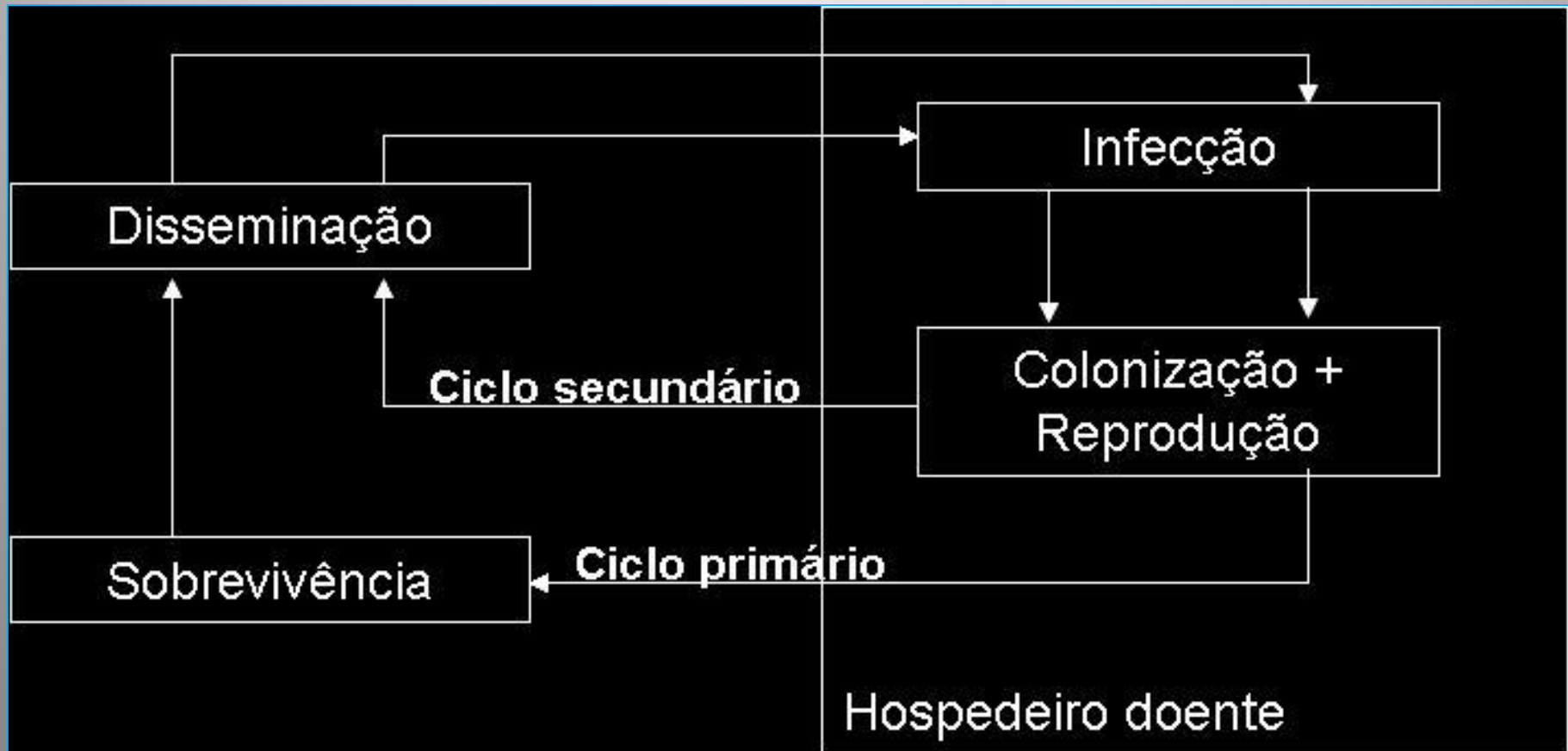


BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

Sobrevivência e Disseminação

Ciclos primário e secundário



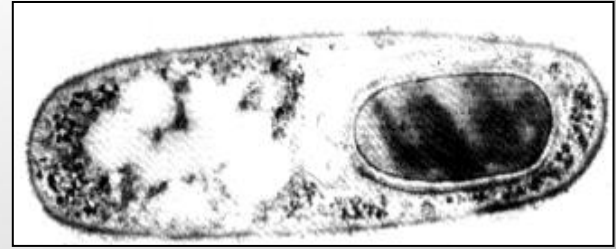
SOBREVIVÊNCIA

Estruturas especializadas

Plantas hospedeiras

Atividade saprofítica

Vetores

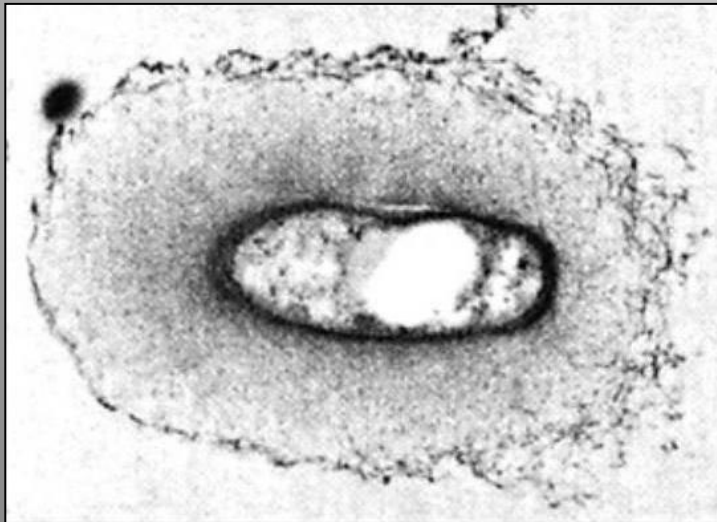


Sobrevivência: estrutura especializada da bactéria

- ✓ Aderência
- ✓ **Proteção contra o dessecação**
- ✓ Reservatório de nutrientes
- ✓ Proteção contra bacteriófagos

Cápsula

Funções:



Sobrevivência: plantas hospedeiras

Como parasitas

- ✓ Lesões
- ✓ Infecção Latente
- ✓ Sementes/ Material propagativo

Como residentes

- ✓ Filoplano/ Filosfera
- ✓ Gemoplano/ Gemosfera
- ✓ Rizoplano/ Rizosfera

Sobrevivência em plantas hospedeiras

COMO PARASITAS

- Lesões

- . Em plantas perenes
 - . Plantas voluntárias
 - . Plantas daninhas e silvestres

- Infecção latente

- . Ausência de sintomas no hospedeiro

- Sementes / Material propagativo

- . Infestação externa / infecção interna sementes
- . Talos bacterianos presentes estacas/ tubérculos / rizomas / bulbos

COMO RESIDENTES

- . Superfície de órgãos vegetais de plantas hospedeira e não hospedeiras
- . Sob condições favoráveis: utilização nutrientes superfície órgãos vegetais
- . Sob condições desfavoráveis: sobrevivência através de hipobiose

Sobrevivência em plantas hospedeiras



**Como
parasitas**

- ✓ **Lesões**
- ✓ **Infecção Latente**
- ✓ **Sementes/ Material propagativo**

Como residentes

- ✓ Filoplano/ Filosfera
- ✓ Gemoplano/ Gemosfera
- ✓ Rizoplano/ Rizosfera

Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita

Em lesões



plantas perenes



plantas voluntárias



plantas daninhas ou silvestres

Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita



Cancro cítrico *Xanthomonas axonopodis* pv *citri*: infecta folhas, frutos e ramos

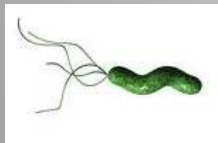
EM LESÕES

Plantas voluntárias de milho em cultura de soja



Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita

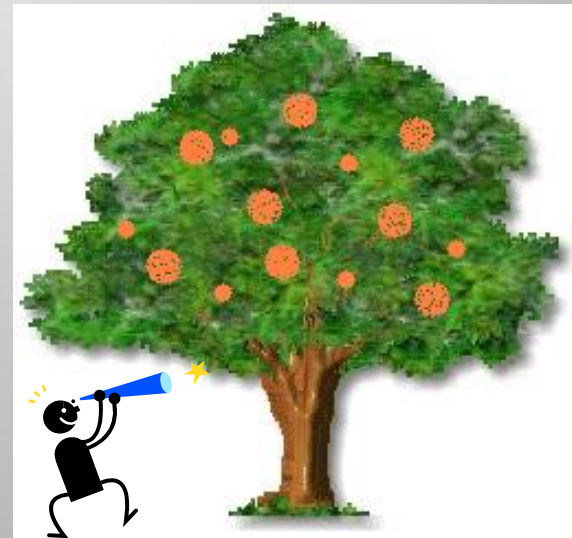
INFECÇÃO LATENTE



+



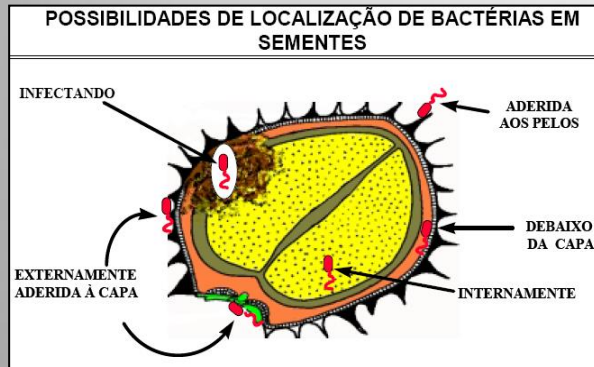
=



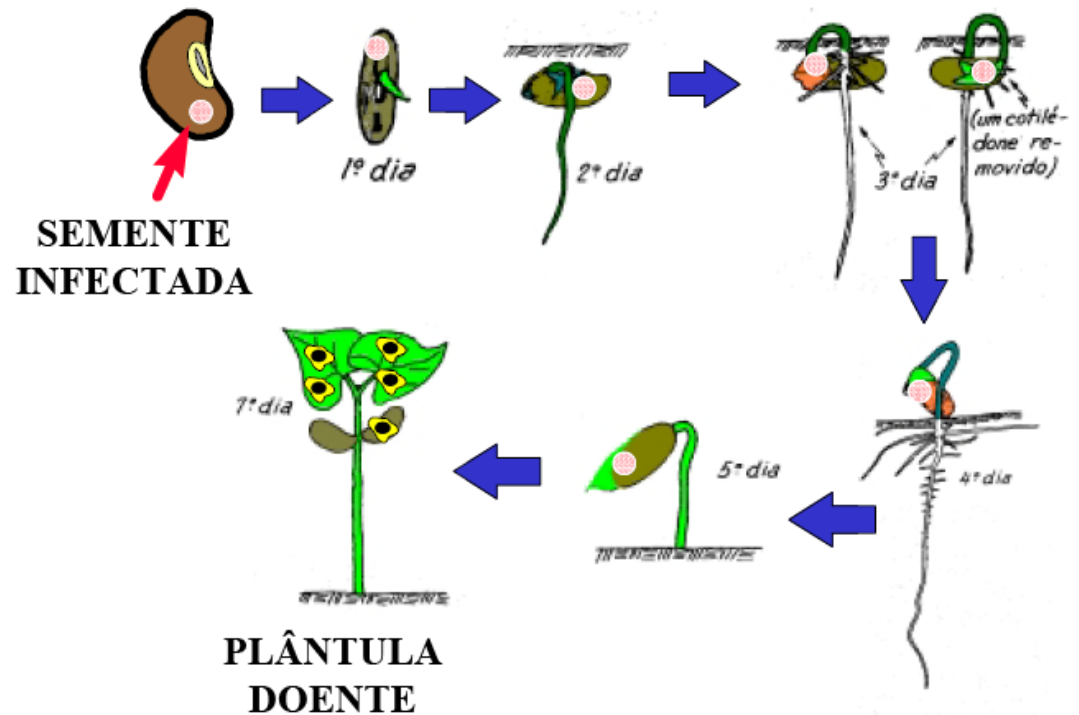
Ausência de sintomas no hospedeiro

Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita

Sementes



A BACTÉRIA SOBREVIVENDO EM SEMENTE E A CONSEQUÊNCIA



Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita

Sobrevivência em sementes

Tabela 2 - Longevidade de inóculo de alguns fitopatógenos em sementes de plantas cultivadas.

Patógeno	Hospedeiro (nome comum)	Longevidade máxima (anos)
Fungos		
<i>Alternaria brassicicola</i>	Brássicas	8,0
<i>Alternaria zinniae</i>	Zínia	7,0
<i>Ascochyta pisi</i>	Ervilha	7,0
<i>Botrytris cinerea</i>	Diversos	3,0
<i>Cercospora kikuchii</i>	Soja	2,0
<i>Claviceps purpurea</i>	Diversos	13,0
<i>Colletotrichum gossypii</i>	Algodão	13,5
<i>Drechslera avenae</i>	Aveia	10,0
<i>Drechslera oryzae</i>	Arroz	4,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	Milho	8,0
<i>Peronospora manshurica</i>	Soja	8,0
<i>Pyricularia oryzae</i> (micélio)	Arroz	4,0
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Diversos	7,0
<i>Septoria nodorum</i>	Trigo	7,0
<i>Tilletia caries</i>	Trigo	18,0
<i>Ustilago tritici</i>	Trigo	5,0
Bactérias		
<i>Pseudomonas glycines</i>	Soja	2,0
<i>Pseudomonas phaseolicola</i>	Feijão	3,0
<i>Xanthomonas phaseoli</i>	Feijão	15,0
<i>Xanthomonas malvacearum</i>	Algodão	4,5
<i>Xanthomonas oryzae</i>	Arroz	2,5
Vírus		
Mosaico comum	Feijão	30,0
Mosaico comum do fumo	Tomate	9,0
Mosaico estriado	Cevada	6,5
Mosaico estriado da cevada	Trigo	3,0
Nematóides		
<i>Anguina tritici</i>	Trigo	28,0
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	Arroz	3,0
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Aveia	8,0

Fonte: Informações extraídas de NEERGAARD (1977), com modificações.

Sobrevivência em plantas hospedeiras como parasita

Material propagativo



Estacas



Rizoma infectado com Fusarium



Tubérculos infectados por Fusarium e Phytophthora

Sobrevivência em plantas hospedeiras

Como parasitas

- ✓ Lesões
- ✓ Infecção Latente
- ✓ Sementes/ Material propagativo



Como residentes

- ✓ **Filoplano/ Filosfera**
- ✓ **Gemoplano/ Gemosfera**
- ✓ **Rizoplano/ Rizosfera**

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Habitantes do Filoplano / Filosfera

Bactérias epífitas



Superfície foliar

Plantas hospedeiras

Plantas não-hospedeiras



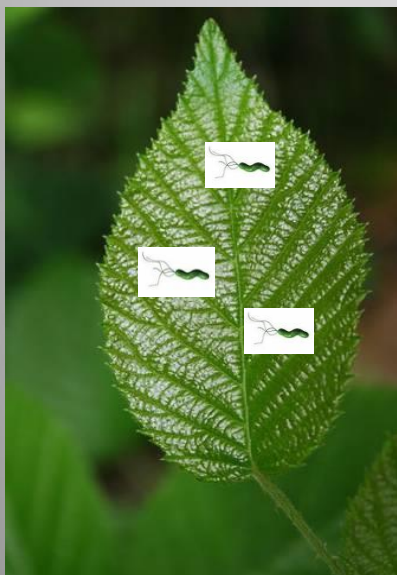
Adjacências ectodesmas



Desenvolvimento de População

Condições ambientais

- Umidade
- Temperatura
- Chuva
- Radiação solar



Ectodesmas

- DEFINIÇÃO:

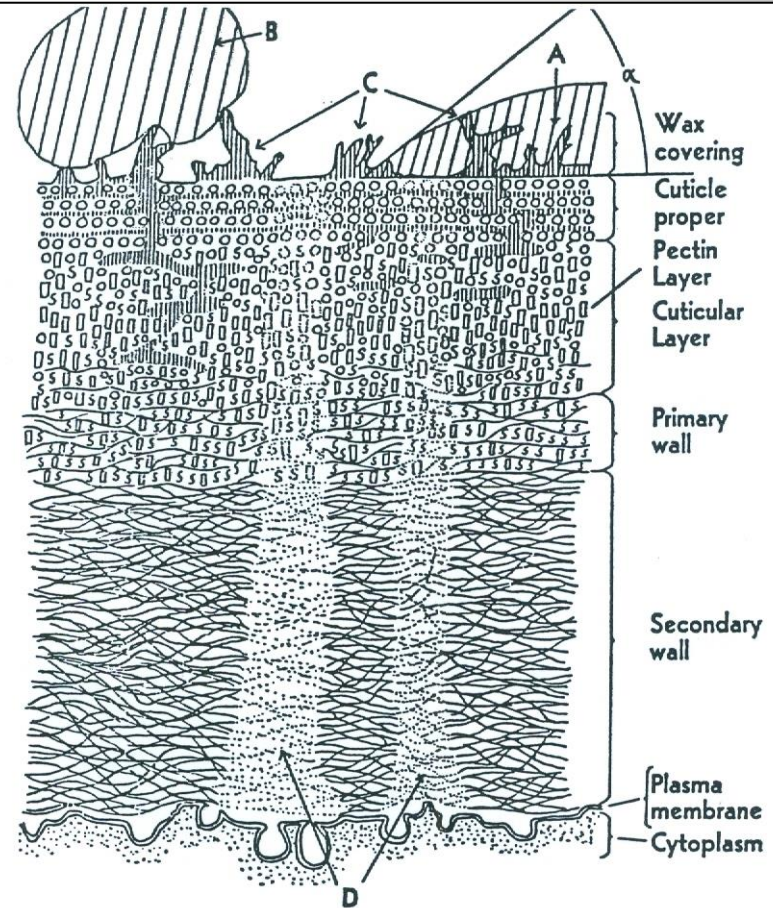
Canais que comunicam o citoplasma da célula epidérmica c/ exterior através da cutícula

- FUNÇÃO:

- . absorção e excreção de substâncias orgânicas e inorgânicas
- . processo de transpiração através da cutícula

- LOCALIZAÇÃO:

- . região nas proximidades de tricomas
- . Próximos de células que circundam nervuras
- . ao redor de células-guarda de estômatos



o°o	Cutin
sss	Hemisubstances
□	Pectin
	Wax

Fig. 9.2 Schematic illustration of the outer wall of an epidermal cell. A, water droplet with detergent; B, water droplet without detergent; C, wax rodlets; D, ectodesmata; α , contact angle. [Franke, W. (1967). Mechanisms of foliar penetration of solutions. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 18, 281–300. Reproduced, with permission, from the Annual Review of Plant Physiology.]

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Filoplano/ Filosfera

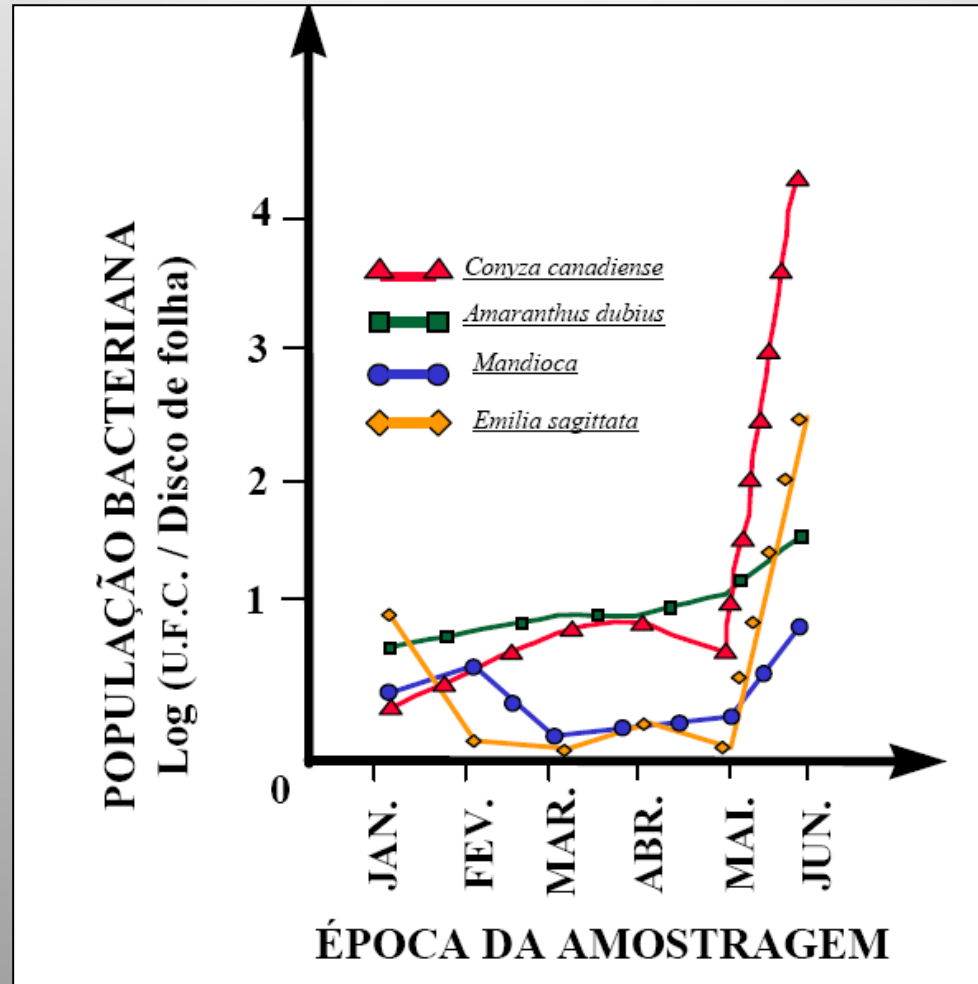
Examples of Plant Pathogenic Bacteria that Survive in Epiphytic Form

Bacteria	Disease name
<i>Erwinia amylovora</i>	Fire blight of apple and pear
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	Soft rot of Chinese cabbage
<i>Pseudomonas glumae</i>	Bacterial grain rot of rice
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycinea</i>	Bacterial blight of soybean
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	Angular leaf spot of cucurbits
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>morsprunorum</i>	Bacterial canker of stone fruits
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Bacterial brown spot of bean
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Bacterial speck of tomato
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>	Bacterial blight of cotton
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	Bacterial blight of cassava
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>	Common blight of bean

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Filoplano/ Filosfera

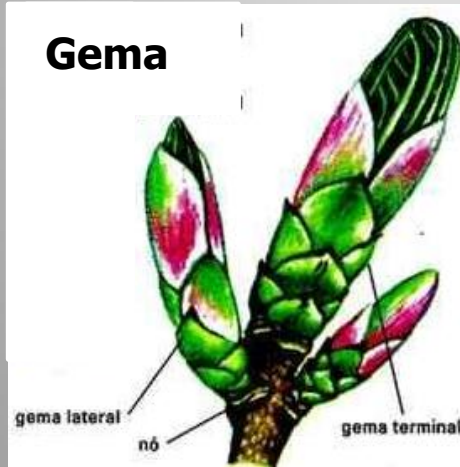
Buva
Caruru
Mandioca
Falsa Serralha



Detecção de populações residentes de *X. axonopodis* pv. *manihotis* em filoplano de plantas de mandioca e de ervas daninhas que ocorrem frequentemente em mandiocais da Colômbia, por imunofluorescência (ELANGO & LOSANO, 1981)

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Gemoplano / Gemosfera



Região de gemas
(presença de escamas)

Condições favoráveis ambiente

Umidade / nutrientes / proteção

População

Saprofítica

Fitopatogênica

grande parte está localizada internamente (90%)

acompanha desenvolvimento das gemas

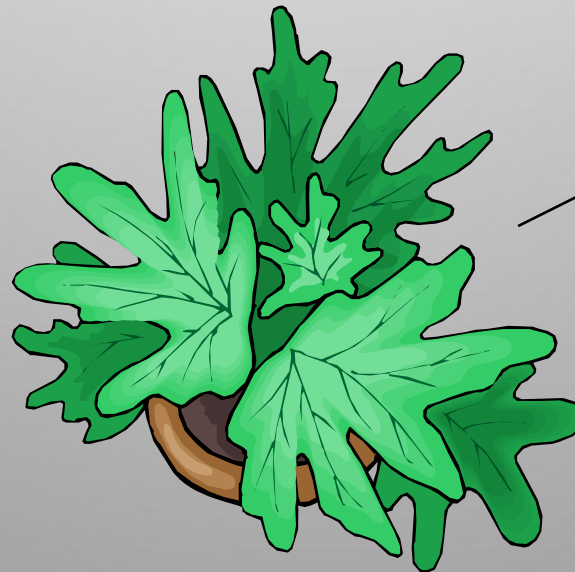
pode ser transferida para superfície brotos e novas folhas (filoplano)

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Rizoplano/ Rizosfera



População bacteriana

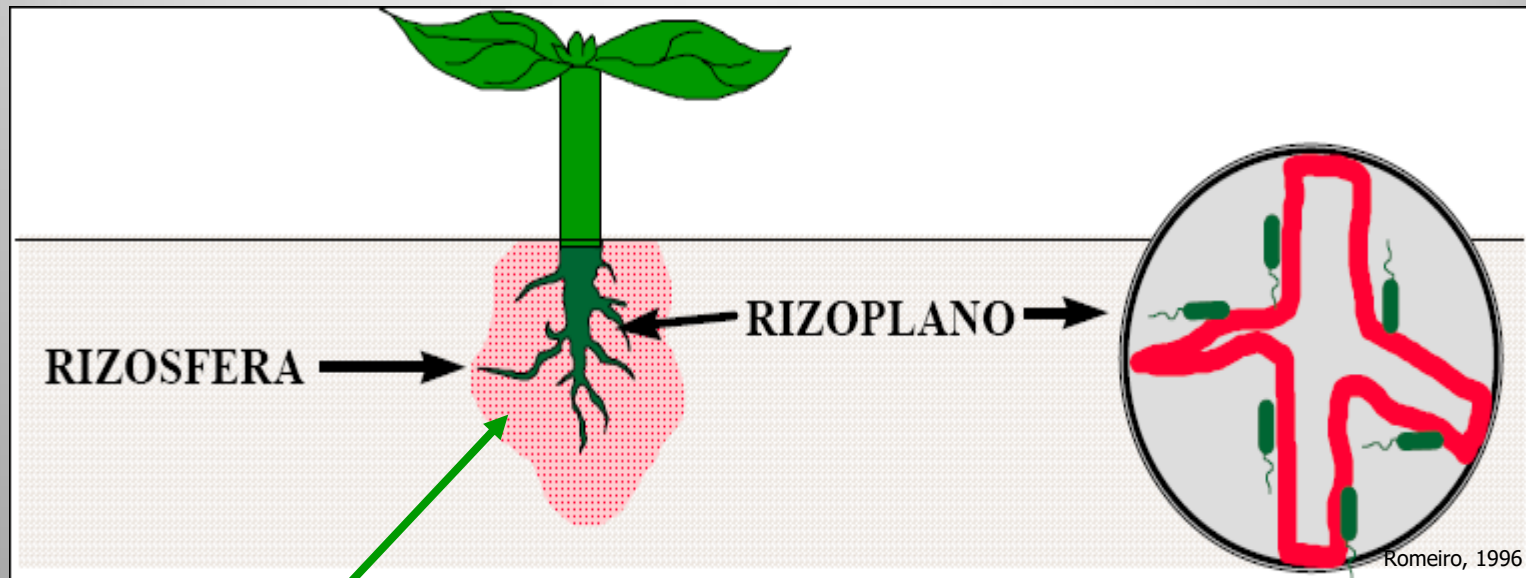


Hospedeiros ou não hospedeiros

hospedeiros doentes ou saudáveis

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Rizoplane / Rizosfera



Crescimento população bacteriana estimulado por substâncias produzidas pela raiz

Natureza substâncias: açúcares, aminoácidos e outros

Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Rizoplasma/ Rizosfera

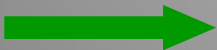
EFEITO RIZOSFERA: estímulo seletivo para crescimento de determinada população bacteriana, devido à presença de substâncias específicas

Não há especificidade para colonização da rizosfera, embora exista "efeito rizosfera"

Patógenos parte aérea são capazes de colonizar a rizosfera

Patógenos são capazes de colonizar rizosfera de plantas não hospedeiras

Plantas daninhas podem ser hospedeiras de patógenos e atuarem como importantes fontes de inóculo!



Sobrevivência em plantas hospedeiras como residentes

Rizoplane / Rizosfera

EFEITO RIZOSFERA:

Exemplo:

- **Bactéria:** *Erwinia carotovora* subsp *carotovora*
- **Hospedeiro :** Couve chinesa
- **População na área sem hospedeiro:** 10^2 células/g solo
- **População na área plantada:** 10^4 - 10^6 células/g solo
- **Início efeito rizosfera:** 30 dias após plantio
- **Máximo efeito rizosfera:** estágio formação cabeças
- **Passar tempo:** maioria flora bacteriana é Gram positiva
- **Simultaneamente :** há um declínio população patogênica



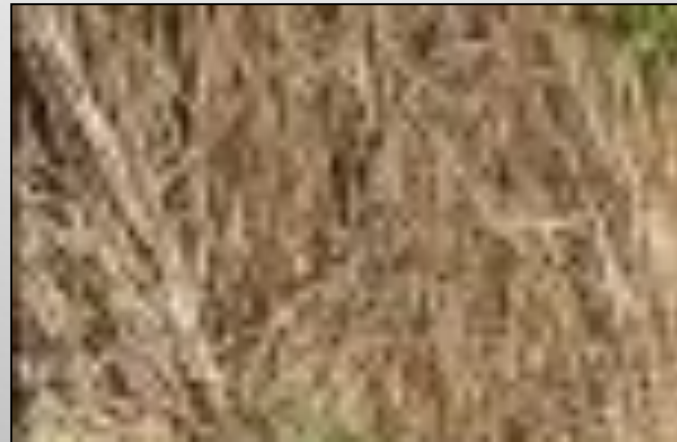
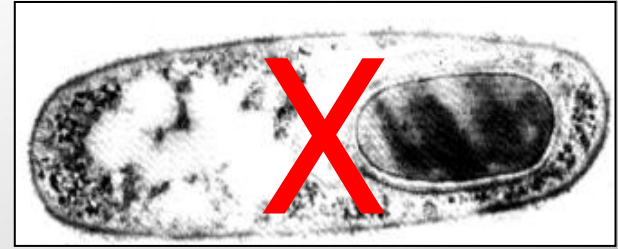
SOBREVIVÊNCIA

Estruturas especializadas

Plantas hospedeiras

Atividade saprofítica

Vetores



Sobrevivência por atividade saprofítica

SOLO

- ❖ **Comunidade biológica complexa;**
- ❖ **Competição por nichos ecológicos, nutrientes, água, ...**
- ❖ **Produção de substâncias antimicrobianas;**
- ❖ **Bactérias habitantes do solo mantêm, no solo, um nível populacional estável ao longo do tempo**

Sobrevivência por atividade saprofítica

Solo

- ❖ A sobrevivência de células livres no solo é curta para muitas bactérias fitopatogênicas.
- ❖ Há um rápido declínio na população, provavelmente pela ineficiente competição com a microbiota natural do solo e ausência de nutrientes apropriados
- ❖ Bactérias habitantes do solo mantêm um nível populacional estável ao longo do tempo (Ralstonia, Agrobacterium , Streptomyces)

QUADRO 1 - Antagonismo da flora microbiana do solo e sobrevivência de *C. michiganense* subsp. *sepedonicum*. Adaptado de NELSON & SEMENIUK (1963)

Tratamento do solo utilizado	U.F.C. do patógeno / G de solo após		
	0 dias	5 dias	20 dias
Solo estéril	$1,2 \times 10^9$	$5,0 \times 10^8$	$3,1 \times 10^7$
Solo estéril + estreptomiceto antagonico	$1,8 \times 10^9$	$5,9 \times 10^8$	0
Solo estéril + suspensão de solo comum	$1,6 \times 10^9$	$3,9 \times 10^8$	0
Solo comum	$1,6 \times 10^9$	$2,5 \times 10^7$	0

Sobrevivência por atividade saprofítica

Resíduos vegetais

- ❖ em restos vegetais infectados: plantas mortas, palha, feno
- ❖ a sobrevivência está associada à presença de cápsula



Sintomas de mancha bacteriana em alfafa

X. axonopodis pv. *alfalfae* foi isolada após 8 anos a partir de feno estocado

X. axonopodis pv *citri* decresce rápido após o enterrio de folhas; mas sobrevive longo tempo em palhada usada para cobertura de solo

Sobrevivência por atividade saprofítica

Resíduos vegetais

❖ O tempo de decomposição dos materiais afeta diretamente a sobrevivência do patógeno

❖ Células livres de *X. campestris* pv. *campestris* desapareceram após 60 dias no solo. Porém foram recuperadas após 224 dias a partir de resíduos de caules de repolho não totalmente decompostos



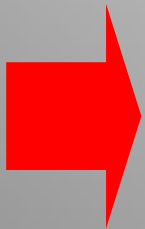
Sintomas de podridão negra em repolho

Sobrevivência por atividade saprofítica

Água de superfície

Sobrevivência de células bacterianas em:

- Sulcos de irrigação
- Riachos
- Rios
- Lagos



A contaminação da água e subsequente irrigação pode conduzir ao desenvolvimento de severas epidemias.

Sobrevivência por atividade saprofítica

Água de superfície

- *E. carotovora* detectada rios, lagos, sulcos irrigação durante o ano todo no Colorado (USA) e na Escócia
- *X. campestris pv. oryzae* e *Erwinia chrysanthemi pv. zea* foram encontradas em população 10^3 células/ml
- *X. campestris pv oryzae* sobrevive em água de tabuleiros de arroz (favorecida por algas)



Monitoramento população de *R. solanacearum* em tradicional área do delta do Nilo (Egito), visando obtenção de dados para determinar sua distribuição e controle.

Sobrevivência por atividade saprofítica

Implementos e embalagens

- ❖ Em máquinas agrícolas, ferramentas, embalagens, bancadas, caixas
- ❖ Sobrevivência está associada à produção de exsudatos bacterianos (grande quantidade polissacarídeos): proteção contra dessecação

***Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* sobrevive muito bem na superfície de materiais rugosos, mesmo sob baixa umidade**

***Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* sobrevive por 7-8 meses em arames, postes e caixas de madeira**

***Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* sobrevive por mais de 24 meses em juta, plástico e papel (Janse, 2005)**

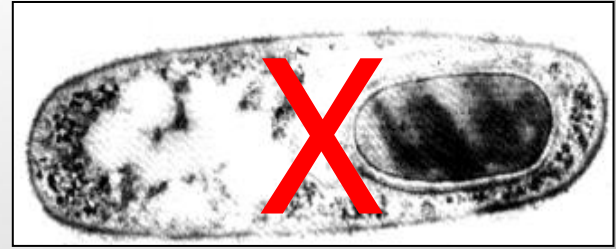
SOBREVIVÊNCIA

Estruturas especializadas

Plantas hospedeiras

Atividade saprofítica

Vetores



Sobrevivência em insetos vetores

Algumas bactérias são capazes de sobreviver em insetos

Alguns exemplos:

Xylella fastidiosa →

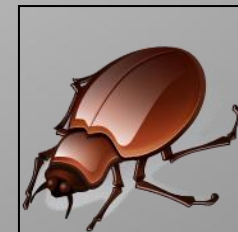


Fitoplasmas e Espiroplasmas →



www.dowagro.com

Erwinia tracheiphila →



Sobrevivência em insetos vetores

Interações:

- ✓ **Não circulativa**
- ✓ **Circulativa não propagativa**
- ✓ **Circulativa propagativa**

Período de aquisição
Período de latência
Período de retenção



Sobrevivência em insetos vetores

Xylella fastidiosa

➔ **Causa doenças em várias culturas economicamente importantes entre elas videira e citrus**

➔ **Adultos das cigarrinhas podem adquirir a bactéria e transmitir eficientemente o patógeno durante todo seu período de vida (alguns meses).**



www.bitkisagligi.net

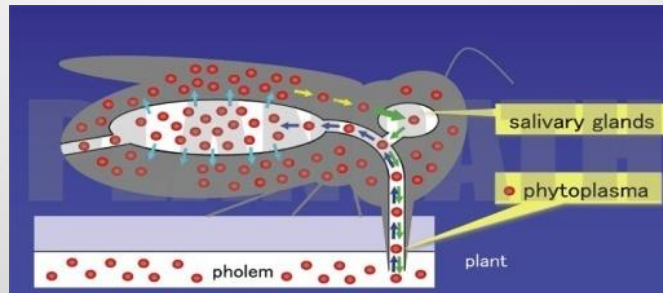


www.agro.uba.ar

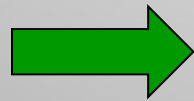
Sobrevivência em insetos vetores

Fitoplasmas

- ✓ Circulativa
- ✓ Propagativa



Dalbulus maidis



Enfezamentos do milho



Sobrevivência em insetos vetores

Erwinia tracheiphila

Bactéria da murcha em cucurbitáceas



Sobrevivência da bactéria no corpo do inseto entre as estações



Transmissão feita deposição fezes em ferimentos da planta

Bibliografia

GOTO, M. **Fundamentals of Bacterial Plant Pathology**. New York: Academic Press, 342 p., 1992.

JANSE, J. D. **Phytobacteriology: Principles and Practice**, London: CABI Publishing, 2005.

ROMEIRO, R. S. **Bactérias Fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, Impr. Univ. 1995.

SCHUSTER, M. L. & COYNE D. P. Survival mechanisms of phytopathogenic bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, 1974.

WILSON, M.; HIRANO S. S. & LINDOW, S. E. Location and Survival of Leaf-Associated Bacteria in Relation to Pathogenicity and Potential for Growth within the Leaf. **Applied and Environmental Microbiology**, v.65, n.4, 1999.

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

Dispersão **inóculo**: células bacterianas viáveis, capazes causar infecção

Células de bactérias permanecem imersas matriz viscosa (polissacarídeos)

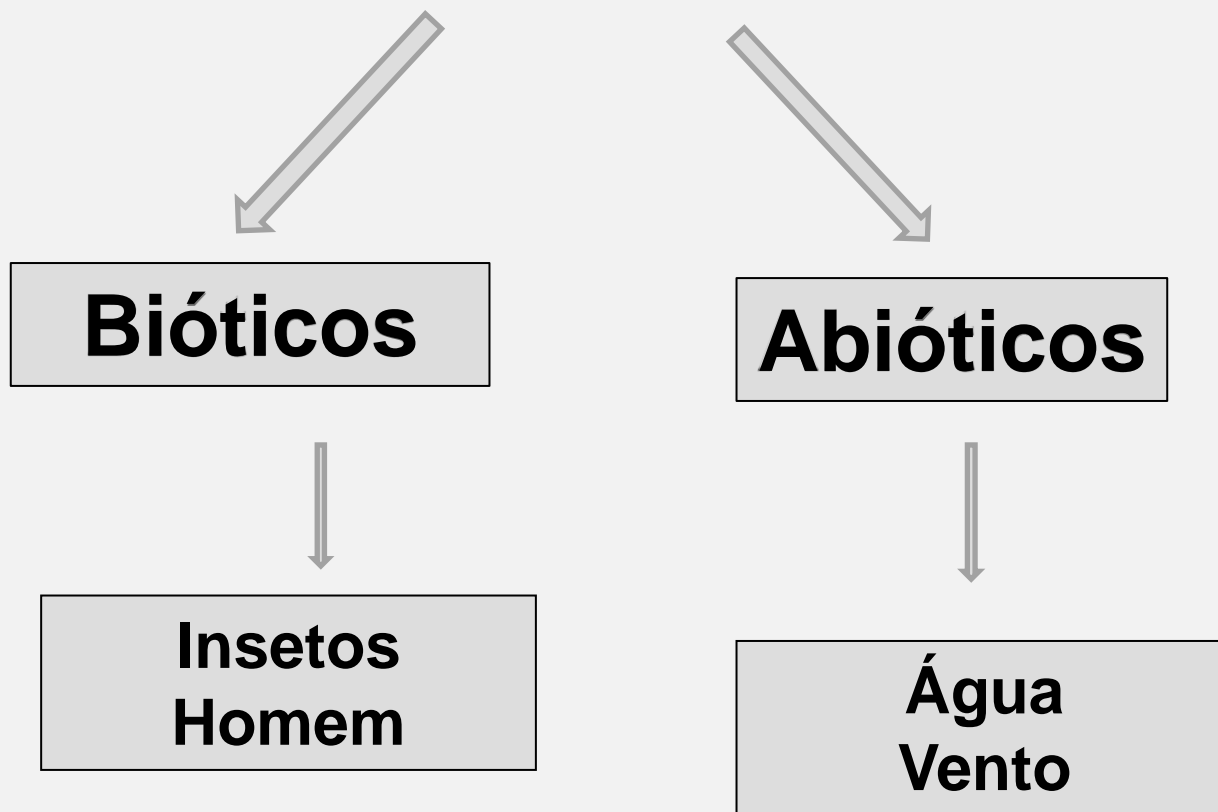
Consequência: dificuldade para liberação do inóculo a partir tecido doente

Numa primeira etapa: ação de agente que promove a liberação (água)

Na segunda etapa: ação de agentes de dispersão (vento)

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

AGENTES DE DISPERSÃO DO INÓCULO



ÁGUA

- * Principal agente de liberação e dispersão
- * Promove o molhamento das lesões e dissolve a matriz de polissacarídeo
- * Mantém as células bacterianas em suspensão
- * Confere proteção contra o dessecamento no transporte pelo vento

FORMAS DE ATUAÇÃO:

. Respingos de chuva

. Água de superfície

. Água de irrigação

. Água na forma de aerossol

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

RESPINGOS DE CHUVA

- **Durante os períodos de chuva há multiplicação e emergência das bactérias que migram do interior do tecido para a superfície das lesões**
- **Concentração da suspensão bacteriana pode atingir 10^5 a 10^7 células/mL na água que cobre a folha**
- **Gotas de água provocam impacto, dispersando as células bacterianas na própria planta, nas plantas vizinhas ou no solo**
- **Respingos arrastam bactérias da planta para o solo ou levam a bactéria do solo para as folhas mais baixas da planta**

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

AEROSSOL

São gotículas de diâmetro entre 4-8 micrômetros geradas pela chuva

As gotículas podem conter células bacterianas

E são dispersas pelo vento

Permanência no ar dura de 60-90 minutos após a chuva

Dispersão ocorre principalmente no interior da cultura

A água de irrigação por aspersão também pode produzir aerossol

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

IRRIGAÇÃO OU ÁGUA DE SUPERFÍCIE

- A água de irrigação (sulco, aspersão, inundação) ou de chuva se movimenta por escoamento na superfície do solo
- A contaminação ocorre por contato da água com exsudados bacterianos produzidos por plantas ou resíduos de tecidos vegetais infectados

Exemplo : *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* x cultura de arroz irrigado

- . Água de irrigação cobrindo o tabuleiro de arroz
- . Erva daninha (*Leersia orysoides*) libera por gutação (10^6 células /gota) a bactéria na água de irrigação, a qual promove a dispersão do patógeno por todo o tabuleiro

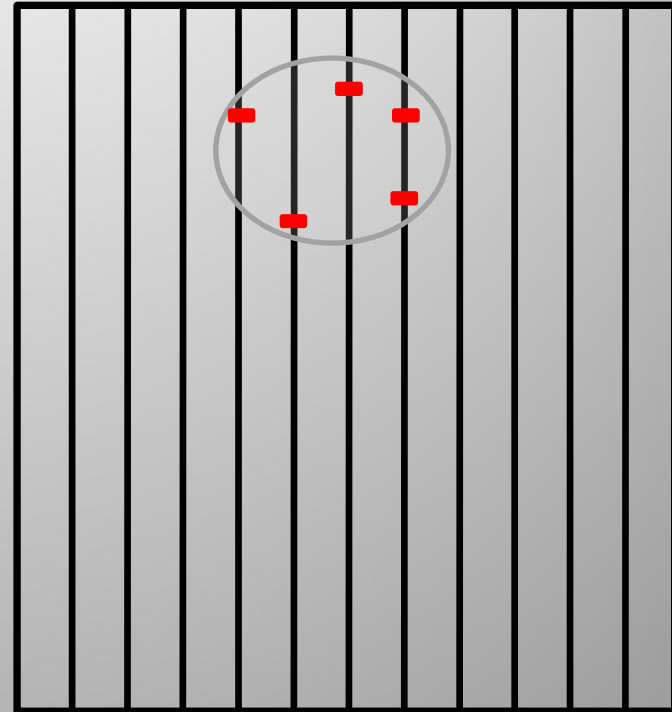
Exemplo: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* x tomateiro

- . Disseminação da bactéria pela solução nutritiva usada na hidroponia
- . Uma planta infectada pode servir de fonte inóculo para toda a cultura .

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Dispersão de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*



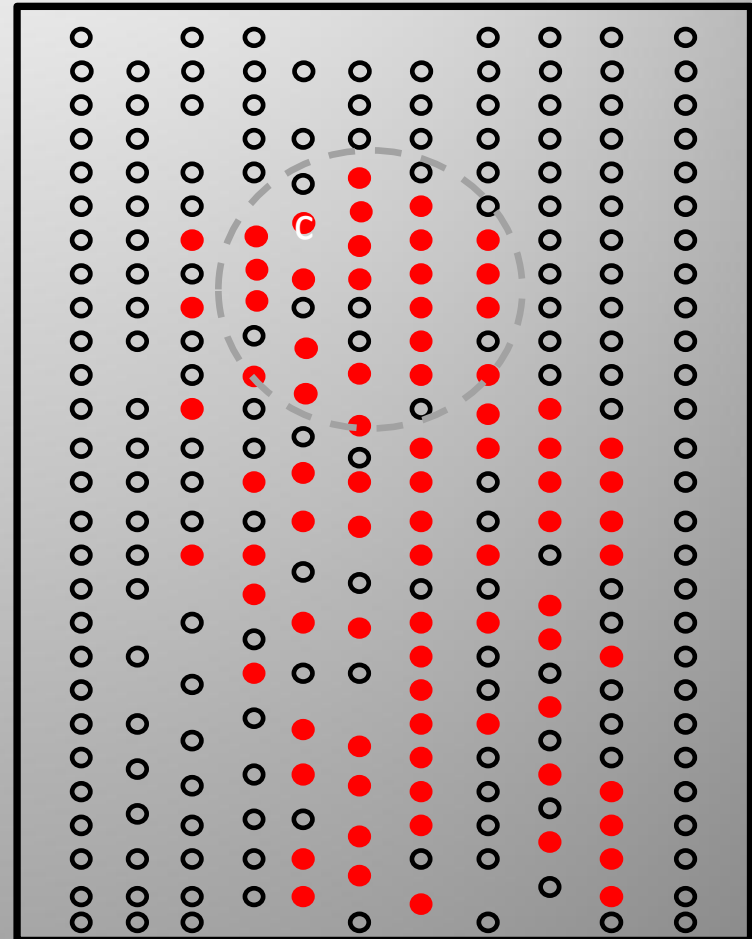
- Sistema de irrigação por pivô central
- Primeiras lesões : 10 dias após o início da irrigação

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Dispersão de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*

- Novas irrigações aos 18 e 30 dias
- Aos 40 dias, as avaliações mostraram mais de 50% de plantas infectadas (a partir do foco inicial)



DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

SOLO

Disseminação de células bacterianas aderidas às partículas do solo e restos de cultura em decomposição

AGENTES DE DISSEMINAÇÃO:

- Água de enxurradas (superfície)
- Água de irrigação por sulco e inundação
- Respingos de chuva e de irrigação por aspersão (solo-planta)
- Vento que dispersa partículas do solo
- Implementos (reboleiras p/ área isentas do patógeno)



DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

SOLO

Bactérias fitopatogênicas, naturalmente habitantes de solo, são encontradas com maior frequência e persistem por mais tempo neste ambiente

Ralstonia solanacearum,

Agrobacterium tumefaciens

Erwinia caratovora sub sp. caratovora

Streptomyces spp

Outros gêneros presentes no solo não sobrevivem diretamente neste meio, mas em tecidos em decomposição do hospedeiro que estão no solo:

Clavibacter michiganensis subsp michiganenesis,

Xanthomonas campestris pv. campestris,

Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum

Pseudomonas syringae pv. tabaco

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

SEMENTES E MATERIAL PROPAGATIVO

- veiculação por infestação externa ou interna dos órgãos de propagação
- disseminação ocorre a curtas e longas distâncias (transporte feito pelo homem)
- principal forma de disseminação de bactérias a longas distâncias
- transmissão é baixa (<1%), mas em condições favoráveis pode resultar em epidemia
- 12 sementes infectadas com *P. syringae* pv. *phaseolicola* por acre = epidemia geral
- Uma planta infectada c/ *P. syringae* pv. *phaseolicola*, em 16,000 (0,006%) = infecção generalizada da cultura
- *X. campestris* pv. *malvacearum* re-introduzida em campos algodão, ausente p/ 12 anos

Material propagativo como tubérculos, bulbos, rizomas, estacas, gemas e mudas são importantes veículos de disseminação de bactérias

Em espécies arbóreas, frutíferas e ornamentais: maioria das bactérias patogênicas são transmitidas por material de propagação

Exemplo:

. cancro bacteriano em pessegueiro causado por *Pseudomonas syringae* pv *syringae* provocou a morte de 27% e 60% de brotos, no 1º e 2º ano após a enxertia, respectivamente

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

PRÁTICAS CULTURAIS

- Durante as práticas culturais de poda / desbrota / enxertia , colheita seriada bactérias podem ser veiculadas por ferramentas como canivete, tesoura, facão e mesmo a mão do operador em atividades de desbrota, amarração, enxertia

Patógenos vasculares como *Ralstonia solanacearum* e *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* , *Leifsonia xyli* subsp *xyli* podem ser transmitidos efetivamente de plantas infectadas para plantas saudáveis.

- Exemplo: surto epidêmico da morte das pontas da goiabeira (*Erwinia psidii*) em MG por introdução de material vegetal infectado que sofreu diversas podas

DISPERSÃO DE BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

FINAL