

## Uso de Probióticos na alimentação de Suínos

### Use of Probiotics in Feeding Pigs

Bruna Kuhn Gomes<sup>1\*</sup>, Naiana Einhardt Manzke<sup>2</sup>, Gabriela Ceratti Hoch<sup>3</sup>, Eduardo Gonçalves Xavier<sup>2</sup>, Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil;

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Brasil;

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa, Brasil;

<sup>4</sup>Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Brasil;

**Resumo:** Com o aumento da exigência dos consumidores por um produto de qualidade se tornou necessário intensificar os meios de produção, os quais vêm se aperfeiçoando com o intuito de aumentar cada vez mais a produção e o retorno econômico. Dessa forma, várias substâncias são utilizadas como melhoradores da absorção nas dietas de aves e suínos, sendo que o maior grupo refere-se aos antibióticos. Porém, com o uso indiscriminado de antibióticos, começaram a surgir movimentos para o seu banimento em dosagem sub terapêutica nas dietas dos animais, tendo como bandeira a criação de microrganismos resistentes. O uso de probióticos visa, igualmente, obter o máximo desempenho produtivo animal, com o diferencial de disponibilizar ao mercado um produto final saudável sem representar riscos à saúde do consumidor. Diferentes bactérias são utilizadas como probióticos na produção animal e a importância de avaliar cada uma se dá pelo fato de que a eficácia do probiótico é estritamente dependente da quantidade e características das linhagens do microrganismo utilizado na elaboração do produto. Esta revisão aborda os principais probióticos utilizados na alimentação de suínos, seu mecanismo de ação, colonização bacteriana intestinal e o desempenho animal.

**Abstract:** With the increase in the demand of consumers for a quality product it has become necessary to intensify the means of production, which have been perfected in order to increase production and economic return more and more. Thus, several substances are used as absorption enhancers in poultry and pork diets, with the largest group being antibiotics. However, with the indiscriminate use of antibiotics, movements began to emerge in sub-therapeutic dosage in

the diets of the animals, having as flag the creation of resistant microorganisms. The use of probiotics also aims to obtain the maximum productive animal performance, with the differential of making available to the market a healthy final product without representing risks to consumer health. This review addresses the main probiotics used in pig feeding, its mechanism of action, intestinal bacterial colonization and the performance of these animals.

\*Correspondência: brunacrisgomes@gmail.com

### Introdução

A produção mundial de carnes deve atingir patamar recorde e acima de 260 milhões de toneladas no ano de 2017, o crescimento médio anual da produção de carnes no mundo é cerca de 2,1%, sendo a carne suína a fonte de proteína animal mais produzida e consumida, representando 37% do total (FAO, 2017- dados mais recentes!). Em 2013, 113 milhões de toneladas de carne suína foram consumidas mundialmente, sendo aproximadamente 50% deste total produzido na China. Esse consumo possui ainda maior potencial de crescimento, não apenas devido ao aumento populacional, mas também em função de ações de promoção da carne suína junto a consumidores e redes de varejo, busca de padrões de qualidade, valor nutricional, desenvolvimento de cortes especiais e investimentos em linhas de corte e em logística de frio. Além disso, há facilidade de transformação da carne em diversos derivados e formas, como fresca, processada e curada. Produtos derivados de carne suína, como patas e pele também são usados extensivamente em muitos pratos tradicionais culturais (Ockerman e Basu, 2014).

A partir do final dos anos 90 a demanda pela carne suína e seus derivados começou a aumentar, provocado, principalmente, pela queda dos preços e também por meio de um fundo de promoção e divulgação, mostrando os benefícios do consumo de suíno e eliminando o mito de ser uma carne que faz mal à saúde. A indústria de suínos tornou-se mais eficiente no custo de produção por meio de melhoramentos genéticos, de inovação tecnológica e maior capacidade de produção. Os cortes são mais magros, com menor teor de calorias e colesterol em relação as aves caipiras e de corte (Gebert et al., 2010).

No entanto, como qualquer outra produção pecuária, a indústria de suínos tem enfrentado desafios que podem afetar negativamente a produção. O novo regulamento antimicrobiano, por exemplo, visa proibir a administração de antimicrobianos como promotores de crescimento, que é uma prática generalizada na cadeia da produção, a fim de aumentar a taxa de crescimento, melhorar a conversão alimentar e prevenir surtos de doenças, tornando a produção animal mais eficiente e reduzindo os custos de produção (FDA, 2014). O uso indiscriminado de antimicrobianos tem sido associado ao desenvolvimento de resistência, tanto em animais quanto em humanos (Ockerman e Basu, 2014). Além disso, as exigências dos consumidores, quanto à qualidade dos alimentos de origem animal e a forma com que são produzidos, têm causado profundo impacto na produção animal em todo o mundo e, como consequência, na legislação que a regulamenta. Devido a isso, começaram a surgir movimentos para o seu banimento em dosagem subterapêutica nas dietas dos animais (Marshall e Levy, 2011; Bertechini et al., 2012).

Assim, muitos produtores estão buscando alternativas para a utilização de agentes antimicrobianos e de promotores de crescimento, uma vez que a nova regulamentação pode afetar consideravelmente a indústria e gerar consequências negativas para o mercado de exportação de carne. Uma das alternativas atuais é a inclusão de probióticos na dieta, visando melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal do animal, aumentar a imunidade, melhorar o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça (Krehbiel et al., 2014).

Probióticos são misturas de bactérias e/ou leveduras vivas fornecidas por meio das dietas com o objetivo de estabelecer uma microflora desejada para competir com bactérias prejudiciais no intestino. A ação desses microrganismos parece ser por meio de inibição competitiva, principalmente de *E. coli* e *Salmonelas*, ou alteração do pH intestinal, por meio da formação de lactato, favorecendo o

desenvolvimento daqueles microrganismos que auxiliam o hospedeiro, promovendo aumento de ganho de peso e melhora da eficiência alimentar (Pupa, 2008).

### **História dos probióticos**

Desde os tempos antigos, os seres humanos têm consumido probióticos através de alimentos fermentados. A fermentação é uma técnica de preservação tradicional que melhora o sabor dos alimentos, textura e cor (Chelule et al., 2010). Além de adicionar atributos sensoriais ao alimento, os microrganismos fermentados são considerados promotores de saúde devido a seus efeitos positivos sobre a microbiota intestinal e estado geral dos animais. Estudos iniciais sugeriram que as espécies de lactobacilos e bifidobactérias podem inibir a atividade microbiana patogênica, diminuindo a degradação e, assim, prevenindo a infecção intestinal (Metchnikoff, 1907).

O termo probiótico foi provavelmente usado pela primeira vez em 1954 por Vergio quando descreveu Probiotika como uma substância benéfica para os microrganismos intestinais. Em 1989, Fuller definiu probiótico como "um suplemento alimentar microbiano vivo, que afeta benéficamente o hospedeiro animal, melhorando o equilíbrio microbiano intestinal".

Nos Estados Unidos, em 1989, o Food and Drug Administration (FDA) determinou uso do termo direct-fed microbial (DFM) em lugar de probiótico. O direct-fed microbial é regulado pelo Centro de Medicina Veterinária do FDA como alimento; os microrganismos administrados aos animais são definidos e especificados, sendo listados pela American Association of Feed Control Officials (AAFCO) (FDA, 2014). No Brasil utiliza-se ainda o termo probiótico, que pode ser definido como cepas de microrganismos vivos e viáveis, que agem como auxiliares na recomposição da microbiota do trato digestório dos animais, diminuindo o número dos microrganismos patogênicos ou indesejáveis (FDA, 2014).

Além dos benefícios potenciais dos probióticos, várias perguntas sobre os seus mecanismos de ação ainda não foram totalmente respondidas. Além disso, os benefícios nem sempre são consistentes, estimulando os cientistas a explicar estas variações extensivamente por meio de estudos.

### **Principais microrganismos utilizados como probióticos na dieta dos suínos**

Probióticos são formados por microrganismos vivos que melhoram a condição de saúde do animal e o seu



quando demonstrou-se que as células vegetativas de *Bacillus subtilis* poderiam ser detectadas no intestino delgado de ratos após terem recebido uma dose oral de esporos. Esta germinação de esporos também foi observada nos tratos gastrintestinal de suínos, usando a análise de citometria de fluxo (Casula e Cutting, 2002; Tam et al., 2006).

A associação de probióticos pode ser benéfica ao desempenho de suínos, devido ao probiótico determinar maior digestibilidade dos nutrientes, pois estes microrganismos competem com os sítios de ligação de microrganismos indesejáveis. Silva et al. (2006), avaliaram o uso de *Bacillus subtilis* associado à bactéria ácido láctica *Pediococcus acidilactici* e detectaram melhora na conversão alimentar de leitões desmamados em relação ao controle negativo. Citar sobre algum trabalho sobre melhora de digestibilidade!

### ***Bacillus cereus***

*Bacillus cereus* foi originalmente descrito como um organismo mesófilo, crescendo entre 10 e 50°C mas com uma temperatura ótima variando de 35 a 40°C. A palavra bacilo significa pequena haste, e *ceruus* pode ser traduzida do latim como cera pequena. O nome reflete a morfologia facilmente reconhecível de *B. cereus* quando vista no microscópio ou em placas de ágar de sangue. *Bacillus cereus* é, portanto, uma grande (1,0-1,2 µm por 3,0-5,0 µm) bactéria gram-positiva em forma de bastonete, que cresce no meio de ágar comum a grandes colônias (3-8 mm de diâmetro) com um chão de vidro bastante plano, acinzentado, e aparência muitas vezes com bordas irregulares. Em ágar sangue, as colônias são cercadas por zonas de β-hemólise, o tamanho das quais é frequentemente grande, mas que pode variar dependendo das condições de cultura (Kotiranta et al., 2000).

A bactéria é descrita como sendo presente na natureza e pode ser encontrada em muitos tipos de solos, sedimentos, poeira e plantas (Schoeni e Wong, 2005). O interesse pela ecologia desta bactéria estimulou um estudo mostrando que ela pode germinar, crescer e esporular no solo, demonstrando assim um ciclo de vida saprófita (Vilain et al., 2006).

Em adição a um ciclo de vida completo em solo, onde é ricamente presente, *B. cereus* também está adaptado para um estilo de vida em um hospedeiro, como um agente patogênico ou talvez como uma parte da flora intestinal, bem como para o crescimento nos alimentos. A possível adaptação de *B. cereus* ao ambiente do intestino animal poderia ser a base de seu efeito probiótico proposto. No entanto, certas cepas produtoras de quantidades insignificantes de

toxina a 37°C foram aprovadas para uso probiótico pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (Hong et al., 2005).

Em estudo realizado por Budiño et al. (2005), foi demonstrado maior prevenção no aumento de bactérias patogênicas e melhores resultados de desempenho em leitões recebendo *Bacillus cereus* na dieta.

### ***Bacillus licheniformis***

Este microorganismo está amplamente distribuído na natureza, sendo uma bactéria do solo, encontrada principalmente em associação com plantas e materiais de plantas, bem como próxima a este local pela alta resistência de seus endósporos, que são disseminados pela poeira (Veith et al., 2004).

Quando combinado com outras bactérias probióticas, *Bacillus licheniformis* pode agir benéficamente no sistema digestório. Este probiótico é capaz de formar um esporo de proteção em torno de si, quando as condições são pobres para a sua sobrevivência, sendo capaz de sobreviver às condições adversas do trato gastrintestinal e alcançar os intestinos (Azarin et al., 2015).

Utiyama et al. (2006) avaliaram o uso de *B. licheniformis* na dieta de leitões desmamados e observaram aumento do ganho diário de peso desses animais.

### ***Bacillus amyloliquefaciens***

*Bacillus amyloliquefaciens* é uma espécie de *Bacillus* que é ativa em baixas concentrações e que produz várias enzimas extracelulares, incluindo α-amilases, celulase e proteases, que melhoram a digestibilidade e absorção de nutrientes, melhorando também a função imunitária de todo o trato gastrintestinal. Além disso, as bacteriocinas produzidas pelo *Bacillus amyloliquefaciens* têm efeitos bactericidas contra a produção de *Clostridium perfringens* e *Escherlichia coli* (Ahmed et al., 2014).

Estudos (quais estudos? Só houve a citação de An et al., 2008) demonstraram aumento na absorção de nutrientes, melhor desempenho produtivo, aumento no título de anticorpos e maior equilíbrio na microflora intestinal em leitões recebendo uma dieta suplementada com *B. amyloliquefaciens* (An et al., 2008, Ji et al., 2013).

### **Colonização bacteriana intestinal nos suínos**

Os suínos possuem o trato gastrintestinal estéril quando nascem, porém é rapidamente colonizado por bactérias nos primeiros dias de vida. O tipo e proliferação destes microrganismos depende de diversos fatores, tais como pH, disponibilidade de oxigênio e

nutrientes no ambiente intestinal, bem como idade dos animais, dieta e condições de saúde dos mesmos (Mori et al., 2011).

A colonização bacteriana do intestino é essencial para muitos processos fisiológicos normais, como a construção da barreira epitelial intestinal, melhorando o desenvolvimento do trato, ocorrendo melhor absorção de nutrientes, e conseqüentemente desenvolvendo o sistema imunitário para a defesa contra agentes patogênicos (Hooper et al., 2002; Sansonetti, 2004).

A contribuição da microbiota residente do trato gastrointestinal em relação à resistência da colonização patogênica pode ser realizada através de múltiplos fatores. Dentre eles, as bactérias patogênicas devem competir com a flora microbiana residente por espaço, nutrientes e receptores do hospedeiro. Além disso, o metabolismo microbiano de alguns produtos, como probióticos, exerce um efeito inibidor sobre uma série de microrganismos patogênicos gram-negativos (Alakomi et al., 2000; Servin, 2004; Gomes et al., 2006).

Com o desenvolvimento do animal, as populações microbianas são renovadas e substituídas por outras mais estáveis, sendo que a adição de alimentos ou outros produtos, como os probióticos, desde o início da vida do leitão, pode contribuir para o sucesso da estabilização da microbiota (Chortesy et al., 2007). Essa microbiota é composta principalmente por bactérias benéficas, sendo comumente encontradas no trato gastrointestinal dos suínos: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacterioide*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* e outras bactérias ácido-lácticas. Existem mais de 500 espécies de bactérias na microbiota, em contagens que chegam a  $10^{12}$  células por grama de fezes, sendo que a relação entre bactérias e células do hospedeiro pode chegar a 10:1 (González et al., 2011).

### **Mecanismo de ação dos probióticos**

Os suínos, assim como outros animais de produção, são submetidos a um ambiente altamente estressante, desafiando a sua homeostase e, conseqüentemente, o seu desempenho zootécnico, sendo que a primeira barreira contra potenciais fatores de doenças é o trato gastrointestinal. Ainda de acordo com esses pesquisadores, a dieta incluindo probióticos melhora o equilíbrio da microbiota intestinal, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas, melhorando o desempenho produtivo e até mesmo o “*status*” sanitário do ambiente (Azarin et al., 2015).

O mecanismo de ação dos probióticos ainda não está inteiramente elucidado, mas alguns

estudos indicam que os probióticos podem exercer seus efeitos desenvolvendo um ambiente favorável para bactérias benéficas, aumentando a exclusão de patógenos, promovendo exclusão competitiva de microrganismos patogênicos, produzindo substâncias antimicrobianas e alterando o pH (Buriti, 2005; Morais e Jacob, 2006).

### **Desenvolvimento de um ambiente desfavorável para patógenos**

O ambiente intestinal é de fundamental importância para a sobrevivência das bactérias. Antimicrobianos e promotores de crescimento normalmente perturbam a defesa do intestino, alterando o pH e a microbiota, favorecendo a invasão de bactérias patogênicas – como se dá esse mecanismo de ação? Explicar! (Edens, 2003). Contrariamente, os probióticos parecem criar um ambiente desfavorável para a proliferação dessas bactérias, pois inibem a adesão, a replicação e a ação de enteropatógenos através da produção de ácidos voláteis, ácido láctico, dióxido de carbono, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas (Powell et al., 1999).

### **Aumento da adesão à mucosa intestinal ou exclusão de patógenos**

A adesão à mucosa intestinal é considerada como um pré-requisito para a colonização e é importante para a interação entre cepas probióticas e o hospedeiro. Esta adesão também é importante para a modulação do sistema imune e antagonismo contra patógenos (Perdigon et al., 2002). Assim, a adesão tem sido um dos principais critérios de seleção para novas cepas probióticas e tem-se relacionado com certos efeitos benéficos dos probióticos. As bactérias ácido lácticas exibem vários determinantes em sua superfície com potencial antimicrobiano tais como, ácidos orgânicos, CO<sub>2</sub>, que estão envolvidos na interação com células do epitélio intestinal e muco. Assim, essas bactérias agem concomitante com as células do epitélio intestinal, as quais secretam mucina que é uma complexa mistura de glicoproteína, a qual é componente principal do muco, impedindo a adesão de bactérias patogênicas (Collado et al., 2005; González et al., 2011).

Além disso, lipídios, proteínas livres, imunoglobulinas e sais estão presentes nesse muco. Essa interação específica indica uma possível associação entre as proteínas de superfície de bactérias probióticas e da exclusão competitiva de patógenos pelo muco (Perdigon et al., 2002).

### **Exclusão competitiva de microrganismos patogênicos**

Estudo feito por Greenberg (1969) utilizou pela primeira vez o termo “exclusão competitiva”, descrevendo um cenário em que uma espécie de bactéria compete mais vigorosamente por locais receptores do que outra, no trato gastrointestinal.

Os mecanismos utilizados por uma espécie de bactéria de excluir ou reduzir o crescimento de outra espécie são variados, incluindo a eliminação de sítios receptores bacterianos disponíveis, a produção e a secreção de substâncias antimicrobianas, e a depleção competitiva de nutrientes essenciais (Bals e Wilson, 2003).

Propriedades de adesividade específicas devido à interação entre as proteínas de superfície e mucinas podem inibir a colonização de bactérias patogênicas e são resultado da atividade antagônica por algumas cepas de probióticos contra a adesão de patógenos gastrointestinais (Gebert et al., 2006).

Exclusão é o resultado de diferentes mecanismos e propriedades de probióticos para inibir a adesão de agentes patogênicos, incluindo a produção de substâncias. Exclusão competitiva por bactérias intestinais baseia-se numa interação entre bactérias competindo por nutrientes disponíveis e por locais de adesão nas mucosas. Para ganhar uma vantagem competitiva, as bactérias também podem modificar o seu ambiente para torná-lo menos adequado para as bactérias concorrentes. A produção de substâncias antimicrobianas, tais como ácido láctico e ácido acético, é um exemplo deste tipo de modificação do ambiente (Genovese et al., 2000).

O efeito das bactérias probióticas na exclusão competitiva de organismos patogênicos foi demonstrada *in vitro* utilizando material humano da mucosa, bem como de galinha, e *in vivo*, utilizando o material da mucosa de suínos (Genovese et al., 2000).

### **Produção de substâncias antimicrobianas**

Um dos mecanismos propostos envolvidos nos benefícios para a saúde proporcionados pelos probióticos inclui a formação de compostos como ácidos orgânicos e a produção de substâncias anti-bacterianas, denominadas bacteriocinas.

Os ácidos orgânicos, em particular o ácido acético e o ácido láctico, têm um forte efeito inibidor contra as bactérias gram-negativas, e são considerados os principais compostos antimicrobianos responsáveis pela atividade inibidora de probióticos contra patógenos (Alakomi et al., 2000). A forma não dissociada do ácido orgânico penetra na célula bacteriana e

dissocia-se dentro do seu citoplasma. A eventual redução do pH intracelular ou a acumulação intracelular da forma ionizada do ácido orgânico pode conduzir à morte do agente patogênico, através da redução do pH citossólico, comprometendo a ação de enzimas envolvidas nas diferentes vias metabólicas na célula e proteínas de extrusão de ácidos orgânicos (Mollapour et al., 2004; Ross et al., 2010).

Os mecanismos comuns de morte mediada por bacteriocina incluem a destruição de células alvo por formação e/ou a inibição da síntese da parede celular de poros (Hassan et al., 2012). Por exemplo, a nisina forma um complexo com o precursor da parede celular final, inibindo a biossíntese da parede celular de bacilos, principalmente formadores de esporos. Subsequentemente, os agregados complexos e peptídeos incorporam para formar um poro na membrana bacteriana. A produção de bacteriocinas pode permitir a inibição direta do crescimento de agentes patogênicos no trato gastrointestinal (O’Shea et al., 2012).

O dióxido de carbono e o peróxido de hidrogênio são substâncias formadas por bactérias do ácido láctico, resultante da fermentação do probiótico. O dióxido de carbono produz um ambiente anaeróbico fazendo com que bactérias aeróbias sejam inviáveis para colonização, enquanto que os radicais de hidroxila (<sup>-OH</sup>) de peróxido de hidrogênio destroem as bactérias patogênicas e proteínas das células, provocando uma modificação na estrutura das proteínas que formam essas enzimas, com a perda da sua função e, conseqüentemente, a morte celular. (Yang et al., 2012).

### **Probióticos no desempenho dos animais**

Doenças entéricas em animais de produção contribuem para perdas de produtividade, aumento da mortalidade e contaminação de produtos destinados ao consumo humano (Gebert et al., 2006). Probióticos têm se apresentado como promessa de alternativa aos antibióticos na dieta para reduzir doenças entéricas, melhorando o desempenho dos animais.

Embora o modo de ação dos probióticos ainda não esteja estabelecido, eles são utilizados com o intuito de manter a presença de microrganismos benéficos comensais no intestino, proporcionando, assim, uma população ideal e equilibrada entre as diversas espécies da microflora (Giang et al., 2011).

A espécie *Bacillus spp.* tem sido extensivamente estudada e amplamente utilizada em muitas aplicações comerciais. Esporos de *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*

têm sido utilizados como probióticos em animais e seres humanos. As cepas de *B. subtilis* foram selecionadas com base no seu efeito inibitório *in vitro* em *Escherichia coli* ou *Clostridium perfringens* patogênicos (Gebert et al., 2006).

Vários pesquisadores relataram que o probiótico na alimentação melhorou o desempenho produtivo de animais. Em contraste, outros pesquisadores não encontraram quaisquer efeitos positivos do uso dietético de probiótico sobre o desempenho (Lee et al., 2009). Os resultados inconsistentes podem ser explicados por possuírem efeito específico e diferente sobre o hospedeiro quando adicionados à dieta. Supõe-se que o potencial do probiótico depende da espécie microbiana, da cepa, da concentração e das condições de armazenamento.

Choi et al. (2014) verificaram um aumento de ganho de peso de leitões na fase de creche quando alimentados com a dieta basal e 0,60% de *Lactobacillus* ( $1 \times 10^2$  UFC/g), *Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^4$  UFC/g), *Saccharomyces cerevisiae* ( $1.2 \times 10^2$  UFC/g) e *Aspergillus oryzae* ( $1 \times 10^3$  UFC/g).

Giang et al. (2011), por sua vez, demonstraram que os suínos em crescimento e terminação alimentados com uma mistura de *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  ufc/g), *Saccharomyces cerevisiae* ( $4,3 \times 10^6$  ufc/g) e *Bacillus subtilis* ( $2 \times 10^6$  ufc/g) aumentaram significativamente o consumo de ração e melhoraram a eficiência alimentar.

Outros autores comprovaram que leitões alimentados com probióticos apresentam concentrações menores de toxinas nas fezes e sinais clínicos de diarreia mais brandos. Os probióticos agem, ainda, melhorando a absorção de nutrientes, pois estimulam a produção enzimática, de vitaminas do complexo B e a síntese de aminoácidos essenciais (Zhao et al., 2014).

Em um estudo, dois grupos de matrizes suínas foram observados, sendo um grupo controle e outro em que foram usados esporos de *Bacillus cereus* como probiótico. Essas matrizes recebiam o tratamento a partir do momento em que eram transferidas para o setor de maternidade. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas no consumo de alimento por essas fêmeas, houve um maior número de leitões desmamados por matriz (Zhao et al., 2014).

Segundo Gomes (2006), após a administração de *Bacillus cereus* através da dieta de suínos jovens houve uma redução nas populações de lactobacilos, eubactérias e *Escherichia coli* nas porções anteriores do trato intestinal. Apesar dos resultados favoráveis,

muitos trabalhos não encontraram efeito positivo sobre o desempenho de suínos, como o estudo realizado por Mori et al. (2011), que relataram que ao utilizar microorganismo do gênero *Bacillus* na dieta de leitões não observaram efeito significativo sobre as variáveis ganho de peso e consumo de ração. De acordo com Lessard et al. (2009), a eficácia dos probióticos também pode ser afetada pela idade dos animais e condição do ambiente em que se encontram.

## Conclusões

Com muitos trabalhos científicos desenvolvidos ao longo dos anos sobre os mecanismos de ação dos probióticos é possível observar que a capacidade de atuar melhorando o desempenho animal depende de diversas cepas probióticas, através do mecanismo de exclusão competitiva que os microrganismos probióticos apresentam, estimulando seletivamente a proliferação de populações de bactérias desejáveis no intestino dos animais, sendo portanto uma boa alternativa na suinocultura.

## Bibliografia

- Ahmed RR, Ghafoor MA, Kaz Y, Bai C, Khan N. (2014). Role of Synbiotic (Combination of Pre and Probiotic) in the Management and Prevention of Acute Watery Diarrhoea. *World Applied Sciences Journal*. 32 (2), 226-230.
- Alakomi HL, Skytta E, Saarela M, Mattila-Sandholm T, Latvakala K, Helander IM. (2000). Lactic acid permeabilizes gram negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and Environmental Microbiology*. 66 (1), 2001–2005.
- An BK, Cho B, You SJ, Paik HD, Chang HI, Kim SW, Yun CW, Kang CW. (2008). Growth performance and antibody response of broiler chicks fed yeast derived  $\beta$ -Glucan and single-strain probiotics. *Asian-australas. Journal of Animal Science*, 21, 1027– 1032.
- Azarin H, Aramli MS, Imanpour MR, Rajabpour M. (2015). Effect of a Probiotic Containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* and Ferrous Solution on Growth Performance, Body Composition and Haematological Parameters in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) Fry. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 7 (1), 683-687.
- Bals R, Wilson, JM. (2003). Cathelicidins – a family of multifunctional antimicrobial peptides. *Cellular and molecular life sciences*. 60, 711-720.

- Bertechini AG. (2012) Nutrição de monogástricos. Lavras: UFLA, 263-266.
- Brito JM, Ferreira AHC, Júnior HAS, Araripe MNBA, Lopes JB, Duarte AR, Cardoso ES, Rodrigues VL. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes-Revisão. Revista eletrônica nutritime, v. 10, n.4, p.2525-2545, 2013.
- Budiño FEL, Thomaz NC, Kronka RN, Tucci FM, Fraga AL, Scandolera AJ, Huaynate RAR, Nadal A, Correia RC. (2005). Efeito da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre o desempenho, incidência de diarreia e contagem de coliformes totais. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. 43, 59-67.
- Buriti FCA. (2005) Desenvolvimento de queijo fresco cremoso simbiótico. 86 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cartman ST, RAGIONE LA, WOODWARD MJ (2008). *Bacillus subtilis* spores germinate in the chicken gastrointestinal tract. Applied and Environmental Microbiolgy. 74, 5254–5258.
- Casula G, Cutting SM. (2002). *Bacillus* Probiotics: Spore Germination in the Gastrointestinal Tract. Applied and Environmental Microbiology. 68 (5), 2344–2352.
- Chelule PK, Mokoena MP, Gqaleni N (2010). Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. Current Research Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. 2, 1160–1167
- Chortesy B, Gaskins HR, Mercenier A (2007). Cross-talk between probiotic bacteria and the host immune system. Journal of Nutrition, 137, 781-790.
- Collado MC, Gueimonde M, Hernandez M, Sanz Y, Salminen, S. (2005). Adhesion of selected *Bifidobacterium* strains to human intestinal mucus and the role of adhesion in enteropathogen exclusion. Journal of Food Protection, 68, 2672–2678.
- Edens FW (2003). An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 5, 75-97.
- Euzéby JP. List of Prokaryotic names with standing in nomenclature. Classification of genera (2012). Disponível em <<http://www.bacterio.net/-adjectives.html>>. Acesso em 18/12/2016.
- FAO. 2015. Fontes de carne. Disponível em <<http://www.fao.org/agriculture-consumer-protection-department/en/backgrsources.html>>. Acesso em 28/11/2017.
- FDA. 2013. Phasing out certain antibiotic use in farm animals. Disponível em <<http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm378100.htm>>. Acessado em 04/07/2015.
- Genovese KJ, Anderson RC, Harvey RB, Nisbet DJ (2000). Competitive exclusion treatment reduces the mortality and fecal shedding associated with enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in nursery-raised neonatal pigs. Canadian Journal of Veterinary Research. 64, 204–207.
- Giang HH, Viet TQ, Ogle B, Lindberg JE (2011). Effects of Supplementation of Probiotics on the Performance, Nutrient Digestibility and Faecal Microflora in Growing- finishing Pigs. Journal of Animal Science. 24 (5), 655-661.
- Gomes DA, Souza AM, Lopes RV, Nunes AC, Nicoli JR (2006). Comparison of antagonistic ability against enteropathogens by G+ and G- anaerobic dominant components of human fecal microbiota. Folia Microbiologica. 51,141–145.
- Hassan M, Kjos M, Nes IF, Diep DB, Lotfipour F (2012). Natural antimicrobial peptides from bacteria: characteristics and potential applications to fight against antibiotic resistance. Review article. Journal of Applied Microbiology. 113, 723- 736.
- Hoa NT, Baccigalupi L, Huxham A (2000). Characterization of *Bacillus* species used for oral bacteriotherapy and bacterioprophyllaxis of gastrointestinal disorders. Applied Environmental Microbiology. 66, 5241-5247.
- Hong HA, Duc, LH, Cutting, SM (2005). The use of bacterial spore formers as probiotics. FEMS Microbiology Reviews. 29, 813-835.
- Hooper LV, Midtvedt T, Gordon JI (2002). How host-microbial interactions shape the nutrient environment of the mammalian intestine. Annual Review of Nutrition. v.22, p. 283–307.
- Ivanova I, Kabadjova P, Pantev A, Danova S, Dousset, X (2000). Detection, purification and partial characterization of a novel bacteriocin substance produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* B14 isolated from boza-Bulgarian traditional cereal beverage. Biocatalysis. 41, 47–53.
- Ji J., Hu S., Zheng M., Du W., Shang Q., Li W. (2013). *Bacillus amyloliquefaciens* SC06 inhibits ETEC-induced pro-inflammatory responses by suppression of MAPK signaling pathways in IPEC-1 cells and diarrhea in weaned piglets. Livestock Science. 58, 206–214.



- Krehbiel CR, Rust R, Zhang G, Gilliland SE (2003). Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: performance response and mode of action. *Journal of Animal Science*. 81, 120-132.
- Lee SJ, Shin NH, Jung HS, Chu GM, Kim JD, Kim IH, Lee SS (2009). Effects of dietary synbiotics from anaerobic microflora on growth performance, noxious gas emission and fecal pathogenic bacteria population in weaning pigs. *Australian Journal Animal Science*. 22, 1202-1208.
- Marshall BM, Levy SB (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human Health. *Clinical Microbiology Reviews*. 24, 718-733.
- Metchnikoff II (1907). *Lactic Acid as Inhibiting Intestinal Putrefaction. The prolongation of life: optimistic studies*. New York: Springer Publishing Company. 116-133.
- Mollapour, M, Fong D, Balakrishnan, Harris N, Thompson S, Schuller C, Kuchler K, Piper P W (2004). Screening the yeast deletant mutante collection for hypersensibility and hyper-resistance to sorbato, a wea organic acid food preservative. *Yest*. 21, 927-946.
- Morais MB, Jacob CMA (2006). O papel dos probióticos e prebióticos na prática pediátrica. *Jornal de Pediatria*, 82 (5), 189-197.
- Mori K, Ito T, Miyamoto H, Ozawa M, Wada S, Kumagai Y, Matsumoto J, Naito R, S, Kodama H, Kurihara Y (2011). Oral administration of multispecies microbial supplements to sows influences the composition of gut microbiota and fecal organic acids in their post-weaned piglets. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Osaka, 112, (2), 145-150.
- OCKERMAN, H. W.; BASU, L. By-products edible for human consumption. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Columbus, OH: The Ohio State University, v.2, p.104- 111, 2014.
- Oshea EF, Cotter PD, Stanton C, Ross RP, Hill C (2012). Production of bioactive substances by intestinal bacteria as a basis for explaining probiotic mechanisms: bacteriocins and conjugated linoleic acid. *International Journal of Food Microbiology*. 152, 189–205.
- Perdigon G, Holgado APR (2002). Mechanisms involved in the immunostimulation by lactic acid bacteria. In: FULLER, R.; PERDIGÓN, G. *Probiotics 3: Immunodulation by the Gut Microflora and Probiotics*. 213-233.
- Powell W, Kenneth K, Laurel S, Jason O (1999). Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration. *Research in the Sociology of Organizations*, 16, 129–59.
- Pupa JMR (2008). Saúde intestinal dos Leitões: O Papel de alguns Agentes Reguladores. *Simpósio BRASIL SUL DE Suinocultura, Anais ... Chapecó: Embrapa Suínos e Aves*. 129.
- Ross GR, Gusils C, Oliszewski R, Holgado SC, González SN (2010). Effects of probiotic in swine. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 109 (6), 545-549.
- Sansonetti PJ (2004). Warand Peace at mucosal surfaces. *Nature Reviews Immunology*. 4, 953-964.
- Schoeni JL, Wong AC (2005). *Bacillus cereus* food poisoning and its toxins. *Journal of Food Protection*, 68, 636–648.
- Servin AL (2004). Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 405-440.
- Smith, N. R., Gordon, R. E., Clark F. E. (1957). *Aerobic spore-forming bacteria*. U. S. Department of. Agriculture, Agriculture Monograph, v.16.
- Tam, N.K.; Uyen, N.Q.; Hong, H.A.; Duc LE, H.; Hoa, T.T.; Serra, C.R.; Henriques AO, Cutting SM (2006). The intestinal life cycle of *Bacillus subtilis* and close relatives. *Journal of bacteriology*. 188, 2692-2700.
- Utiyama CE, Oetting LL, Giani PA, Ruiz US, Miyada VS (2006). Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2359-2367.
- Vessoni PTC, Moraes DA (2002). Optimization of nisin production by *Lactococcus lactis* *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 98, 775-789.
- Veith B, Herzberg C, Steckel S, Feesche J, Maurer KH, Ehrenreich A, Baumer S, Henne A, Liesegang H, Merkl R, Gottschalk G. The complete genome sequence of *Bacillus licheniformis* DSM 13, an organism with great industrial potential. *Journal of Molecular Biology*. 7 (4), 204-211.
- VILAIN,S.; LUO, Y.; HILDRETH, M.; BRÖZEL, V. Analysis of the life cycle of the soil saprophyte *Bacillus cereus* in liquid soil extract and in soil. *Applied and Environmental Microbiology* v.72, p.4970–4977, 2006.
- Xu D, Côté JC (2003). Phylogenetic relationships between *Bacillus* species and related genera inferred from comparison of 39 end 16S rDNA and 59 end 16S–23S ITS

- nucleotide sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 53, 695–704.
- Yang E, Fan L, Jiang Y, Doucette C, Fillmore S (2012). Antimicrobial activity of bacteriocinproducing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. *AMB Express*. 2 (1), 1-12.