



## CAPÍTULO 1

# FIBRA E ESTIMBIÓTICOS NA NUTRIÇÃO DE AVES

Raiane dos Santos Silva

Adiel Vieira de Lima

Carlos Henrique do Nascimento

Paloma Eduarda Lopes de Souza

Aline Beatriz Rodrigues

José de Arimatéia de Freitas Pinto

Raul da Cunha Lima Neto

Edijanio Galdino da Silva

Isabelle Naemi Kaneko

Matheus Ramalho de Lima

Ricardo Romão Guerra

Fernando Guilherme Perazzo Costa

Os altos custos com as rações no país devido a maior participação de milho e farelo de soja nas dietas, a busca por alimentos alternativos se intensificou em razão de sua disponibilidade regional e menor custo. Entretanto, estes alimentos alternativos podem apresentar fatores antinutricionais que prejudicam o desempenho da ave e favorecem a colonização de microrganismos patogênicos (ALBINO et al., 2014).

Os fatores antinutricionais estão relacionados com alimentos fontes de fibra que ao ser consumidos produzem alguns efeitos negativos e dificultando a absorção de nutrientes. A fibra dietética não consegue ser digeridas pelas enzimas secretadas pelo trato digestivo das aves, porém, as enzimas de microrganismos benéficos que colonizam o intestino grosso, principalmente no ceco, realizam a hidrólise da fibra

que tem como produtos os ácidos graxos voláteis (HALL, 2003; MACARI e MAIORKA, 2017). Os AGVs são absorvidos pelo animal e também reduz o pH do trato, o que é nocivo para a microbiota patogênica. A colonização de microrganismos no trato gastrintestinal, sendo ela comensal, é essencial para a saúde e o bem-estar do hospedeiro (WILKINSON et al., 2020).

Du et al. (2020) descreveram e identificaram a composição da microbiota intestinal que geralmente é benéfica, como os *Lactobacillus* e as *Bifidobactérias*, estes microrganismos tem o papel de maturar a barreira intestinal (vilosidades), estimular transportadores de nutrientes, estimular a secreção de muco para proteção do tecido ou degradar como fonte nutricional para si, degradar fibra em nutrientes de melhor digestibilidade e absorção e competir com os microrganismos patogênicos por nutrientes e sítios de adesão, como também secretar enzimas e substâncias bactericidas que eliminam os patógenos (SAKOMURA et al., 2014).

A fibra pode ser classificada em insolúvel (celulose) e solúvel (hemicelulose). A insolúvel. A fibra solúvel pode se ligar com a água e aumentar a viscosidade da digesta, o que dificulta a difusão da digesta e a ação das enzimas, como também o contato com a mucosa para absorção é limitada (Araújo e Silva, 2008). A insolúvel gera atrito com a mucosa, aumentando a velocidade de taxa de passagem, reduzindo o tempo de permanência no trato gastrintestinal, causando a não absorção eficiente dos nutrientes.

O farelo de trigo é um alimento alternativo que segundo Rostagno et al. (2017) apresenta polissacarídeos não amiláceos, solúveis e insolúveis, onde se destaca os arabinoxilanos que são degradados pela enzima xilanase. O estimbiótico é um aditivo que é composto por xilanase e xiolo-oligossacarídeo fermentável que sinaliza para o microbioma para fermentar a fibra o mais rápido possível, melhorando a função intestinal e o sistema imune (PARRA et al. 2020).

## 1.1. A MICROBIOTA INTESTINAL DAS AVES

Nos últimos anos, vários estudos foram realizados com intuito de identificar os microrganismos presentes ao longo do trato gastrintestinal das aves e quais as modificações que ocorrem sobre a influência de alguns fatores externos e internos. As modificações na microbiota podem ser influenciadas por inclusão de aditivos na dieta, diferentes práticas de manejo, processamento da matéria-prima, estresse e presença de patógenos (MACARI e MAIORKA, 2017).

De acordo com Du et al. (2020) identificaram através de sequenciamento do gene 16S rRNA e qPCR, que os filos mais abundantes no trato gastrintestinal de codornas foram os Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria, Actinobacteria e Deferribacteres. No qual o Firmicutes foi dominante no intestino delgado, ao

contrário do Bacteroidetes, com presença dominante no ceco e colorretal. E em relação ao gênero *Lactobacillus*, sua presença se destacou em todas as porções do trato, exceto no ceco, nas quais os gêneros predominantes destacam-se *Megamonas*, *Faecalibacterium* e *Bacteroides*. Os gêneros bacterianos produtores de ácidos graxos de cadeia curta foram observados os *Bacteroides*, *Faecalibacterium*, *Alistipes*, *Blautia*, *Parabacteroides* e *Clostridium* com predominância no ceco e colorretal. A produção de AGCC e butirato por estes microrganismos se dá por duas principais vias, a via butiril (*CoA:acetato CoAtransferase*) e a via butirato quinase.

No ceco ocorre a digestão de celulose pela ação das bactérias, produzindo os ácidos graxos de cadeia curta que são utilizados pelo hospedeiro para manter a homeostase energética e os processos biológicos. A ave nas fases iniciais de vida, apresentam uma diversidade e densidade de microrganismos baixa e que aumenta à medida que se desenvolve. A colonização de microrganismos no trato gastrintestinal, sendo ela comensal, é essencial para a saúde e o bem-estar do hospedeiro (SAKOMURA et al., 2014; DU et al., 2020; MACARI e MAIORKA, 2017; WILKINSON et al., 2020).

Conforme Wilkinson et al. (2020) em análises histológicas identificaram que a baixa colonização bacteriana e nenhuma exposição ao *Lactobacillus* ou outra bactéria comensal em codorna durante a primeira semana pós-eclosão, causaram danos na parede intestinal por influenciar no desenvolvimento da altura das vilosidades e na profundidade da cripta. Ou seja, a absorção de nutrientes é afetada negativamente em função das lesões, e potencial queda no desempenho é esperada.

## 1.2. USO DE ADITIVOS PARA MODIFICAÇÕES DA MICROBIOTA

O uso de antibióticos como promotores de crescimento foi proibido pela legislação brasileira (MAPA) em função da resistência bacteriana que segue a Instrução Normativa nº 13 de 30/11/2004. Os aditivos classificam-se em tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos. Os aditivos zootécnicos são substâncias usadas no intuito de melhorar o desempenho do animal e inclui os digestivos (enzimas exógenas), equilibradores da flora intestinal (prebióticos, probióticos e ácidos orgânicos (Sakomura et al., 2014).

O uso dos probióticos baseia-se no controle biológico intermediado por microrganismos vivos benéficos, suplementados via dieta, que ao colonizar o trato gastrintestinal irão promover competição por nutrientes com a microbiota presente naquele ambiente que pode ser patogênica, beneficiando a imunidade (Albino et al., 2014).

A pesquisa de Wilkinson et al. (2020) identificaram que codornas pós-eclosão inoculadas com probiótico *Lactobacillus* apresentaram melhor altura e comprimento de vilosidades quando comparado com o grupo controle, maior predominância de microrganismos benéficos e contribuiu para a formação da microbiota. E afirmaram a importância de inocular antes da formação da microbiota, deve-se ao fato que após a eclosão, as aves são expostas a um ambiente com alta higiene e baixa carga bacteriana, não conseguindo adquirir microrganismos benéficos para formar a microbiota intestinal, favorecendo a colonização bacteriana patogênica por não haver competição.

Segundo Frozza et al. (2022) avaliar o efeito da suplementação de probiótico para aves de postura, observaram que o aditivo proporcionou melhor produção de ovos, redução de ovos trincados e sujos. Além de reduzir a frequência de comportamento agonístico, como arranque de penas e brigas. E influenciou a viabilidade do lote, ao diminuir a mortalidade das aves. Os principais microrganismos utilizados como probióticos são as bactérias que pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* e leveduras (SAKOMURA et al., 2014).

Os prebióticos são substâncias alimentares que as enzimas das aves não digerem e estimulam o crescimento de microrganismos benéficos ao nutrir este grupo seletivo. São açúcares complexos, como mananoligossacarídeos (MOS), frutoligossacarídeos (FOS), sendo extraídos da parede celular de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) e sintetizados a partir do *Aspergillus niger* ou *Aureobasidium pullulans*, e também há os galactoligossacarídeos e glicossacarídeos. Ao contrário dos probióticos que introduzem microrganismos benéficos, os prebióticos estimulam os microrganismos benéficos que já vivem no intestino (ALBINO et al., 2014; SAKOMURA et al., 2014).

Auxilia na imunidade da ave por aumentar a produção de células de defesa, os leucócitos, o que é interessante para aves velhas que apresentam baixa atividade do sistema imune e quando submetidas a um desafio sofrem alguma infecção (TREVIZAN, 2021). De acordo com os resultados encontrados por Lemos et al. (2014) ao avaliarem a adição da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e determinar o seu melhor nível de inclusão na dieta sobre o desempenho e a qualidade dos ovos produzidos por codornas japonesas na fase de produção, observaram que a inclusão de até 1,5kg/t do prebiótico na dieta melhorou a produção, a conversão alimentar por dúzia, a conversão alimentar por massa e a qualidade da casca de ovos.

Os simbióticos é aquele produto que tem o prebiótico e o probiótico combinados e que algumas pesquisas têm demonstrado que as respostas dos animais são variáveis, em função de que os fatores que influenciam estas respostas incluem os mesmos de probióticos e prebióticos (SAKOMURA et al., 2014). Os mecanismos de ação de ambos consistem em competir por sítios de adesão, nutrientes e liberação de substâncias nocivas aos patógenos.

Para tentar reduzir os custos com rações ao substituir o milho e o farelo de soja por ingredientes alternativos, estes podem apresentar fatores antinutricionais que influenciam no desempenho do animal. A pesquisa de Lima et al. (2010) observaram uma melhora no aproveitamento da energia das rações à base de milho e farelo de soja com a inclusão de fitase na ração e determinaram que os níveis de 195 e 186 uf/kg resultaram em maior aproveitamento da EMA e EMAn.

O uso de enzimas exógenas possibilita que os ingredientes alternativos regionais com um custo acessível possam substituir o milho e o farelo de soja. Uma situação presente é o caso do fósforo, importante mineral para algumas atividades do metabolismo do animal, mas se encontra na forma indisponível, o fitato. As aves não produzem a enzima de forma suficiente para degradar o fitato. A enzima fitase degrada o fitato, melhorando a digestibilidade por atuar nos fatores antinutricionais (polissacarídeos não amiláceos), evitando o complexo proteína – fitato e disponibilizando outros minerais ao ocorrer a hidrólise do fitato (ALBINO et al., 2014).

De acordo com Ribeiro et al. (2015) ao avaliarem os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease isoladas e associadas em dietas para codornas japonesas em postura, identificaram influência benéfica das enzimas no desempenho e qualidade de ovos. Gouveia et al. (2020) avaliaram a produtividade e o metabolismo de codornas japonesas na fase de postura, ofertando rações à base de milho ou sorgo incluindo ou não xilanase e  $\beta$ -glucanase e identificaram que massa total de ovos foi maior nos tratamentos com inclusão das enzimas.

Os ácidos orgânicos são substâncias acidificantes que reduzem o pH na porção inicial do trato digestório para melhorar os níveis de pepsina e potencializar um efeito bactericida ou bacteriostática ao reduzir a capacidade das bactérias ligarem-se a parede intestinal da ave e aumentar a disponibilidade de cálcio, magnésio, ferro, cobre e zinco (ALBINO et al., 2014). Fikry et al. (2021) avaliaram a adição de ácido cítrico em dietas de codornas japonesas e observaram que os níveis de imunoglobulina (IgG) foram maiores nos grupos com inclusão de 5 ou 10 g/kg de ácido cítrico do que no grupo controle, melhorando a resposta imune da ave e contribuindo para sua saúde e crescimento. E identificaram menor conteúdo cecal de bactérias patogênicas, incluindo Coliformes, *E. coli* e *Salmonella*.

## 1.3. FIBRA DIETÉTICA NA NUTRIÇÃO DE AVES

### 1.3.1. Polissacarídeos não amiláceos (PNA)

Antes a fibra era vista como um fator negativo ao ser utilizada na dieta das aves sendo considerada indigestível e que provocava redução na absorção dos nutrientes usados na dieta desses animais, hoje a fibra é vista como um fator benéfico e alternativo estimula a produção de ácido graxo de cadeia curta e com isso resulta em saúde e bem-estar animal, (Figura 1.1), fibra dietética corresponde aos componentes estruturais da parede celular das plantas, que não é digerida por enzimas do trato gastrintestinal das aves, mas pode ser hidrolisada no intestino grosso através da fermentação microbiana que pode gerar produtos de valor nutricional para o animal (HALL, 2003). E entre esses componentes se encontra os polissacarídeos não amiláceos (PNA), no qual os PNA totais é a soma de FDN (hemicelulose e celulose) e FSDN (substâncias pecticas, galactanos, beta-glucanos e frutana), apresentam ligações do tipo beta tornando indigestíveis (SAKOMURA et al., 2014).

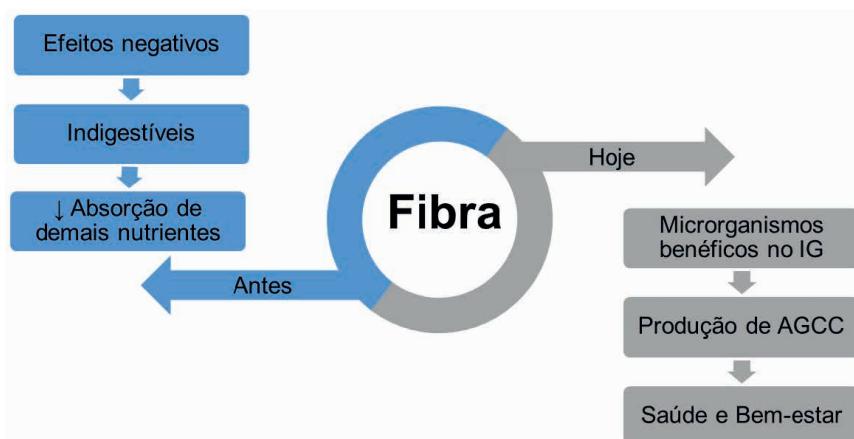


Figura 1.1. Fibra antes vista como fator antinutricional x fibra hoje vista como efeito benéfico.

Os polissacarídeos são compostos por cadeias de estrutura linear ou ramificada, contendo 10 ou mais monossacarídeos, polímeros de glicose. Os mais relevantes destacam-se o amido, a celulose e a hemicelulose presentes em ingredientes vegetais que participam das formulações de rações para aves. Classificam-se em polissacarídeos de reserva (nutricionais, mais digestíveis, ex: amido) ou estruturais (estrutura da planta, polissacarídeos não-amídicos, ex. celulose). Os polissacarídeos não-amídicos (PNA) são macromoléculas de polímeros de açúcares simples e resistentes a hidrólise no trato gastrintestinal de não-ruminantes, no qual o seu coeficiente de digestibilidade

PNA totais é baixo e é considerado fator antinutricional quando presente, o que depende da espécie vegetal e do tipo de cultivo e compreende 90% da parede celular das plantas (MACARI e MAIORKA, 2017).

Os polissacarídeos não amiláceos dividem-se em três grupos: celulose (insolúvel em água), polissacarídeos não celulósicos (arabinoxilanás, beta-glucanos, mananos, galactanos, xiloglucanos, e fructanas, parcialmente solúveis em água) e polissacarídeos pectínicos (arabinanos, galactanos e arabinogalactanos, parcialmente solúveis em água) (FRANZINI et al., 2022). As fibras solúveis se ligam com a água, aumenta a viscosidade da digesta, reduzindo a difusão das partículas, menor contato com as enzimas e mucosa, dificultando a absorção (ARAÚJO e SILVA, 2008).

As fibras insolúveis geram atrito com a mucosa intestinal, aumentando as secreções de muco e água, reduzindo a altura das vilosidades e o tempo de permanência do alimento no trato digestório (SAKOMURA et al., 2014). Entretanto, a fibra é fermentada pelos microrganismos em ácidos graxos voláteis que beneficiam os hospedeiros, sendo necessário o uso de enzimas que realize a hidrólise dos PNAs. Bevilaqua et al. (2016) verificou que a inclusão de fibra na dieta de poedeiras influenciou o desenvolvimento da moela melhorando a digestão dos nutrientes.

O farelo de trigo é considerado um alimento alternativo para o milho e farelo de soja, entretanto, apresenta fatores antinutricionais, destaca-se a presença de arabinoxilanás (36,5%) neste subproduto. (ARAÚJO e SILVA, 2008). Na Tabela 1.1 há valores de arabinose e xilose de alguns alimentos, de acordo com dados da empresa ABVISTA publicados por Rostagno et al. (2024).

Tabela 1.1. Conteúdo de Polissacarídeos Não Amiláceos dos Alimentos

| Alimentos              | Arabinose |           |       | Xilose  |           |       |
|------------------------|-----------|-----------|-------|---------|-----------|-------|
|                        | Sólivel   | Insólivel | Total | Sólivel | Insólivel | Total |
| Milho Gérmen           | 0,60      | 0,60      | 7,30  | 0,40    | 9,70      | 10,10 |
| Milho Farelo Gúten 21% | 0,35      | 0,35      | 6,65  | 0,35    | 9,43      | 9,80  |
| Milho Farelo Gúten 60% | 0,28      | 0,28      | 0,68  | 0,38    | 0,45      | 0,78  |
| Milheto Grão           | 0,05      | 0,05      | 1,32  | 0,08    | 1,66      | 1,72  |
| Trigo Grão             | 0,39      | 0,39      | 2,07  | 0,44    | 2,80      | 3,21  |
| Trigo Farelo           | 0,61      | 0,61      | 6,47  | 1,04    | 9,72      | 10,72 |
| Arroz Farelo           | 0,28      | 0,28      | 3,48  | 0,12    | 3,97      | 4,09  |
| Cevada Grão            | 0,30      | 0,30      | 2,10  | 0,40    | 3,80      | 4,20  |
| Soja Farelo 45,4%      | 0,61      | 0,61      | 2,39  | 0,20    | 1,33      | 1,51  |
| Soja Integral          | 0,45      | 0,45      | 2,10  | 0,10    | 1,23      | 1,31  |
| Soja Semi Tostada      | 0,45      | 0,45      | 2,20  | 0,05    | 2,15      | 2,20  |
| Sorgo Grão             | 0,05      | 0,05      | 1,31  | 0,04    | 1,19      | 1,22  |

Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2024).

Quando os microrganismos fermentam a fibra, é produzido os AGCC que reduz o pH, inibindo o crescimento dos patógenos que preferem um ambiente neutro, resultando em uma melhor saúde intestinal. Ao promover o desenvolvimento de culturas microbianas benéficas que liberam substâncias nocivas aos patógenos. Estimula a secreção de saliva e sucos gástricos ou pancreáticos que apresentam enzimas bactericidas e a motilidade intestinal é influenciada (SAKOMURA et al., 2014) (Figura 1.2).

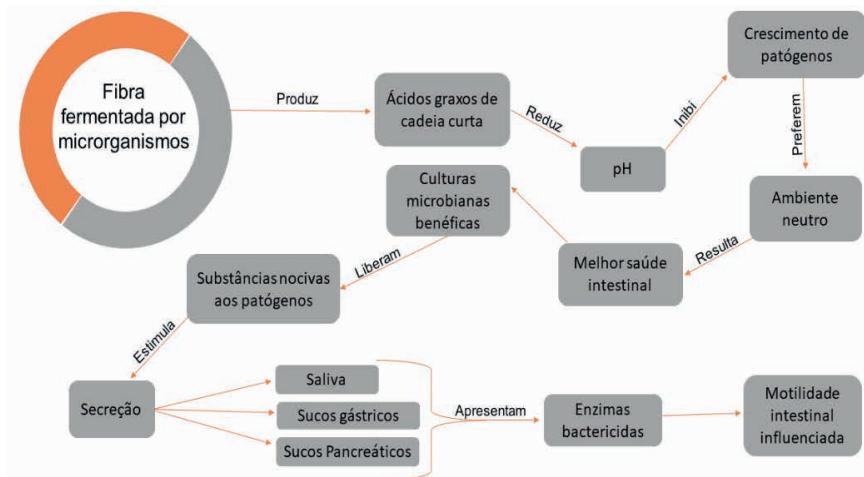


Figura 1.2. Efeitos da fibra no tratos gastrointestinal.

## 1.4. ESTIMBIÓTICOS

Os estimbióticos são uma combinação de xilanase e xiolo-oligossacarídeo fermentável que tem o papel de adaptar o microbioma a fermentar fibra o mais rápido. As xilanases são glicosidases que realizam a hidrólise das ligações  $\beta$ -1,4 encontradas na xilana vegetal, componente da hemicelulose. Os xiolo-oligossacarídeos são hidratos de carbono indigeríveis de cadeia curta obtidos da hidrólise dos arabinoxilanos, reduzindo os efeitos negativos deste PNA solúvel (FRANZINI et al., 2022).

A fibra que chega ao intestino grosso disponível para fermentação, em sua maior parte é formada por arabinoxilanos, um polissacarídeo não amiláceo, que são hidrolisados pelas xilanases em tamanhos menores, formando os xilo-oligossacarídeos, estes sinalizam para o microbioma desenvolver a sua capacidade de fermentar fibra e produzir xilanase microbiana para potencializar a degradação das fibras da dieta (Figura 1.3). Os xilo-oligossacarídeos são fermentados em ácidos graxos voláteis que influenciam a taxa de esvaziamento gástrico, melhorando digestão e absorção de nutrientes e modulando o sistema imune ao favorecer o crescimento de bactérias produtoras de butirato, as bifidobactérias (PARRA et al., 2020).

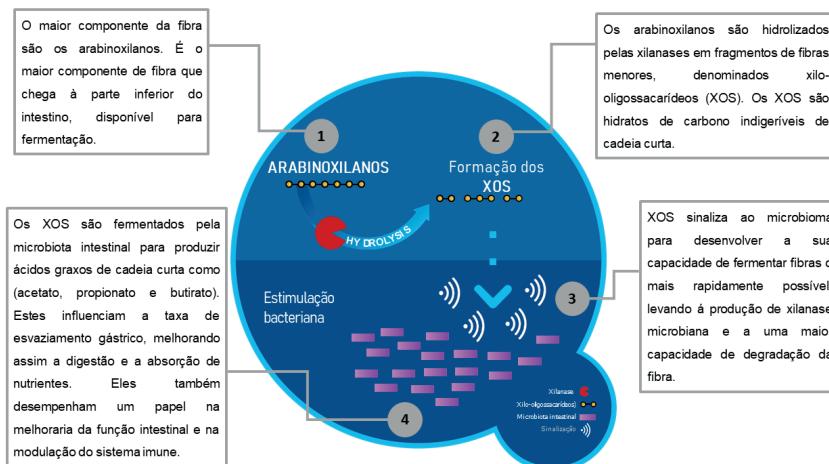


Figura 1.3. Mecanismo de ação do estimbiótico. Fonte: adaptada de ABvista (2019).

Não há registros de pesquisas com estimbiótico em dietas de codornas japonesas, assim como outras espécies em postura. Entretanto há uma gama de pesquisas que evidenciam a importância do uso em estimbióticos em dietas de outras aves de interesse comercial.

Morgan et al. (2021) realizaram um estudo com o objetivo de comparar o uso de estimbiótico (xilanase + xilo-oligossacarídeos) e uma combinação de xilanase e beta-glucanase para frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo-cevada. Para isso, eles utilizaram 6 tratamentos dietéticos em um arranjo fatorial  $2 \times 3$ , sendo dois níveis de energia metabolizável, “Alto” ou “Baixo”, que diferiram em 100 kcal EM/kg, e três suplementações de aditivos: sem aditivos suplementares, estimbiótico ou xilanase + beta-glucanase. Os autores observaram que tanto o estimbiótico, quanto a combinação de xilanase e beta-glucanase, melhoraram os efeitos antinutritivos dos polissacarídeos não amiláceos e que a suplementação com estimbiótico induziu um efeito positivo comparativamente maior na hidrólise de polissacarídeos não amiláceos e na produção de ácidos graxos de cadeia curta (Figura 1.4).

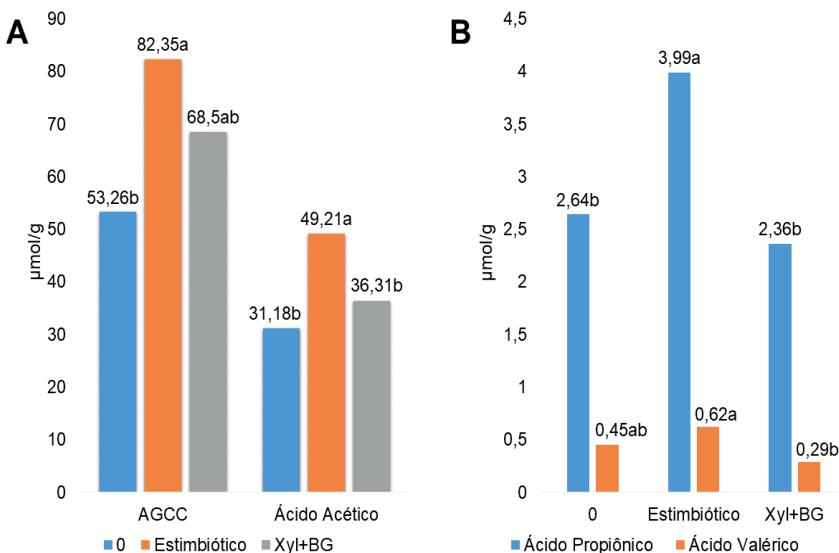


Figura 1.4. Efeito do nível de emergia metabolizável na dieta e da suplementação de aditivos estimbiótico (xilanase + xiolo-oligossacarídeos) e uma combinação de xilanase e beta-glucanase (Xyl+BG) na concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) cecal em 21 e 35 dias ( $\mu\text{mol/g}$  de amostra fresca). A: ácido graxo de cadeia curta e ácido acético e B: ácido propiónico e ácido valérico. Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Adaptado de Morgan et al. (2021).

Lee et al. (2022) avaliaram a eficácia da suplementação com estimbióticos em frangos de corte Arbor Acres desafiados com enterite necrótica. Para isso, distribuíram as aves em 6 tratamentos em arranjo fatorial  $3 \times 2$ . Os tratamentos dietéticos incluíram sem aditivos (CON), 100mg/kg de estimbiótico e 100 mg/kg de estimbiótico com uma mistura comercial típica incluindo óleo essencial (STB), probióticos e enzima (CB); os tratamentos de enterite necrótica incluíram com e sem desafio. Os autores observaram que o desafio com enterite necrótica afetou negativamente o desempenho, a morfologia ileal, o conteúdo de imunoglobulina no sangue, a microbiota cecal no ceco, a dermatite da pata, os escores de lesões intestinais, o fator de necrose tumoral ( $TNF-\alpha$ ) e a endotoxina no soro comparados com as aves não desafiadas. A suplementação do estimbiótico isolado e associado à mistura comercial melhorou o desempenho do crescimento, a microbiota intestinal, estimulando a morfologia ileal e a produção de propionato no ceco, e não houve diferenças nas variáveis medidas entre aves suplementadas com estimbiótico e estimbiótico com uma mistura comercial (Figuras 1.5 e 1.6).

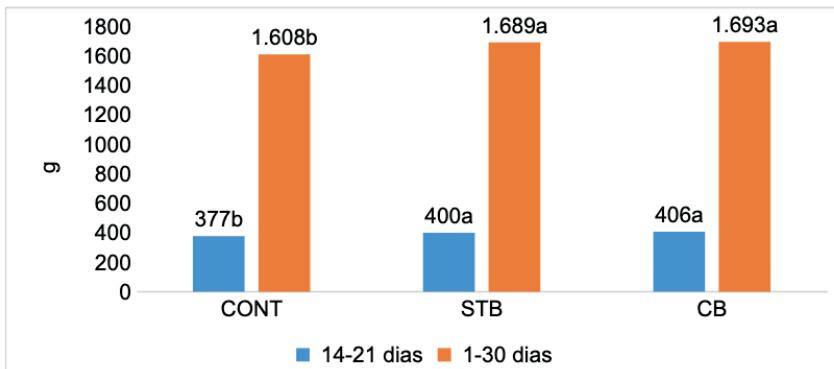


Figura 1.5. Efeitos da overdose de vacinas e infecção por *C. perfringens* *no* ganho de peso de frangos de corte. CONT (sem aditivos), STB (estimbiótico com uma mistura comercial típica incluindo óleo essencial e CB (probióticos e enzima). Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Adaptado de Lee et al. (2022).

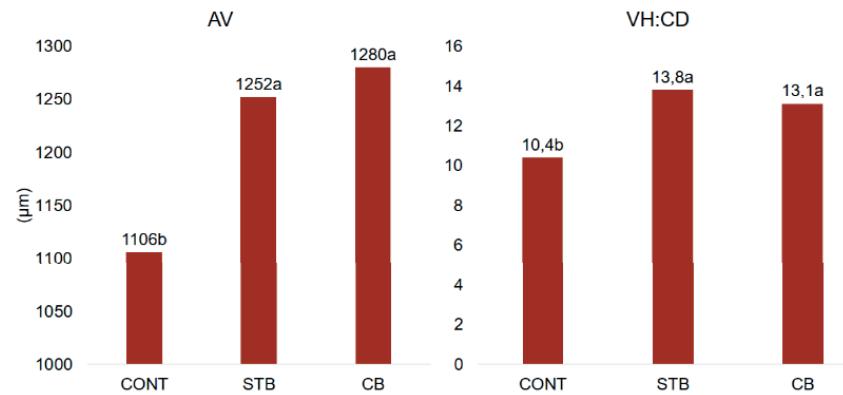


Figura 1.6. Efeitos da overdose de vacinas e infecção por *C. perfringens* *na morfologia ileal em frangos de corte*. CONT (sem aditivos), STB (estimbiótico com uma mistura comercial típica incluindo óleo essencial e CB (probióticos e enzima). AV: altura de vilosidades; AV:PC = relação vilo:crypta. Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adaptado de Lee et al. (2022).

Desse modo, os autores concluíram que, no geral, a suplementação de estimbiótico foi capaz de reduzir a resposta inflamatória e melhorar o desempenho das aves desafiadas com enterite necrótica, e a suplementação de estimbiótico isoladamente foi tão eficaz quanto uma mistura comercial típica contendo vários outros aditivos.

Ren et al. (2023) avaliaram os efeitos da suplementação, ou não, de estimbiótico em dietas a base de milho ou trigo sobre o desempenho de crescimento, desenvolvimento e função intestinal de frangos de corte Arbor Acres, de um à 42 dias de idade. Os autores observaram que aos 28 dias de idade a adição de estimbiótico aumentou significativamente a altura das vilosidades, a relação entre altura das vilosidades e a profundidade da cripta, (Figura 1.7) além da atividade das enzimas diamina oxidase, e Proteína quinase ativada por AMP da mucosa intestinal, e a expressão gênica de OCLN, CLDN1, ZO1, MUC2, SGLT1, PEPT1, FABP2 (Figura 1.8). Com isso, concluíram que a suplementação de estimbiótico pode melhorar o desempenho do crescimento, o desenvolvimento intestinal e as funções de barreira, e a fermentação de fibras no ceco de frangos de corte.

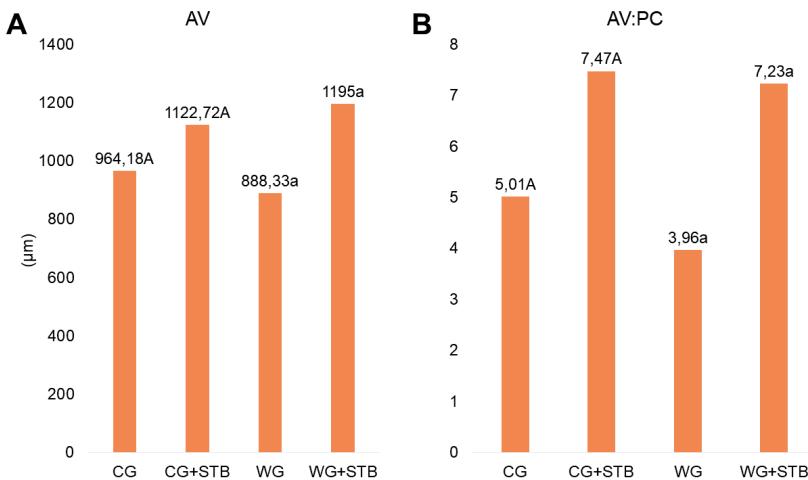


Figura 1.7. Efeitos da suplementação, ou não, de estimbiótico em dietas a base de milho ou trigo sobre a estrutura das vilosidades jejuno de frangos de corte Arbor Acres, de um à 42 dias de idade. Letras maiúsculas compararam o efeito isolado dos tratamentos CG vs CG+STB, letras maiúsculas compararam o efeito isolado dos tratamentos WG vs WG+STB. CG (Milho) CG+STB (milho+estimbiótico), WG (trigo), WG+STB (trigo+estimbiótico). A: AV (Altura de vilosidade de jejuno) e B: relação altura de vilosidade e profundidade de cripta. Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adaptado de Ren et. (2023).

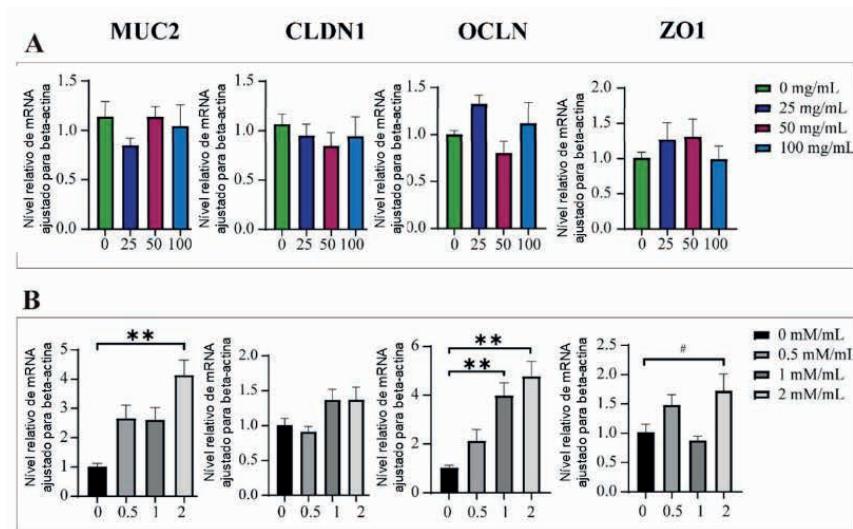


Figura 1.8. Extração de mRNA em nível celular e análise de expressão gênica. Os dados são apresentados como médias  $\pm$  EPM ( $n = 6$ ). Asterisco (\*\*) representa diferenças significativas com  $P < 0,01$ , sinal de libra (#) representa  $0,05 < P < 0,1$ . (A) Expressão gênica relativa de MUC2, CLDN1, OCLN, ZO1 de diferentes concentrações de suplementação de STB em IECs. (B) Expressão gênica relativa de MUC2, CLDN1, OCLN, ZO1 de diferentes concentrações de suplementação de butirato de sódio em IECs. Adaptado de Lee et al. (2022).

Šimić et al. (2023) conduziram um estudo com pintos de corte Ross 308, de um a 35 dias de idade, para determinar o efeito da fibra alimentar, xilanase (XYL), xiooligossacarídeos (XOS) e uma combinação de XYL e XOS (STBIO) no desempenho de crescimento de frangos, energia metabolizável aparente corrigida por N e disponibilidade de nutrientes, características do trato gastrointestinal e conteúdo cecal de ácidos graxos de cadeia curta. Para isso, testaram oito dietas experimentais arranjadas em um fatorial  $2 \times 4$ , sendo duas dietas controle (a primeira continha 54% de milho e na segunda, 5% do milho foi substituído por farelo de trigo como fonte de fibra) e quatro suplementações: sem suplementação, XYL, XOS e STBIO. Os autores observaram que a adição de STBIO melhorou a taxa de conversão alimentar e aumentou o ganho de peso de 21 a 35 dias e de 0 a 35 dias. A inclusão de fibra teve efeito negativo nos coeficientes de retenção de N e gordura aos 35 dias, bem como na retenção de EMAn e matéria seca aos 21 e 35 dias (Figura 1.9). Observaram também que não houve efeito da dieta na histomorfometria do jejuno e que a adição de fibra aumentou a concentração de AGCC cecal, em especial ácido valérico e propiônico, nas aves com 35 dias de idade. Assim os autores concluíram que adição de STBIO na dieta pode trazer benefícios em termos de degradação da fibra, ganho de peso e eficiência alimentar.

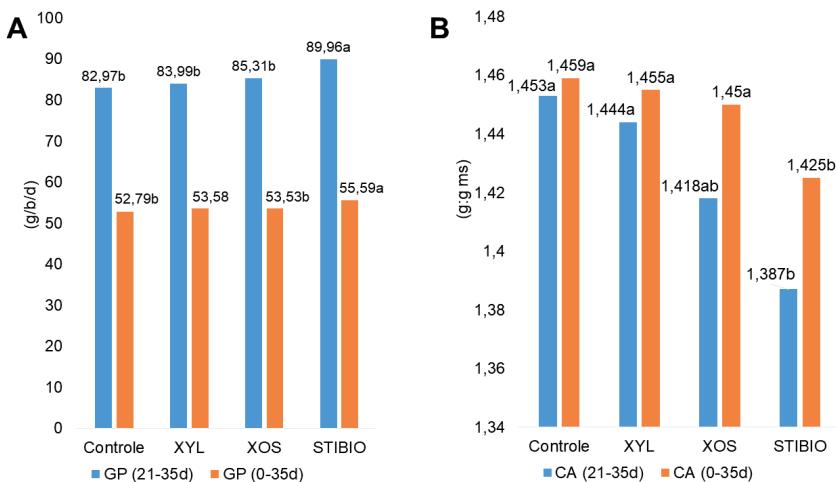


Figura 1.9. Efeito de tratamentos dietéticos sobre o desempenho de crescimento de frangos de corte alimentados com e sem adição de 50 g/kg de farelo de trigo. Xilanase (XYL), xiooligossacarídeos (XOS) e uma combinação de XYL e XOS (STIBIO). A: GP (ganho de peso), B: CA (conversão alimentar). Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adaptado de Šimić et al. (2023).

Veluri et al. (2024) investigaram os efeitos interativos de estimbiótico e farelo de trigo em dietas de frangos de corte à base de milho ou trigo. Para isso distribuíram as aves em seis tratamentos em arranjo fatorial  $2 \times 2 \times 2$ , sendo com e sem suplementação de estimbiótico, 0 e 50 g/kg de farelo de trigo, e dietas a base de trigo e milho. Os pesquisadores notaram que a suplementação com estimbióticos e a inclusão de farelo de trigo melhoraram individualmente a taxa de conversão alimentar independentemente do tipo de cereal, mas esse efeito não foi observado quando os dois foram combinados (Figura 1.10). Não observaram efeito do estimbiótico ou farelo de trigo em dietas à base de milho, enquanto a inclusão de farelo de trigo diminuiu energia digestível ileal em dietas à base de trigo, mas a suplementação de estimbiótico aumentou energia digestível ileal com ou sem farelo de trigo. Concluíram que a suplementação de estimbiótico em dietas à base de trigo ou milho e com a inclusão de WB melhorou a digestibilidade energética. Por outro lado, a inclusão de farelo de trigo em dietas à base de trigo diminuiu a digestibilidade de nutrientes.

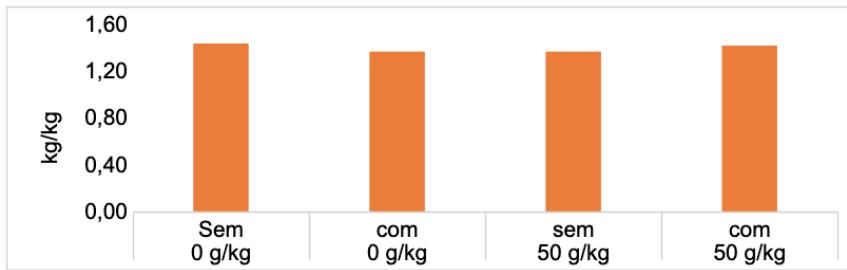


Figura 1.10. Influência do tipo de dieta, adição de farelo de trigo (50g/kg) e sem e com suplementação de estimbióticos sobre a conversão alimentar de frangos de corte. Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adaptado de Veluri et al. (2024).

Davies et al. (2024) testaram se a microbiota ileal e cecal de frangos de corte, alimentados com um estímbiótico, é capaz de fermentar diferentes substratos ricos em xilose. Os pesquisadores retiraram o conteúdo ileal e cecal de frangos de corte alimentados com um estímbiótico e de um grupo controle e utilizaram como inóculo para fermentação *ex vivo*. Os substratos ricos em xilose foram xilose monomérica, xilo-oligossacarídeo com grau de polimerização curto, xilo-oligossacarídeo com grau de polimerização longo e de farelo de trigo, foi adicionado a cada inóculo ileal e cecal em recipientes de fermentação, e avaliaram a produção total de gases e de ácidos graxos de cadeia curta, quantificação bacteriana e utilização de carboidratos. Os autores observaram que: não houve interações em nenhum dos parâmetros medidos no conteúdo ileal ou cecal, e a microbiota ileal metaboliza preferencialmente o farelo de trigo, enquanto a microbiota cecal favoreceu os substratos de xilo-oligossacarídeo, particularmente xilo-oligossacarídeo com grau de polimerização longo. Logo, os autores concluíram que os estímbióticos podem promover a abundância de bactérias lácticas envolvidas no estabelecimento de bactérias degradadoras de fibras e no conteúdo de AGV no intestino, o que poderia ter efeitos benéficos no desempenho dos frangos de corte, além de que a microbiota ileal e cecal diferem na utilização de diferentes substratos, o que pode impactar a eficácia de diferentes produtos estimuladores.

Lima et al. (2024) objetivaram avaliar a variação da fibra e sua fonte e sua interação com a suplementação de estímbiótico na dieta de poedeiras comerciais. Para isso, dividiram 1.200 galinhas Bovans White em 12 tratamentos. Os tratamentos foram baseados em dietas com variações no uso de trigo, milho e seus subprodutos, isolados ou combinados, e suplementadas ou não com 0,01% de estímbiótico. Os tratamentos consistiram de uma dieta Controle, comercial, e duas dietas basais, uma com Trigo e Farelo de Trigo (100W) e outra com Milho e Farinha de Gérmen de Milho (100C). Essas dietas 100W e 100C foram diluídas para obtenção dos

tratamentos 75W|25C, 50W|50C e 25W|75C. Todas as dietas foram suplementadas com estimbiótico. Os autores observaram que a conversão alimentar de dúzias de ovos melhorou com estimbiótico na dieta com 75W|25C, enquanto estimbiótico melhorou a unidade Haugh na dieta Controle, 75W|25C e 25W|75C, mas não influenciou as demais dietas, estimbiótico também melhorou a espessura da casca, principalmente em dietas com maior teor de trigo, reduzindo esta variável quando havia mais milho do que trigo na dieta; e a qualidade da casca com estimbiótico melhorou em todas as dietas avaliadas (Figura 1.11). Com isso, Lima et al. (2024) concluíram que o estimbiótico melhorou o desempenho da suplementação e a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras brancas em dietas com alto teor de fibra alimentar.

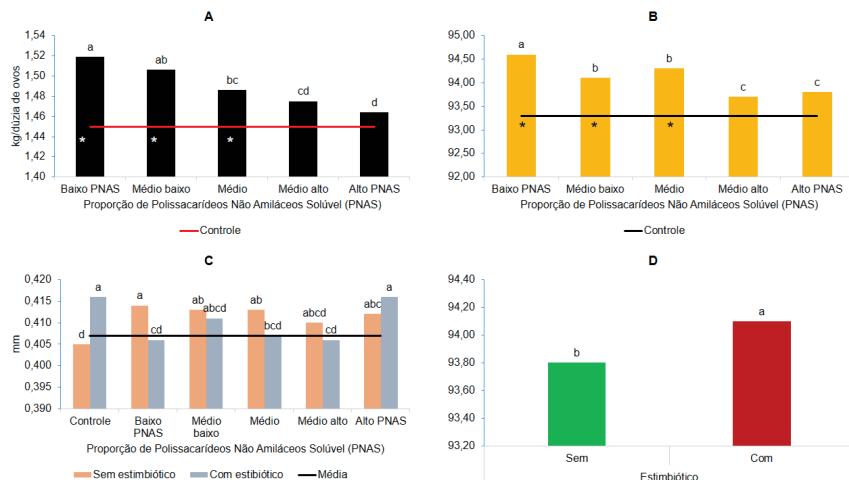


Figura 1.11. Efeito de diferentes perfis de fibra com e sem suplementação de estimbiótico sobre o desempenho e parâmetros de qualidade de ovo de galinhas Bovans White. A: conversão por dúzia de ovos, B: espessura da casca do ovo, C e D: unidade Haugh. Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adaptado de Lima et al. (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o estimbiótico é uma estratégia para acelerar o desenvolvimento do microbioma benéfico, ao fornecer substratos para hidrólise e sinalização para degradar a fibra oferecida na dieta. É verificado poucos estudos sobre este produto na postura comercial, principalmente na coturnicultura.

## REFERÊNCIAS

AB Vista. **Signis: uma nova classe de aditivo funcional – Stimbiotic.** Disponível em: <https://www.abvista.com/pt/signis-pt>. Acesso em: 27 jul. 2025.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M.; TARVENARI, F. C.; COSTA, F. G. P.; STRINGHINI, J. H. **Galinhas poedeiras: criação e alimentação.** Viçosa: Aprenda fácil. 376 f. 2014.

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V. Enzimas exógenas em dietas contendo farelo de trigo e outros alimentos alternativos para aves: revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 47, 2008. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v02n11a453>.

BEVILAQUA, T. M. S.; BICAS, R. R.; BRASILEIRO, L. O.; ODAKURA, A. M.; SANCHES, L. M.; ANDRELA, G. O.; GARCIA, R. G. **Fibra dietética sobre o desenvolvimento de órgãos digestivos de poedeiras comerciais.** In Anais do III Workshop de Pós-Graduação em Zootecnia e Ciência Animal do Estado de Mato Grosso do Sul. 2016.

DAVIES, C. et al. Stimbiotic supplementation and xylose-rich carbohydrates modulate broiler's capacity to ferment fibre. **Frontiers in Microbiology**. v. 14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1301727>.

DU, X.; XIANG, Y.; LOU, F.; TU, P.; ZHANG, X.; HU, X.; LYU, W.; XIAO, Y. Microbial Community and Short-Chain Fatty Acid Mapping in the Intestinal Tract of Quail. **Animals**, v. 10, n. 6, p. 1006, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10061006>

FIKRY, A. M.; ATTIA, A. I.; ISMAIL, I. E.; ALAGAWANY, M.; REDA, F. M. Dietary citric acid enhances growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbiota, antioxidant status, and immunity of Japanese quails. **Poultry Science**, v. 100, n. 9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101326>

FRANZINI, B. D.; SAMPAIO, S. A.; BARROS, H. S. S.; SANTANA, F. X. C.; PAULO, L. M.; GOUVEIA, A. B. V. S.; SANTOS, F. R.; MINAFRA, C. S. **BETA-GLUCANASES E XILANASES NA NUTRIÇÃO DE NÃO RUMINANTES.** **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 29, p. 1–13, 2022. DOI: 10.35172/rvz.2022.v29.771.

FROZZA, R.; INOUE, A.; PAZ, I. C. D. L. A.; GUZZI, M.; GOMIDE, S.; JACINTO, A. S.; DE LIMA, D. Uso de probióticos e seus efeitos no bem-estar de aves de produção de ovos. **PUBVET**, v. 16, n. 07, 2022. 186. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n07a1166.1-6>

GOUVEIA, A. B. V. S.; SOUZA, C. S.; SANTOS, F. R. D.; MINAFRA-REZENDE, C. S.; MINAFRA, C. S. Xilanase e  $\beta$ -glucanase em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200048>

HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3226–3232, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.81123226x>

LEE, J. H. et al. Stimbiotic supplementation modulated intestinal inflammatory response and improved broilers performance in an experimentally-induced necrotic enteritis infection model. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. v. 13, n. 100. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00753-9>.

LEMOS, M. J. D., CALIXTO, L. F. L., LIMA, C. A. R. D., REIS, T. L., REGO, R. S., NAK, S. Y., AROUCHA, R. J. N. Níveis de prebiótico na dieta sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 613-625, 2014.

LIMA, A. F. D.; LIMA, A. V.; SOUZA, P. E. L.; NASCIMENTO, C. H.; LIMA, M. R.; COSTA, F. G. P.; GOMES, G.; BRITO, A.; ROUSSEAU, X.; ANDRADE, T. S. **Enhancing performance and egg quality of commercial laying hens through fiber-rich diets supplemented with stimbiotic**. In: 2024 International Poultry Scientific Forum, Atlanta-GA, 2024.

LIMA, H. J. D. A.; BARRETO, S. L. D. T.; ALBINO, L. F. T.; MELO, D. S.; BALLOD, M. D. A.; ALMEIDA, R. L. D. Aproveitamento de nutrientes e energia da ração de codornas japonesas em postura com o uso de fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1517-1522, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700018>

MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep, PROL Editora Gráfica, 806 f. 2017.

MORGAN, N. K.; GOMES, G. A.; KIM, J. C. Comparing the efficacy of stimbiotic and a combination of xylanase and beta-glucanase, in broilers fed wheat-barley based diets with high or low AME. **Poultry science**, v. 100, n. 10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101383>

PARRA, D.; GREENWOOD, W.; SANTOS, T. T. A new perspective on maximising the potential of dietary fibre, xylanase and gut health. **ABVISTA**, p. 26-27, 2020.

REN, Y. et al. Evaluation of stimbiotic on growth performance and intestinal development of broilers fed corn-or wheat-based diets. **PoultryScience**. v. 102, n. 12. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103094>.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. D.; LOPES, D. C.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. Ed. – Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2024.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 678 f. 2014.

ŠIMIĆ, A. et al. Broiler chicken response to xylanase and fermentable xylooligosaccharide supplementation. **Poultry Science**. v. 102, n. 11. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103000>.

TREVIZAN, B. A. **Diferentes prebióticos na dieta de galinhas poedeiras sobre o desempenho, qualidade de ovos e hematologia**. Dissertação de mestrado – UNESP. Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. 53f, 2021.

VELURI, S. et al. Interactive effects of a stimbiotic supplementation and wheat bran inclusion in corn-or wheat-based diets on growth performance, ileal digestibility, and expression of nutrient transporters of broilers chickens. **PoultryScience**. v. 103, n. 1. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103178>.

WILKINSON, N.; HUGHES, R. J.; BAJAGAI, Y. S.; ASPDEN, W. J.; HAO VAN, T. T. MOORE RJ, STANLEY D. Reduced environmental bacterial load during early development and gut colonisation has detrimental health consequences in Japanese quail. **Helijon**. v. 16, n. 6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03213>.

RIBEIRO, J. S. et al. Supplementation of laying japanese quail with amylase, phytase and protease. **Boletim de Indústria Animal**. v. 72, n. 2, p. 11693-169, 2015.