

## Bacteriologia: morfologia, sistemática, fisiologia e ecologia

Carvalho, Daniel Diego Costa & Peixoto, Gustavo Henrique Silva. **Bacteriologia: morfologia, sistemática, fisiologia e ecologia**. 1 ed. Ipameri: Universidade Estadual de Goiás, 2018. 13 p. (atualizado em 11 de novembro de 2022).

### 1. Morfologia

São organismos procariotos, unicelulares, cuja célula possui estrutura muito simples quando comparada com eucariotos. Normalmente, as bactérias fitopatogênicos são do tipo bastonete curto, com dimensões variáveis, mas geralmente entre 1,0 – 5,0 µm de comprimento e 0,5 – 1,0 µm de largura. O tamanho da célula varia em função da idade da lesão, composição do meio onde a bactéria é cultivada, idade da colônia e temperatura de incubação.

#### 1.1. Forma das células bacterianas

As bactérias, de acordo com a Figura 1, são do tipo:

- Monococos;
- Bastonetes retos;
- Bastonetes curvados;
- Espirilo;
- Espiroqueta;
- “Micélio”.

1

#### 1.2. Anatomia e morfologia da célula bacteriana

**Pelos (Fímbrias):** Não possuem função motora, no entanto, são semelhantes aos flagelos, porém mais curtos e em maior número. Suas funções são: porta de entrada de material genético durante a conjugação bacteriana, sítios de adsorção de bacteriófagos ou como mecanismo de aderência a superfície do hospedeiro.

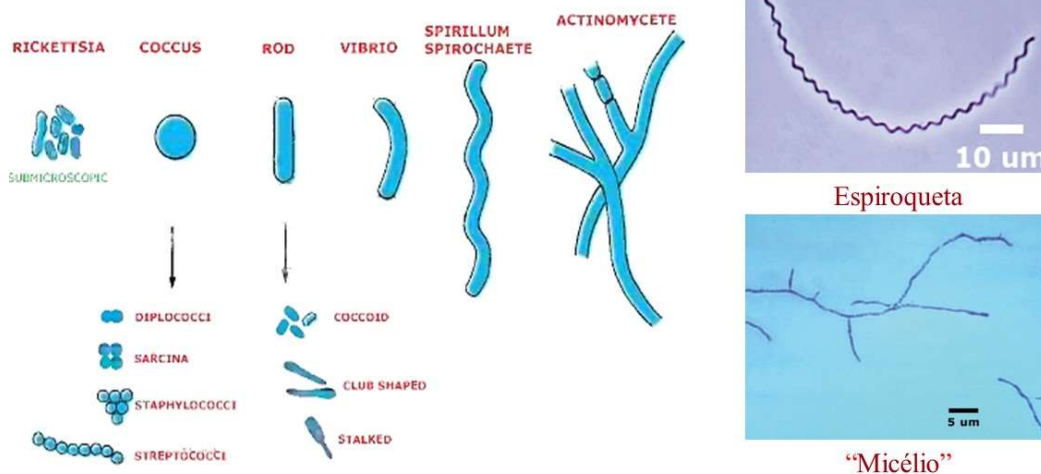


Figura 1. Formato das células bacterianas [Adaptado de JANSE (2006)].

**Cápsula (EPS):** É uma cobertura viscosa formada basicamente por polissacarídeos, protege contra o dessecamento e está associada à virulência de algumas bactérias patogênicas (Figura 2).

**Membrana externa:** Localiza-se externamente à parede celular e faz parte do envelope celular das bactérias gram-negativas. Formada por fosfolipídios, lipopolissacarídeos e vários tipos de proteínas. Suas funções principais são proporcionar canais para difusão passiva de nutrientes ou solutos hidrofílicos, barreira à permeabilidade a algumas substâncias como antibióticos, detergentes e substâncias tóxicas, sítios receptores para bacteriocinas e bacteriófagos, facilitar a formação e a manutenção de pareamento durante a conjugação e dotar a hidrofobicidade à superfície da célula.

**Membrana citoplasmática:** Localiza-se imediatamente abaixo da parede celular, formada por uma camada dupla de lipídios e proteína. Possui importantes propriedades, como o fato de ser impermeável, seletiva, controla a entrada e saída de nutrientes e de escórias para dentro e para fora da célula respectivamente.

**Mesossomo:** Associado com a atividade respiratória, divisão nuclear, formação de septo, formação de esporos e secreção de enzimas hidrolíticas.

**Citoplasma:** Material celular contido dentro da membrana citoplasmática. Possui duas áreas, a nuclear citoplasmática rica em RNA e a área nuclear rica em DNA. As células bacterianas não possuem núcleo típico de células eucarióticas.

**Plasmídeo:** São cadeias circulares duplas de moléculas de DNA capazes de se replicar de forma independente do DNA cromossômico. Contém genes muito importantes e que conferem vantagens seletiva à bactéria, como a resistência a antibiótico, por exemplo.

### 1.3. Tipos de arranjo flagelar

Os flagelos possuem função motora e sua natureza é protéica. Os cocos raramente possuem a estrutura, enquanto é presente em muitos bacilos.

Podem ser: átrica/sem flagelo (*Clavibacter* sp.), monótrica (*Xanthomonas* sp.), lofótrica (*Pseudomonas* sp) e perítrica (*Erwinia* sp.) (Figura 3).

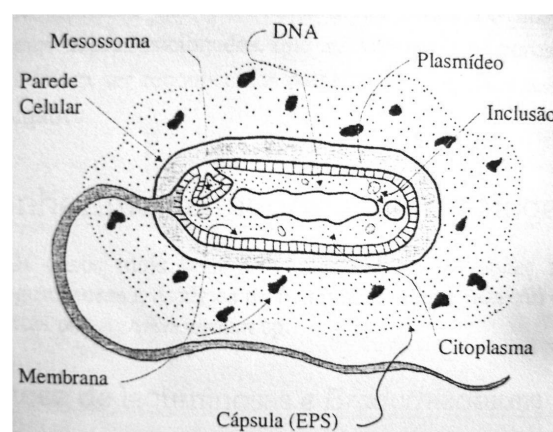
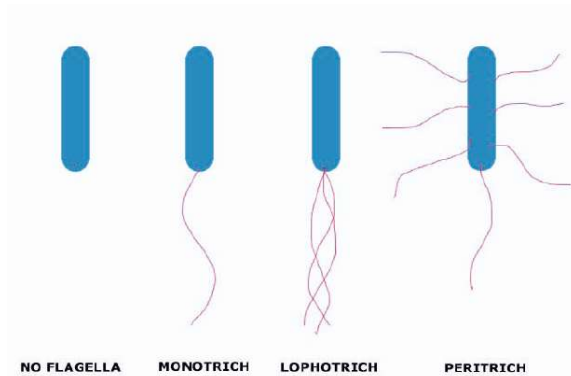


Figura 2. Morfologia da célula bacteriana. (ROMEIRO, 2005)



**Figura 3.** Inserção de flagelos em fitobactérias (JANSE, 2006).

#### 1.4. Peptidoglicano: estrutura em rede

**Parede celular:** Estrutura rígida que protege e dá forma à célula, formada basicamente de peptidoglicano, que é composta por três tipos de unidades: ácido acetilglucosamina (AGA), ácido

acetilmurâmico (AMA) e peptídeo constituído por 4 ou 5 aminoácidos de variedade limitada.

#### 1.5. Diferenças entre bactérias gram-positivas e gram-negativas

**Gram-positiva:** Teor mais elevado de peptídeo-glicano (70-80%), uma camada uniforme, baixo teor de lipídios e proteínas, presença de ácidos teicóicos, menos permeável.

**Gram-negativa:** Teor mais baixo de peptídeo-glicano (10-15%), duas camadas distintas [externa e interna (rígida)], maior teor de lipídios e proteínas, presença de lipopolissacarídeo, mais permeável.

3

## 2. Sistemática

### 2.1 Filo Proteobacteria (Gram-negativa)

Classe Alphaproteobacteria

Ordem Rhizobiales

Família Rhizobiaceae

*Agrobacterium, Rhizobium*

Classe Betaproteobacteria

Ordem Burkholderiales

Família Burkholderiaceae

*Burkholderia, Ralstonia*

Classe Gammaproteobacteria

Ordem Xanthomonadales

Família Xanthomonadaceae

*Xanthomonas, Xylella*

Ordem Pseudomonadales

Família Pseudomonadaceae

*Pseudomonas*

Ordem Enterobacteriales

Família Enterobacteriaceae

*Erwinia, Pectobacterium, Pantoea*

## 2.2. Filo Firmicutes (Gram-positiva)

Classe Bacilli

Ordem Bacillales

Família Bacilliaceae

*Bacillus, Pasteuria*

## 2.3. Filo Tenericutes (- - - - -)

Classe Mollicutes

Ordem Entoplasmatales

Família Spiroplasmataceae

*Spiroplasma*

## 2.4. Filo Actinobacteria (Gram-positiva)

Classe Actinobacteria

Ordem Actinomycetales

Família Microbacteriaceae

*Clavibacter, Curtobacterium*

Família Streptomicetaceae

*Streptomyces*

## 2.4. Nomenclatura

A “International Society for Plant Pathology” determina os nomes oficiais e critérios taxonômicos.

### 2.4.1. Patovar

Para inclusão de uma bactéria na categoria de patovar (pv.) e raça, o critério definido é a sua capacidade de causar doença em hospedeiros específicos, ou seja, patovar é definido em relação à patogenicidade da bactéria a uma determinada espécie do hospedeiro. Como por exemplo:

*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*: agente causal da ‘mancha angular’ no algodoeiro.

*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*: agente causal da ‘pústula bacteriana’ na soja.

Estes patógenos pertencem à mesma espécie bacteriana, porém são diferenciados por serem patogênicos a hospedeiros

distintos, isto é, a morfologia é semelhante, mas a fisiologia é distinta.

### 2.4.2. Raça

Quando se trata de raça, envolve a diferenciação dentro do nível patovar, baseado na patogenicidade da bactéria às variedades ou genótipos pertencentes a uma mesma espécie hospedeira, como por exemplo:

Existem diferentes raças de *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (agente causal da ‘mancha bacteriana’) que causam a doença em diferentes cultivares de tomateiro.

O termo raça é usado para designar variantes de uma espécie fitopatogênica que causam doenças em uma variedade de uma espécie de um hospedeiro, mas não em outra.

### 3. Fisiologia

#### 3.1. Nutrição e metabolismo

Bactérias podem obter energia pela metabolização de compostos químicos (quimiotróficas) ou pela captura da energia solar (fototróficas), sendo que não se conhecem bactérias fitopatogênicas deste último grupo.

As bactérias fitopatogênicas podem ser saprofíticas (Ex.: *Xanthomonas* sp.,

*Erwinia* sp.), podendo ser habitantes do solo ou limitadas ao xilema e floema. Estas últimas, podem ser parasitas de plantas, transmitidas por vetores e de crescimento fastidioso (Ex.: *Xylella fastidiosa*).

Os principais elementos fontes e função na célula bacteriana (Tabela 1), principais tipos nutricionais (Tabela 2) são os aspectos mais importantes sobre nutrição e metabolismo a saber.

**Tabela 1.** Principais elementos, fontes e função na célula bacteriana.

ELEMENTO	% PS	FONTE	FUNÇÃO
Carbono	50	Compostos orgânicos, CO <sub>2</sub>	Principal constituinte da célula
Oxigênio	20	Água, compostos orgânicos, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	Material e água da célula, acceptor de eletrons na respiração celular
Nitrogênio	14	NH <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , compostos orgânicos	Aminoácidos, nucleotídeos do ácido nucleico, coenzimas
Hidrogênio	8	Água, compostos orgânicos, H <sub>2</sub>	Constituintes de compostos orgânicos e água
Fósforo	3	Fosfatos inorgânicos PO <sub>4</sub>	Ácido nucléico, nucleotídeos, fosfolipídeos, LPS, ácido teicóico
Enxofre	1	SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, SO, compostos orgânicos sulfurosos	Cisteína, metionina, várias coenzimas
Magnésio	0,5	Sais de magnésio	Cofator de certas reações enzimáticas, cátion celular inorgânico
Cálcio	0,5	Sais de cálcio	Cátion celular inorgânico, cofator de reações enzimáticas, componente de endósporos
Ferro	0,2	Sais de ferro	Componentes do citocromo, cofator de certas reações enzimáticas

**Tabela 2.** Principais tipos nutricionais de procariontas.

TIPO NUTRICIONAL	FONTE DE ENERGIA	FONTE DE CARBONO	EXEMPLOS
<b>Fotoautotrófico</b>	Luz	CO <sub>2</sub>	Cyanobactéria, bactérias verde e azuis
<b>Fotoheterotrófico</b>	Luz	Compostos orgânicos	Bactérias verde azuis
<b>Quimioautotrófico ou litotróficas (litoautotróficas)</b>	Quebra de compostos inorgânicos, H <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	Poucas bactérias e muitas archaea
<b>Quimioheterotróficas</b>	Quebra de compostos orgânicos	Compostos orgânicos	Maioria das bactérias (fitopatogênicas), poucas archaea

### 3.2. Requerimentos físicos (pH e temperatura)

Neste tópico, o pH (Tabela 3) e classificação quanto a temperatura (Tabela 4) são outros aspectos importantes quando se trata da fisiologia de bactérias.

**Tabela 3.** Classificação em diferentes grupos quanto aos níveis de pH.

GRUPO	PH		
	MÍNIMO	IDEAL	MÁXIMO
<b>ACIDÓFILO</b> Ex: <i>Thiobacillus thiooxidans</i> Ex: <i>Sulfolobus acidocaldarius</i>	0,5 1,0	2,0-2,8 2,0-3,0	4,0 - 6,0 5,0
<b>NEUTRÓFILO</b> Ex: <i>Escherichia coli</i> Ex: <i>Pectobacterium carotovorum</i>	4,4 5,6	7,0 6,0-7,0 7,1	9,0 9,3
<b>AUCALÍFILO</b> Ex: <i>Streptococcus pneumoniae</i> Ex: <i>Nitrobacter spp</i>	6,5 -6,6	>7,0 7,8 7,6-8,6	8,3 10,0

**Tabela 4.** Classificação em diferentes grupos quanto a temperatura.

GRUPO	TEMPERATURA °C		
	MÍNIMA	IDEAL	MÁXIMA
<b>PSICRÓFILO</b>	< 0	10-15	< 20
<b>PSICROTROFILO</b>	0	15	< 25
<b>MESÓFILO</b> Ex: <i>Pseudomonas maltophilia</i> Ex: <i>Staphylococcus aureus</i> Ex: <i>Escherichia coli</i> Fitopatogênicas	10 -15 4,0 10,0 10,0	30 - 40 35 30 -37 37 25-28*	<45 41 45,0 45,0
<b>TERMÓFILO</b> Ex: <i>Thermus aquaticus</i>	45 40	50 - 85 70 - 72	< 100 79

\*Fitopatogênicas: (25-28°C): temperatura ótima para multiplicação.

### 3.3. Relações com o oxigênio livre

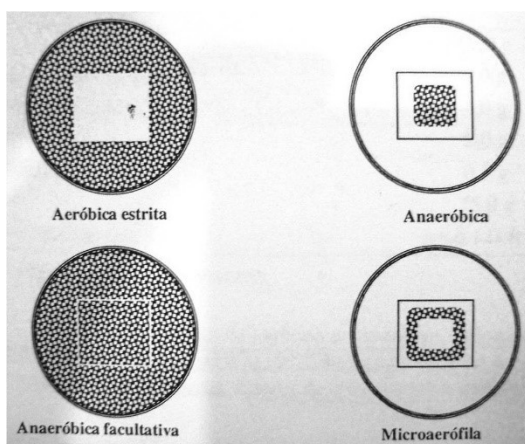
O oxigênio é um elemento considerado essencial a vida, porém, diversos pensamentos limitam-se somente à vida humana, de mamíferos ou de plantas superiores. No entanto, dentre os seres procarióticos existem bactérias que demandam oxigênio e outras que este elemento é tóxico. Além disso, existem

bactérias capazes de degradar formas tóxicas de oxigênio.

Sendo assim, como evidenciado na Figura 4, em relação ao oxigênio livre, as bactérias podem ser classificadas em:

- Aeróbicas estritas:** multiplicam-se somente na presença de O<sub>2</sub>. Não crescem debaixo de uma lamínula adicionada no centro de uma colônia em placa de Petri;

- b) **Anaeróbicas estritas:** incapazes de sobreviver na presença de O<sub>2</sub>. Crescem embaixo da lamínula, porém distante dos bordos;
- c) **Anaeróbicas facultativas:** são capazes de se multiplicar na presença e na ausência de O<sub>2</sub>. Crescem indistintamente tanto embaixo quanto fora da lamínula;
- d) **Microaerófilas:** multiplicam-se somente sob baixas tensões de O<sub>2</sub>. Crescem debaixo da lamínula, porém próxima aos bordos.



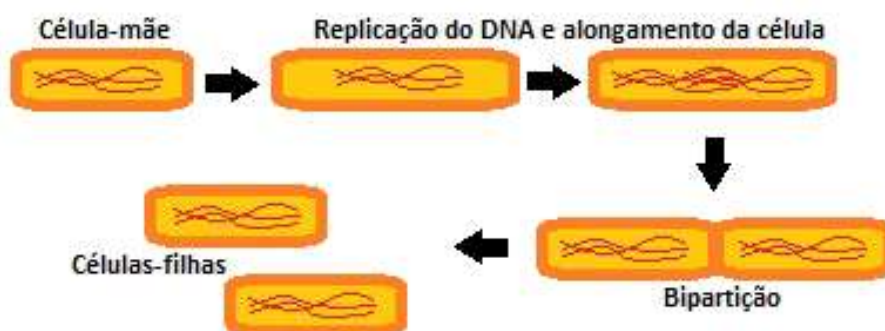
**Figura 4.** Teste simples para estudo das relações com oxigênio livre passíveis de serem exibidas por bactérias. (ROMEIRO, 2005)

### 3.4. Reprodução

#### 3.4.1. Fissão binária ou divisão simples

O crescimento, de maneira generalizada, pode ser definido como um aumento ordenado de todos componentes químicos e, no caso das bactérias, estas crescem e multiplicam-se por um processo não-sexuado e simples, chamado fissão ou divisão simples. Neste processo, uma célula dá origem a duas células filhas idênticas à célula mãe, não ocorrendo assim variabilidade genética. No entanto, é possível que ocorra diversidade genética em caso de mutação ou recombinação, que envolve mecanismos de conjugação, transformação e transdução.

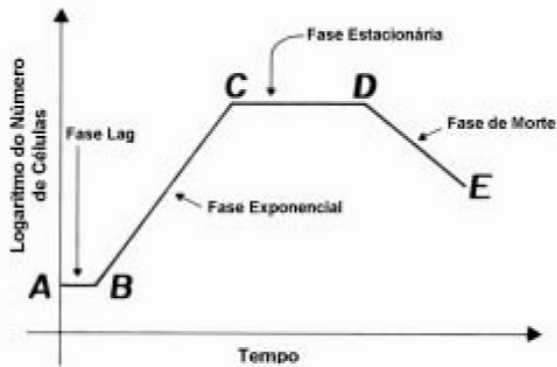
O processo de fissão simples, como mostrado na Figura 5, é dividido em: aumento do volume da célula, devido a formação de novos componentes celulares; duplicação do material genético da bactéria; interiorização da membrana citoplasmática e da parede celular, formando um septo que separa o conteúdo citoplasmático e; bipartição das novas células-filhas.



**Figura 5.** Multiplicação de bactérias por fissão ou divisão simples. (SANTOS, 2018)

### 3.5. Crescimento de uma população bacteriana

Devido à fissão simples, o número de células bacterianas em um meio irá aumentar em progressão geométrica. Para tanto, a dinâmica das populações bacterianas apresentará padrão similar ao de uma curva (Figura 6).



**Figura 6.** Curva típica de crescimento de uma população bacteriana (ROMEIRO, 2005).

Dentro da curva, o comportamento pode ser dividido em diversas fases:

**(AB) Fase lag:** Momento em que a bactéria se adapta às condições de crescimento. Nessa fase, apesar de maduras e fisiologicamente ativas, não há alteração na população, devido ao crescimento populacional ser lento. Nesse período as bactérias procuram se adaptar ao meio, produzir enzimas.

**(BC) Fase logarítmica ou exponencial:** As bactérias se dividem com seu potencial máximo, constantemente e, teoricamente, a população dobra a cada ciclo de geração devido a fissão simples. Nessa fase, há abundância de nutrientes e recursos para a população continuar em desenvolvimento acelerado. O número de células que nascem é maior que o número que morre.

**(CD) Fase estacionária:** Devido à redução de nutrientes, o número de células que nascem é igual ao de células que morrem, resultando em uma população praticamente constante. Além disso, começa a ocorrer o acúmulo de metabólitos tóxicos no meio.

**(DE) Fase de morte ou declínio:** Ocorre redução populacional de maneira exponencial ou logarítmica, pois o número de células que morre é bem superior ao número das que se multiplicam, sendo o inverso da fase log. Isso pode ser explicado pela exaustão de nutrientes do meio e pelo acúmulo de substâncias tóxicas, dificultando cada vez mais a multiplicação.

## 4. Ecologia

### 4.1. Penetração e multiplicação

As bactérias penetram no interior do hospedeiro através de aberturas naturais ou ferimentos, presentes na parte aérea ou subterrânea da planta, pois não possuem capacidade de romper enzimaticamente a cutícula ou a epiderme.

As aberturas naturais as quais podem ocorrer a infecção são principalmente os estômatos, hidatódios, lenticelas e aberturas florais. O estômato possui duas células-guarda e estas possuem diferentes níveis de turgidez, resultando na abertura estomática ou não, e, quando abertos, o espaço do ostíolo é mais do que suficiente para penetração bacteriana.

No caso de ferimentos, sejam estes causados por fatores bióticos ou abióticos, estes podem ser a melhor condição para a entrada de bactérias, pela possibilidade do contato direto com as células e os espaços intercelulares. Tais injúrias podem ser causadas por: podas, desbrotas, tratos culturais, insetos, alongamento de raízes,



intempéries, ressecamento do solo, abscisão de órgãos, fungos, nematoides e outros.

Após estarem no interior das plantas, a multiplicação pode ser feita nos seguintes locais: espaços intercelulares, causando sintomas de manchas, crestamentos, galhas, fasciação e podridão mole; vasos condutores, ocasionando sintomas de murcha, morte dos ponteiros e cancro (Figura 7).

Apesar da confusão entre sintomas bacterianos e outros organismos fitopatogênicos (fungos, nematoides e vírus), é possível definir os principais sintomas, que são: encharcamento, mancha, podridão mole, murcha, hipertrofia, cancro, morte de ponteiros, talo-ôco e canela preta

e, além disso, muitas vezes relata-se a presença de sinais como a liberação de exsudatos.

#### 4.2. Tipos de colonização:

**Localizada:** Ocorre em qualquer órgão da planta, seja na parte aérea ou radicular, causando manchas foliares, podridões radiculares e de frutos e necroses.

**Sistêmica:** Ocorre em invasões nos vasos condutores, e em seguida colonizam o parênquima, fazendo com que os tecidos entrem em colapso e ocasione em profundas alterações fisiológicas na planta, como produção e oxidação de compostos, resultando em necroses vasculares e murchas bacterianas.

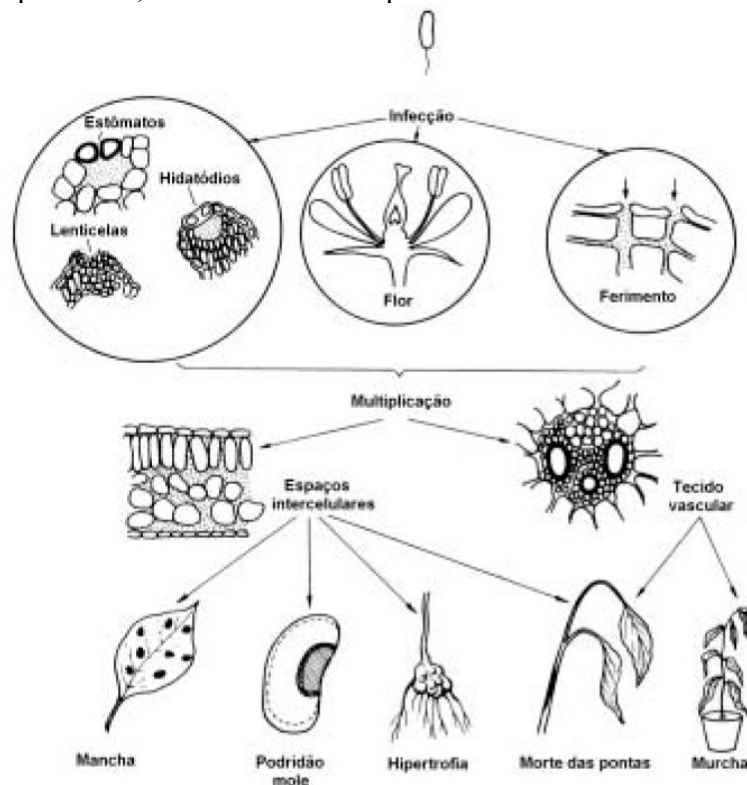


Figura 7. Penetração, multiplicação e sintomas causados por fitobactérias [adaptado de KIRÁLY et al. (1974)].

### 4.3. Sobrevivência

Bactérias fitopatogênicas possuem várias fases durante seu ciclo de vida, e algumas delas possuem relação com a sobrevivência do organismo. Para tanto, as bactérias possuem um ciclo de vida típico (Figura 8), chamado de ciclo de vida generalizado ou ciclo de LEBBEN que pode ser dividido em:

#### 4.3.1. Ciclo de LEBBEN

- a) **Fase patogênica:** A fitobactéria está em estreita e ativa associação com a planta, infectando e colonizando seus tecidos e promovendo a expressão de seus sintomas típicos e específicos. Em plantas anuais, essa fase é a fonte de inóculo para as próximas safras e, para as plantas anuais, é uma fonte contínua de inóculo, pelo menos nas regiões tropicais.
- b) **Fase residente:** Nesta fase do ciclo, são denominadas populações residentes. As bactérias na fase residente são capazes de se multiplicar na superfície de plantas saudáveis, sejam estas culturas agrônomicas ou não, hospedeiras ou não-hospedeiras, sem que haja infecção da planta, sendo fonte de inóculo na ausência da doença.
- c) **Fase latente:** As bactérias fitopatogênicas encontram-se internamente posicionadas no tecido suscetível, no entanto em baixas populações com multiplicação paralisada, sem

que os sintomas tenham sido expressados.

- d) **Fase hipobiótica:** Apesar de pouco estudado, as células bacterianas hipobióticas são mais resistentes a inibidores, a produtos químicos e outras condições não favoráveis ao desenvolvimento. Nesta condição, a célula bacteriana difere-se estrutural e metabolicamente de células normais. Em hipobiose, a célula bacteriana parece ser modificada vagarosa e gradualmente com o envelhecimento das lesões, sendo provavelmente protegida por substância produzida por ela, seja através da planta ou como consequência da interação bactéria-planta. A sobrevivência da bactéria para o próximo ciclo é bastante eficiente nesta fase.
- e) **Fase saprofítica:** A maioria das bactérias fitopatogênicas são não-fastidiosas, que podem ser cultivadas em meios de cultura e são parasitas facultativos, podendo se multiplicar em matéria orgânica.

Além disso, existe a fase endofítica que, apesar de não ser mencionada no ciclo de vida, tem-se constatado que alguns organismos endofitas podem se comportar como patogênico em um hospedeiro e em outros não. A endofitose pode ser considerada como um mecanismo de sobrevivência, pois neste momento a bactéria encontra-se, presumidamente, em uma “posição protegida”.

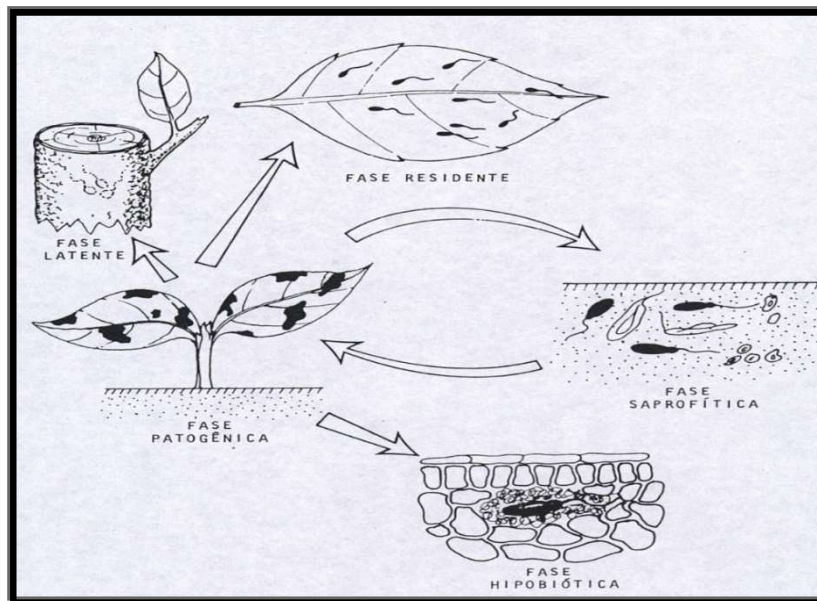


Figura 8. Ciclo de vida generalizado de uma bactéria fitopatogênica (ROMEIRO, 2005).

#### 4.3.2. Sobrevivência em sementes

No que se trata da associação de bactérias em sementes, é possível salientar que isso pode significar não somente a bactéria infectando a semente alojada em seus tecidos como também infestando a semente, ou seja, aderir sem causar infecção. Quando ocorre a infecção, a bactéria está protegida, pois situa-se internamente, ao passo que quando há somente infestação, esta encontra-se posicionada externamente, em uma posição menos protegida e exposta ao ambiente.

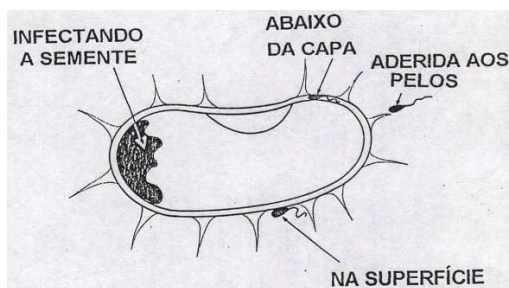
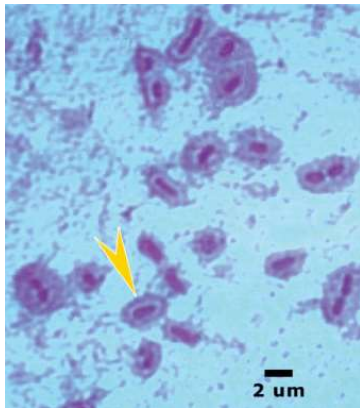


Figura 9. Possibilidades de associação entre bactérias e sementes, infectando-as ou infestando-as (ROMEIRO, 2005).

#### 4.3.3. Sobrevivência através de capsula

A capsula bacteriana tem como principal constituinte o EPS, que é um polissacarídeo de elevado peso molecular e lhe tem sido designada múltiplas funções, sendo a principal a sobrevivência. Sob tal condição, as capsulas protegem células bacterianas contra condições adversas do meio, como dessecação, choques bruscos de temperatura, radiações, alterações no pH, infecção por bacteriófagos, alguns produtos químicos e antibióticos, entre outros (Figura 10). Porém, muitas vezes a capsula bacteriana pode não ser essencial à vida bacteriana quando esta se encontra em condições favoráveis ao desenvolvimento.



**Figura 10.** Capsula bacteriana indicada pela seta em *Klebsiella pneumoniae* (JANSE, 2006).

#### 4.3.4. Sobrevivência devido a produção de endósporos

Apesar da maioria das espécies não formar endósporos existem algumas bactérias que possuem esta capacidade. Considera-se que os endósporos são as estruturas de resistência mais eficientes produzidas por um ser vivo, como acontece para *Bacillus* e *Pasteuria* (Figura 11).



**Figura 11.** Endósporo em célula bacteriana (JANSE, 2006).

#### 4.3.5. Hospedeiros alternativos

Ainda há a possibilidade de muitas fitobactérias se desenvolverem em associação com hospedeiros alternativos, como *Xanthomonas campestris* pv. *Mangiferae indicae* e *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, que podem sobreviver em associação com

plantas hospedeiras e também não-hospedeiras, como plantas invasoras. É possível que *Ralstonia solanacearum* sobreviva em associação com raízes aquáticas de *Solanum dulcamara*.

#### 4.4. Disseminação

A disseminação do patógeno pode se dar por diversas vias, como:

##### 4.4.1. Chuva e vento

São importantes agentes de disseminação de bactérias fitopatogênicas a curtas distâncias. O vento, individualmente, não possui capacidade de difusão das bactérias, necessitando assim de combinação com a chuva. A chuva tem capacidade de redistribuição do inóculo na planta. Quando ocorrem respingos e escorrimentos, estes rompem aglomerados de bactérias junto ao impacto da gota, formando inúmeras gotículas que contém células fitobacterianas suspensas no ar. A partir disso, o vento carrega essas gotículas para órgãos da mesma planta ou adjacentes. Como exemplo, é possível citar *Pectobacterium carotovorum*.

##### 4.4.2. Máquinas, implementos e tratos culturais

Acontece em curtas distâncias, podendo ser muitas vezes por descuido, o agricultor pode se tornar um agente de disseminação ao tentar executar tratos culturais necessários a planta, como podas, recepas e desbrotas. Sem os devidos cuidados, os instrumentos utilizados atuam ao mesmo tempo como agentes de inoculação (causando ferimentos) e também de disseminação (transportando inóculo).

#### 4.4.3. Insetos

São típicos disseminadores de fitobacterioses a curtas distâncias, uma vez que não se espera que eles tenham autonomia de voo suficiente para visitar e alimentar em plantas situadas em regiões diferentes. Podem atuar como: agente de inoculação, causando injúrias a planta ao se alimentarem; ou como agentes de disseminação, transportando células bacterianas viáveis e com potencial infectivo. Por exemplo, é possível relatar a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*, como vetor de *Spiroplasma kunkelii*, agente causal do enfezamento no milho.

#### 4.4.4. Sementes infectadas

As sementes são consideradas importantes veículos de difusão de fitobactérias a longas distâncias, principalmente por permanecerem viáveis por um período elevado. As bactérias não têm que necessariamente estar infestando ou infectando, em diversos casos ambos eventos podem ocorrer simultaneamente.

Como não é possível conhecer com exatidão se a fitobactéria está infectando ou infestando a semente, se o patógeno se localiza interna ou externamente, é prudente relacionar a bactéria com determinado lote de sementes. O êxito de uma bactéria associada a semente em infectar plantas é em função de sua localização na semente, da anatomia e tipo de germinação da semente e também das capacidades intrínsecas do patógeno. Para tanto, é possível citar *X. axonopodis* pv. *malvacearum*, que pode estar presente em sementes de algodão.

#### 4.4.5. Material propagativo infectado

A longas distâncias também podem ser disseminadas bactérias através da comercialização ou doação para regiões distintas de quaisquer tipos de material propagativo já previamente contaminado. Por isso, quando se notou a possibilidade de disseminação de doenças através do transporte de material infectado, foram estabelecidos procedimentos quarentenários e de fiscalização para regular o deslocamento de plantas e seus órgãos minimizando riscos, como por exemplo, barreiras sanitárias estaduais. É possível citar nesse caso a espécie *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, que pode estar presente em material propagativo de batata.

### 5. Referências

- BLUM, L.E.B.; CARES, J.E.; UESUGI, C.H. (Eds.) **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. 1. ed, 2º tiragem. Brasília. Otimismo, 2007. 265p.
- JANSE, J.D. **Phytobacteriology: principles and practice**. Cambridge: CABI Publishing, USA, 2006, 366p.
- KIRÁLY, X.; KLEMENT, Z.; SOLYMOSY, F.; VÖRÖS, J. **Methods in plant pathology**. Elsevier: Amsterdam, 1974. 509p.
- ROMEIRO, R.S. **Bactérias Fitopatogênicas**. 2ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 417p.
- SANTOS, V.S. “O que é cissiparidade?”. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-cissiparidade.htm>>. Acesso em 19 de abril de 2018