

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOYCE FERNANDES VELASQUEZ

Revisão: Probióticos na Saúde Intestinal de Monogástricos

Uberlândia  
2024

JOYCE FERNANDES VELASQUEZ

Revisão: Probióticos na Saúde Intestinal de Monogástricos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Daise Aparecida Rossi

Uberlândia  
2024

## SUMÁRIO

RESUMO .....	4
ABSTRACT.....	5
1 INTRODUÇÃO .....	6
2 METODOLOGIA .....	7
3 DESENVOLVIMENTO.....	8
3.1 Probióticos .....	8
3.2 Modificações da Mucosa Intestinal .....	9
3.3 Atividades Antivirais e Antibacterianas .....	12
3.4 Atividade Antitóxica .....	19
3.5 Utilização De Probióticos e Suas Vantagens em Outras Áreas da Produção Animal .....	20
3.5.1 Probióticos e Desempenho Animal.....	20
3.5.2 Probióticos e Bem-Estar Animal.....	21
3.6 Microrganismos Recorrentes e Formas de Utilização .....	22
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	26

## RESUMO

A resistência antimicrobiana é um problema de saúde pública, especialmente no contexto da produção animal, onde o uso indiscriminado de antibióticos pode promover a seleção de cepas bacterianas resistentes. Nesse cenário, os probióticos emergem como uma alternativa promissora em sua substituição, fornecendo resultados benéficos na promoção da saúde, produtividade e bem-estar dos animais e, por sua consequência no retorno econômico das produções zootécnicas. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo compilar estudos publicados entre 2018 e 2023, concentrando-se no papel dos probióticos na saúde animal, com ênfase em monogástricos. Os resultados desta pesquisa indicaram que os probióticos desempenham um papel fundamental na modulação da microbiota intestinal, promovendo o desenvolvimento de microrganismos benéficos e mitigando os danos promovidos pelos organismos possivelmente patogênicos, contribuindo para uma melhor absorção de nutrientes e fortalecimento da barreira imunológica contra infecções. Além disso, os probióticos demonstraram uma contribuição no controle de infecções bacterianas, por meio da exclusão competitiva e outras estratégias antimicrobianas, reduzindo a necessidade da utilização de antibióticos convencionais. Este estudo também destacou atividades antivirais, antitóxicas e antiparasitárias, embora em escala reduzida em comparação a ação antibacteriana. Dentre os probióticos abordados destacaram-se os gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus* e *Enterococcus*. Foram abordados microrganismos recorrentes e diferentes formas de utilização como conjugações com outras substâncias e processos de encapsulamento. Em síntese, os probióticos representam uma ferramenta relevante para promover a saúde intestinal, mitigar infecções e melhorar o desempenho produtivo em animais monogástricos. Seu uso eficaz pode contribuir significativamente para reduzir a demanda de antibióticos na produção animal, além de reduzir os riscos associados à resistência antimicrobiana à saúde animal e humana.

**Palavras-Chave:** Antibióticos; saúde animal; produção animal; resistência antimicrobiana.

## ABSTRACT

Antimicrobial resistance is a public health problem, especially in the context of animal production, where the indiscriminate use of antibiotics can promote the selection of resistant bacterial strains. In this scenario, probiotics have emerged as a promising alternative to antibiotics, providing beneficial results in promoting animal health, productivity and welfare and, consequently, in the economic return on livestock production. This literature review aimed to compile studies published between 2018 and 2023, focusing on the role of probiotics in animal health, with an emphasis on monogastrics. The results of this research indicated that probiotics play a fundamental role in modulating the intestinal microbiota, promoting the development of beneficial microorganisms and mitigating the damage promoted by possibly pathogenic organisms, contributing to better absorption of nutrients and strengthening the immune barrier against infections. In addition, probiotics have been shown to help control bacterial infections through competitive exclusion and other antimicrobial strategies, reducing the need for conventional antibiotics. This study also highlighted antiviral, antitoxic and antiparasitic activities, although on a smaller scale compared to antibacterial action. Among the probiotics discussed were the genera *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus* and *Enterococcus*. Recurring microorganisms and different ways of using them, such as conjugations with other substances and encapsulation processes, were discussed. In summary, probiotics represent a relevant tool for promoting intestinal health, mitigating infections and improving production performance in monogastric animals. Their effective use can contribute significantly to reducing the demand for antibiotics in animal production, as well as reducing the risks associated with antimicrobial resistance to animal and human health.

**Keywords:** Antibiotics; animal health; animal production; antimicrobial resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

Cerca de 70% do total de antibióticos produzidos mundialmente é utilizado em animais, especialmente os de produção, com perspectiva de incremento de 67% até 2030 em virtude da crescente demanda de proteína animal pelos países emergentes (O'Neill, 2016 e Van Boeckel et al., 2015). Como o uso de antibióticos exerce pressão de seleção para bactérias resistentes, estima-se que em algumas dezenas de anos as doenças infecciosas ocasionadas por microrganismos resistentes tornem-se a principal causa de mortes no planeta. Assim, a produção animal é considerada uma das causas que mais contribuem para o surgimento de resistências aos antimicrobianos, fazendo com que a investigação de alternativas à sua utilização se torne essencial no combate à emergência da resistência. Perante essa problemática, a União Europeia (UE) proibiu a utilização de antibióticos como promotores de crescimento em 2006 (Tarradas *et al.*, 2020). Como consequência à esta proibição várias alternativas ao seu uso, como probióticos, prebióticos e subprodutos microbianos foram desenvolvidas, estudadas e utilizadas em frangos e perus (Shehata *et al.*, 2022).

Os alimentos fermentados vêm sendo intensivamente estudados em virtude da sua capacidade de diminuir o uso de antibióticos como promotores de crescimento na pecuária. Além de reduzir os custos com a alimentação, seu impacto positivo na saúde intestinal dos animais está relacionado aos benefícios dos probióticos, prebióticos e metabólitos microbianos (Jin *et al.*, 2019).

Probióticos são determinados como microrganismos vivos, e representam um dos aditivos alimentares mais amplamente utilizados corriqueiramente na produção animal há muitos anos. De forma geral, quando oferecidos em doses adequadas, representam benefícios na saúde dos organismos hospedeiros (Ye *et al.*, 2021).

Essa revisão objetivou consolidar e discutir descobertas científicas dos estudos existentes sobre a utilização de probióticos e seus benefícios para a saúde geral dos animais com foco em monogástricos, assim como, oferecer subsídios para pesquisas futuras nessa área de conhecimento.

## 2 METODOLOGIA

Realizamos uma revisão sistemática da literatura visando reunir e investigar as considerações de estudos precedentes vinculados ao uso de probióticos e seus benefícios na saúde animal, particularmente dos monogástricos, para intercâmbio de experiências e expansão do conhecimento científico a respeito do tema.

A investigação bibliográfica foi direcionada pela pesquisa de artigos científicos publicados no período de janeiro de 2018 a setembro de 2023, acessíveis na base de dados do site *PubMed*. Para a busca foram utilizados os termos em inglês correlatos ao tema, redigidos da seguinte maneira: “*Probiotics*” and “*Animal health*”.

Os parâmetros de inclusão utilizados abrangeram artigos científicos originais e estudos de caso disponíveis em inglês. Os critérios utilizados para a exclusão de artigos foram estudos que contemplavam apenas saúde humana ou de animais invertebrados, ruminantes, revisões bibliográficas e artigos repetidos ou que tangenciavam o tema de interesse.

Na primeira etapa foi realizada a pesquisa por palavras-chave e o *download* dos artigos, totalizando 206 documentos. Em seguida foi realizada análise dos títulos e exclusão de documentos irrelevantes ao tema, assim como artigos duplicados. Posteriormente, foi realizada a leitura dos resumos e a quarta etapa contemplou a leitura completa dos estudos. Na quinta fase ocorreu a tradução e reestruturação dos artigos em inglês.

Ao longo do estudo foram abordados temas associados ao uso de probióticos na alimentação de monogástricos em relação à: modificações na mucosa intestinal, ação anti-virulência e bactericida, atuação contra elementos tóxicos e vantagens de utilização em relação a saúde animal, produtividade e eficiência financeira, bem-estar animal, e microrganismos mais recorrentes.

No decorrer deste procedimento foram excluídos 122 arquivos de acordo com os critérios estabelecidos anteriormente, restando 84 que foram abordados nesta revisão.

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **1.3. Probióticos**

De acordo com Gutiérrez et al. (2021), probióticos são microrganismos vivos capazes de fornecer benefícios à saúde do hospedeiro por meio de interações com a microflora intestinal e o sistema imunológico, através de sua administração em proporções adequadas. Para que uma cepa seja considerada probiótica, esta deve passar por um procedimento de seleção que garanta sua segurança, incluindo especificações de procedência, ausência de características de patogenicidade e resistência antimicrobiana. Além disso, os probióticos caracterizam-se pela viabilidade e resistência perante níveis reduzidos de pH e elevadas concentrações de ácidos do trato gastrointestinal (Panja et al., 2023; Morales et al., 2022).

#### 1.4. Modificações da Mucosa Intestinal

O trato gastrointestinal (TGI) participa de diversos trâmites fisiológicos, como a digestão do alimento, absorção, conversão de nutrientes e desenvolvimento do sistema imunológico. Também contribui na preservação e defesa contra agentes nocivos, porém, não se limita a essas funções. Contribuindo com o desenvolvimento e preservação do TGI há a presença de uma microbiota excepcionalmente diversa, que pode apresentar variações de indivíduo para indivíduo, mas que possui as mesmas funcionalidades conforme seus perfis genéticos (Aluthge *et al.*, 2019).

A utilização de probióticos já é amplamente estudada, porém o estudo de Cesare *et al.* (2019) investigou pela primeira vez a inclusão das bactérias probióticas *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus megaterium* no substrato de camas de frango a fim de viabilizar a sua reutilização para lotes posteriores. Foi observada uma relevante atividade de desinfecção que proporcionou a redução de enterobactérias nocivas encontradas nas camas como *Salmonella enterica subsp. enterica*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus* coagulase-positiva, e essa redução também foi constatada no ceco das aves tratadas ao final do ciclo, indicando um efeito benéfico no intestino das aves.

Segundo Olsen *et al.* (2022) a cepa *Enterococcus faecium* 669 atuou sobre a integridade da mucosa intestinal de frangos de corte e disseminação de *Salmonella* Enteritidis. No experimento *in vivo* constataram que o grupo que recebeu o probiótico *E. faecium* 669 expeliu uma quantidade inferior de *S. Enteritidis* em comparação com o grupo não tratado. Já a análise histológica demonstrou uma melhoria notável na morfologia intestinal pela adição do probiótico na água de bebida, pois favoreceu a redução da permeabilidade e o fortalecimento da barreira intestinal.

De acordo com Zhang *et al.* (2021) a cepa *Enterococcus faecium* YQH2 atuou na inibição da infecção por *Salmonella typhimurium* em frangos de corte. O tratamento promoveu a proliferação de células tronco no intestino e reduziu o nível de inflamação, também foi constatada a regeneração de células epiteliais. Estes resultados indicam que *E. faecium* YQH2 possui um potencial promissor na redução dos efeitos negativos da infecção por *Salmonella typhimurium* na avicultura.

Pesquisa de Zeng *et al.* (2021) sobre a utilização de probióticos compostos por *C.*

*butyricum*, *B. subtilis* e *B. licheniformis* em frangos de corte demonstrou efeitos benéficos sobre o desempenho produtivo e integridade intestinal. De acordo com as análises, estes compostos proporcionaram um aumento significativo do peso corporal final e ganho médio diário, e ainda, possibilitaram a alteração da comunidade microbiana cecal dos animais devido ao aumento da abundância de *Parabacteroides*, *Ruminococcaceae* UCG-014, *Barnesiella*, *Odoribacter*, grupo *Eubacterium coprostanoligenes*, grupo *Ruminococcus torques* e *Butyricimonas*.

Memon *et al.* (2021) avaliaram o efeito de um probiótico contendo *Bacillus subtilis* em complicações intestinais geradas pela infecção por *Eimeria* em frangos. Os resultados demonstraram que o composto promoveu redução na ocorrência de diarreias sanguinolentas, de eliminação de oócitos nas fezes e lesões no ceco dos animais infectados.

Já Xu *et al.* (2021) demonstraram em seu estudo, que a utilização de dieta contendo as espécies *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* concomitantemente, resultou em resultados de riqueza e diversidade microbianas cecais, consideravelmente superiores aos dos animais que receberam dieta com apenas *B. subtilis*.

Castañeda *et al.* (2020) verificaram que a inoculação de probióticos derivados de *Enterococcus faecium* em ovos de aves domésticas promoveu um aumento da massa da moela, jejuno, duodeno, íleo e ceco dos pintos, principalmente nos primeiro sete dias após a eclosão, assim como a extensão do jejuno, íleo e ceco também foi afetada positivamente (exceto no tratamento com concentração mínima de *E. faecium*). Estima-se, que essas alterações morfológicas promovam uma absorção de nutrientes mais efetiva, resultando em ganhos no desempenho produtivo dos animais. Em consonância, Villumsen *et al.* (2023) apontaram que a inoculação in ovo de *E. faecium* colonizou com êxito os frangos antes e durante a eclosão após uma única pulverização ao 18º dia de incubação. Essa estratégia impactou positivamente nos parâmetros de produção, como redução da mortalidade e enriquecimento da composição microbiana entérica em diferentes fases da criação.

Zhu *et al.* (2020) investigaram um tratamento oral com *Akkermansia muciniphila* em pintinhos contra a infecção induzida por *Salmonella Pullorum* e verificaram que *A. muciniphila* melhorou relativamente a perda de peso, reduziu a colonização de *S. Pullorum* e protegeu os animais contra lesões à mucosa, incluindo desprendimento de vilosidades e danos epiteliais no cólon.

Nofouzi *et al.* (2022) argumentam que a introdução de probióticos é capaz de modular a composição microbiológica do trato gastrointestinal de peixes e auxiliam na mitigação do estresse oxidativo em virtude da eliminação de microrganismos nocivos.

Say *et al.* (2023) exploraram o micro-organismo *Acinetobacter* KU011TH em uma mistura simbiótica composta por quitosana, um polissacarídeo derivado de matérias primas biológicas que incluem crustáceos terrestres e fungos, administrada em indivíduos de Peixe-gato-híbrido (*Clarias gariepinus* × *C. Macrocephalus*). Foi constatada uma melhoria significativa na morfometria intestinal, incluindo o espessamento da camada muscular, aumento na altura das vilosidades e na concentração de células caliciformes. Essas modificações contribuíram para a melhoria da digestão e absorção de nutrientes, assim como o fortalecimento da barreira imunológica destes animais, desencadeando um avanço no desempenho produtivo.

A inclusão de um composto produzido a partir dos microrganismos *Bifidobacterium bifidum*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* proporcionou uma constituição mais diversificada e consistente da comunidade microbiológica nos *Nyctereutes procyonoides* (Cão-Guaxinim), evidenciando o impacto positivo deste composto probiótico na biodiversidade intestinal destes animais. Entretanto, este fato não foi verificado sobre os indivíduos da espécie *Vulpes vulpes fulva* (Raposa Vermelha Americana), o que levou os autores a inferirem que os suplementos alimentares probióticos favoreçam microrganismos particulares de cada espécie, indicando que estes produtos devem ser desenvolvidos de forma personalizada para cada espécie animal (PENG *et al.* (2019).

Como evidenciado por Xu *et al.* (2019) em sua análise, a inclusão do probiótico composto por *Lactobacillus casei* Zhang, *Lactobacillus plantarum* P8 e *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* V9, foi capaz de alterar a morfologia intestinal de cães idosos para uma composição semelhante à de cães jovens, indicando sua capacidade de modular a comunidade microbiana. A inclusão deste probiótico também auxiliou no fortalecimento da barreira imunológica da mucosa.

Segundo Muwonge *et al.* (2021) a suplementação por três diferentes probióticos compostos respectivamente por *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus pumilus* aumentaram a diversidade da microflora ileal, ocasionando a atenuação dos efeitos inoportunos do enfrentamento ao patógeno *Lawsonia intracellularis*, uma bactéria obrigatoriamente intracelular responsável pela doença conhecida como Enteropatia Proliferativa Suína.

Zhang *et al.* (2020) revelaram que a inclusão de *Saccharomyces boulardii* na dieta de leitões desmamados impactou a composição da microbiana intestinal, ocasionando aumento da diversidade da população no ceco e no cólon dos animais. Adicionalmente, proporcionou

aumento da concentração de *Ruminococcaceae\_UCG\_099* e *Turicibacter*, ambas bactérias conhecidas por produzirem ácidos graxos de cadeia curta e possuem efeitos anti-inflamatórios e protegem as células epiteliais intestinais. Também foi observado um aumento da abundância de bactérias do gênero *Bacillus* no cólon, que apresenta uma eficiência imunomoduladora e anti-inflamatória. Essas modificações podem auxiliar na melhoria da saúde intestinal e metabólica dos suínos.

Segundo demonstrado por Wang *et al.* (2019) a inclusão de *Clostridium butyricum* e *Enterococcus faecalis* na dieta de leitões desmamados proporcionou uma diversificação da microbiota do cólon dos animais. Também observaram redução de respostas inflamatórias quando desafiados com lipopolissacarídeos, além de uma melhora na morfologia intestinal e relevante redução da ocorrência de diarreia e melhoria no desempenho geral dos animais.

Conforme observado por Wu *et al.* (2020) a inclusão na dieta de uma cepa de *Lactobacillus reuteri* demonstrou a capacidade de estimular a multiplicação celular do epitélio intestinal em estado fisiológico. Constataram também, que a presença do micro-organismo auxiliou na reparação do epitélio danificado em situação patológica, especialmente quando desafiado com o TNF (Fator de Necrose Tumoral).

### **1.5. Atividades Antivirais e Antibacterianas**

A modulação do sistema imunológico é uma propriedade importante das cepas probióticas, esta pode mediar respostas imunitárias inatas e atuar sobre mecanismos humorais e celulares e constitui uma das principais vias de defesa contra substâncias prejudiciais ou agentes patogênicos (Bunnoy, Na-Nakorn, Srisapoom, 2019). A utilização de probióticos pode reduzir infecções bacterianas e virais, tem sido considerada uma estratégia para proteger a saúde dos animais de criação. As bactérias probióticas demonstram uma ação antagonista, fortalecendo a resistência dos animais e aprimorando sua capacidade de sobrevivência diante os desafios dos agentes patogênicos (Waiyamitra *et al.*, 2020).

Cepas de *Enterococcus faecium* CMUL1216 isoladas de fezes de crianças humanas saudáveis foram avaliadas quanto às suas propriedades probióticas, incluindo funções antimicrobianas contra agentes patogênicos, nas formas planctônica e sésil. Os testes foram realizados *in vitro* em células mononucleares do sangue periférico humano. Não foi observado qualquer efeito prejudicial à saúde como hemólise, evidências de virulência ou resistência aos

principais antimicrobianos, e adicionalmente, foi constatada a produção de proteínas antimicrobianas e seu potencial para controlar agentes patogênicos. *E. faecium* CMUL1216 demonstrou ser uma boa alternativa como probiótico na saúde animal e, por consequência, reduzir a resistência antimicrobiana (Kassaa et al., 2020)

Erega *et al.* (2021) investigaram o desempenho da cepa natural *Bacillus subtilis* PS-216 no combate à bactéria *Campylobacter jejuni* e verificou seu grande potencial antimicrobiano, sobretudo em condições simuladas do trato gastrointestinal de humanos e animais. *B. subtilis* PS-216 atua principalmente na inibição da adesão às superfícies e a formação de biofilmes por *C. jejuni*, além da dissolução de biofilmes pré-existentes. Embora o mecanismo de inibição exato ainda seja desconhecido, há evidências de que esteja correlacionado aos genes *pksA* e *pksS* responsáveis pela produção de compostos antimicrobianos como a *bacillaene*.

Wilmink *et al.* (2020) realizaram a administração tópica de uma solução contendo cepas probióticas de *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* e *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* e observaram eficácia na redução da carga bacteriana em feridas nos membros inferiores de equinos. Foi observado que a bactéria *Pseudomonas* spp. não foi mais detectada nas feridas tratadas com o probiótico, além de ser constatada uma redução de 50% no tempo de cicatrização e diminuição da secreção purulenta e do odor característicos da infecção. Os resultados corroboraram estudos prévios que sugeriam que os probióticos atuam na supressão de fatores de virulência das bactérias, como a formação de biofilme.

Hansen *et al.* (2022) demonstraram que o uso do probiótico multi-espécies desenvolvido a partir dos microrganismos *Lactobacillus rhamnosus*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum subsp. infantis* e *Bifidobacterium breve* resultou em resultados benéficos em leitões em aleitamento sob desafio de *Escherichia coli* enterotoxigênica sorogrupo F18 (ETEC F18). Foram observados como diminuição da carga de ETEC F18 nas fezes, redução de animais com níveis detectáveis do micro-organismo e maior velocidade na eliminação da infecção nos animais tratados.

Guevarra *et al.* (2023) evidenciaram que a utilização de prebióticos, probióticos e simbióticos exercem uma redução eficaz nos impactos desfavoráveis ocasionados pela *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga (STEC) em leitões desmamados, e são capazes de reestabelecer o equilíbrio da microbiota intestinal destes animais sob desafio da STEC.

Korevaar *et al.* (2020) observaram a intervenção de produtos de exclusão competitiva sobre a colonização de *Escherichia coli* em frangos de corte. Os dois produtos utilizados, CEP

(bactérias intestinais fermentadas não selecionadas) e SYN (*Fructooligosaccharide*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus salivarius*), foram efetivos em deter a colonização de *E. coli* em alguns dos animais expostos ao micro-organismo a partir do quinto dia após a eclosão, nos demais indivíduos, houve a redução de 1,5 a 3 vezes na taxa de transmissão.

Segundo El Hage *et al.* (2022), a adesão ao tecido epitelial da mucosa intestinal e a colonização constituem as primeiras etapas para a infecção por *Salmonella* em frangos, deste modo, a capacidade de acoplamento de estirpes selecionadas ao epitélio entérico está essencialmente ligada ao seu potencial probiótico, uma vez que bloqueiam essas zonas de aderência ao acesso do agente infeccioso, e assim, inibem sua colonização. *Ligilactobacillus salivarius* se destaca como um forte candidato a suplemento alimentar probiótico para fortalecer o trato intestinal dos frangos em virtude da sua ótima viabilidade e elevada resistência no trajeto digestório, além da notória aptidão para impedir a adesão de *Salmonella*.

Wang *et al.* (2023) avaliaram a utilização de 13 diferentes cepas de *Bacillus* derivadas do trato intestinal de gansos na alimentação de frangos de corte. Duas das cepas utilizadas mostraram boa resistência às condições simuladas do suco gástrico, e foi observada atividade inibitória contra os microrganismos *Escherichia coli* e *Salmonella*. Com base nesses resultados, *B. subtilis* e *B. licheniformis* exibem características que destacam seu potencial de utilização como probióticos na avicultura.

Zhou *et al.* (2022) constataram que a suplementação dietética de galinhas com o probiótico *Bacillus subtilis* reduziu a expressão de citocinas pró-inflamatórias TNF- $\alpha$  induzida por lipopolissacarídeo (LPS), além de promover a colonização de microrganismos benéficos e restringir organismos com potencial patogênico como *Lachnospiraceae*, *Ruminiclostridium* e *Oxalobacter*. Estes resultados sugerem que *B. subtilis* pode possuir propriedades anti-inflamatórias e auxiliar na modulação da resposta inflamatória no intestino, reduzindo assim, o risco de inflamação crônica.

Hashem *et al.* (2022) concluíram que a incorporação do probiótico *Lactobacillus plantarum* e prebiótico enzimático amilase mostraram resultados satisfatórios no combate à infecção experimental por *Escherichia coli* estirpe O78 em frangos de corte. Nos animais foram observados melhoria nos índices zootécnicos como promoção do crescimento, aumento do ganho de peso e redução da conversão alimentar nos indivíduos infectados, além de reduzir lesões inflamatórias hepáticas, intestinais e renais, além de proporcionar fortalecimento da barreira imunológica e reduzir o estresse oxidativo nos animais, o que evidenciou o potencial

dos probióticos como suplemento profilático com o objetivo de suprimir a utilização excessiva de antibióticos na produção avícola.

Em consonância, Yu *et al.* (2022) confirmaram que a adição dos probióticos *Bacillus coagulans* e *Lactobacillus plantarum* auxiliaram na imunidade de frangos contra o lipopolissacarídeo (LPS) de *Escherichia coli* devido ao estímulo à produção de imunoglobulina Y (IgY) e imunoglobulina M (IgM) na mucosa jejunal. Estes resultados sugerem o fortalecimento do sistema imunológico pelos probióticos.

A suplementação alimentar com manano-oligossacarídeo e beta-glucano é uma boa alternativa em substituição aos antibióticos no combate a *Escherichia coli*, pois reduz a colonização do micro-organismo, além de proporcionar um aperfeiçoamento na imunidade não específica. O uso destas substâncias provocou a diminuição na expressão de TNF (fator de necrose tumoral) e NF (fator nuclear) nas estruturas hepáticas, que estão intimamente envolvidos nas respostas imunológicas, demonstrando uma atenuação da infecção por *E. coli* nos frangos (Fadl *et al.*, 2020).

A caracterização de duas estirpes de *Lactobacillus salivarius* (FFIG35 e FFIG58) demonstrou suas capacidades imuno reguladoras em suínos sobre as infecções por *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC) e *Rotavírus*. Foram avaliadas a capacidade das cepas em regular respostas imunes inatas mediadas pelos receptores TLR3 e TLR4, e a administração das cepas probióticas reduziu a expressão de citocinas inflamatórias, promoveu a expressão de Interferons (IFN- $\beta$  e IFN- $\lambda$ 3) e fatores antivirais, conferiu maior resistência ao rotavírus e proporcionou maior saúde imunitária e redução da gravidade das infecções intestinais (Indo *et al.*, 2021).

Nabil *et al.* (2023) analisaram cerca de 200 frangos infectados com *Salmonella*, nos quais foram verificados seis sorotipos: Enteritidis, Typhimurium, Santiago, Colindale, Takoradi e Daula, sendo *S. Enteritidis* a mais abundante. Foi constatado que a inoculação de probióticos juntamente com o antimicrobiano florfenicol melhorou viabilidade dos embriões, eclodibilidade e desenvolvimento dos pintinhos, além de proteger os animais contra a infecção por *Salmonella*.

Redweik *et al.* (2020) demonstraram pela primeira vez que a administração oral de um inóculo de raspagens ileais enriquecidas com esporos de bactérias filamentosas segmentadas reduz a permeabilidade da mucosa intestinal em frangos jovens. Os autores argumentam que a redução na permeabilidade pode auxiliar na defesa das galinhas contra patógenos entéricos.

O probiótico composto por *Bacillus mesenteric Clostridium butyricum* e *Streptococcus faecalis* foi eficiente para amenizar os efeitos adversos proporcionados pela imunossupressão

ocasionada pelo fator anti-nutricional do Tanino (aditivo alimentar natural comumente utilizado) em frangos. Foi observado um aumento na atividade de fagocitose de macrófagos, aumento da concentração de anticorpos (IgA) no intestino delgado, melhoria da configuração da mucosa intestinal e regulação de citocinas. Deste modo, concluíram que a suplementação probiótica favorece a proteção do organismo ao efeito tóxico de dose elevadas de taninos e demonstra efeitos positivos no desempenho corporal e estado imune dos frangos (Ramah *et al.*, 2022).

Evidências que substâncias inibitórias semelhantes às bacteriocinas (BLIs) são sintetizadas por cepas de *Lactococcus lactis subsp. lactis* variedade L2 apresentam capacidade de suprimir a colonização de microrganismos em células suínas *in vitro*, especialmente bactérias Gram-positivas como *Clostridium perfringens*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus suis* e *Staphylococcus hyicus* foram observadas por Sanca *et al.* (2023). Dentre os patógenos afetados destacou-se o poder inibidor sobre *S. suis*. No entanto, a mesma eficácia não foi observada contra bactérias Gram-negativas como *Salmonella enterica subsp. enterica sorotipo* Typhimurium, *Salmonella sorotipo* Choleraesuis e *Escherichia coli*. Este fenômeno foi atribuído à membrana externa que bloqueia a ação de certos antibióticos e outros peptídeos inibitórios. Estes dados reforçam que as moléculas inibidoras semelhantes a bacteriocinas são possíveis alternativas viáveis na substituição de antibióticos na produção animal. Entretanto, de acordo com Poudel *et al.* (2022) a suplementação dietética com o probiótico *Bacillus subtilis* associado a *Riboflavina* (vitamina B2) não foi capaz de atenuar os impactos negativos produzidos pela infecção por *Eimeria* spp., não como reduzido peso corporal, baixo ganho de massa e rendimento de carcaça.

Cai *et al.* (2023) demonstraram em seu estudo que a administração combinada de uma vacina contra coccidiose aviária e o suplemento probiótico “BLES”, produzido à partir de isolados de *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis* e *Saccharomyces cerevisiae*, proporcionaram resultados satisfatórios na redução de sinais clínicos da coccidiose em frangos de corte, além de promover uma melhoria no desempenho de crescimento e alterações benéficas no tecido intestinal de animais infectados pela *Eimeria* spp..

Os antibióticos são utilizados de forma indiscriminada por piscicultores, sem comprovação das causas específicas das patologias os peixes (Kawsar *et al.*, 2022). Este manejo favorece a emergência da resistência aos antibacterianos, e assim, alternativas ao uso dos antibióticos devem ser pesquisadas e incluídas na piscicultura.

A estirpe KU011TH do gênero *Acinetobacter* foi testada em peixes da espécie *Ameiurus*

*nebulosus* (peixe-gato-cabeçudo-castanho) com o objetivo de avaliar sua influência sobre a resposta imunológica, desempenho produtivo e resistência à bactéria *Aeromonas hydrophila*, que é um micro-organismo que afeta vigorosamente a aquicultura. Foi observado que o probiótico demonstrou ser seguro e ofereceu inúmeros benefícios ao seu hospedeiro. Sua administração induziu aumento significativo no desempenho produtivo, nas respostas imunológicas inatas e melhoria da barreira física da pele, além de inibir o crescimento de diferentes agentes patogênicos por meio da secreção de compostos antimicrobianos (Bunnoy, Na-Nakorn, Srisapoome, 2019).

Docando *et al.* (2022) investigaram a eficácia da cepa recombinante de *Bacillus subtilis*, denominada *B. subtilis* CRS208, em comparação com a cepa nativa *B. subtilis* 168, na resposta imunológica contra o Vírus da Necrose Pancreática Infecciosa (VNPI) em *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris). Ambas as cepas demonstraram evidente capacidade imunomoduladora e imunogênica. Houve um aumento significativo na sobrevivência de células IgM+ em leucócitos provenientes do baço, rins e peritônio, além de um aumento na secreção desses anticorpos. A cepa mutante CRS208 também apresentou capacidade de induzir a formação de anticorpos específicos contra o VNPI. Os resultados sugerem que a estirpe recombinante CRS208 apresenta potencial como agente de vacinação oral para a proteção contra o VNPI em trutas arco-íris.

O vírus da Tilápia do Lago conhecido por *TiLV* é uma infecção viral ascendente relacionada a índices de mortalidade elevados e perdas econômicas na tilapicultura em todo o mundo. Suplementação alimentar com o probiótico a base de *Bacillus subtilis* proporcionou uma redução significativa na mortalidade e na carga viral nos peixes, levando à conclusão de que os probióticos podem ser administrados preventivamente para promover redução de perdas produtivas ocasionadas por esse vírus (Waiyamitra *et al.*, 2020).

Puvanasundram *et al.* (2022) compararam *in vitro* a eficácia de probióticos compostos por uma única espécie e multi-espécies utilizando células obtidas de peixes. Verificaram que o probiótico múltiplo composto pelas espécies *Enterococcus hirae*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Lysinibacillus fusiformis* foi mais eficaz na produção de biofilme do que os agentes patogênicos. A eficiência na produção da forma sésil pelos microrganismos desejáveis auxilia no combate a patógenos devido a competição pelo estabelecimento no habitat e demonstra sua maior aptidão para a proteção do hospedeiro, o que também corroborou para a confirmação de um número maior de estirpes favorece as perspectivas de eficácia do probiótico no receptor.

Gutiérrez *et al.* (2021) avaliaram 122 cepas isoladas de robalos e corvinas a fim de

identificar possíveis estirpes probióticas contra os efeitos nocivos da bactéria *Photobacterium damsela subsp. piscicida*. As 122 três cepas apresentaram ações inibitórias contra o patógeno, especialmente as espécies *Lactobacillus spp.*, *Pseudomonas viridiflava* e *Alcaligenes faecalis subsp. faecalis*. Dentre elas, destacaram o efeito inibidor de *Alcaligenes faecalis subsp. faecalis* contra cinco cepas diferentes de *Photobacterium damsela subsp. piscicida*, além de auxiliar na modulação da resposta imunitária específica nos robalos após 30 dias de administração e estimular a expressão de citocinas em uma resposta pós-inflamatória, que os autores consideraram como importante resposta imunológica.

Ghaly *et al.* (2023) registraram aumento na imunidade de Tilápias do Nilo submetidas a dietas com probióticos, prebióticos e simbióticos. Observaram aumentos na atividade de lisozima (enzima com propriedades antimicrobianas) e IgM (anticorpos), além de uma menor taxa de mortalidade e alta taxa de sobrevivência nos grupos que receberam os tratamentos.

Conforme relatado por Samat *et al.* (2021), a utilização da bactéria probiótica *Bacillus pocheonensi* como suplemento à dieta natural a base de *Moina micrura* (crustáceos) para tilápia híbrida vermelha (*Oreochromis spp.*) é eficiente no combate à colonização dos patógenos *Streptococcus agalactiae* e *Aeromonas hydrophila* por ação antagônica. Sua eficácia foi comprovada em três tratamentos em que os probióticos foram testados em diferentes concentrações e demonstraram poder inibidor contra *A. hydrophila*. Também foi observada uma promoção da sobrevivência dos crustáceos *M. micrura* expostos a esses patógenos em testes *in vivo*.

De acordo com Gutiérrez *et al.* (2021), a administração de *Alcaligenes faecalis* proveniente de *Argyrosomus regius* (corvina-legítima) em um modelo de sepse utilizando ratos apresentou bons resultados, principalmente após sete dias. Foi observado atenuação de respostas típicas da infecção bacteriana nos animais como pelagem eriçada, secreções oculares e perda de peso. O probiótico também obteve resultados significativos na minimização de eosinófilos no sangue e da ureia, que são parâmetros que indicam o comprometimento do organismo frente a infecções, demonstrando assim, ser benéfico para o organismo hospedeiro no combate a infecção por *E. coli*.

Morales *et al.* (2022) verificaram que três dos 100 exemplares de bactérias ácido lácticas (LAB) isolados e testados *in vitro* apresentaram potencial probiótico e segurança para sua utilização em cadelas, destacando-se duas estirpes de *Lactobacillus plantarum* que manifestaram maior potencial antimicrobiano contra prováveis agentes patogênicos. Os autores destacaram a necessidade de avaliar individualmente as estirpes de LAB quanto ao seu

potencial antimicrobiano e complementação por estudos mais aprofundados *in vivo*.

## 1.6. Atividade Antitóxica

Segundo Zhao et al., (2021) alguns probióticos, incluindo leveduras, *Bacillus* e *Lactobacillus* apresentam um forte potencial antagônico às micotoxinas e minimizam seus danos promovidos ao organismo.

O emprego de probióticos atenuou os efeitos deletérios associados ao cádmio às células intestinais de frangos de corte. A introdução do probiótico formulado a partir de espécies dos gêneros *Bifidobacterium*, *Saccharomyces* e *Pseudomonas* promoveu o reequilíbrio da microbiota e reduziu a permeabilidade da mucosa intestinal, além de amenizar a inflamação do tecido. Além disso, foram observadas evidências de que o uso do probiótico contribuiu para a excreção do cádmio, e conseqüentemente, diminuiu a sua concentração no organismo (Yang et al., 2022)

Nofouzi et al. (2022) abordaram a ação antitóxica da cepa de *Escherichia coli* Nissle 1917 na desintoxicação de *Carassius auratus* (peixe dourado) expostos a arsênio. O estudo evidenciou a capacidade do probiótico em modificar a mucosa intestinal dos animais, promovendo o aumento da densidade de células caliciformes, indicando uma resposta do tecido ao agente tóxico. O estudo demonstrou que *E. coli* Nissle 1917 proporciona uma resposta adequada contra a toxicidade do arsênio e pode ser utilizada na desintoxicação dos animais, embora ainda não estejam bem esclarecidos os mecanismos pelos quais ocorre essa ação.

De acordo com Amir Ebrahimi et al. (2022), a Aflatoxina B1 é uma das micotoxinas mais nocivas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, e que sua introdução no organismo das aves via consumo de alimentos contaminados ocasiona diversas perdas econômicas, tais como redução da produtividade animal e comprometimento da qualidade da carne e ovos. O estudo conduzido pelos autores evidenciou que estirpes selecionadas do gênero *Lactobacillus* obtiveram êxito em promover a degradação dessas aflatoxinas na dieta das aves, apresentando-se como uma estratégia para garantir a saúde dos animais, e conseqüentemente, proteger a saúde humana.

O tratamento com o probiótico *Bacillus amyloliquefaciens* B10 atenuou os efeitos negativos da Aflatoxina B1 como o estresse oxidativo e apoptose de células renais de camundongos. Esses resultados sugerem o potencial terapêutico de *B. amyloliquefaciens* B10 na proteção contra lesões renais induzidas por aflatoxinas (Zhao et al., 2021).

O desoxinivalenol (DON) é uma das micotoxinas mais recorrentemente presentes em matérias primas agrícolas, e assim, se constitui em grave ameaça a sanidade humana e animal, que ocasiona grandes perdas econômicas em escala global. Um estudo testou a eficiência de uma linhagem de *Bacillus licheniformis* denominada YB9 isolada de solo embolorado na desintoxicação contra o DON. A inclusão de YB9 na alimentação de ratos inibiu e minimizou os prejuízos ocasionados pelo DON, além de reabilitar o equilíbrio microbiano e ainda, restringiu o desenvolvimento de outras bactérias potencialmente prejudiciais (Wang *et al.*, 2020).

### **1.7. Utilização De Probióticos e Suas Vantagens em Outras Áreas da Produção Animal**

#### **1.8. Probióticos e Desempenho Animal**

A inclusão de um probiótico multi-espécies composto por *Lactobacillus casei* Zhang, *Lactobacillus plantarum* P8 e *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* cepa V9 na alimentação de cães proporcionou redução significativa dos sinais clínicos de diarreias nos animais que receberam o tratamento quando comparados ao grupo controle. A redução dos sintomas foi observada até 15 dias após a interrupção da administração (XU *et al.*, 2019).

Embora a inclusão de probióticos a base de diferentes estipes de *Lactobacillus* em dietas de cães não tenha demonstrado afetar diretamente fatores nutricionais como ganho de peso, consumo de ração e escore fecal, os probióticos se mostraram seguros para a utilização e potencialmente benéficos para a saúde e equilíbrio intestinal dos cães (Panja *et al.*, 2023).

Wang *et al.* (2019) verificaram relação entre a inclusão das bactérias probióticas *Streptococcus luteciae* e *Lactobacillus mucosae* sobre as taxas de crescimento em leitões em fase de creche.

Azizi *et al.* (2022) comprovaram o desempenho de um suplemento alimentar contendo os probióticos *Streptococcus faecalis*, *Clostridium butyricum* e *Bacillus mesentericus* sobre a promoção de crescimento e desempenho imunológico de leitões. O estudo detectou um aumento significativo nos processos de fagocitose realizados por células do fígado e importantes para a resposta imunitária como MHC classe 2 (Complexo Principal de Histocompatibilidade) e granulócitos. Também foi observada elevação considerável da multiplicação de linfócitos e IgM (imunoglobulina M) isoladas no fígado, o que fortaleceu a tese de que a inclusão deste probiótico auxilia na imunidade inata e adquirida dos leitões.

Conforme abordado por Osman *et al.* (2020) em seu ensaio científico, a estirpe 027

derivada da mutação da bactéria *Escherichia coli* é uma cepa não patogênica devido à ausência de fatores de virulência e possui uma grande semelhança com a cepa Nissle 1917, igualmente originado de *E. coli*. Os resultados da administração da variedade 027 imputaram na melhoria do desempenho de crescimento e imunidade de frangos de corte, demonstrando sua aptidão como probiótico.

Upadhaya *et al.* (2019) investigaram o efeito da administração oral de probióticos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* na produção de ovos por galinhas. Observaram melhoria significativa tanto na quantidade de ovos produzidos quanto na altura da albumina, tonalidade da gema e resistência das cascas. Entretanto, não houve um aumento notável na espessura das cascas dos ovos. Esses resultados sugerem uma melhoria na utilização de nutrientes pelas aves com o uso dos probióticos.

De acordo Nguyen *et al.* (2022), embora a inclusão do probiótico *Bacillus* spp. à dieta basal de bagre-americano (*Ictalurus punctatus*) não tenha promovido diretamente o desempenho de crescimento dos peixes, revelou-se que ocorreram reduções significativas da expressão de citocinas pró inflamatórias no baço, principalmente  $il1\beta$ ,  $tnf-\alpha$ ,  $tlr9$ ,  $tgf-\beta1$  e  $il8$ . A regulação destas citocinas indica uma modulação da resposta imunitária nestes animais.

A enzima fosfatase alcalina (APL) é uma enzima encontrada naturalmente no leite de diversos mamíferos e utilizada como indicativo para identificar a eficiência de pasteurização. Porém a APL é encontrada em concentrações diferentes no leite dependendo da espécie animal, e em equídeos sua concentração é muito reduzida. O incremento de um suplemento alimentar probiótico multi-espécie foi capaz de aumentar a atividade enzimática de APL no leite de burras acima do limite detectável, e isso permitiu viabilizar a verificação da qualidade do leite (confirmar pasteurização), fomentando a hipótese da aplicação da ALP como um marcador para a análise da eficácia da pasteurização do leite de burra (Laus *et al.*, 2023).

## 1.9. Probióticos e Bem-Estar Animal

A suplementação dietética de galinhas poedeiras mantidas em gaiolas com a enzima  $\beta$ -*mannanase* e probiótico constituído pelos microrganismos *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus plantarum* influenciaram positivamente no bem-estar das aves. Esta suplementação foi capaz de realizar alterações na rotina das aves como o aumento da frequência de comportamentos desejáveis como beber água, se alimentar e explorar, e redução

de bicadas e lesões (CARVALHO *et al.*, 2022).

De acordo com Mindus *et al.* (2022), a suplementação de aves com *Lactobacillus rhamnosus* proporcionou uma melhoria na cobertura de penas sob condições saudáveis. O comportamento de arrancamento de penas foi relacionado a um baixo percentual de células T reguladoras e aminoácidos triptofano, fenilalanina e tirosina. Observou-se que *L. rhamnosus* proporcionou um aumento dessas células reguladoras no baço e tonsilas cecais, as quais demonstraram correlação com a resposta de medo das aves. Deste modo, a administração do probiótico contribuiu para a redução significativa na expressão de medo e atenuação do comportamento estereotipado de arrancar penas por parte dos animais.

Segundo Staaveren *et al.* (2020), o comportamento de bicagem de penas em galinhas poedeiras está relacionado a motilidade cecal das aves e a administração de *Lactobacillus rhamnosus* pode influenciar sobre essa dinâmica, resultando na redução do comportamento nocivo. Este probiótico apresentou potencial na redução do estresse das aves, aumento do comportamento exploratório e aumento na amplitude das contrações cecais. Fato este que reforça a teoria da relação cérebro-intestino e reforça a capacidade probiótica do *L. rhamnosus*.

### **1.10. Microrganismos Recorrentes e Formas de Utilização**

Segundo Jang *et al.* (2021) as bactérias lácticas, principalmente as espécies dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* são microrganismos bem estabelecidos como potenciais probióticos. Zhiming *et al.* (2021) também associam estes gêneros como os probióticos mais associados às respostas antivirais.

*Lactobacillus* foram amplamente disseminados devido aos seus benefícios comprovados para a saúde humana e animal, além de possuírem um extenso histórico de utilização segura. Portanto, este gênero têm sido fortemente empregado na alimentação de peixes (CATHERS *et al.*, 2022).

Conforme as observações de Upadhaya *et al.* (2018), os microbianos alimentares diretos (DFM), como *Bacillus*, têm sido amplamente utilizados na alimentação humana e animal devido à sua capacidade de formação de esporos e à resiliência desses esporos, que lhes permitem tolerar diversas condições adversas, como calor, radiação UV e a presença de produtos químicos.

De acordo com Konieczka *et al.* (2023), a inclusão de *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens* sob a forma de esporos viáveis foi capaz de promover a performance de

porcas lactantes, a imunidade e a funcionalidade do intestino, além de facilitar o desenvolvimento de biofilme por bactérias benéficas (probióticas) em leitões em fase de desmame.

Microcápsulas de *Lactobacillus casei* CGMCC1.8727 demonstraram superioridade significativa no desempenho e estabilidade quando submetidos em condições simuladas *in vitro* do ambiente gástrico, quando comparadas à administração de probióticos de forma livre. As microcápsulas também exibiram efeitos terapêuticos superiores em testes *in vivo* (ZHOU *et al.*, 2022)

Helmy *et al.* (2022) constataram que a administração da cepa *Escherichia coli* Nissle 1917 (EcN), tanto de forma livre quanto microencapsulada, foi capaz de promover a redução da colonização de *Campylobacter jejuni* em frangos infectados, sendo a redução foi mais efetiva quando as aves foram tratadas com o probiótico encapsulado. A EcN também parece estar relacionada a uma melhoria da morfologia intestinal e diversificação da microbiota, bem como um aumento de anticorpos específicos contra *C. jejuni*. Em geral a EcN microencapsulada demonstrou resultado promissor como método não antibiótico de controle da infecção por *C. jejuni* em aves de criação.

Hussein *et al.* (2020) observaram que a administração combinada de cepas probióticas de *Saccharomyces cerevisiae* combinadas a Imunoglobulina Y em aves melhoraram a conversão alimentar durante o ciclo de produção. Ocorreram também benefícios nos pesos de carcaça, coração e vísceras, aumento da atividade dos animais favorecendo a melhoria do pH, maciez e retenção de água da carne, e conseqüentemente sua qualidade para o consumo. A combinação também favoreceu o valor nutricional, promovendo maior teor de proteínas.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resistência antimicrobiana é um problema enfrentado em escala global, que afeta tanto a saúde animal quanto a saúde humana. O uso indiscriminado de antibióticos na produção animal exerce pressão de seleção para cepas bacterianas cada vez mais resistentes, e neste sentido, os probióticos vem sendo largamente estudados como alternativa ao seu uso. Adicionalmente, várias vantagens vêm sendo atribuídas aos probióticos, como a modulação do sistema imune, ação antitóxica, melhoria dos índices zootécnicos, dentre outras.

Em nossa revisão observamos que as investigações científicas se centralizaram nos efeitos imuno reguladores de cada micro-organismo probiótico, seu potencial antimicrobiano e consequências sobre a produtividade dos sistemas de criação animal.

No geral, os resultados dos diferentes estudos evidenciam que os probióticos possuem boa ação moduladora da microbiota intestinal desejável e na morfologia do trato intestinal de animais monogástricos, além de serem capazes de inibir ou proteger diferentes espécies animais de patógenos entéricos. Diferentes estudos também comprovam a capacidade de estimular o sistema imune e vantagens adicionais como a melhoria dos índices zootécnicos. Porém, muitos são específicos para determinadas espécies, e assim, é necessária a consulta a literatura ou testes antes de sua introdução na dieta.

Neste estudo também foram verificadas atividades antiparasitárias, antivirais e antitóxicas proporcionadas pelos probióticos, embora em menor escala do que os efeitos antibacterianos.

Entre os microrganismos com atividades probióticas, o gênero *Lactobacillus* é bastante consolidado e utilizado para diversas espécies animais em virtude dos benefícios comprovados para a saúde humana e um elevado nível de segurança de sua utilização, assim como *Bifidobacterium*. O gênero *Bacillus* vêm sendo o tema de diferentes estudos, tanto pela sua atividade antimicrobiana quanto pela sua capacidade de formar esporos, que viabiliza sua utilização em condições adversas.

Na avicultura os probióticos mais utilizados pertencem a espécie *Enterococcus faecium*, amplamente empregada para o controle de *Salmonella*. Já o gênero *Lactobacillus* é mais comumente administrado na criação de suínos e na piscicultura.

Muitos estudos abordam vantagens na aplicação de métodos de encapsulamento e administração conjugada a outras substâncias, como os prebióticos, para otimizar a ação dos

probióticos.

Em suma, a administração de probióticos é benéfica no combate a diversos patógenos em diversas espécies animais e culmina em efeitos positivos nos índices de produtividade desejáveis nos sistemas zootécnicos.

## REFERÊNCIAS

- ABD EL-HAMID, M. I.; IBRAHIM, D.; HAMED, R. I.; NOSSIEUR, H. H.; ELBANNA, M. H.; BAZ, H.; ABD-ALLAH, E. M.; EL OKSH, A. S. A.; IBRAHIM, G. A.; KHALIFA, E.; ISMAIL, T. A.; AWAD, N. F. Modulatory impacts of multi-strain probiotics on rabbits' growth, nutrient transporters, tight junctions and immune system to fight against *Listeria monocytogenes* infection. **Animals**, v. 12, n. 16, p. 2082, 2022. Doi: 10.3390/ani12162082
- AL KASSAA, I.; MECHMCHANI, S.; ZAYLAA, M.; ISMAIL, M. B.; EL OMARI, K.; DABBOUSSI, F.; HAMZE, M. Enterococcus faecium CMUL1216 an immunobiotic strain with a potential application in animal sector. **Biocontrol Science**, v. 26, n. 2, p. 75-84, 2021. Doi: 10.4265/bio.26.75
- ALUTHGE, N. D.; VAN SAMBEEK, D. M.; CARNEY-HINKLE, E. E.; LI, Y. S.; FERNANDO, S. C.; BURKEY, T. E. Board invited review: The pig microbiota and the potential for harnessing the power of the microbiome to improve growth and health. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 9, p. 3741-3757, 2019. Doi: 10.1093/jas/skz208
- AZIZI, A. F. N.; UEMURA, R.; OMORI, M.; SUEYOSHI, M.; YASUDA, M. Effects of probiotics on growth and immunity of piglets. **Animals**, v. 12, n. 14, p. 1786, 2022. Doi: 10.3390/ani12141786
- BELL, V.; FERRÃO, J.; PIMENTEL, L.; PINTADO, M.; FERNANDES, T. One health, fermented foods, and gut microbiota. **Foods**, v. 7, n. 12, p. 195, 2018. Doi: 10.3390/foods7120195
- BUNNOY, A.; NA-NAKORN, U.; KAYANSAMRUJ, P.; SRISAPOOME, P. Acinetobacter strain KUO11TH, a unique organism related to *Acinetobacter pittii* and isolated from the skin mucus of healthy bighead catfish and its efficacy against several fish pathogens. **Microorganisms**, v. 7, n. 11, p. 549, 2019. Doi: 10.3390/microorganisms7110549
- BUNNOY, A.; NA-NAKORN, U.; SRISAPOOME, P. Probiotic effects of a novel strain, *Acinetobacter* KUO11TH, on the growth performance, immune responses, and resistance against *Aeromonas hydrophila* of bighead catfish (*Clarias macrocephalus* Günther, 1864). **Microorganisms**, v. 7, n. 12, p. 613, 2019. Doi: 10.3390/microorganisms7120613
- CAI, H.; LUO, S.; LIU, Q.; ZHOU, Q.; YAN, Z.; KANG, Z.; LIAO, S.; LI, J.; LV, M.; LIN, X.; HU, J.; YU, S.; ZHANG, J.; QI, N.; SUN, M. Effects of a complex probiotic preparation, Fengqiang Shengtai and coccidiosis vaccine on the performance and intestinal microbiota of broilers challenged with *Eimeria* spp. **Parasites & Vectors**, v. 16, n. 1, p. 253, 2023. Doi: 10.1186/s13071-023-05855-5
- CAI, H.; LUO, S.; ZHOU, Q.; YAN, Z.; LIU, Q.; KANG, Z.; LIAO, S.; LI, J.; LV, M.; LIN, X.; HU, J.; YU, S.; ZHANG, J.; QI, N.; SUN, M. Effects of *Bacillus subtilis* and coccidiosis vaccine on growth indices and intestinal microbiota of broilers. **Poultry Science**, v. 101, n. 11, p. 102091, 2022. Doi: 10.1016/j.psj.2022.102091

CARVALHO, C. L.; ANDRETTA, I.; GALLI, G. M.; MARTINS, G. B.; CAMARGO, N. D. O. T.; STEFANELLO, T. B.; MELCHIOR, R.; DA SILVA, M. K. Dietary supplementation with  $\beta$ -mannanase and probiotics as a strategy to improve laying hen's welfare. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 985947, 2022. Doi: 10.3389/fvets.2022.985947

CASTAÑEDA, C. D.; DITTOE, D. K.; WAMSLEY, K. G.; MCDANIEL, C. D.; BLANCH, A.; SANDVANG, D.; KIESS, A. S. In ovo inoculation of an *Enterococcus faecium*-based product to enhance broiler hatchability, live performance, and intestinal morphology. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 6163-6172, 2020. Doi: 10.1016/j.psj.2020.08.002

CATHERS, H. S.; MANE, S. P.; TAWARI, N. R.; BALAKUNTLA, J.; PLATA, G.; KRISHNAMURTHY, M.; MACDONALD, A.; WOLTER, M.; BAXTER, N.; BRIONES, J.; NAGIREDDY, A.; MILLMAN, G.; MARTIN, R. E.; KUMAR, A.; GANGAIAH, D. In silico, in vitro and in vivo characterization of host-associated *Lactobacillus curvatus* strains for potential probiotic applications in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 18417, 2022. Doi: 10.1038/s41598-022-23009-y

DAME-KOREVAAR, A.; FISCHER, E. A.; VAN DER GOOT, J.; VELKERS, F.; CECCARELLI, D.; MEVIUS, D.; STEGEMAN, A. Early life supply of competitive exclusion products reduces colonization of extended spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in broilers. **Poultry Science**, v. 99, n. 8, p. 4052-4064, 2020. Doi: 10.1016/j.psj.2020.04.025

DE CESARE, A.; CASELLI, E.; LUCCHI, A.; SALA, C.; PARISI, A.; MANFREDA, G.; MAZZACANE, S. Impact of a probiotic-based cleaning product on the microbiological profile of broiler litters and chicken caeca microbiota. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p. 3602-3610, 2019. Doi: 10.3382/ps/pez148

DOCANDO, F.; NUÑEZ-ORTIZ, N.; GONÇALVES, G.; SERRA, C. R.; GOMEZ-CASADO, E.; MARTÍN, D.; ABÓS, B.; OLIVA-TELES, A.; TAFALLA, C.; DÍAZ-ROSALES, P. *Bacillus subtilis* Expressing the Infectious Pancreatic Necrosis Virus VP2 Protein Retains Its Immunostimulatory Properties and Induces a Specific Antibody Response. **Frontiers in Immunology**, v. 13, p. 888311, 2022. Doi: 10.3389/fimmu.2022.888311

DOCANDO, F.; NUÑEZ-ORTIZ, N.; SERRA, C. R.; ARENSE, P.; ENES, P.; OLIVA-TELES, A.; DÍAZ-ROSALES, P.; TAFALLA, C. Mucosal and systemic immune effects of *Bacillus subtilis* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 124, p. 142-155, 2022. Doi: 10.1016/j.fsi.2022.03.040

EBRAHIMI, N. A.; JOUZANI, G. S.; EBRAHIMI, M. A. Native chicken-derived *Lactobacillus* spp. strains with high probiotic, cholesterol-assimilation and aflatoxin-degradation capabilities. **Iranian Journal of Microbiology**, v. 14, n. 2, p. 227, 2022. Doi: 10.18502/ijm.v14i2.9192

EL HAGE, R.; EL HAGE, J.; SNINI, S. P.; AMMOUN, I.; TOUMA, J.; RACHID, R.; MATHIEU, F.; SABATIER, J. M.; KHATTAR, Z. A.; EL RAYESS, Y. The Detection of potential native probiotics *Lactobacillus* spp. against *Salmonella enteritidis*, *Salmonella infantis* and *Salmonella kentucky* ST198 of Lebanese chicken origin. **Antibiotics**, v. 11, n. 9, p. 1147, 2022. Doi: 10.3390/antibiotics11091147

EREGA, A.; STEFANIC, P.; DOGSA, I.; DANEVČIČ, T.; SIMUNOVIC, K.; KLANČNIK, A.; MOZINA, S. S.; MANDIC MULEC, I. Bacillaene mediates the inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Campylobacter jejuni* biofilms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 87, n. 12, p. e02955-20, 2021. Doi: 10.1128/AEM.02955-20

FADL, S. E.; EL-GAMMAL, G. A.; SAKR, O. A.; SALAH, A. A.; ATIA, A. A.; PRINCE, A. M.; HEGAZY, A. M. Impact of dietary Mannan-oligosaccharide and  $\beta$ -Glucan supplementation on growth, histopathology, E-coli colonization and hepatic transcripts of TNF- $\alpha$  and NF- $\kappa$ B of broiler challenged with *E. coli* O 78. **BMC Veterinary Research**, v. 16, p. 1-14, 2020. Doi: 10.1186/s12917-020-02423-2

GHALY, F. M.; HUSSEIN, S. H.; AWAD, S. M.; EL-MAKHZANGY, A. A. Growth promoter, immune response, and histopathological change of prebiotic, probiotic and synbiotic bacteria on Nile tilapia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 30, n. 2, p. 103539, 2023. Doi: 10.1016/j.sjbs.2022.103539

GUEVARRA, R. B.; KIM, E. S.; CHO, J. H.; SONG, M.; CHO, J. H.; LEE, J. H.; KIM, H.; KIM, S.; KEUM, G. B.; LEE, C. H.; CHO, W. T.; WATTHANAPHANSAK, S.; KIM, H. B. Gut microbial shifts by synbiotic combination of *Pediococcus acidilactici* and lactulose in weaned piglets challenged with Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 1101869, 2023. Doi: 10.3389/fvets.2022.1101869

GUTIERREZ FALCON, A. I.; PADILLA, D.; REAL, F.; RAMOS SOSA, M. J.; ACOSTA-HERNÁNDEZ, B.; HENAO, A. S.; GARCÍA-ÁLVARES, N.; MEDINA, I. R.; SERGENT, F. S.; DÉNIZ, S.; MARTÍN-BARRASA, J. L. Screening of new potential probiotics strains against *Photobacterium damsela* Subsp. *piscicida* for marine aquaculture. **Animals**, v. 11, n. 7, p. 2029, 2021. Doi: 10.3390/ani11072029

GUTIÉRREZ-FALCÓN, A. I.; RAMOS-NUEZ, A. M.; DE LOS MONTEROS Y ZAYAS, A. E.; CASTILLO, D. P.; GARCÍA-LAORDEN, M. I.; CHAMIZO-LÓPEZ, F. J.; REAL VALCÁRCCEL, F.; ARTILLES CAMPELO, F.; BORDES BENÍTEZ, A.; NOGUEIRA SALGUEIRO, P.; DOMÍNGUEZ CABRERA, C.; RIVERO-VERA, J. C.; GONZÁLEZ-MARTÍN, J. M.; MARTÍN CABALLERO, J.; FRÍAS-BENEYTO, R.; VILLAR, J.; MARTÍN-BARRASA, J. L. Probiotic properties of *Alcaligenes faecalis* isolated from *Argyrosomus regius* in experimental peritonitis (rat model). **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 13, n. 5, p. 1326-1337, 2021. Doi: 10.1007/s12602-021-09767-7

HANSEN, L. H. B.; LAURIDSEN, C.; NIELSEN, B.; JØRGENSEN, L.; CANIBE, N. Impact of early inoculation of probiotics to suckling piglets on postweaning diarrhoea—a challenge study with Enterotoxigenic *E. Coli* F18. **Animal**, v. 16, n. 11, p. 100667, 2022. Doi: 10.1016/j.animal.2022.100667

HASHEM, M. A.; HASSAN, A. E.; ABOU-ELNAGA, H. M.; ABDO, W.; DAHRAN, N.; ALGHAMDI, A. H.; ELMAHALLAWY, E. K. Modulatory effect of dietary probiotic and prebiotic supplementation on growth, immuno-biochemical alterations, DNA damage, and pathological changes in *E. coli*-infected broiler chicks. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 964738, 2022. Doi: 10.3389/fvets.2022.964738

HELMY, Y. A.; CLOSS JUNIOR, G.; JUNG, K.; KATHAYAT, D.; VLASOVA, A.; RAJASHEKARA, G. Effect of probiotic *E. coli* Nissle 1917 supplementation on the growth

performance, immune responses, intestinal morphology, and gut microbes of *Campylobacter jejuni* infected chickens. **Infection and Immunity**, v. 90, n. 10, p. e00337-22, 2022. Doi: 10.1128/iai.00337-22

HUANG, T.; PENG, X. Y.; GAO, B.; WEI, Q. L.; XIANG, R.; YUAN, M. G.; XU, Z. H. The effect of *Clostridium butyricum* on gut microbiota, immune response and intestinal barrier function during the development of necrotic enteritis in chickens. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 2309, 2019. Doi: 10.3389/fmicb.2019.02309

HUANG, W.; CHANG, J.; WANG, P.; LIU, C.; YIN, Q.; SONG, A.; GAO, T.; DANG, X.; LU, F. Effect of compound probiotics and mycotoxin degradation enzymes on alleviating cytotoxicity of swine jejunal epithelial cells induced by aflatoxin B1 and zearalenone. **Toxins**, v. 11, n. 1, p. 12, 2019. Doi: 10.3390/toxins11010012

HUSSEIN, M. A.; REHAN, I. F.; REHAN, A. F.; ELEIWA, N. Z.; ABDEL-RAHMAN, M. A.; FAHMY, S. G.; AHMED, A. S.; YOUSSEF, M.; DIAB, H. M.; BATIHA, G. E.; ALRASHOOD, S. T.; KHAN, H. A.; SHANAB, O.; AHMED, E.; HASSAN, H.; ELNAGAR, A.; ELKELISH, A.; HESHAM, A. E.; MAKY, M. A. Egg yolk IgY: a novel trend of feed additives to limit drugs and to improve poultry meat quality. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 350, 2020. Doi: 10.3389/fvets.2020.00350

INDO, Y.; KITAHARA, S.; TOMOKIYO, M.; ARAKI, S.; ISLAM, M. A.; ZHOU, B.; ALBARRACÍN, L. M.; MYAZAKI, A.; IKEDA OHTSUBO, W.; NOCHI, T.; TAKENOUCI, T.; UENISHI, H.; ASO, H.; TAKASHI, H.; KURATA, S.; VILENA, J. C.; KITAZAWA, H. *Ligilactobacillus salivarius* strains isolated from the porcine gut modulate innate immune responses in epithelial cells and improve protection against intestinal viral-bacterial superinfection. **Frontier in Immunology**, v. 12, 2021. Doi: 10.3389/fimmu.2021.652923

JANG, H. J.; SON, S.; KIM, J. A.; JUNG, M. Y.; CHOI, Y. J.; KIM, D. H.; LEE, H. K.; SHIN, D.; KIM, Y. Characterization and functional test of canine probiotics. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 625562, 2021. Doi: 10.3389/fmicb.2021.625562

JIN, W.; ZHANG, Z.; ZHU, K.; XUE, Y.; XIE, F.; MAO, S. Comprehensive understanding of the bacterial populations and metabolites profile of fermented feed by 16s Rna gene sequencing and liquid chromatography–mass spectrometry. **Metabolites**, v. 9, n. 10, p. 239, 2019. Doi: 10.3390/metabo9100239

KAWSAR, M. A.; ALAM, M. T.; PANDIT, D.; RAHMAN, M. M.; MIA, M.; TALUKDAR, A.; SUMON, T. A. Status of disease prevalence, drugs and antibiotics usage in pond-based aquaculture at Narsingdi district, Bangladesh: A major public health concern and strategic appraisal for mitigation. **Heliyon**, v. 8, n. 3, 2022. Doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09060

KONIECZKA, P.; FERENC, K.; JØRGENSEN, J. N.; HANSEN, L. H.; ZABIELSKI, R.; OLSZEWSKI, J.; GAJEWSKI, Z.; MAZUR-KUŚNIREK, M.; SZKOPEK, D.; SZYRYŃSKA, N.; LIPIŃSKI, K. Feeding *Bacillus*-based probiotics to gestating and lactating sows is an efficient method for improving immunity, gut functional status and biofilm formation by probiotic bacteria in piglets at weaning. **Animal Nutrition**, v. 13, p. 361-372, 2023. Doi: 10.1016/j.aninu.2023.03.003

LAUS, F.; LAGHI, L.; BAZZANO, M.; CIFONE, M. G.; CINQUE, B.; YANG, Y.; MARCHEGANI, A. Donkey Colostrum and Milk: How Dietary Probiotics Can Affect Metabolomic Profile, Alkaline Sphingomyelinase and Alkaline Phosphatase Activity. **Metabolites**, v. 13, n. 5, p. 622, 2023. Doi: 10.3390/metabo13050622

MEMON, F. U.; YANG, Y.; LEGHARI, I. H.; LV, F.; SOLIMAN, A. M.; ZHANG, W.; SI, H. Transcriptome analysis revealed ameliorative effects of Bacillus based probiotic on immunity, gut barrier system, and metabolism of chicken under an experimentally induced Eimeria tenella infection. **Genes**, v. 12, n. 4, p. 536, 2021. Doi: 10.3390/genes12040536

MINDUS, C.; VAN STAAVEREN, N.; FUCHS, D.; GOSTNER, J. M.; KJAER, J. B.; KUNZE, W.; MIAN, M. F.; SHOVELLER, A. K.; FORSYTHE, P.; HARLANDER-MATAUSCHEK, A. Regulatory T cell modulation by Lactobacillus rhamnosus improves feather damage in chickens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 855261, 2022. Doi: 10.3389/fvets.2022.855261

MORALES, B.; SPADETTO, L.; CALVO, M. À.; YESTE, M.; AROSEMENA, L.; RIGAU, T.; RIVERA DEL ALAMO, M. M. Evaluation of the probiotic in vitro potential of lactic acid-producing bacteria from canine vagina: Possible role in vaginal health. **Animals**, v. 12, n. 6, p. 796, 2022. Doi: 10.3390/ani12060796

MUWONGE, A.; KARUPPANNAN, A. K.; OPRIESSNIG, T. Probiotics mediated gut microbiota diversity shifts are associated with reduction in histopathology and shedding of Lawsonia intracellularis. **Animal Microbiome**, v. 3, p. 1-14, 2021. Doi: 10.1186/s42523-021-00084-6

NABIL, N. M.; TAWAKOL, M. M.; SAMIR, A.; HASSAN, H. M.; YONIS, A. E.; REDA, R. M.; ELSAYED, M. M. Synergistic influence of probiotic and florfenicol on embryonic viability, performance, and multidrug-resistant Salmonella Enteritidis in broiler chickens. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 9644, 2023. Doi: 10.1038/s41598-023-36238-6

NGUYEN, K. Q.; BRUCE, T. J.; AFE, O. E.; LILES, M. R.; BECK, B. H.; DAVIS, D. A. Growth performance, survival, blood chemistry, and immune gene expression of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed probiotic-supplemented diets. **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 12, p. 701, 2022. Doi: 10.3390/vetsci9120701

NOFOUZI, K.; SHEIKHZADEH, N.; HAMIDIAN, G.; SHAHBAZFAR, A. A.; MARANDI, A. Effects of Escherichia coli strain Nissle 1917 on arsenic-challenged goldfish (*Carassius auratus*): histological evidence. In: **Veterinary Research Forum**. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran, 2023. p. 367. Doi: 10.30466/vrf.2022.557449.3551

OLSEN, M. S. R.; THØFNER, I.; SANDVANG, D.; POULSEN, L. L. Research Note: The effect of a probiotic E. faecium 669 mitigating Salmonella Enteritidis colonization of broiler chickens by improved gut integrity. **Poultry Science**, v. 101, n. 10, p. 102029, 2022. Doi: 10.1016/j.psj.2022.102029

O'NEILL, J. **Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations**. 2016.

OSMAN, N.; AHMED, S. A.; EL-HAMD, D. M. S.; AHMED, A. I. Characterization and assessment of naturally mutant non-pathogenic O27 strain *Escherichia coli* and their potential use as poultry probiotics. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 7, n. 3, p. 374, 2020. Doi: 10.5455/javar.2020.g431

PANJA, K.; AREERAT, S.; CHUNDANG, P.; PALASEWEENUN, P.; AKRIMAJIRACHOOTE, N.; SITDHIPOL, J.; THAVEETHAPTAIKUL, P.; CHONPATHOMPIKUNLERT, P.; NIWASABUTRA, K.; PHAPUGRANGKUL, P.; KOVITVADHI, A. Influence of dietary supplementation with new *Lactobacillus* strains on hematology, serum biochemistry, nutritional status, digestibility, enzyme activities, and immunity in dogs. **Veterinary World**, v. 16, n. 4, p. 834, 2023. Doi: 10.14202/vetworld.2023.834-843

PENG, Y.; SHI, Q.; WANG, Y.; ZHANG, F.; JI, Z.; ZHANG, J. Dietary probiotics have different effects on the composition of fecal microbiota in farmed raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and silver fox (*Vulpes vulpes fulva*). **BMC Microbiology**, v. 19, p. 1-11, 2019. Doi: 10.1186/s12866-019-1491-x

PINEDA-QUIROGA, C.; BORDA-MOLINA, D.; CHAVES-MORENO, D.; RUIZ, R.; ATXAERANDIO, R.; CAMARINHA-SILVA, A.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, A. Microbial and functional profile of the ceca from laying hens affected by feeding prebiotics, probiotics, and synbiotics. **Microorganisms**, v. 7, n. 5, p. 123, 2019. Doi: 10.3390/microorganisms7050123

POUDEL, S.; TABLER, G. T.; LIN, J.; ZHAI, W.; ZHANG, L. Riboflavin and *Bacillus subtilis* effects on growth performance and woody-breast of Ross 708 broilers with or without *Eimeria* spp. challenge. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 64, n. 3, p. 443, 2022. Doi: 10.5187/jast.2022.e24

PRIYADARSANI, L.; ABRAHAM, T. J.; ADIKESAVALU, H.; DASH, G.; NAGESH, T. S. Effects of dietary supplementation of vitamin-E and commercial probiotics on the innate immunity of *Labeo rohita* against *Aeromonas hydrophila* infection. **Fish and Shellfish Immunology Reports**, v. 2, p. 100013, 2021. Doi: 10.1016/j.fsirep.2021.100013

PUVANASUNDRAM, P.; CHONG, C. M.; SABRI, S.; YUSOFF, M. S. M.; LIM, K. C.; KARIM, M. Efficacy of single and multi-strain probiotics on in vitro strain compatibility, pathogen inhibition, biofilm formation capability, and stress tolerance. **Biology**, v. 11, n. 11, p. 1644, 2022. Doi: 10.3390/biology11111644

RAMAH, A.; YASUDA, M.; OHASHI, Y.; IMATAKE, S.; IMAIZUMI, N.; KIDA, T.; YANAGITA, T.; UEMURA, R.; BAAKHTARI, M.; BAKRY, H. H.; ABDELALAEEM, N. M.; EL-SHEWY, E. A. Protective effects of probiotics against tannin-induced immunosuppression in broiler chickens. **Bioscience of Microbiota, Food and Health**, v. 41, n. 4, p. 168-176, 2022. Doi: 10.12938/bmfh.2021-058

REDWEIK, G. A. J.; KOGUT, M. H.; ARSENAULT, R. J.; MELLATA, M. Oral treatment with ileal spores triggers immunometabolic shifts in chicken gut. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 629, 2020. Doi: 10.3389/fvets.2020.00629

SAY, P.; NIMIKUL, S.; BUNNOY, A.; NA-NAKORN, U.; SRISAPOOME, P. Long-Term Application of a Synbiotic Chitosan and *Acinetobacter* KU011TH Mixture on the Growth

Performance, Health Status, and Disease Resistance of Hybrid Catfish (*Clarias gariepinus* × *C. macrocephalus*) during Winter. **Microorganisms**, v. 11, n. 7, p. 1807, 2023. Doi: 10.3390/microorganisms11071807

SAMAT, N. A.; YUSOFF, F. M.; RASDI, N. W.; KARIM, M. The efficacy of *Moina micrura* enriched with probiotic *Bacillus pocheonensis* in enhancing survival and disease resistance of red hybrid tilapia (*Oreochromis* spp.) larvae. **Antibiotics**, v. 10, n. 8, p. 989, 2021. Doi: 10.3390/antibiotics10080989

SANCA, F. M. M.; BLANCO, I. R.; DIAS, M.; MORENO, A. M.; MARTINS, S. M.; STEPHANO, M. A.; MENDES, M. A.; MENDONÇA, C. M. N.; PEREIRA, W. A.; AZEVEDO, P. O. S.; GIERUS, M.; OLIVEIRA, R. P. S. Antimicrobial Activity of Peptides Produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* on Swine Pathogens. **Animals**, v. 13, n. 15, p. 2442, 2023. Doi: 10.3390/ani13152442

SHEHATA, A. A.; YALÇIN, S.; LATORRE, J. D.; BASIOUNI, S.; ATTIA, Y. A.; ABD EL-WAHAB, A.; VISSCHER, C.; EL-SEEDI, H. R.; HUBER, C.; HAFEZ, H. M.; EISENREICH, W.; TELLEZ-ISAIAS, G. Probiotics, prebiotics, and phytochemical substances for optimizing gut health in poultry. **Microorganisms**, v. 10, n. 2, p. 395, 2022. Doi: 10.3390/microorganisms10020395

TARRADAS, J.; TOUS, N.; ESTEVE-GARCIA, E.; BRUFAU, J. The control of intestinal inflammation: A major objective in the research of probiotic strains as alternatives to antibiotic growth promoters in poultry. **Microorganisms**, v. 8, n. 2, p. 148, 2020. Doi: 10.3390/microorganisms8020148

UPADHAYA, S. D.; RUDEAUX, F.; KIM, I. H. Efficacy of dietary *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* supplementation continuously in pullet and lay period on egg production, excreta microflora, and egg quality of Hyline-Brown birds. **Poultry Science**, v. 98, n. 10, p. 4722-4728, 2019. Doi: 10.3382/ps/pez184

UPADHAYA, S. D.; RUDEAUX, F.; KIM, I. H. Effects of inclusion of *Bacillus subtilis* (Gallipro) to energy- and protein-reduced diet on growth performance, nutrient digestibility, and meat quality and gas emission in broilers. **Poultry science**, v. 98, n. 5, p. 2169-2178, 2019. Doi: 10.3382/ps/pey573

VADASSERY, D. H.; PILLAI, D. Quorum quenching potential of *Enterococcus faecium* QQ12 isolated from gastrointestinal tract of *Oreochromis niloticus* and its application as a probiotic for the control of *Aeromonas hydrophila* infection in goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus 1758). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, p. 1333-1343, 2020. Doi: 10.1007/s42770-020-00230-3

VAN BOECKEL, T. P.; BROWER, C.; GILBERT, M.; GRENFELL, B. T.; LEVIN, S. A.; ROBINSON, T. P.; TEILLANT, A.; LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial use in food animals. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 18, p. 5649-5654, 2015. Doi: 10.1073/pnas.1503141112

VAN STAAVEREN, N.; KRUMMA, J.; FORSYTHE, P.; KJAER, J. B.; KWON, I. Y.; MAO, Y. K.; WEST, C.; KUNZE, W.; HARLANDER-MATAUSCHEK, A. Cecal motility and the

impact of *Lactobacillus* in feather pecking laying hens. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 12978, 2020. Doi: 10.1038/s41598-020-69928-6

VILLUMSEN, K. R.; SANDVANG, D.; VESTERGÅRD, G.; OLSEN, M. S. R.; JUUL, J.; DENCKER, M.; KUDSK, J.; POULSEN, L. L. Effects of a novel, non-invasive pre-hatch application of probiotic for broilers on development of cecum microbiota and production performance. **Animal Microbiome**, v. 5, n. 1, p. 41, 2023. Doi: 10.1186/s42523-023-00263-7

WANG, B.; WU, Q.; YU, S.; LU, Q.; LV, X.; ZHANG, M.; KAN, Y.; WANG, X.; ZHU, Y.; WANG, G.; WANG, Q. Host-derived bacillus spp. as probiotic additives for improved growth performance in broilers. **Poultry Science**, v. 102, n. 1, p. 102240, 2023. Doi: 10.1016/j.psj.2022.102240

WANG, K.; CHEN, G.; CAO, G.; XU, Y.; WANG, Y.; YANG, C. Effects of *Clostridium butyricum* and *Enterococcus faecalis* on growth performance, intestinal structure, and inflammation in lipopolysaccharide-challenged weaned piglets. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 10, p. 4140-4151, 2019. Doi: 10.1093/jas/skz235

WANG, M.; WU, H.; LU, L.; JIANG, L.; YU, Q. *Lactobacillus reuteri* promotes intestinal development and regulates mucosal immune function in newborn piglets. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 42, 2020. Doi: 10.3389/fvets.2020.00042

WANG, S.; HOU, Q.; GUO, Q.; ZHANG, J.; SUN, Y.; WEI, H.; SHEN, L. Isolation and characterization of a deoxynivalenol-degrading bacterium *Bacillus licheniformis* YB9 with the capability of modulating intestinal microbial flora of mice. **Toxins**, v. 12, n. 3, p. 184, 2020. Doi: 10.3390/toxins12030184

WANG, X.; TSAI, T.; DENG, F.; WEI, X.; CHAI, J.; KNAPP, J.; APPLE, J.; MAXWELL, C. V.; LEE, J. A.; LI, Y.; ZHAO, J. Longitudinal investigation of the swine gut microbiome from birth to market reveals stage and growth performance associated bacteria. **Microbiome**, v. 7, p. 1-18, 2019. Doi: 10.1186/s40168-019-0721-7

WAIYAMITRA, P.; ZORAL, M. A.; SAENGTIENCHAI, A.; LUENGNARUEMITCHAI, A.; DECAMP, O.; GORGOGNONE, B.; SURACHETPONG, W. Probiotics modulate tilapia resistance and immune response against tilapia lake virus infection. **Pathogens**, v. 9, n. 11, p. 919, 2020. Doi: 10.3390/pathogens9110919

WILMINK, J. M.; LADEFOGED, S.; JONGBLOETS, A.; VERNOOIJ, J. C. The evaluation of the effect of probiotics on the healing of equine distal limb wounds. **PloS one**, v. 15, n. 7, p. e0236761, 2020. Doi: 10.1371/journal.pone.0236761

WU, H.; XIE, S.; MIAO, J.; LI, Y.; WANG, Z.; WANG, M.; YU, Q. *Lactobacillus reuteri* maintains intestinal epithelial regeneration and repairs damaged intestinal mucosa. **Gut microbes**, v. 11, n. 4, p. 997-1014, 2020. Doi: 10.1080/19490976.2020.1734423

XU, H.; HUANG, W.; HOU, Q.; KWOK, L. Y.; SUN, Z. Oral administration of compound probiotics improved canine feed intake, weight gain, immunity and intestinal microbiota. **Frontiers in Immunology**, v. 10, p. 394673, 2019. Doi: 10.3389/fimmu.2019.00666

XU, Y.; YU, Y.; SHEN, Y.; LI, Q.; LAN, J.; WU, Y.; ZHANG, R.; CAO, G.; YANG, C. Effects of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* on growth performance, immunity, short chain

fatty acid production, antioxidant capacity, and cecal microflora in broilers. **Poultry science**, v. 100, n. 9, p. 101358, 2021. Doi: 10.1016/j.psj.2021.101358

YANG, S.; XIONG, Z.; XU, T.; PENG, C.; HU, A.; JIANG, W.; XIONG, Z.; WU, Y.; YANG, F.; CAO, H. Compound probiotics alleviate cadmium-induced intestinal dysfunction and microbiota disorders in broilers. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 234, p. 113374, 2022. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113374

YE, Y.; LI, Z.; WANG, P.; ZHU, B.; ZHAO, M.; HUANG, D.; YE, Y.; DING, Z.; LI, L.; WAN, G.; WU, Q.; SONG, D.; TANG, Y. Effects of probiotic supplements on growth performance and intestinal microbiota of partridge shank broiler chicks. **PeerJ**, v. 9, p. e12538, 2021. Doi: 10.7717/peerj.12538

YU, Y.; LI, Q.; ZENG, X.; XU, Y.; JIN, K.; LIU, J.; CAO, G. Effects of probiotics on the growth performance, antioxidant functions, immune responses, and caecal microbiota of broilers challenged by lipopolysaccharide. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 846649, 2022. Doi: 10.3389/fvets.2022.846649

ZABIDI, A.; YUSOFF, F. M.; AMIN, N.; YAMINUDIN, N. J. M.; PUVANASUNDRAM, P.; KARIM, M. M. A. Effects of probiotics on growth, survival, water quality and disease resistance of red hybrid tilapia (*Oreochromis* spp.) fingerlings in a biofloc system. **Animals**, v. 11, n. 12, p. 3514, 2021. Doi: 10.3390/ani11123514

ZENG, X.; LI, Q.; YANG, C.; YU, Y.; FU, Z.; WANG, H.; FAN, X.; YUE, M.; XU, Y. Effects of *Clostridium butyricum*-and *Bacillus* spp.-based potential probiotics on the growth performance, intestinal morphology, immune responses, and caecal microbiota in broilers. **Antibiotics**, v. 10, n. 6, p. 624, 2021. Doi: 10.3390/antibiotics10060624

ZHANG, H.; WANG, M.; JIA, J.; ZHAO, J.; RADEBE, S. M.; YU, Q. The Protective Effect of *E. faecium* on *S. typhimurium* infection induced damage to intestinal mucosa. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 740424, 2021. Doi: 10.3389/fvets.2021.740424

ZHANG, W.; BAO, C.; WANG, J.; ZANG, J.; CAO, Y. Administration of *Saccharomyces boulardii* mafic-1701 improves feed conversion ratio, promotes antioxidant capacity, alleviates intestinal inflammation and modulates gut microbiota in weaned piglets. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, p. 1-11, 2020. Doi: 10.1186/s40104-020-00516-4

ZHAO, Y.; WANG, T.; LI, P.; CHEN, J.; NEPOVIMOVA, E.; LONG, M.; WU, W.; KUCA, K. *Bacillus amyloliquefaciens* B10 can alleviate aflatoxin B1-induced kidney oxidative stress and apoptosis in mice. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 218, p. 112286, 2021. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112286

ZHOU, T.; LIU, M.; PAN, J.; REN, J.; TANG, F.; DAI, J.; XUE, F.; JI, D. Combined Therapy of Probiotic Microcapsules and Bomidin in *Vibrio parahaemolyticus*-Infected Rats. **Life**, v. 12, n. 11, p. 1740, 2022. Doi: 10.3390/life12111740

ZHU, L.; LU, X.; LIU, L.; VOGLMEIR, J.; ZHONG, X.; YU, Q. *Akkermansia muciniphila* protects intestinal mucosa from damage caused by *S. pullorum* by initiating proliferation of intestinal epithelium. **Veterinary research**, v. 51, p. 1-9, 2020. Doi: 10.1186/s13567-020-00755-3

ZOU, X. Y.; ZHANG, M.; TU, W. J.; ZHANG, Q.; JIN, M. L.; FANG, R. D.; JIANG, S. Bacillus subtilis inhibits intestinal inflammation and oxidative stress by regulating gut flora and related metabolites in laying hens. **Animal**, v. 16, n. 3, p. 100474, 2022. Doi: 10.1016/j.animal.2022.100474