	1.16 d	1.16 d
Hordeum vulgare	270.5	96.75	0.75 ab	0.75 ab
Fenamiphos	157.75	58.5	0.84 abc	0.84 abc
Testigo	119.5	130.5	0.99 cd	0.99 bcd

*Valores dentro de una columna seguidos de una misma letra no presentan diferencias significativas (P ≤ 0,1 y 0.05).

Pi: Población inicial de *X. americanum* s.l. /250 cm³ de suelo (14 Enero 1999)

Pf: Población final de *X.americanum* s.l. /250 cm³ de suelo (14 Mayo 1999)

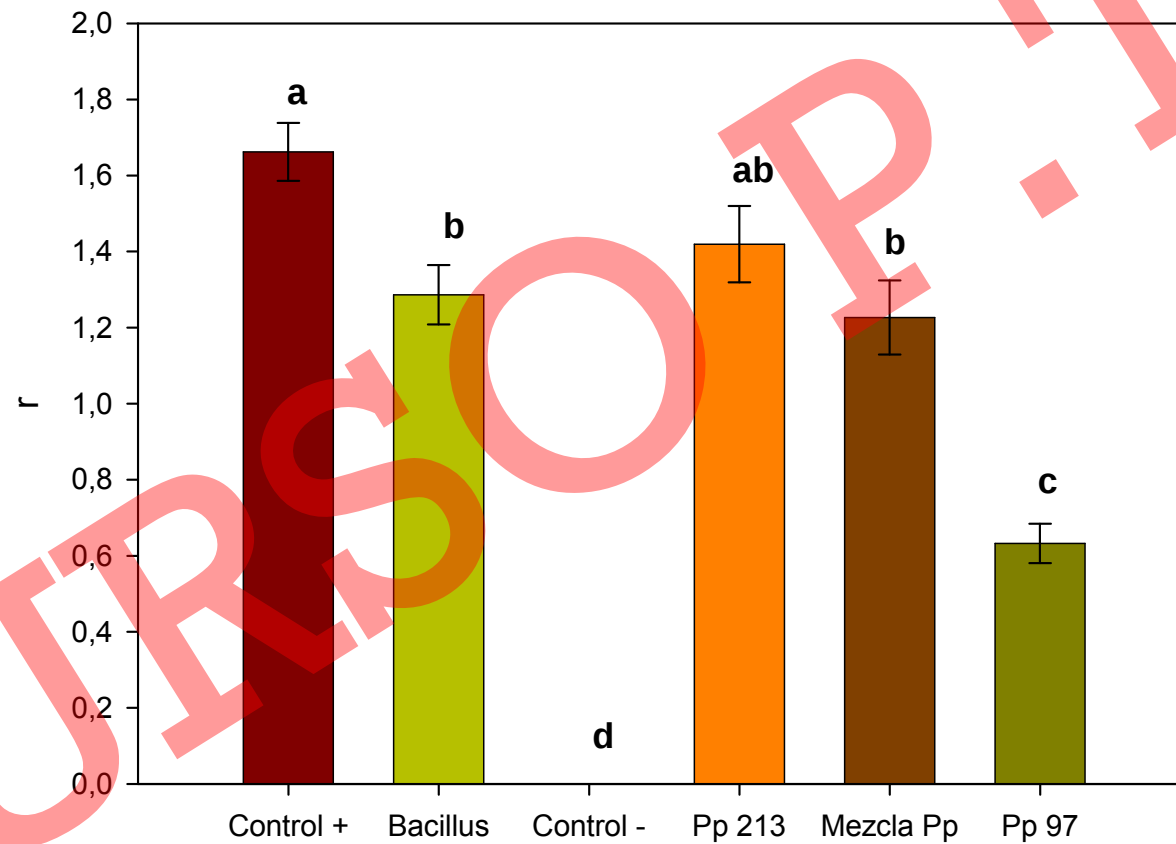
(*)= Valores promedio de 4 repeticiones

(R): Índice Reproductivo= $\ln (Pf + 1) / \ln (Pi + 1)$

Aballay, 2004)

- *Cosmos bipinnatus* fue la especie que presentó el mayor efecto nematicida, provocado por la incorporación de ésta.
- *Lupinus albus* fue el que presentó el mayor efecto nematológico producto de su establecimiento.
- *Brassica napus* y *Tagetes patula* a pesar de la abundante información de su actividad nematicida, no produjeron el efecto esperado.

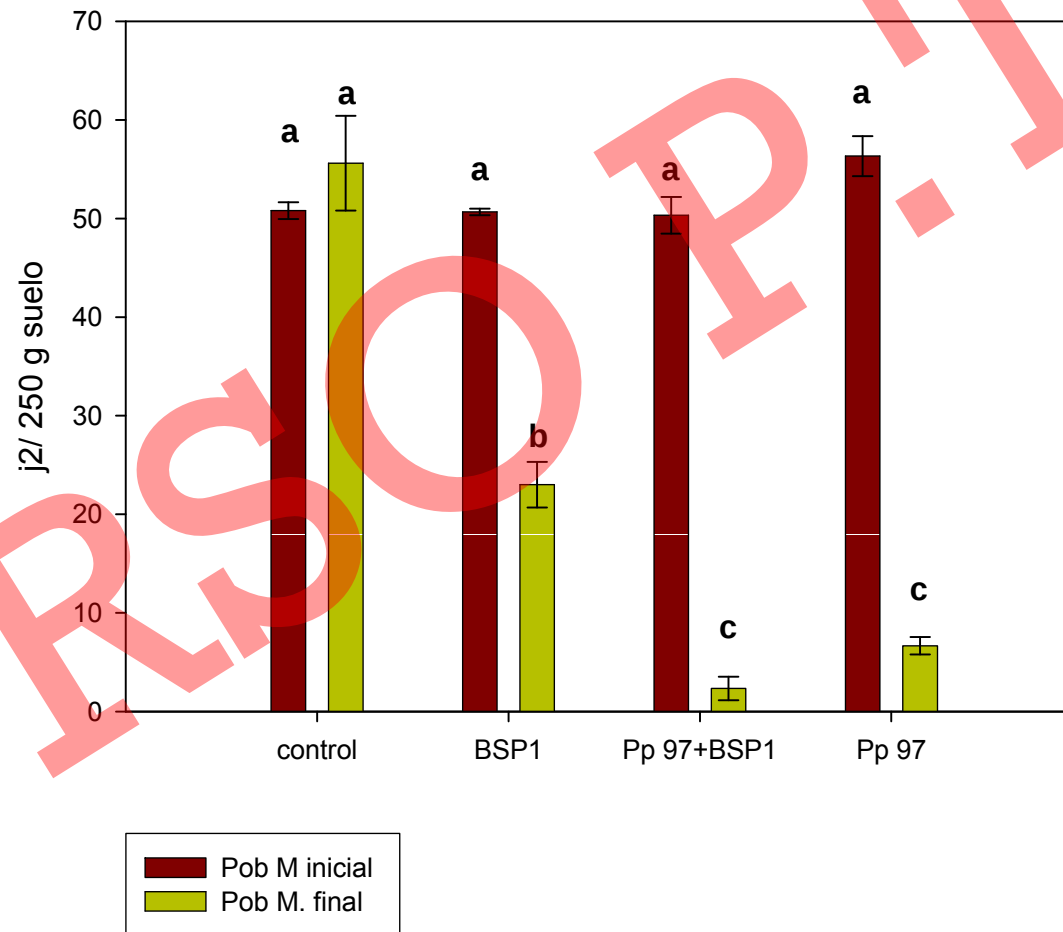
Ensayos Tomate bajo Condiciones controladas



Tukey HSD $P < 0,01$

Tomate

Condiciones de campo



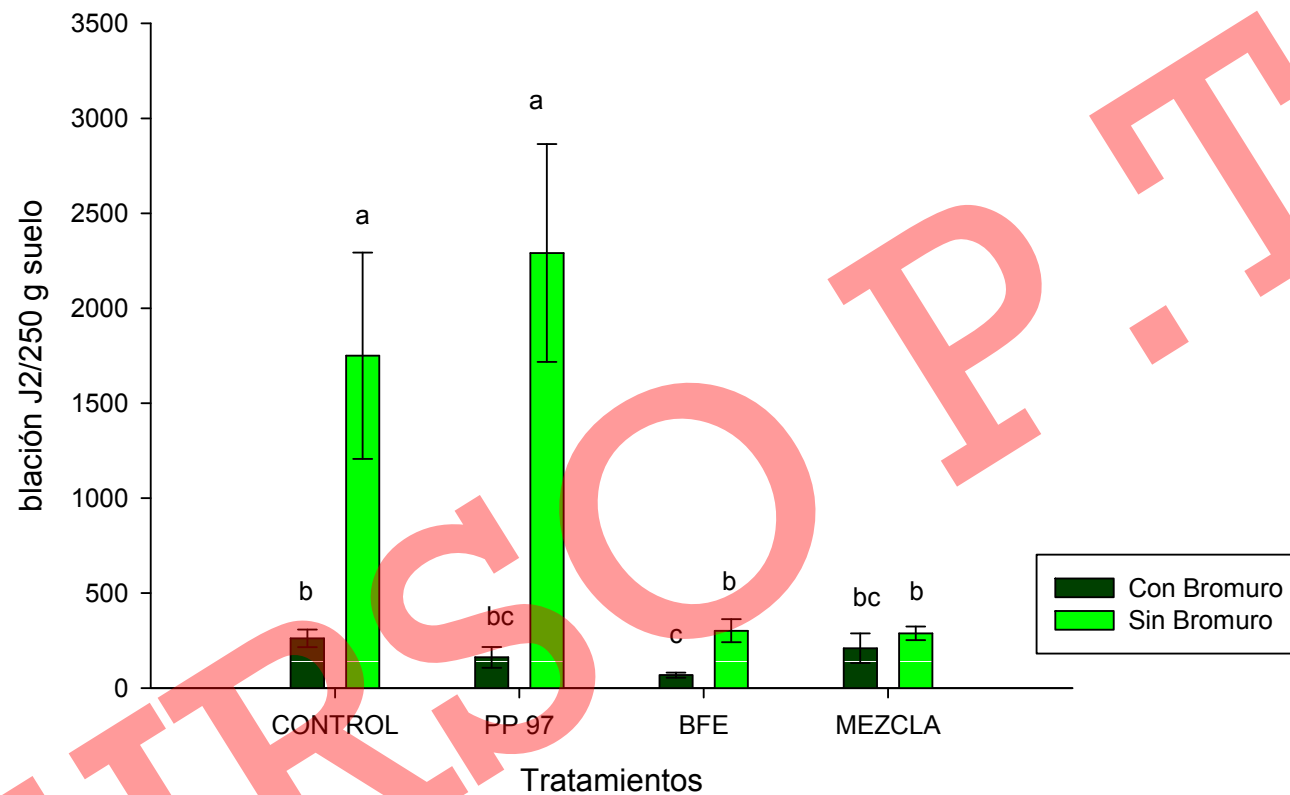


Figura 3. Efecto de bacterias nematocidas sobre la población final de *Meloidogyne* en tomate sin y con Bromuro.

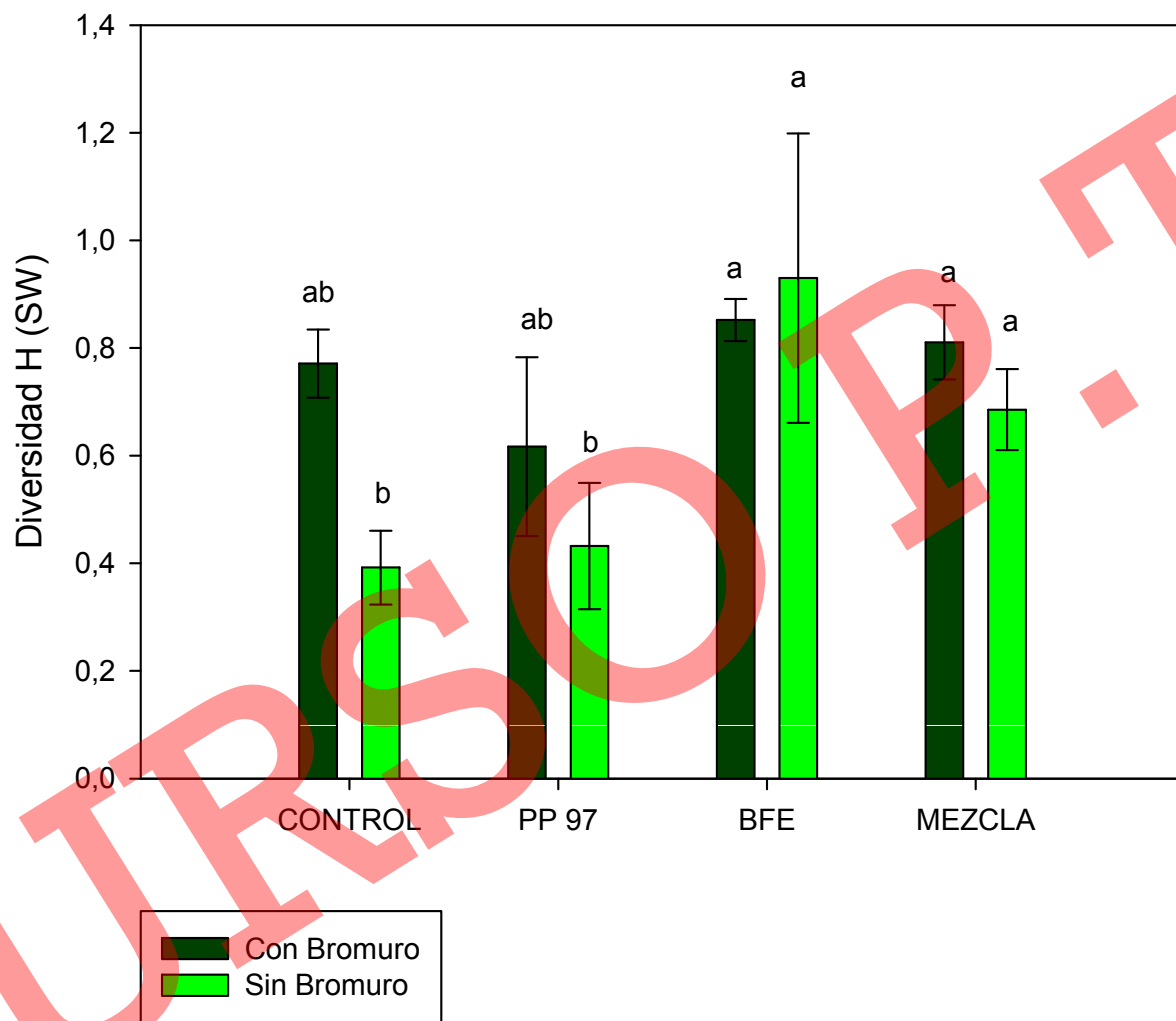
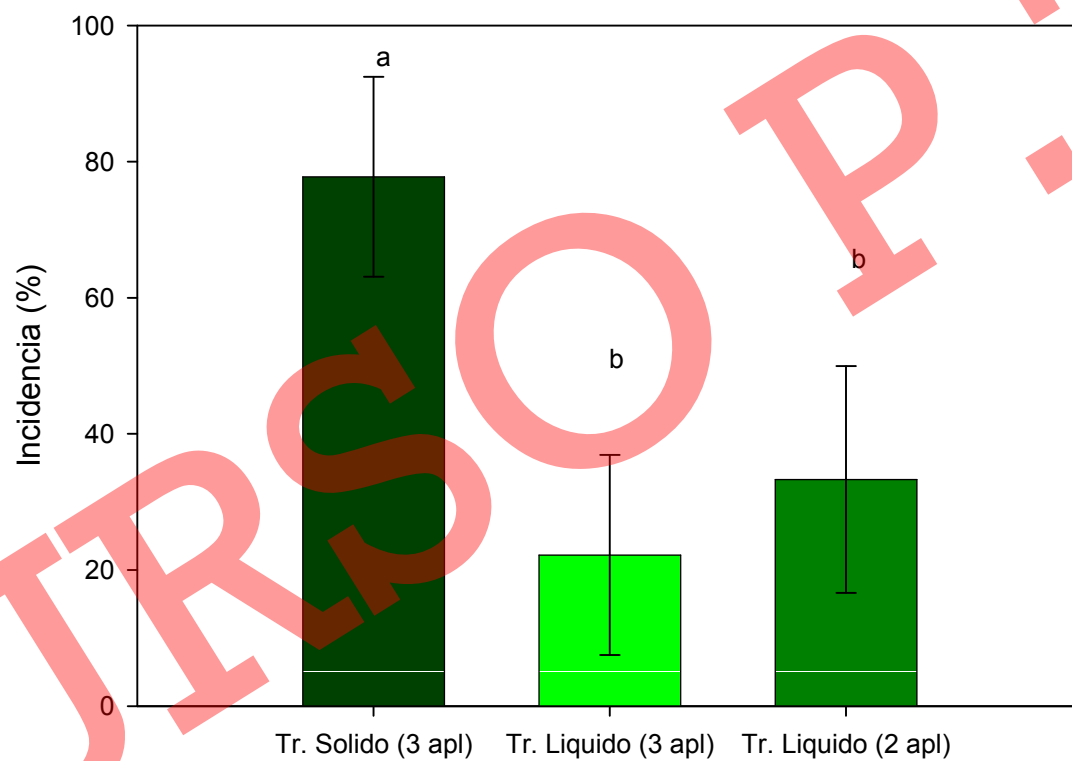


Figura 4 . Diversidad de nemátodos fitoparásitos con y sin aplicaciones de bromuro, según Índice de Shannon-Wiener (b).

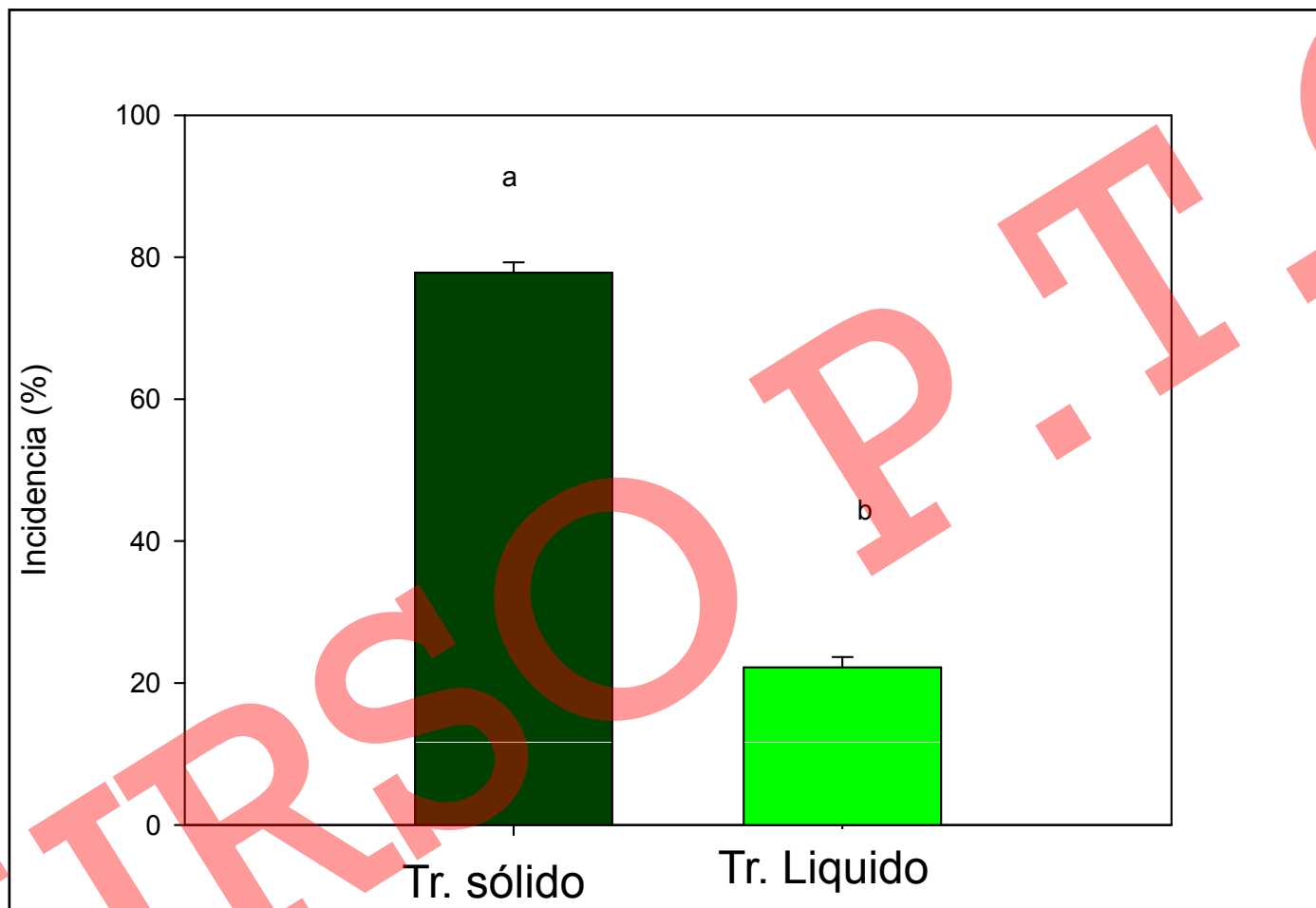
Selección de agentes de control

- Efectividad propia de cada cepa.
- Ensayos de eficacia con rigor científico.
- Registro SAG (Res 3670).
- Etiqueta.
- Formulación
 - Asegure la efectividad
 - Permita control de calidad
 - Facilite la aplicación.
 - Estructura activa
 - micelio/espora (ej. *Trichoderma*)
 - espora/toxinas (ej. *Bacillus thuringiensis*)

Incidencia de Pudrición gris en flores de arándanos
Cámaras húmedas

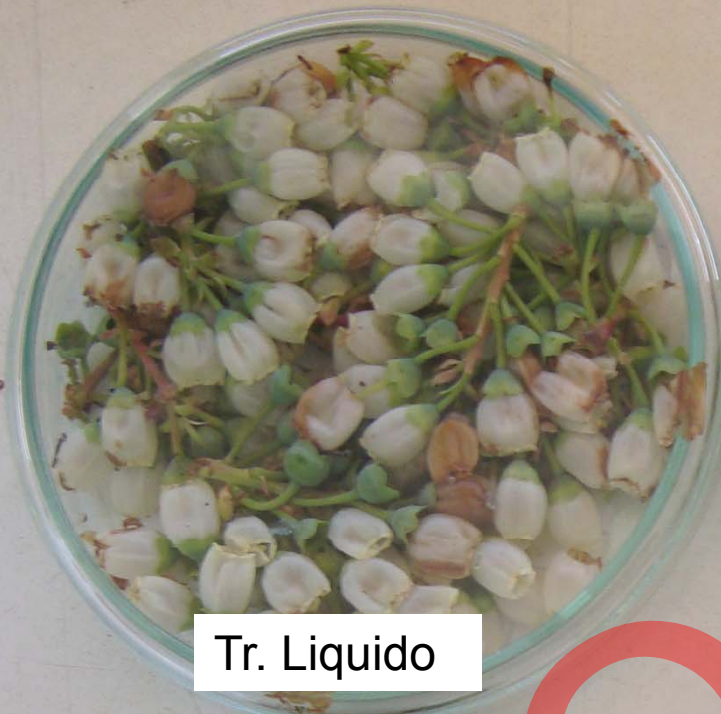


$p = 0,041$

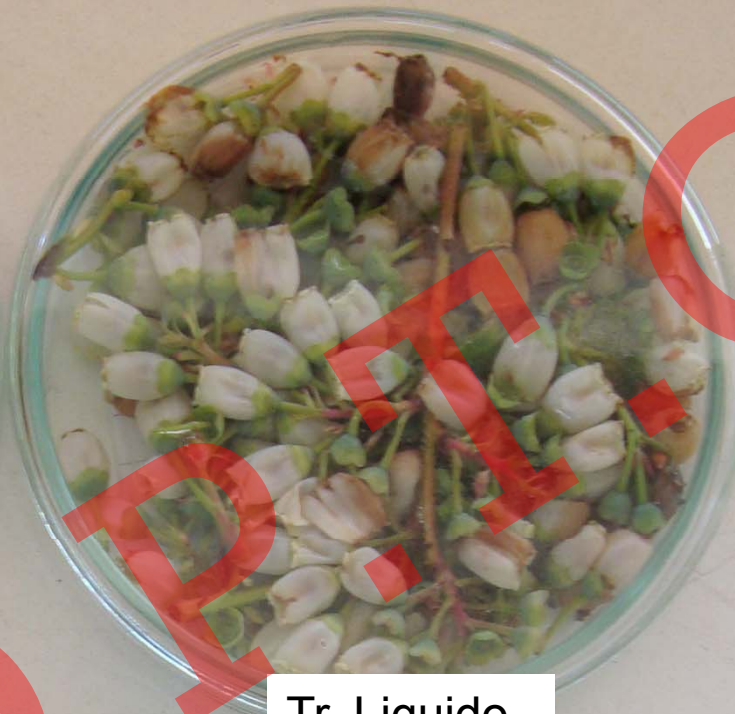


Incidencia de *Botrytis cinerea* en cámaras húmedas (flores), comparando tres aplicaciones al final de floración.

$p = 0,04$



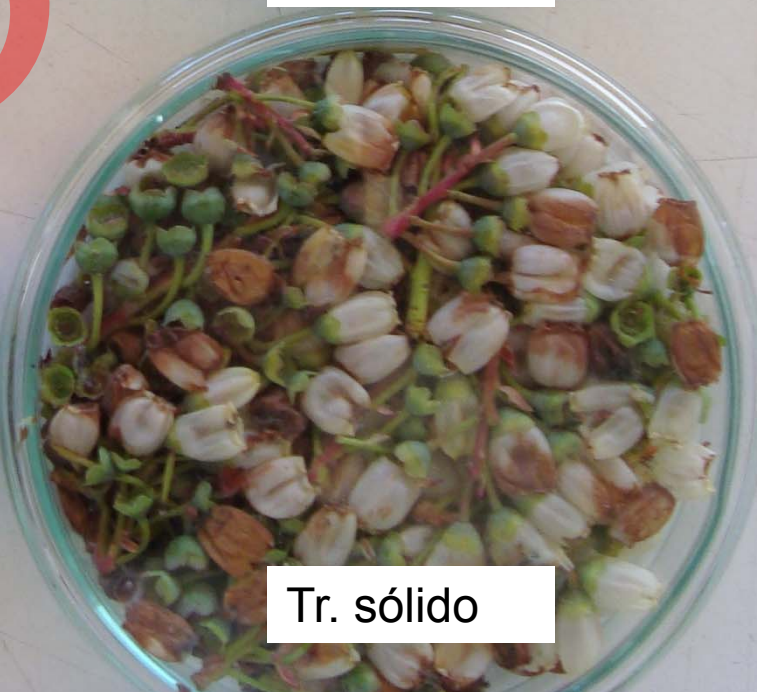
Tr. Liquido



Tr. Liquido

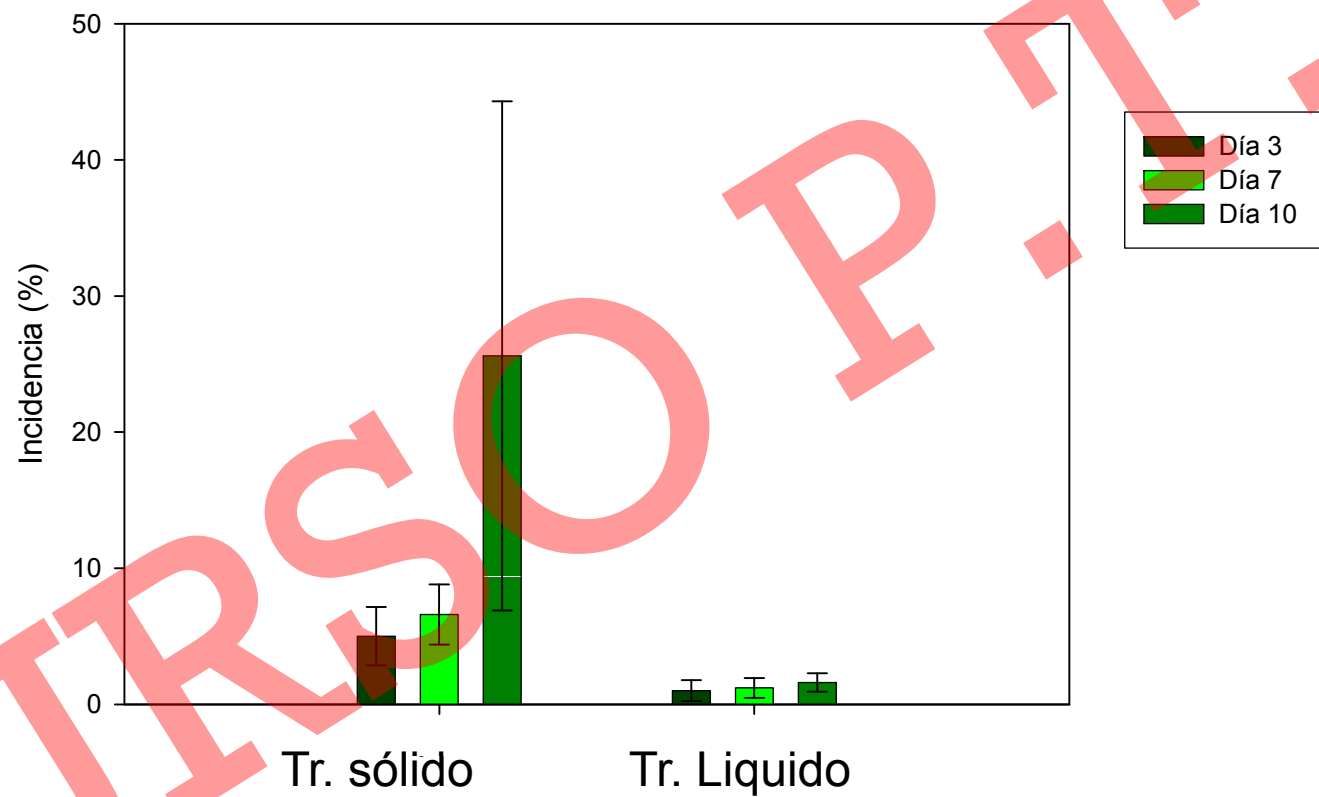


Tr. sólido



Tr. sólido

Incidencia de *Botrytis cinerea* en frutos a cosecha
Arándanos variedad Ozark



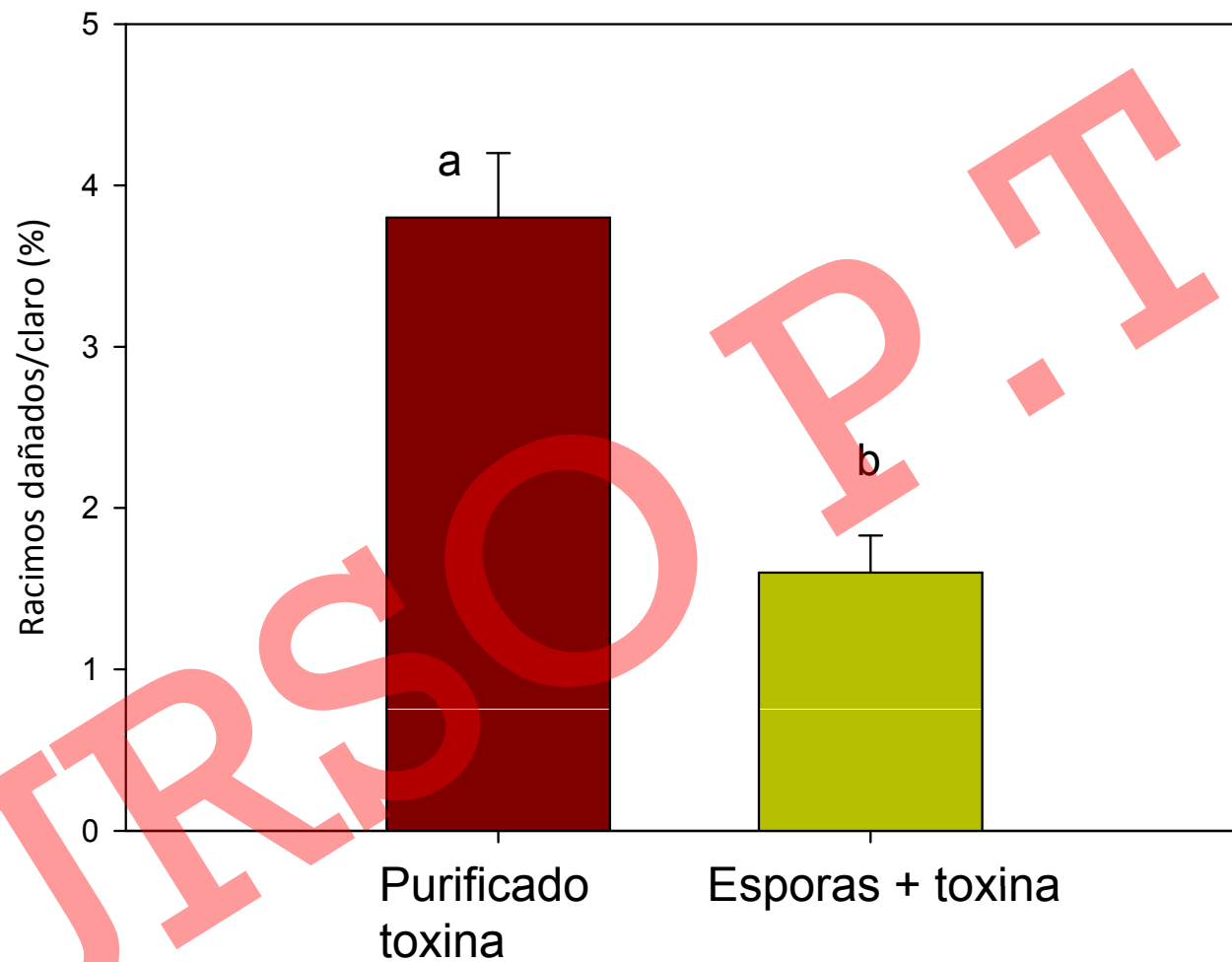


Figura 1. Racimos dañados por *Eulia* con dos formulaciones de Bt. Barras indican error estándar. Letras distintas muestran diferencias significativas entre tratamientos (Tukey $p < 0,05$).

Charla Difusión Proyecto :
“Desarrollo de un formulado de microorganismos extremófilos para el control de enfermedades de postcosecha”.

1 de septiembre de 2010, de 15:00 a 18:00 horas
Universidad Católica del Maule, Campus Los Niches,
Camino Los Niches Km. 6, Región del Maule