

Leon Rabinovitch e Adriana Marcos Vivoni

Bacillus e o *Bacillus cereus* com suas facetas como bactérias esporuladas Gram-positivas

O gênero *Bacillus* forma um grupo de bactérias em geral Gram-positivas, com diversas características fisiológicas e genéticas.

O gênero *Bacillus* forma um grupo de bactérias em geral Gram-positivas, com diversas características fisiológicas e genéticas. Esse gênero é integrado por bactérias de importância ambiental que são, na sua maioria, não patogênicas, e cujo habitat principal é o solo. A característica mais marcante do gênero é a capacidade de esporulação.

Nesse processo, as células bacterianas, quando em condições específicas, em geral desfavoráveis, desenvolvem um ciclo de esporulação típico de *Bacillus* e gêneros correlatos, no qual são formados esporos bacterianos que não exibem atividade metabólica e que representam uma fase altamente resistente contra um ambiente adverso. Sendo assim, a bactéria consegue permanecer em um estado de “dormência” até que o ambiente torne-se novamente favorável. Quando isso acontece, esses esporos germinam para gerar células bacterianas ativas e com capacidade de multiplicação.

No solo, onde se encontram centenas de espécies de bactérias capazes de esporulação, os esporos conferem a esse grupo microbiano a propriedade de permanecer coletivamente subsistindo nesse ambiente, principalmente em solos adubados em que podem ser encontrados 1.012 esporos viáveis por grama. Quando partículas do solo (poeiras) são levadas pelo vento, ocorre a disseminação de um grande número de espécies de esporulados, o que faz com

que eles apareçam em diferentes tipos de alimentos, principalmente, em sementes e farinhas amiláceas originárias de sementes, ou mesmo em folhas de vegetais e cascas de legumes.

Características como a resistência dos esporos e a diversidade fisiológica das células fazem com que as bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* sejam consideradas ubíquas, podendo ser isoladas de diversos ambientes, além do solo, tais como a água, gêneros alimentícios e espécimes clínicos. Os componentes do gênero *Bacillus* são colocados nesse grupo por meio da análise de várias características celulares. A primeira delas, já discutida, é a capacidade de esporulação. Em seguida, temos as características metabólicas: bactérias deste gênero são aeróbicas (utilizam oxigênio no seu metabolismo) ou aeróbicas facultativas, porém, algumas espécies são descritas como estritamente aeróbicas. O metabolismo pode ser respiratório, fermentativo ou ambos, usando vários substratos, orgânicos e inorgânicos. Outra característica importante quando queremos determinar a qual espécie um *Bacillus* pertence é a forma e o tamanho da célula, medido por meio de sua observação ao microscópio. Os “grandes *Bacillus*” são assim chamados pelo tamanho das formas celulares vegetativas, que possuem pelo menos 1 micrômetro de largura.

Dentro do gênero *Bacillus* tem-se o que é denominado de “grupo do *Bacillus cereus*” ou *B. cereus lato sensu*. Esses termos se referem a um grupo de espécies que apresenta grande similaridade genética e é composto por sete espécies: *B. cereus*, *B. thuringiensis*, *B. anthracis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. weihenstephanensis* e *B. cytotoxicus*.



No *B. cereus lato sensu*, são três espécies principais, de maior relevância e importância histórica: *B. cereus*, um reconhecido patógeno de origem alimentar capaz de causar emese e/ou, diarreia; *B. thuringiensis*, um entomopatógeno clássico com uma ampla gama de atuação em insetos, mas considerado não patogênico para homens e animais; e *B. anthracis*, o temido agente do Anthrax ou carbúnculo hemático, que ganhou grande visibilidade após os ataques terroristas que sucederam o 11 de setembro de 2001.

Atualmente, há uma grande discussão entre os taxonomistas com relação às espécies que integram o grupo do *B. cereus*. Entre as sete espécies já citadas anteriormente, há uma enorme similaridade genética. Essa similaridade é ainda mais acentuada quando consideramos as três principais espécies do grupo (*B. cereus*, *B. thuringiensis* e *B. anthracis*). Isso serve como base para o pensamento de que essas sete espécies devam ser consideradas como subespécies de *B. cereus*.

No entanto, as características tão distintas e tão marcantes apresentadas por cada uma dessas espécies, bem como fatores

históricos, são argumentos usados para mantê-las como espécies separadas, a despeito das semelhanças genéticas que ficaram evidentes com o advento e a aplicação de técnicas moleculares na taxonomia de microrganismos.

Falaremos aqui sobre a espécie *B. cereus*, também chamada de *B. cereus stricto sensu*, que é uma bactéria amplamente encontrada na natureza, sobretudo, no solo. Originalmente descrito como um organismo mesófilo, esta espécie multiplica-se bem na faixa entre 10°C a 50°C, sendo que a temperatura ótima de crescimento está entre 28°C a 35°C. Entretanto, já foram identificadas estirpes psicrotólicas e termodúricas capazes de se multiplicar na faixa entre 3°C e 75°C. Os mecanismos de adaptação de *B. cereus* às condições ambientais são diversos e contribuem para sua sobrevivência e disseminação no ambiente.

As células de *B. cereus* apresentam motilidade por meio de flagelos que se distribuem ao redor de toda a célula bacteriana, e seus esporos são termorresistentes, podendo sobreviver aos processamentos térmicos utilizados como sanitização, principalmente na indústria de alimentos. Os

endósporos de *B. cereus* são resistentes às condições ambientais extremas, tais como altas temperaturas e desidratação, ambos os processos utilizados na indústria alimentícia como formas de conservação. Quando a condição é favorável, os esporos podem germinar e se multiplicar nos alimentos. Grande parte das linhagens de *B. cereus* sintetiza uma ampla variedade de metabólitos extracelulares, incluindo enzimas proteolíticas, que podem ocasionar a deterioração de alimentos, causando prejuízos, principalmente, na indústria de laticínios e afins. Nos últimos anos, os surtos de gastroenterites de origem alimentar relacionados ao microrganismo têm adquirido elevada importância, sobretudo, nos países industrializados.



No portfólio da quantiQ o mercado encontra uma nova opção para celulose microcristalina.

A quantiQ é referência em distribuição de produtos químicos no Brasil e está sempre em busca de soluções de qualidade para a indústria farmacêutica. Em parceria com a nova representada, Sigachi Industries, traz para seu portfólio uma nova opção de celulose microcristalina, excipiente amplamente utilizado no mercado.

Solicite uma amostra.

Conheça as representadas quantiQ:

Ajinomoto • Aminoscience • Alchymars • BTP Pharma • Cadila
CP Kelco • Dasan • Eastman • Emerald Kalama • FACI • Hangzhou Coben
Ingredion • Lake Chemicals • Linaria • RT Vanderbilt • Sigachi • Trifarma
Shandong Xinhua • Virchows • VUAB Pharma • Wacker • Zhejiang

Contatos:

(11) 2195-9156 e (11) 2195-9221

farma@quantiq.com.br

www.quantiq.com.br



AFRICAZERO


SIGACHI[®]
Experience Excellence.

quantiQ

Nossa química vai além da química.



Entre as enzimas que desempenham um papel importante na virulência da espécie, bem como na deterioração de diferentes gêneros alimentícios, podemos citar: proteases, fosfolipases, lecitinasases, amilases, colagenases e lipases.

Além disso, esse microrganismo pode ser capaz de produzir uma variedade de exotoxinas, as quais são responsáveis pela patogênese e a maioria das manifestações clínicas causadas pela espécie. As doenças alimentares relacionadas ao *B. cereus* manifestam-se, classicamente, sob duas formas clínicas: a síndrome diarreica e a síndrome emética.

A síndrome diarreica é uma intoxicação alimentar causada pela ingestão de alimentos contaminados com populações de aproximadamente 10⁵ a 10⁸ células viáveis ou esporos por grama ou mililitro. Essas células irão produzir enterotoxinas proteicas no intestino delgado, após a ingestão o que ocasiona os sintomas característicos. Os alimentos mais frequentemente contaminados incluem produtos à base de farinhas amiláceas, carnes, sopas vegetais, pudins e molhos, leite e produtos lácteos. Na maioria dos casos, os sintomas manifestam-se após 12 horas do consumo do alimento contaminado, com um período de incubação compreendido de 8 a 16 horas, e incluem dores abdominais, diarreia aquosa (ou sanguinolenta) e, ocasionalmente, náuseas e vômitos.

Atualmente, entende-se que a doença alimentar do tipo diarreico atribuído ao *B. cereus* é causada por várias enterotoxinas termolábeis, tais como a hemolisina BL (HBL), a enterotoxina não hemolítica (NHE) e a citotoxina K (CytK).

A síndrome emética é uma intoxicação alimentar atribuída a uma toxina pré-formada no alimento, a cereulida, um polipeptídeo cíclico termoestável sintetizado por uma enzima codificada no gene *ces*. Esta toxina liga-se aos receptores do nervo vago aferente induzindo o quadro emético caracterizado por ocorrência de náuseas e

vômito (que podem ser seguidos de diarreia), geralmente, duas horas após o consumo do alimento contaminado, com um curto período de incubação de 30 minutos a 6 horas. Ao estimular o nervo vago, ela inibe a oxidação dos ácidos graxos pelas mitocôndrias hepáticas, provocando lesões reversíveis nas células do fígado.


Além das doenças de origem alimentar, o *B. cereus* pode causar algumas infecções sistêmicas e locais, como septicemia, meningite, pneumonia, endocardite e infecções necrosantes. Essas infecções são pouco frequentes e, geralmente, estão associadas à produção de hemolisinas, cereolisina e fosfolipases pelo microrganismo, as quais podem causar danos extensos nos tecidos e necrose em órgãos viscerais. Além de um importante patógeno alimentar, *B. cereus* também pode estar presente no ambiente hospitalar em que se apresenta como um patógeno nosocomial oportunista. Fômites, sistemas de ventilação e roupas de cama são algumas das fontes de transmissão documentadas de surtos em unidades de terapia intensiva.

A presença de dispositivos invasivos, tais como cateteres intravenosos e umbilicais, sondas urinárias, além de válvulas cardíacas e marcapassos, predispõem à contaminação pelo bacilo, pois ele forma biofilmes que aderem facilmente a esses dispositivos, podendo causar infecção crônica persistente.

A partir do biofilme pré-formado, as células de *B. cereus* podem ser liberadas periodicamente na corrente sanguínea, se dispersando para órgãos distantes e causando bacteremia. Entretanto, a espécie é sensível às Tetraciclina e, melhor ainda, ao cloridrato de Ciprofloxacina.

Como podemos ver, *B. cereus* é uma bactéria de muitas faces e bastante versátil. Diferenças extremamente diminutas no material genético das células podem originar um espectro de diferentes estirpes, que podem variar desde saprófitos, com um potencial patogênico muito baixo, a cepas altamente patogênicas com grande potencial emético, o que podem, inclusive, levar ao óbito, ou cepas invasivas capazes de causar danos extensos aos tecidos do hospedeiro.

No entanto, um outro lado também está presente nessa bactéria. Algumas estirpes apresentam potencial de exploração industrial, como na produção de Probióticos e também na produção em larga escala de enzimas para utilização em processos industriais.

Toda essa diversidade de fatores faz do *B. cereus* um objeto de estudo interessantíssimo e que, certamente, continuará sendo alvo de pesquisas e estudos por um longo tempo, uma vez que muitos ainda são os aspectos sobre a biologia, genética, patogenicidade e taxonomia dessa espécie que aguardam para serem elucidados. 

.....
Leon Rabinovitch é PhD, membro da Academia Nacional de Farmácia, Laboratório de Fisiologia Bacteriana do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (MS).

E-mail: leon@ioc.fiocruz.br

.....
Adriana Marcos Vivoni é PhD, Laboratório de Fisiologia Bacteriana do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (MS).