



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**HILÁRIO RANULFO VILELA OLIVEIRA**

**EFEITO DA XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À  
LEVEDURA NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO  
SOBRE O DESEMPENHO E A MICROBIOTA INTESTINAL**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL**  
**2018**

HILÁRIO RANULFO VILELA OLIVEIRA

**EFEITO DA XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À  
LEVEDURA NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO  
SOBRE O DESEMPENHO E A MICROBIOTA INTESTINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Agronomia, da Universidade  
Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz  
Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da  
Silva

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2018**

VO46e Vilela Oliveira, Hilário Ranulfo  
EFEITO DA XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À LEVEDURA  
NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO SOBRE O  
DESEMPENHO E A MICROBIOTA INTESTINAL / Hilário  
Ranulfo Vilela Oliveira; orientador Marcos Augusto  
Alves da Silva - Bandeirantes, 2018.  
48 p.

Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do  
Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, 2018.

1. Suíno. 2. Sorgo. 3. Microbiota Intestinal. 4.  
Xilanase. 5. *Saccharomyces cerevisiae*. I. Alves da  
Silva, Marcos Augusto, orient. II. Título.

HILÁRIO RANULFO VILELA OLIVEIRA

**EFEITO DA XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À  
LEVEDURA NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO  
SOBRE O DESEMPENHO E A MICROBIOTA INTESTINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado  
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte  
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva

UENP

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

UEL

Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva

UENP

---

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva  
Orientador  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus* Luiz Meneghel

## **DEDICATÓRIA**

**Ao meu amado irmão Henrique...**

## **AGRADECIMENTOS**

Um capítulo a mais está se concluindo, e como não poderia ser diferente, muitos personagens contribuíram neste ciclo, os quais sou muito grato.

Antes de qualquer coisa, não há como não agradecer aos meus pais, Sônia e Altair, por toda a força que me deram até aqui, permitindo que alcançasse mais esse objetivo que eu tanto desejava. Minhas tias, meus primos, meu sobrinho Lorenzo, minha família, sempre serei grato a vocês!

A Letícia, a mulher que amo, que ficou ao meu lado dando força e puxando a orelha quando era preciso.

Ao Professor Marcos, que confiou e aceitou me orientar em um momento que eu possuía muitas dúvidas e estava um tanto quanto sem direção. Orientou-me da melhor maneira possível, tendo paciência, ajudando e ensinando muito. Mais que um orientador, foi um amigo durante todo esse processo.

Agradeço ao professor Caio, que nos deu a oportunidade de realizar todo experimento. Também devo mencionar o Marco, que me ensinou muito durante a parte prática da pesquisa; sem esquecer também do Cleandro, da Néia, do Carlão e toda equipe da Akei, que me ajudaram tanto durante o experimento, quanto na coleta de dados. Sem vocês, esse trabalho não seria possível.

Além disso, agradeço novamente ao professor Caio, juntamente com o professor Marcelo por aceitarem participarem da minha banca, auxiliando nesta fase.

O Professor Leopoldo e a Professora Emília, que foram importantíssimos com seus apontamentos no exame de Qualificação.

Devo citar a Professora Emília novamente, além dos professores Rone e Alessandra, que me ajudaram e muito na realização de toda estatística do trabalho.

Dona Biga, a mãe bandeirantense, que cuidou de mim e dos meus amigos tanto na graduação, quanto agora. Meus amigos que viveram e presenciaram toda jornada, como Heron, Pacheco, Rodrigo (Gambá), Arthur, Chico, Amanda, Maria, Ana; já me desculpando se esqueci de alguém!

A fundação Araucária por ter me financiado como bolsista durante o mestrado.

E especialmente, agradeço ao meu irmão Henrique, o qual tinha os mesmos sonhos e aspirações, e que não mais pode realizá-los. Esta etapa estou concluindo por você e por mim, meu irmão!

A todos, muito Obrigado!

*“Enquanto você sonha, você está fazendo o rascunho do seu futuro.”*  
Charles Chaplin

OLIVEIRA, H. R. V. **Efeito da xilanase e levedura viva em dietas de leitões no desempenho e nas populações bacterianas intestinais**: 2018. 49f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2018.

## RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi determinar se a suplementação de Xilanase, combinada ou não com as leveduras vivas, em dietas à base de sorgo influenciaria o desempenho e as populações bacterianas intestinais de leitões. Cento e oitenta leitões híbridos, provenientes de linhagens comerciais com 23 dias de idade e peso médio inicial de  $6.83 \pm 1.49$  kg, foram distribuídos em três tratamentos: Dieta controle, Tratamento 1 (T1 = dieta controle suplementada com xilanase [Econase® XT]) e Tratamento 2 (dieta T1 + levedura viva, [Vistacell®]). Cada tratamento teve dez repetições, com 6 animais cada. Duas fases de alimentação com dietas à base de sorgo e farelo de soja, e água foram disponíveis ad libitum durante todo período experimental. O ganho de peso médio diário (GPD) e o consumo médio diário de ração (CDR) foram medidos de 0 a 42 dias (23 a 65 dias de idade) e conversão alimentar foi calculada (CA). No final do estudo, um animal por baia foi abatido, para coleta de conteúdo intestinal e realização da identificação bacteriana através do sequenciamento 16S rRNA da digesta ileal e cecal de um leitão por repetição. Os leitões que receberam dieta com a xilanase associada a levedura apresentaram uma tendência de aumento no GPD em comparação com aqueles animais que pertenciam ao grupo controle ( $p < 0,05$ ). A conversão alimentar melhorou nos tratamentos T2 quando o mesmo foi comparados com o grupo controle ( $p < 0,05$ ). T1 e T2 tenderam a aumentar a presença relativa da família *Lactobacillaceae* no íleo e ceco ( $p < 0,05$ ). As contagens das famílias *Clostridiaceae* e *Enterobacteriaceae* foram reduzidas significativamente no íleo ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos 1 e 2. Não houve diferença na ocorrência de diarreias entre os tratamentos. A suplementação de leveduras vivas combinada com xilanase em leitões melhorou o desempenho e levou a um melhor equilíbrio microbiano intestinal.

**Palavras-chave:** *Clostridiaceae*, creche, microbiota intestinal, *Saccharomyces cerevisiae*.

OLIVEIRA, H. R. V. **Effect of xylanase and live yeast on piglet diets on performance and intestinal bacterial populations**: 2018. 49f. Dissertation for Master's degree in Agronomy - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus Luiz Meneghel*, Bandeirantes, 2018.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine if the supplementation of Xylanase, combined or not with live yeasts, in sorghum-based diets would influence the performance and intestinal bacterial populations of piglets. One hundred and eighty hybrid piglets from commercial lines with 23 days of age and initial mean weight of  $6.83 \pm 1.49$  kg were distributed in three treatments: Control diet, Treatment 1 (T1 = control diet supplemented with xylanase [Econase® XT]) and Treatment 2 (T1 + live yeast diet, [Vistacell®]). Each treatment had 10 replicates, with 6 animals each. Two feeding phases with diets based on sorghum and soybean meal, and water were available ad libitum throughout the experimental period. Average daily weight gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) were measured from 0 to 42 days (23 to 65 days of age) and feed conversion was calculated (FCR). At the end of the study, one animal per bay was slaughtered for collection of intestinal contents and bacterial identification by 16S rRNA sequencing of the ileal and cecal digesta of one piglet per replicate. The piglets that received yeast-associated xylanase diet showed a tendency to increase in ADG compared to those that belonged to the control group ( $p < 0.05$ ). The feed conversion improved in T2 treatments when it was compared with the control group ( $p < 0.05$ ). T1 and T2 tended to increase the relative presence of the Lactobacillaceae family in the ileum and cecum ( $p < 0.05$ ). The counts of the families Clostridiaceae and Enterobacteriaceae were significantly reduced in the ileum ( $p < 0.05$ ) in treatments 1 and 2. There was no difference in the occurrence of diarrhea between treatments. The supplementation of live yeasts combined with xylanase in piglets improved performance and led to a better intestinal microbial balance.

**Keywords:** *Clostridiaceae*, intestinal microbiota, nursery, *Saccharomyces cerevisiae*.

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                                                         |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                                                 | <b>10</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                                                                                                                       | <b>12</b> |
| 2.1      | PANORAMA SETORIAL DA SUINOCULTURA.....                                                                                                                                  | 12        |
| 2.2      | O SUÍNO – FISIOLOGIA DIGESTIVA.....                                                                                                                                     | 13        |
| 2.3      | A CULTURA DO SORGO.....                                                                                                                                                 | 17        |
| 2.4      | ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....                                                                                                                                     | 18        |
| 2.4.1    | Enzimas .....                                                                                                                                                           | 19        |
| 2.4.2    | Prebióticos, Probióticos e Simbióticos .....                                                                                                                            | 20        |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                                                | <b>24</b> |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                                                                                                                                                  | <b>30</b> |
| 3.1      | OBJETIVO GERAL.....                                                                                                                                                     | 30        |
| 3.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                                                                                             | 30        |
| <b>4</b> | <b>ARTIGO CIENTÍFICO: EFEITO XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À<br/>LEVEDURA NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO SOBRE O<br/>DESEMPENHO E A MICROBIOTA INESTINAL .....</b> | <b>31</b> |
| 4.1      | RESUMO E ABSTRACT.....                                                                                                                                                  | 31        |
| 4.2      | INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                                         | 32        |
| 4.3      | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                                | 34        |
| 4.4      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                                            | 36        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                                                                                                                   | <b>43</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS: .....</b>                                                                                                                                               | <b>44</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade por tecnologias e alternativas viáveis na alimentação animal sempre foi um assunto amplamente pesquisado e discutido, principalmente quando observamos que cerca de 80% dos custos na atividade pecuária são provenientes da alimentação animal (ABCS, 2016).

A suinocultura brasileira apresenta diversas faces em relação a sua escala de produção, método de produção adotada e relação entre produtor e a empresa de processamento, de acordo com a região do país em que se encontra.

Nos estados do sul, por exemplo, predomina-se o pequeno suinocultor integrado ou cooperado, especializado em alguma das etapas de produção, em contrapartida, na região sudeste, é possível observar produtores independentes, especializados em produção de ciclo completo. Cada um desses vem se especializando e se adaptando ao mercado, mantendo sua eficiência e competitividade.

Em relação à alimentação animal neste segmento, em 2015, alguns dos principais ingredientes (milho e farelo de soja) sofreram impactos na desvalorização do real frente ao dólar americano, afetando diretamente nos custos de produção e no preço final desses produtos no atacado, como no varejo (ABCS, 2016).

Ainda, se observado com maior atenção, milho e farelo de soja constituem cerca de 89% da composição das dietas em suínos, situação que evidencia a dependência desse setor, bem como a elasticidade de preços e disponibilidade do mercado em relação aos citados ingredientes (ABCS, 2016). Isso demonstra a importância pela busca de novos ingredientes que atendam as necessidades produtivas, sem que afete os ganhos no processo.

O sorgo (*Sorghum bicolor*) entra como alternativa ao uso do milho. Se considerarmos seu cultivo, o mesmo possui uma resistência maior ao estresse hídrico, uma exigência menor em relação à fertilidade do solo, além de possuir um custo de produção cerca de 20% menor e 95% de valor nutricional em relação ao milho grão (MARQUES et.al., 2007).

Todavia, os cereais possuem alguns fatores limitantes na alimentação de monogástricos, que são os polissacarídeos não amiláceos, as fibras, propriamente ditas. São



encontradas, principalmente como componentes estruturais da parede celular na maioria dos cereais. Além de sua importância estrutural na planta, as ligações entre os polissacarídeos e demais componentes determinam sua atividade nutricional e digestibilidade. (STRADA, 2004). Suas ligações covalentes com a lignina limitam sua digestibilidade para não ruminantes, demonstrando que o uso de aditivos como enzimas exógenas podem ser uma alternativa para o melhor aproveitamento do alimento. (FISHER et. al, 2002).

Enzimas são microingredientes utilizados na alimentação animal que podem ser classificados como pró-nutrientes, ou seja, aditivos intencionalmente adicionados ao alimento, que trabalham “a favor dos nutrientes”, promovendo melhora nos valores intrínsecos de uma mistura em uma dieta animal (BUTOLO, 2010).

Estes aditivos são proteínas que possuem propriedades catalíticas específicas, tendo como principal função, a melhoria na digestibilidade, principalmente em dietas que utilizam produtos de baixa qualidade, reduzindo a perda de nutrientes nas fezes (TORRES et. al., 2003.)

Outro aditivo utilizado na alimentação de não ruminantes são as leveduras em sua forma ativa, ou seja, vivas. Costa (2004) explica que essas leveduras vivas funcionam como probióticos, causando competição com as bactérias patogênicas, dificultando o desenvolvimento das mesmas.

Assim, o objetivo da presente pesquisa foi determinar se a suplementação de Xilanase, combinada ou não com a leveduras vivas, em dietas à base de sorgo influencia o desempenho e as populações bacterianas intestinais de leitões.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PANORAMA SETORIAL DA SUINOCULTURA

Por base, cada setor produtivo possui seu mercado direcionado e sua forma de trabalhar, cada qual composto por seus agentes econômicos que exercem atividades especializadas que estão presentes no produto final, onde são trocados pela moeda vigente. Na suinocultura não é diferente, tornando imprescindível estar ciente dos mercados e estruturas aos quais se encontram o suíno.

A carne Suína é considerada a principal proteína animal consumida mundialmente, seguida pelas carnes de Frango e Bovina, (ABCS, 2016). Segundo Informações da FAOSTAT (2018), dados de 2016 afirmavam que o rebanho suíno mundial já era composto por mais de 981 bilhões de cabeças, distribuídos pelos 5 continentes, destacando-se a Ásia, que possuía mais da metade dos animais, com cerca 58,7%, seguidos por Europa e América, com 21,1% e 16,8%, respectivamente.

Neste cenário, temos a China como destaque, responsável por uma produção de 53.400 mil toneladas em 2017, quase 50% no total de carne suína produzida mundialmente seguida por União Europeia e Estados Unidos. Em relação à exportação, a União Europeia lidera o topo da lista com 2857 mil toneladas em 2017 de carne exportada, seguida por Estados Unidos e Canadá (ABCS, 2016; ABPA, 2018).

No Brasil, suinocultura é uma atividade pecuária encontrada em todas 5 regiões do país. Com a migração europeia no final do século XIX e início do século XX, os estados do sul passaram a se destacar no cenário nacional, pois os mesmos trouxeram as práticas de criação e o hábito de consumo dessa proteína (ABCS, 2016).

Em relação ao cenário mundial, o Brasil se encontra na quarta posição entre os maiores produtores e exportadores de carne suína, com 3731 mil toneladas de carne produzida e um rebanho de 2.019.501 de matrizes no ano de 2017 (ABCS, 2016, ABPA, 2018).

Santa Catarina destaca-se dentro do cenário nacional; tendo a atividade como a principal no setor do agronegócio. Em 2017, o estado foi responsável por 28,3% das



matrizes alojadas, 33% das Granjas existentes e 26,35% dos abates de suínos no Brasil (ABCS, 2016; ABPA, 2018).

## 2.2 O SUÍNO – FISILOGIA DIGESTIVA

*Sus scrofa* ou suíno doméstico é um mamífero originado do javali, sendo que evidências genéticas indicam que a espécie originou-se no sudeste Asiático (Filipinas, Indonésia); indícios arqueológicos sugerem que sua domesticação iniciou-se por volta de 8000 a. C., tornando-se a criatura mais antiga domesticada, além do cão. No Brasil, os primeiros exemplares suínos foram trazidos em 1532 pelo navegador Martin Afonso de Souza (ABCS, 2014).

Pode-se afirmar que os suínos são animais monogástricos, os quais possuem um trato digestivo pequeno e devido a isso, uma baixa capacidade de acúmulo de alimentos durante a ingestão.

O período inicial após o desmame vem se caracterizando como uma fase crítica na produção, onde é normal se observar uma queda no desempenho desses animais; indivíduos desmamados entre três e quatro semanas, principalmente nos primeiros 14 dias que se sucedem, apresentam consumo de alimento baixo e ganho de peso pequeno ou ausente, sendo essa limitação descrita como uma das principais causas de subdesenvolvimento dos animais. (SILVA, 2009; VIEIRA et. al., 2010).

Os recém-desmamados apresentam um sistema digestivo imaturo, causando uma insuficiência de excreção do ácido clorídrico para reduzir o pH estomacal em níveis adequados para início do processo de digestão, não conseguindo assim suprir suas exigências (FONTES, 2003). Como citado, possuem uma capacidade física limitada (estômago e intestino delgado), além de uma secreção insuficiente de enzimas digestivas, não permitindo dessa forma uma digestão e absorção de nutrientes adequadas (MOLLY, 2001).

Chamone (2010) afirma que o pH estomacal deve apresentar-se entre 2,0 e 3,5, uma vez que a acidez desempenha importantes funções, formando uma barreira protetora com intuito de proteger o intestino delgado contra organismos patogênicos, pois um aumento desse pH dificulta a digestão de proteínas presentes na dieta, favorecendo o crescimento de bactérias patogênicas como *Escherichia coli* e *Salmonella spp.*, que produzem enterotoxinas, causando diarreias e outros distúrbios fisiológicos.



Nos suínos, o intestino delgado é o principal local para digestão, e as vilosidades, sua principal unidade funcional (ROSTAGNO; PUPA, 1998; CHAMONE, 2010). Antes da desmama, as vilosidades intestinais possuem tamanho e estrutura adequadamente com a função de absorção de nutrientes. Porém, no período pós desmama, ocorre uma redução na altura das vilosidades, que, consequente de uma maior taxa de perda celular ou uma diminuição na taxa de renovação celular, resultando em um aumento na profundidade das criptas devido à maior produção de células nas mesmas (PLUSKE et al., 1997). As vilosidades deixam de apresentar formas alongadas semelhantes a dedos e adotam formas mais curtas e largas, que lembram folhas ou uma língua, afetando diretamente a absorção de nutrientes.

Após o nascimento do leitão, pode-se observar decréscimo gradual da altura das vilosidades do intestino delgado a partir da primeira semana de vida. Entretanto, depois da desmama, ocorrem as seguintes modificações estruturais: encurtamento das vilosidades, indicativo de destruição de enterócitos e aumento na profundidade das criptas. O encurtamento de vilosidades causa a perda de enzimas digestivas da borda da escova (lactase e sacarase), importantes para o processo digestivo e a redução da área absorptiva do trato digestivo (HAMPTON, 1986).

As vilosidades são projeções da mucosa, revestidas por células epiteliais colunares, os enterócitos. A maturação dos enterócitos ocorre durante o processo de migração da cripta para a ponta do vilo. Essas células exercem função de digestão, por meio de enzimas, destacando-se as dissacaridases, e de absorção. O número e o tamanho das vilosidades dependem do número de células que as compõem. Assim, quanto maior o número de células, maior o tamanho da vilosidade e, por consequência, maior a área de absorção de nutrientes (CHAMONE, 2010).

A mucosa intestinal possui crescimento contínuo, devido à descamação das células para o lúmen intestinal, evidenciando que a reposição celular necessita de energia, que provém das reservas do organismo animal e do alimento. Tornando-se importante enfatizar que parte da energia ingerida pelo animal fica destinada à manutenção da mucosa, e quanto maior a necessidade de reparo da mesma, menor será a energia utilizada para o ganho de peso. Na literatura especializada, o aspecto das vilosidades e criptas intestinais estão diretamente ligadas a fase em que o animal se encontra. Todavia, Miller et al., (1986), afirmam que as



alterações morfológicas estão mais associadas à qualidade dos alimentos empregados na formulação das dietas.

A digestão do suíno é fortemente enzimática, no estômago e no intestino delgado, através da hidrólise, partículas maiores dos nutrientes são reduzidas a menores, tornando possível sua absorção pelo intestino delgado. A síntese das proteases ocorre na sua forma inativa no estômago e pâncreas (zimogênios); a pepsina atua no estômago, com pH próximo de 2,0 e 4,0; a quimiotripsina e a tripsina, no intestino delgado a 8,0 pH (CHAMONE, 2010; ROSTAGNO; PUPA, 1998).

A alfa-amilase salivar atua na boca do suíno nas ligações alfa-1,4 do amido; essa atividade é neutralizada pelo pH ácido do estomago. No intestino, a ação da alfa-amilase pancreática atua da mesma maneira, quebrando o amido e liberando maltose glicose, isomaltose e matotriose. A lipase pancreática atua hidrolisando as gorduras em ácidos graxos, monoaglicerol, diacilglicerol, glicerol; e em sequência, ocorre a digestão e a absorção (CHAMONE, 2010; ROSTAGNO; PUPA, 1998).

Com isso, fica evidente que o período sequente ao desmame é a fase mais crítica no desenvolvimento suíno, principalmente porque esses animais ainda não possuem o sistema digestório totalmente desenvolvido, não sendo adaptados ao melhor aproveitamento dos alimentos sólidos, sendo observados com frequência, casos de diarreia no plantel em virtude dessa transição de alimento líquido para sólido.

A diarreia está associada a um leque de fatores, tais como infecções microbianas, virais e parasitárias, além de desequilíbrios nutricionais. Tais fatores causam irritação com ou sem a pressão osmótica do lúmen, tendo como manifestação o aumento de água e o aumento do conteúdo diário de fezes; com esse processo, elevam-se os casos de inflamação no trato intestinal devido à interrupção dos processos de absorção e secreção das células que recobrem o epitélio do trato digestório, causando um descontrole da motilidade intestinal (PUPPA, 2008).

Fatores como esse tornam imprescindível o conhecimento sobre como se dá essa transição e adaptação do trato gastrointestinal do animal, do alimento líquido, para o sólido, desde o desenvolvimento anato-fisiológico até a interação das diversas espécies que compõem a microbiota intestinal.



A microbiota intestinal consiste em um vasto sistema entre espécimes ativo e complexo. Cada componente do trato gastrointestinal possui uma função diferenciada que contribui de maneira direta ou indireta na composição da microbiota. Fuller (1989) estima que haja entre  $10^9$  até  $10^{14}$  bactérias /g fecal no intestino dos animais, tendo uma grande influência no metabolismo, fisiologia e nutrição do hospedeiro; sendo que idade, estresse, medicamentos e ambiente podem alterar a composição significativamente.

Cerca de 90% da flora intestinal é composta por bactérias anaeróbicas facultativas, produtoras de ácido lático, destacando-se *Bacillus*, *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além de anaeróbicas estritas, como *Bacterioides*, *Fusobacterium* e *Eubacterium*. Nos 10% restantes estão *Escherichia coli*, *Proteus*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Blastomyces*, *Pseudomonas*, entre outras. Desequilíbrios nessas proporções podem causar baixo desempenho e enterites nos animais. (SAVAGE, 1977; SILVA, 2009, OLIVEIRA, 2012).

Quando ocorre o desequilíbrio da flora intestinal, onde há um aumento da população indesejável, é chamado de disbiose. Em situações de disbiose, a população indesejável atua no trato gastrointestinal diminuindo a absorção de nutrientes, aumentando a espessura da mucosa e a velocidade de passagem na digesta. *Clostridium*, *Escherichia coli* e *Salmonella* são exemplos de microrganismos indesejáveis (SILVA, 2009).

Em contrapartida, quando se faz presente o equilíbrio desta microbiota, bactérias como os *Lactobacillus* em concentrações desejáveis, promovem uma melhor eficiência na motilidade intestinal, em virtude da produção de ácido lático que é bastante eficiente no desempenho da função, além de criar um ambiente hostil para outros microrganismos. (TANNOCK, 1999; OLIVEIRA, 2012; FIGUEIREDO, 2016). Bifidobactérias, através do seu processo de fermentação, são extremamente eficientes em inibir o crescimento de bactérias como *E. coli* e *Clostridium*. Diversas espécies também possuem a capacidade de produzirem substâncias antimicrobianas capazes de inibir bactérias *Salmonella*, *Listeria*, *Shigella* e *Campylobacter* (GIBSON et. al., 1995, OLIVEIRA, 2012).

Determinados alimentos ou aditivos na ração podem auxiliar na seleção e crescimento destes microrganismos, melhorando fatores como desempenho, consumos e digestibilidade (STRADA, 2004).



## 2.3 A CULTURA DO SORGO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], planta gramínea nativa do continente africano da família Poaceae, é um dos cinco cereais mais produzidos mundialmente, tendo destaque principalmente no continente africano e asiático, onde faz parte da alimentação humana. No Brasil, o cultivo desse cereal é exclusivamente direcionado para o consumo animal (EMBRAPA, 2015).

A cultura do sorgo ganha destaque na agropecuária brasileira, por ser um alimento nutricionalmente semelhante ao milho, apresentando boa digestibilidade, alto teor energético e elevada produtividade, além de ser resistente aos ambientes quentes e secos. Esta planta é utilizada para corte verde como silagem, pastejo e os grãos na alimentação animal (BUSO et al., 2011; CONAB, 2018).

Ainda em relação à produção nacional, a área cultivada de sorgo grânífero na safra 2017/2018 foi de 652,8 mil hectares, com uma estimativa de produção de 1,9 milhões de toneladas de grãos. Se comparada com a produção da safra anterior, é superior em 0,8% e 3,86%, em área colhida. Os maiores produtores nacionais são Goiás, Minas Gerais e Bahia apresentam aumento produtivo de 14,47%, 6,08% e 11,42%, respectivamente (CONAB, 2018). Todavia possui limitantes na sua utilização para alimentação animal, como os taninos e os polissacarídeos não amiláceos.

Taninos são compostos fenólicos presentes nos grãos de sorgo e têm como sua principal função a defesa química da planta contra diversas ameaças. São conhecidos por algumas características marcantes, como o sabor adstringente e constituir um fator antinutricional. Dividem-se quanto a sua estrutura química em taninos condensados e taninos hidrolisáveis. Estudos demonstram que detêm importante ação sobre bactérias, fungos e protozoários. Efeitos esses observados dependendo da dose utilizada, do tipo de tanino ingerido e do período de ingestão (MELLO; SANTOS, 2001).

Na nutrição animal, os mesmos interferem de maneira distinta em animais monogástricos e ruminantes. Nos ruminantes, é possível observar efeitos positivos como a redução de proteínas digeridas no rúmen, aumentando a quantidade absorvida pelo intestino



delgado, eliminar parasitas e diminuir o timpanismo espumoso (MUELLER-HARVEY, 2010).

Nos monogástricos, os taninos condensados afetam o valor nutricional dos alimentos. Tal fato é consequência da formação de complexos com as proteínas, carboidratos e outros nutrientes, diminuindo sua digestibilidade e modificar a palatabilidade. (MUELLER-HARVEY, 2010).

Quando comparados, o sorgo de baixo e alto tanino, pode-se observar que o sorgo de alto tanino possui valores menores de energias metabolizável e digestível em relação ao sorgo de baixo tanino, o que é explicado pela influência negativa do tanino sobre o processo digestivo dos animais, que reduz as quantidades de nutrientes disponíveis para absorção, aumentando as perdas de minerais, vitaminas, lipídios e principalmente aminoácidos nas fezes, além de inibir a atividade de várias enzimas digestivas e podendo provocar erosões das células epiteliais (ARAÚJO, 2007).

Outro fator que compromete a digestibilidade deste cereal são os Polissacarídeos não amiláceos, as fibras, propriamente ditas. São encontradas, principalmente como componentes estruturais da parede celular na maioria dos cereais. Além de sua importância estrutural na planta, as ligações entre os polissacarídeos e demais componentes determinam sua atividade nutricional e digestibilidade (STRADA, 2004).

Ligações covalentes formadas entre os polissacarídeos não amiláceos e a lignina pioram a digestibilidade das rações e, naturalmente, limitam a digestibilidade dos polissacarídeos quando ingeridos por monogástricos, demonstrando que a utilização de aditivos na alimentação, como enzimas exógenas, podem ser uma alternativa para o melhor aproveitamento deste alimento. (FISCHER et al., 2002; STRADA, 2004).

## **2.4 ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Butolo (2010) define aditivos como todas as substâncias que são intencionalmente adicionadas aos alimentos e que não sejam prejudiciais aos animais, ao homem, não sejam contaminantes ao meio ambiente, e utilização controlada de acordo com a legislação vigente.



Dentro desses aditivos, os promotores de crescimento caracterizam-se como agentes antimicrobianos adicionados na alimentação animal com o intuito de controlar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos presentes na flora intestinal, tendo como efeito secundário, o estímulo ao crescimento do animal.(BUTOLO, 2010; PESSOA, 2014).

Porém, com o possível risco no desenvolvimento de resistência microbiana como consequência ao uso longo e em baixas doses, existe uma tendência mundial de restrições ao uso de antibióticos promotores de crescimento ao redor do mundo, ocasionando a busca por aditivos alternativos aos antimicrobianos na alimentação animal. (CARVALHO; CARVALHO, 2002; MAIORKA; ROCHA; VALLE, 2009; GAVIOLI et. al, 2013). Alguns exemplos de aditivos são as enzimas exógenase os probióticos.

#### **2.4.1. Enzimas**

Campestrini, Silva e Appelt (2005) definem enzimas como proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias alteradas neste processo. Possuem alta especificidade para os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos. As enzimas digestivas possuem um sitio ativo que lhes permitem atuar na ruptura de uma determinada ligação química, sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade.

São microingredientes de alimentação classificados como pró-nutrientes, que possuem propriedades catalíticas específicas, sendo muito utilizadas na alimentação de monogástricos, pois os mesmos não são capazes de produzir enzimas digestivas capazes de quebrar alguns componentes presentes em alimentos de origem vegetal (BUTOLO, 2010; PESSOA, 2014).

As Enzimas podem se apresentar tanto isoladas ou em grupos de enzimas, tendo como objetivos nutricionais a melhoria da digestibilidade de carboidratos complexos, remover ou destruir fatores antinutricionais, aumento da absorção de energia, remover aspectos negativos sobre a atividade no lúmen, melhoria da digestibilidade de lipídeos em animais jovens, além de melhorar a utilização do fósforo e reduzir excreção de nutrientes no meio ambiente (GUENTER, 1997; BUTOLO, 2010).



#### 2.4.1.1 Xilanase

Collins, Gerday e Feller (2005) definem a xilanase como enzimas hidrolíticas que clivam aleatoriamente o esqueleto  $\beta$  1,4 do complexo polissacarídeo xilana da parede celular vegetal. Sendo assim, a xilanase auxilia na solubilização das arabinoxilanas a oligossacarídeos menores, diminuindo sua viscosidade e melhorando digestibilidade de alimentos de menor qualidade, principalmente pelo fato de monogástricos não possuírem a capacidade enzimática de digerir celulose, arabinoxilano, beta-glucanos, pectinas, entre outros, chamados de polissacarídeos não-amiláceos (TORRES et. al., 2003; KRONBAUER et al., 2007).

A xilana consiste no principal polissacarídeo da hemicelulose, constituída por unidades de D-glicoses ligadas entre si por ligações xilopiranosídicas  $\beta$  (1,4). As enzimas carboidrases, como a xilanase são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, têm sido usadas em dietas para animais para catalisar a hidrólise de polissacarídeos não amiláceos solúveis, aumentando a digestibilidade de alimentos fibrosos (CONTE et. al. 2003; FERREIRA, 2015).

O principal polissacarídeo não amiláceo presente no endosperma e aleurona do sorgo são os arabinoxilanos, o que torna a xilanase a principal enzima utilizada para estes grãos, pois trabalhos com essa enzima demonstram que a suplementação com esta enzima tende a melhorar a conversão alimentar e taxa de crescimento (PARTRIDGE; BEDFORD, 2001; FANG et al.; 2007; PASSOS et al., 2015).

Moreira (2009) constatou que utilização de complexo enzimático composto por  $\alpha$ -galactosidase,  $\beta$ -glucanase, galactomananase e xilanase melhorou a conversão alimentar de leitões (15 a 30 kg) alimentados com dietas contendo 15% de casca de soja, demonstrando as propriedades desse aditivo.

#### 2.4.2 Prebióticos, Probióticos e Simbióticos



O trato intestinal é uma região do organismo amplamente colonizada por uma variada gama de microrganismos. Por sua vez, de maneira simplista, podemos dividir os mesmos em dois grandes grupos, os microrganismos prejudiciais à saúde, que sua proliferação causa infecções e diarreias severas ao hospedeiro; e do outro lado, há microrganismos que beneficiam o hospedeiro, melhorando a absorção de nutrientes e inibir o crescimento de bactérias patogênicas (GIBSON et. al., 1995, BRITO et. al, 2014).

Os prebióticos foram definidos por Gibson e Roberfroid (1995) como oligossacarídeos não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e a atividade de uma ou mais bactérias benéficas do colon, melhorando a saúde do seu hospedeiro. Com isso, o consumo deste aditivo ganhou força a medida que os estudos demonstram seus benefícios. Destacam-se principalmente na seletividade pelas bactérias benéficas dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* já presentes no intestino (MANNING; GIBSON, 2004, BRITO et. al, 2014).

Segundo Butolo (2010), podemos definir os probióticos como um suplemento alimentar composto de microrganismos vivos, os quais afetam o hospedeiro pela melhora do balanço microbiano intestinal, sendo alguns exemplos, os gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacteria*, *Enterococcus* e *Streptococcus*.

Os probióticos agem na imunomodulação do hospedeiro, através do mecanismo de produção de glicopeptídeos ou outros metabólitos. Além disso, a literatura demonstra eficiência nutricional dos probióticos mediante o estímulo à produção de enzimas, tais como a lactase, e pela manutenção saudável das vilosidades intestinais, consequentemente melhorando a digestibilidade dos alimentos e a absorção dos nutrientes (ROBLES-HUAYNATE et. al., 2014; SILVA; SILVA, 2015 ).

Além disso, estudos demonstram que a adição de probióticos em diferentes níveis na dieta de leitões melhoraram o ganho diário de peso e a conversão alimentar desses animais (ROBLES-HUAYNATE, 2013).

O *Saccharomyces cerevisiae* é um exemplo de levedura utilizada, na sua forma viva, como probióticos; se apresentam de maneira rica em enzimas, vitaminas, nutrientes e cofatores. O *S. cerevisiae* é altamente resistente ao processo de inativação ao longo do trato digestivo, além de colonizarem o intestino, restaurando a microbiota gastrointestinal. (SEYIDOGLU; PEKER, 2015).



Pode-se afirmar que a capacidade destas leveduras em atuar como probióticos está diretamente relacionada com seu uso contínuo e um fornecimento suficiente de células vivas (FLEMMING, 2005).

Simbióticos são produtos resultados da combinação de um probiótico e um prebiótico. A interação destes componentes no animal tem favorecimento devido a uma adaptação prévia da cepa do probiótico com o substrato do prebiótico anterior ao consumo, resultando em vantagens competitivas. Alternativamente, esse efeito simbiótico pode ser direcionado às diferentes regiões alvo do trato gastrointestinal, os intestinos delgado e grosso (BUTOLO, 2010; SILVA; SILVA, 2015, BRITO et. al, 2014).

#### **2.4.2.1 Leveduras**

Quando se trata de alimentação animal, a busca de alternativas aos ingredientes tradicionais, como novas opções financeiras na produção, além do uso de aditivos que melhorem o desempenho, tendo foco na melhoria das qualidades nutritivas e formas de utilização, sempre foram largamente estudadas.

As leveduras destacam-se como possíveis fontes de proteínas unicelulares, além de apresentarem grande velocidade de multiplicação e grande fonte de proteínas, estes microrganismos apresentam a vantagem de serem produzidos a partir de diferentes substratos (COSTA, 2004; SILVA, 2009).

Sua utilização pode ser feita na forma ativa e inativa. Na forma inativa, as leveduras têm como principal característica o seu valor nutricional: com teores de proteína bruta variando de 30,77% a 56%, alta concentração de vitaminas do complexo B, além de um bom perfil de aminoácidos, ricas em lisina e treonina, aminoácidos limitantes para suínos, o que permite a combinação com outras fontes proteicas, também caracterizam-se por serem um ingrediente altamente palatável e com ação profilática, contribuindo para a redução de condições de estresse nos animais (SILVA, 2009; COSTA, 2004).

As leveduras na sua forma ativa, ou seja, vivas, favorecem na melhora do trato gastrointestinal dos animais, pelo fato de não serem hospedeiros naturais daquele sistema, as células das leveduras não aderem ao epitélio intestinal, multiplicando-se muito pouco e transitando juntamente com o bolo alimentar, atuando como probióticos, vindo a diminuir a pressão exercida pelos microrganismos patogênicos; além disso, a literatura afirma



que parede celular das leveduras é muitas vezes constituída por mananligossacarídeos, e a utilização destes compostos apresentaram um melhora na conversão alimentar (COSTA, 2004; FLEMMING, 2005; SEYIDOGLU; PEKER, 2015).



## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. A. G. Alimentos energéticos alternativos para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 4, n. 1, p. 384-394, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (Brasília) (Org.). **Produção de Suínos: Teoria e Prática**. Brasília: Gráfica Qualitá, 2014. 908 p. Disponível em: <[http://www.abcs.org.br/attachments/-01\\_Livro\\_producao\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Livro_producao_bloq.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (Brasília). Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (Org.). **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Brasília: Gráfica Qualitá, 2016. 376 p. Disponível em: <[http://www.abcs.org.br/attachments/-01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual da ABPA 2018**. São Paulo: 2017. 133p. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Aceso em: 29 ago. 2018.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; ARARIPE, M. N. B. A.; LOPES, J. B.; DUARTE, A. R.; CARDOSO, E. S.; RODRIGUES, V. L. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes–revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 1, p. 3070-3084, 2014.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.23, ed.170, art. 1145, 2011.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2. ed. Campinas: Mundo Agro, 2010. 430 p.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

CARVALHO, R. D. S.; CARVALHO, W. A. Eritromicina, Azitromicina e claritromicina. In: SILVA, P. **Farmacologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 105, p. 1059-1071.



CHAMONE, Julieta Maria Alencar et al. Fisiologia digestiva de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, n. 05, p. 1353-1363, 2010.

CHRISTOFF, A. P.; SEREIA, A. F. R; BOBERG, D. R; MORAES, R. L. V.; OLIVEIRA, L. F. V. **Bacterial identification through accurate library preparation and high-throughput sequencing**. Florianópolis: Neoprospecta Microbiome Technologies, Sa, 2017. 5 p.

COLLINS, T.; GERDAY, C.; FELLER, G. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. **Fems Microbiology Reviews**, [s.l.], v. 29, n. 1, p.3-23, jan. 2005.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/> Acesso em: 03 mai. 2018

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; SHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1147-1156, set/out, 2003.

COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

EMBRAPA. **Sorgo : o produtor pergunta, a Embrapa responde** / Israel Alexandre Pereira Filho, José Avelino Santos Rodrigues, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015.

FANG, Z. F.; PENG, J.; LIU, Z. L.; LIU, Y. G. Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, [s.l.], v. 91, n. 7-8, p.361-368, ago. 2007.

FAOSTAT. **Production Live Animals**. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA/visualize> Acesso em 29 Agosto de 2018.

FERREIRA, R. C. **Efeito das enzimas fitase e xilanase sobre a disponibilidade de fósforo em dietas para suínos dos 63 aos 103 dias de idade**. 2015. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.



FIGUEIREDO, F. C. **Efeito prebiótico de xilo-oligossacarídeos produzidos a partir da hemicelulose de bagaço de cana-de-açúcar utilizando extração alcalina e hidrólise de xilanases fúngicas.** 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F., BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.402- 410, 2002(suplemento).

FLEMMING, J. S. **Utilização de Leveduras, Probióticos e Mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de Frangos de corte.** 2005. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FONTES, D.O. Avanços na nutrição de leitões. In: Simpósio brasileiro de nutrição animal, 2003, Itapetinga. **Anais.** Itapetinga: Simpósio brasileiro de nutrição animal, 2003.p.253-268.

FULLER, A.F.R.C, R. Probiotics in man and animals. **Journal Of Applied Bacteriology**, [s.l.], v. 66, n. 5, p.365-378, maio 1989.

GAVIOLI, D. F.; OLIVEIRA, E. R.; SILVA, A. A.; ROMERO, N. C.; LOZANO, A. P.; SILVA, R. A. M., BRIDI, A. M.; OBA , A.; SILVA, C. A. Efeito de promotores de crescimento para suínos sobre o desempenho zootécnico, a qualidade intestinal e a eficiência da biodigestão dos dejetos. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 34, n. 62, p.3983-3998, 17 dez. 2013.

GIBSON, G. R.; BEATTY, E. R.; WANG, X, CUMMINGS, J. H. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and Inulin. **Gastroenterology**. v. 108, p. 975-982, 1995.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of nutrition**, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995.

GUENTER, W. Practical experience with the use of enzymes. **Enzyme in Poultry and Swine Nutrition**. R. R. Marquardt, and Z. Han, ed. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada, p. 53-62, 1997.



KRONBAUER, E. A. W.; PERALTA, R. M.; OSAKU, C. A., KADOWAKI, M. K. Produção de xilanase por *Aspergillus casielus* com diferentes fontes de carbono. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.207-216, 31 dez. 2007.

LOVATO, P.A. Nutrição e alimentação, **Suinocultura geral**. Cap. 5, p. 63-83, 2002.

MAIORKA, A.; ROCHA, C. R.; VALLE, F. L. P. Impacto na saúde intestinal das aves pelo uso de produtos alternativos aos promotores de crescimento. Universidade Federal do Paraná. **Agromais**, Chapecó, Ed. 17, 2009.

MANNING, T. S.; GIBSON, G. R. Prebiotics. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**. v. 18, p. 287-298, 2004.

MARQUES, B. M. F. P. P., ROSA, G. B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.D'A.; LOVATTO, P.A. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 767-772, 2007.

MARTINS, M. S. **Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), autolisada e íntegra, na dieta de cães**. 2009. xiii, 80 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

MELLO, J. C.P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.

MILLER, B.G.; WHITTEMORE, C.T.; STOKES, C.R. et al. Effect of weaning on the capacity of pigs intestinal villi to digest and absorb nutrients. **Journal of Agriculture Science**, v.107, n.3, p.579-589, 1986.

MOREIRA, I; MOURINHO, F. L.; CARVALHO, P. L. O.; PAIANO, D.; PIANO, L. M.; KURODA JUNIOR, I. S. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2408-2416, 2009.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, v.17, p.20-22, 2001.



MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture** [online], v.86, n.13, p.1097-0010, 2010.

OLIVEIRA, M. T. **Inclusão de Levedura Hidrolisada e levedura seca na dieta de Leitões recém desmamados**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

PASSOS, A. A.; PARK, I.; FERKET, P.; VON HEIMENDAHL, E.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of xylanase on apparent ileal digestibility of nutrients, viscosity of digesta, and intestinal morphology of growing pigs fed corn and soybean meal based diet. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.19-23, mar. 2015.

PARTRIDGE, G. G.; BEDFORD, M. R. The role and efficacy of carbohydrase enzymes in pig nutrition. **Enzymes in farm animal nutrition**, p. 161-198, 2001.

PESSOA, R. A. S. **Nutrição Animal: Conceitos Elementares**. São Paulo: Érica, 2014. 120 p.

PUPPA, J. M. R. Saúde intestinal dos leitões: o papel de alguns agentes reguladores. In: I Simpósio Barsil Sul de Suinocultura. **Anais...Chapecó, Santa Catarina**, 2008.

ROBLES-HUAYNATE, R. A.; THOMAZ, M. C.; SANTANA, A. E.; MASSON, G. C. I. H.; AMORIM, A. B.; SILVA, S. Z.; RUIZ, U. S.; WATANABE, P. H; BUDIÑO, F. E. L. Efeito da adição de probiótico em dietas de leitões desmamados sobre as características do sistema digestório e de desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, 2013.

ROBLES-HUAYNATE, R. A.; THOMAZ, M. C.; SANTANA, A. E.; HERMANS MASSON, G. C. I.; BORGES AMORIM, A.; ZANETI SILVA, S.; SANTOS RUIZ, U.; WATANABE, P. H.; LEMOS BUDIÑO, F. E. . Probiótico em dietas de suínos sobre os parâmetros sanguíneos e digestibilidade de rações. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1627-1635, 2014.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES**, p. 60-87, 1998.



SAVAGE, D. C. Microbial ecology of the gastrointestinal tract. **Annual Reviews in Microbiology**, v. 31, n. 1, p. 107-133, 1977.

SEYIDOGLU, N.; PEKER, S. Effects of different doses of probiotic yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the duodenal mucosa in rabbits. **Indian Journal Of Animal Research**, [s.l.], v. 49, n. , p.602-606, 30 set. 2015.

SILVA, C. C. **Avaliação do uso de Leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) inativas e hidrolisadas nas dietas iniciais de Leitões**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

SILVA, H. O.; SILVA, L. F. Novos conceitos e tecnologias aplicadas à produção e nutrição de suínos aliados a sustentabilidade. **Ciênc. anim**, v. 25, n. 1, p. 109-120, 2015.

STRADA, E. S. O. **Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte**. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

TANNOCK, G. W. Modification of normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents, and probiotics. W: **Gastointestinal Microbiology**, tom II.(Wyd.) Mackie RI, White BA i Issacson RE. 1997.

TORRES, D. M; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, E. C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 27, n. 6, p. 1401-1408, 2003.

VIEIRA, S. L. et al. **Consumo e Preferência Alimentar dos Animais Domésticos**. Londrina: Phytobiotics Brasil, 2010. 315 p.



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Determinar se a suplementação de Xilanase, combinada ou não com as leveduras vivas, em dietas à base de sorgo influencia o desempenho e as populações bacterianas intestinais de leitões.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar o desempenho dos leitões (Peso corporal, Ganho de peso, Consumo médio de Ração, Conversão alimentar ) nos diferentes tratamentos;

Avaliar a incidência de quadros de diarreia dentro do período experimental;

Avaliar o comportamento das famílias presentes na microbiota do íleo e do ceco dos animais de acordo com a alimentação.

.



## 4 ARTIGO CIENTÍFICO: EFEITO XILANASE ISOLADA OU ASSOCIADA À LEVEDURA NA DIETA DE LEITÕES A BASE DE SORGO SOBRE O DESEMPENHO E A MICROBIOTA INESTINAL

### 4.1 RESUMO E ABSTRACT

#### RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi determinar se a suplementação de Xilanase, combinada ou não com a leveduras vivas, em dietas à base de sorgo influenciaria o desempenho e as populações bacterianas intestinais de leitões. Cento e oitenta leitões híbridos, provenientes de linhagens comerciais com 23 dias de idade e peso médio inicial de  $6.83 \pm 1.49$ kg, foram distribuídos em três tratamentos: Dieta controle, Tratamento 1 (T1 = dieta controle suplementada com xilanase [Econase® XT]) e Tratamento 2 (dieta T1 + levedura viva, [Vistacell®]). Cada tratamento teve dez repetições, com 6 animais cada. Duas fases de alimentação com dietas a base de sorgo e farelo de soja, e água foram disponíveis ad libitum durante todo período experimental. O ganho de peso médio diário (GPD) e o consumo médio diário de ração (CDR) foram medidos de 0 a 42 dias (23 a 65 dias de idade) e conversão alimentar foi calculada (CA). No final do estudo, um animal por baia foi abatido, para coleta de conteúdo intestinal e realização da identificação bacteriana através do sequenciamento 16S rRNA da digesta ileal e cecal de um leitão por repetição. Os leitões que receberam dieta com a xilanase associada a levedura apresentaram uma tendência de aumento no GPD em comparação com aqueles animais que pertenciam ao grupo controle ( $p < 0,05$ ). A conversão alimentar melhorou no tratamentos T2 quando o mesmo foi comparados com o grupo controle ( $p < 0,05$ ). T1 e T2 tenderam a aumentar a presença relativa da família *Lactobacillaceae* no íleo e ceco ( $p < 0,05$ ). As contagens das famílias *Clostridiaceae* e *Enterobacteriaceae* foram reduzidas significativamente no íleo ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos 1 e 2. Não houve diferença na ocorrência de diarreias entre os tratamentos. A suplementação de leveduras vivas combinada com xilanase em leitões melhorou o desempenho e levou a um melhor equilíbrio microbiano intestinal.

**Palavras-chave:** *Clostridiaceae*, creche, microbiota intestinal, *Saccharomyces cerevisiae*.



## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine if the supplementation of Xylanase, combined or not with live yeasts, in sorghum-based diets would influence the performance and intestinal bacterial populations of piglets. One hundred and eighty hybrid piglets from commercial lines with 23 days of age and initial mean weight of  $6.83 \pm 1.49$  kg were distributed in three treatments: Control diet, Treatment 1 (T1 = control diet supplemented with xylanase [Econase® XT]) and Treatment 2 (T1 + live yeast diet, [Vistacell®]). Each treatment had 10 replicates, with 6 animals each. Two feeding phases with diets based on sorghum and soybean meal, and water were available ad libitum throughout the experimental period. Average daily weight gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) were measured from 0 to 42 days (23 to 65 days of age) and feed conversion was calculated (FCR). At the end of the study, one animal per bay was slaughtered for collection of intestinal contents and bacterial identification by 16S rRNA sequencing of the ileal and cecal digesta of one piglet per replicate. The piglets that received yeast-associated xylanase diet showed a tendency to increase in ADG compared to those that belonged to the control group ( $p < 0.05$ ). The feed conversion improved in T2 treatments when it was compared with the control group ( $p < 0.05$ ). T1 and T2 tended to increase the relative presence of the Lactobacillaceae family in the ileum and cecum ( $p < 0.05$ ). The counts of the families Clostridiaceae and Enterobacteriaceae were significantly reduced in the ileum ( $p < 0.05$ ) in treatments 1 and 2. There was no difference in the occurrence of diarrhea between treatments. The supplementation of live yeasts combined with xylanase in piglets improved performance and led to a better intestinal microbial balance.

**Keywords:** *Clostridiaceae*, intestinal microbiota, nursery, *Saccharomyces cerevisiae*.

## 4.2 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira sofreu um grande entrave, quando em 2015, alguns dos principais ingredientes utilizados no sistema foram afetados pela desvalorização do real frente ao dólar americano, aumentando os custos de produção e no preço final desses produtos no atacado e varejo, nesse contexto, pode-se citar o milho e a soja (ABCS, 2016).

O milho e o farelo de soja constituem cerca de 89% da composição das dietas em suínos, o que acarreta em uma dependência praticamente direta do setor em relação as flutuações dos preços dessas commodities no mercado (ABCS, 2016). Demonstrando a necessidade pela busca de novos ingredientes que atendam as necessidades produtivas, sem que afete os ganhos no processo.



O sorgo (*Sorghum bicolor*) caracteriza-se como uma alternativa ao uso do milho; No cultivo, possui uma resistência maior ao estresse hídrico, tem menores exigências em relação à fertilidade do solo, além de possuir um custo de produção cerca de 20% menor e 95% de valor nutricional em relação ao milho (MARQUES et.al., 2007).

Todavia, os cereais, incluindo o sorgo, possuem alguns fatores limitantes na alimentação de monogástricos, que são os polissacarídeos não amiláceos, as fibras, propriamente ditas. São encontradas, principalmente como componentes estruturais da parede celular na maioria dos cereais. Além de sua importância estrutural na planta, as ligações entre os polissacarídeos e demais componentes determinam sua atividade nutricional e digestibilidade. (STRADA, 2004). Suas ligações covalentes com a lignina limitam sua digestibilidade para não ruminantes, demonstrando que o uso de aditivos como enzimas exógenas podem ser uma alternativa para o melhor aproveitamento do alimento. (FISHER et. al, 2002).

Um exemplo de enzima exógena é a xilanase, que são enzimas hidrolíticas que clivam aleatoriamente o esqueleto  $\beta$  1,4 do complexo polissacarídeo xilana da parede celular vegetal (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005). Sendo assim, a xilanase auxilia na solubilização das arabinoxilanas a oligossacarídeos menores, diminuindo sua viscosidade e melhorando digestibilidade de alimentos de menor qualidade, principalmente pelo fato de monogástricos não possuírem a capacidade enzimática de digerir celulose, arabinoxilano, beta-glucanos, pectinas, entre outros, chamados de polissacarídeos não-amiláceos (TORRES et. al., 2003; KRONBAUER et al., 2007).

Outro aditivo que auxilia na nutrição animal são os probióticos, que podem ser definidos como um suplemento alimentar composto de microrganismos vivo, os quais afetam o hospedeiro pela melhora do balanço microbiano intestinal (BUTOLO, 2010).

As leveduras, em sua forma ativa, favorecem na melhora do trato gastrointestinal dos animais, pelo fato de não serem hospedeiros naturais daquele sistema, as células das leveduras não aderem ao epitélio intestinal, multiplicando-se muito pouco e transitando juntamente com o bolo alimentar, diminuindo a pressão exercida pelos microrganismos patogênicos; além disso, a literatura afirma que a parede celular das leveduras é muitas vezes constituída por mananoligossacarídeos, e a utilização destes compostos apresentaram uma melhora na conversão alimentar (COSTA, 2004; FLEMMING, 2005; SEYIDOGLU; PEKER, 2015).



O *Saccharomyces cerevisiae* é um exemplo de levedura utilizada, na sua forma viva, como probiótico; se apresenta de maneira rica em enzimas, vitaminas, nutrientes e cofatores. (SEYIDOGLU; PEKER, 2015).

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência da suplementação de Xilanase, combinada ou não com leveduras vivas, em dietas à base de sorgo influencia o desempenho e as populações bacterianas intestinais de leitões.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado nas instalações de uma granja experimental localizado no município de Fartura – SP, aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Empresa Akei Animal Research (Número: 001.17).

Foram utilizados 180 leitões, machos castrados e fêmeas, de linhagem comercial com cerca de 21 dias de idade, com um peso inicial de  $6.83 \pm 1.49$ kg, os quais foram alimentados com dieta seca durante todo experimento.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, no qual os animais ao início do experimento foram distribuídos em 5 blocos (de acordo com o peso inicial), com 10 repetições, sendo que cada baia continha seis leitões do mesmo sexo (machos e fêmeas) representando uma repetição. Os tratamentos experimentais (Tabela 1) foram baseados no uso de dietas pré-iniciais (21 até 42 dias) e iniciais (42 até 63 dias). A ração e a água foram oferecidas *ad libitum* durante todo o estudo.

No período experimental, os animais do grupo controle (n=60) receberam ração a base de sorgo e farelo de soja, sem aditivos; Os animais do grupo T1 (n=60) receberam a ração controle com adição da enzima xilanase (Econase® XT) na dose de 100g/tonelada de ração; os animais do grupo T2 (n=60) receberam a ração base com adição da enzima xilanase na dose de 100g/ tonelada de ração e leveduras (Vistacell®) na dose de 500g/tonelada de ração.

Durante a fase de creche, a temperatura ambiente foi controlada usando o gerenciamento de cortinas e lâmpadas infravermelhas. As baias da fase de creche tinham um



piso de plástico parcialmente ripado, 2,55 m<sup>2</sup> de área, alimentador linear (0,9 m) e um bebedouro do tipo “chupeta” ajustável.

**Tabela 1.** Composição percentual e química das rações experimentais.

| Ingredientes (%)             | Pré-Inicial 21-42d | Inicial 42-63d |
|------------------------------|--------------------|----------------|
| Sorgo                        | 52.51              | 67.76          |
| Farelo de Soja               | 22.11              | 26.14          |
| Óleo de Soja                 | 3.26               | 2.95           |
| Farinha de peixe             | 5.00               | 0.00           |
| Soro de Leite (5.5% DM )     | 15.00              | 0.00           |
| Sal                          | 0.05               | 0.50           |
| Calcário                     | 0.27               | 0.39           |
| Fosfato dicálcico, 18%P      | 0.54               | 0.86           |
| L-triptofano                 | 0.01               | 0.01           |
| Lisina HCl                   | 0.41               | 0.52           |
| Metionina                    | 0.16               | 0.16           |
| Treonina                     | 0.17               | 0.21           |
| Vitaminas & Minerais premix* | 0.50               | 0.50           |
| QUANTUM BLUE® (Fitase)       | 0.005              | 0.005          |

| Nutrientes           | Pré-Inicial 21-42d | Inicial 42-63d |
|----------------------|--------------------|----------------|
| Proteína Bruta %     | 21.72              | 20.12          |
| Cálcio %             | 0.80               | 0.70           |
| Fósforo %            | 0.74               | 0.68           |
| Phytate P %          | 0.22               | 0.28           |
| Óleo: Extrato Etéreo | 5.64               | 5.38           |
| Fibra Bruta %        | 1.90               | 2.34           |
| Met+Cys %            | 0.85               | 0.78           |
| Lys %                | 1.50               | 1.37           |
| Tryp %               | 0.27               | 0.25           |
| Thr %                | 1.00               | 0.92           |
| Arg %                | 1.24               | 1.21           |
| Iso %                | 0.90               | 0.82           |
| Leu %                | 1.89               | 1.83           |
| Tyr %                | 0.72               | 0.71           |
| Val %                | 1.00               | 0.91           |
| Gly %                | 0.87               | 0.74           |

\* Níveis por quilograma de produto: Vit. AD3 0,000 kUI; Vit. Um 6.000.000 kUI; Vit. D3 1.500.000 kUI; Vit E 15.000.000 mg; Vit K3 (Menadiona); 1,500,000 mg Vit. B1 (Tiamina); 1.350.000 mg de Vit.B2 (Riboflavina) 4.000.000 mg; Vit. B6 (Piridoxina) 2.000.000 mg; Vit. B12 (Cianocobalamina) 20.000 mg; Niacina (Ac.Nicotinico) 20.000.000 mg; Pantothenic Ac 9,350,000 mg; Ác. Ac Pholic 600.000 mg; Seleniun Chelated 300.000 mg; Biotina 80.000 mg.

Os parâmetros de desempenho (peso vivo inicial, consumo diário de ração, ganho de peso diário, conversão alimentar e peso final) foram avaliados aos 0, 21, 42 do teste (21, 42 e 63 dias de idade). A temperatura ambiente e a umidade eram aferidas constantemente desde o primeiro dia até o final do experimento por meio de um Data Logger.

A ocorrência de diarreia foi avaliada diariamente de acordo com a metodologia adaptada proposta por Vassalo et al. (1997) de forma subjetiva com base na consistência das fezes, atribuindo-se escores de 1 a 3 para cada animal: 1 = fezes normais, 2 = fezes líquidas/pastosas e 3 = fezes líquidas. Os escores 2 e 3 indicavam a ocorrência de diarreia.

Para o perfil microbiano do íleo e ceco, um animal por baia (repetição) foi abatido aos 42 dias (63 dias de vida) de teste para obter o conteúdo destes órgãos, totalizando trinta leitões. As análises foram enviadas para laboratórios externos.

A metodologia utilizada para determinar o perfil microbiano foi a proposta por Christoff et al. (2017) o qual utiliza o teste de PCR com o gene marcador 16S rRNA. Com a obtenção dos resultados do sequenciamento, os mesmos foram submetidos a classificação taxonômica comparando-os com um Banco de dados rRNA baseados no 16S (NeoRefdb, Neobiprojeto Microbioma Tecnologias, Brasil). Sequências que obtiveram, pelo menos, 99% de identidade no banco de dados de referência, foram taxonomicamente atribuídas.

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com uma significância de 5% ( $p < 0,05$ ). A ocorrência dos casos de diarreia e a correlação dos microrganismos intestinais foram submetidos ao teste de Qui-Quadrado com uma significância de ( $p < 0,05$ ).

#### **4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2, são apresentados os resultados referentes ao desempenho dos animais.

**Tabela 2.** Efeitos dos tratamentos sobre o ganho médio diário de peso vivo, o consumo médio diário de ração e a conversão alimentar dos leitões.

|                    | Controle | T1 -<br>Xilanase | T2 – Xilanase + Levedura | CV%   |
|--------------------|----------|------------------|--------------------------|-------|
| Período 21-42 dias |          |                  |                          |       |
| PI (Kg)            | 6,83     | 6,84             | 6,84                     | 16,96 |
| PF (Kg)            | 13,34    | 13,27            | 13,57                    | 13,07 |
| GPD (Kg)           | 0,301    | 0,305            | 0,320                    | 12,64 |
| CDR (Kg)           | 0,471    | 0,455            | 0,476                    | 11,33 |
| CA                 | 1,57     | 1,50             | 1,48                     | 6,66  |
| Período 42-63 dias |          |                  |                          |       |
| PI (Kg)            | 13,34    | 13,27            | 13,57                    | 13,07 |
| PF (Kg)            | 23,69    | 23,89            | 24,57                    | 11,53 |
| GPD (Kg)           | 0,487    | 0,496            | 0,524                    | 10,54 |
| CDR (Kg)           | 0,988    | 0,957            | 0,955                    | 10,58 |
| CA                 | 2,03a    | 1,92ab           | 1,82b                    | 7,01  |
| Período 21-63 dias |          |                  |                          |       |
| PI (Kg)            | 6,83     | 6,84             | 6,84                     | 16,96 |
| PF (Kg)            | 23,69    | 23,89            | 24,57                    | 11,53 |
| GPD (Kg)           | 0,401    | 0,405            | 422,21                   | 9,92  |
| CDR (Kg)           | 0,730    | 0,706            | 0,716                    | 10,43 |
| CA                 | 1,81a    | 1,74ab           | 1,69b                    | 4,71  |
| Total (Kg)         | 16,86    | 17,05            | 17,73                    | 9,92  |

PI = peso inicial; PF = peso final; GPD = ganho de peso diário; CDR = consumo médio diário de ração; CA = conversão alimentar

CV = Coeficiente de Variação;

a,b – Letras diferentes na mesma linha, diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

No período inicial, compreendido entre 21 a 42 dias de vida, não houve diferença significativa do tratamento controle em relação aos demais tratamentos nas variáveis peso final aos 42 dias, ganho de peso no período, consumo médio diário de ração e conversão alimentar. Tal resultado provavelmente ocorreu por se tratar do período pós desmame, onde o animal ainda está se adaptando a dieta seca, sofrendo um estresse pelo mudança e apresentando baixo consumo de alimento (PLUSKE et al., 1997).

No período correspondente de 42 aos 63 dias de vida, as variáveis de peso final aos 63 dias, ganho de peso diário e consumo médio diário de ração não apresentaram diferenças entre o grupo controle e os demais tratamentos. Todavia, o tratamento 2 (T2= xilanase+levedura) apresentou diferença na conversão alimentar ( $p < 0,05$ ) em relação ao grupo controle. A melhora dessa variável pode ser explicada pela quebra dos polissacarídeos



não amiláceos pela ação da enzima xilanase, o que facilitou o aproveitamento e digestibilidade dos nutrientes pelos animais, como afirmam Passos et al. (2015).

As propriedades antinutricionais dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) estão principalmente nas fibras solúveis. Os PNAs solúveis são capazes de se ligarem a grande quantidade de água, aumentando, dessa forma, a viscosidade do fluido (ROSA; UTTAPATEL, 2007), interferindo na difusão dos nutrientes e das enzimas digestivas e suas interações com a mucosa intestinal e microbiota (TAVERNARI et al. 2008). Com isso, a ação da enzima auxiliou na seleção de microbiota benéfica ao trato intestinal com o aumento de monossacarídeos resultantes da reação com o substrato (ZHANG et al., 2018; LEE et al., 2018).

Quando avaliado o período total do experimento (21 até 63 dias), as variáveis de ganho de peso diário no período e ganho total, apesar de não apresentarem diferença significativa, apresentaram uma tendência de melhora em T2 quando comparados ao grupo controle. A conversão alimentar demonstrou diferença significativa em T2 quando comparado ao grupo controle.

Chen, Li e Wang (2016), utilizando complexos enzimáticos de xilanase de origem fungica e de origem bacteriana, constataram que, apesar de não apresentarem diferença significativa, os complexos enzimáticos apresentaram uma tendência de melhora na conversão alimentar, quando comparados ao grupo controle. Além disso, no mesmo estudo, foi possível observar uma melhora no ganho de peso diário dos animais, quando comparados ao grupo sem o complexo enzimático.

Rossi et al. (2016) em trabalho sobre a conversão alimentar em diferentes experimentos animais constataram que o uso de enzimas na dieta de suínos como ingredientes de menor valor nutricional, proporcionou resultado intermediário, novamente evidenciando que a utilização de enzimas na dieta melhora a conversão alimentar dos animais, mesmo em dietas com níveis energéticos mais baixos quando comparados com dietas sem o aditivo. Isso ocorre pela quebra das fibras presentes nesses alimentos e melhorando seu aproveitamento pelo animal (FANG et al.; 2007).

Giang et al. (2012), utilizando leitões desmamados alimentados com uma dieta suplementada com um complexo de bactérias lácticas (*Lactobacillus*) ou em combinação com *Bacillus subtilis* e *Saccharomyces boulardii*, constataram que a utilização das leveduras melhoraram a conversão alimentar e o ganho de peso diário dos animais, além de um aumento



no consumo de ração. No presente estudo, sua associação com a xilanase melhorou o desempenho desses animais.

O período pós desmame é considerado significativamente estressante para o leitão, o que pode deixá-lo susceptível a doenças e diminuir drasticamente seu consumo, causando uma desordem na microflora intestinal. (PLUSKE et al., 1997). A suplementação com leveduras em sua forma ativa, repovoando essa microflora, tornaram-se um meio de reduzir esses problemas e, assim, melhoraram a saúde e o desempenho dos animais (COSTA, 2004; FLEMMING, 2005)

Liao e Nyachoti (2017) enfatizaram que, embora ainda não seja consistente na literatura e difícil de fazer generalizações em termos dos efeitos do uso de probióticos, consequência da grande variedade de cepas encontradas no mercado, sua dose utilizada, tempo de utilização, além do manejo aplicado. A maioria dos relatos científicos mostrou que a administração de cepas probióticas, separadamente ou em combinação, melhorou significativamente o ganho de peso diário, o consumo médio diário de ração e a taxa de conversão alimentar dos suínos; está afirmativa se apresenta de acordo com os dados levantados na presente pesquisa, onde a associação das leveduras com a enzima se mostraram eficientes.

O principal polissacarídeo não amiláceo presente no endosperma e aleurona dos cereais são os arabinoxilanos, o que torna a xilanase a principal enzima utilizada para estes grãos, demonstrando que a suplementação com esta enzima tende a melhorar a conversão alimentar e taxa de crescimento (PARTRIDGE; BEDFORD, 2001; FANG et al.; 2007; PASSOS et al., 2015). Isso explica o desempenho obtido, em virtude da quebra dos polissacarídeos não amiláceos, as fibras propriamente ditas, pela ação da xilanase nesses componentes da ração; associado com a ação das leveduras na colonização intestinal, que competem diretamente com os microrganismos patógenos, causaram em conjunto, um acréscimo no aproveitamento dos nutrientes e melhora na saúde intestinal dos animais (SEYIDOGLU; PEKER, 2015).

**Tabela 3.** População média das Famílias bacterianas ( $\log_{10}$  UFC / g de fezes) nas porções ceco e íleo dos suínos.

| Região Intestinal | Tratamento            | Bacteroidaceae | Bifidobacteriaceae | Clostridiaceae | Enterobacteriaceae | Enterococcaceae | Eubacteriaceae | Lachnospiraceae | Lactobacillaceae | Mycoplasmataceae | Prevotellaceae | Ruminococcaceae | Streptococcaceae | Veillonellaceae |
|-------------------|-----------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
|                   |                       |                |                    |                |                    |                 |                |                 |                  |                  |                |                 |                  |                 |
| Íleo              | Controle              | 0,00           | 0,00               | 19,99a         | 7,77a              | 0,00            | 0,00           | 0,00            | 53,84            | 0,00             | 0,00           | 0,00            | 18,39            | 0,00            |
|                   | T1 (Xilanase)         | 0,00           | 0,00               | 10,24ab        | 1,42b              | 0,00            | 0,23           | 0,75            | 64,77            | 0,25             | 0,00           | 4,02            | 18,32            | 0,00            |
|                   | T2(Xilanase+levedura) | 0,16           | 0,17               | 5,84b          | 0,74b              | 0,00            | 1,56           | 0,62            | 78,69            | 0,00             | 0,91           | 2,94            | 7,39             | 0,97            |
|                   | Qui-Quadrado          | 0,32           | 0,34               | 8,72           | 9,08               | -               | 2,37           | 0,70            | 4,71             | 0,50             | 1,82           | 3,73            | 5,44             | 1,93            |
| Ceco              | Controle              | 0,00           | 0,47               | 4,54           | 2,16               | 0,00            | 8,81           | 5,55            | 41,23            | 0,00             | 1,60           | 17,50           | 5,28             | 12,87           |
|                   | T1 (Xilanase)         | 0,00           | 0,26               | 1,59           | 0,00               | 0,00            | 7,90           | 3,57            | 56,37            | 0,00             | 1,52           | 13,72           | 6,47             | 8,61            |
|                   | T2(Xilanase+levedura) | 0,00           | 0,12               | 4,48           | 3,42               | 0,12            | 3,64           | 5,42            | 49,15            | 0,00             | 0,31           | 14,03           | 6,06             | 13,26           |
|                   | Qui-Quadrado          | -              | 0,21               | 1,60           | 3,22               | 0,23            | 2,24           | 0,50            | 2,34             | -                | 0,91           | 0,58            | 0,12             | 1,15            |

a,b – Letras diferentes na mesma coluna, diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Qui-Quadrado ( $p < 0.05$ ).



Na Tabela 3, podemos observar as populações médias bacterianas encontradas nas porções intestinais de ceco e íleo dos suínos. De acordo com os resultados do teste de Qui-Quadrado, houve uma diferença significativa nas médias ( $p < 0,05$ ) dentro da família *Clostridiaceae*, onde T2 apresentou uma diferença significativa quando comparado ao grupo controle, reduzindo a população dessa família na porção do íleo.

A família *Enterobacteriaceae* também apresentou uma diminuição de microrganismos nos tratamentos T1 e T2 em relação ao grupo controle na porção intestinal do íleo. Além disso, apesar de não demonstrar uma diferença significativa, a família *Lactobacillaceae* apresentou uma tendência de aumento de microrganismos nos tratamentos T1 e T2 em comparação ao grupo controle, tanto na porção do ceco, quanto na porção do íleo dos animais deste experimento.

Giang et al. (2012) em seu estudo com utilização de probióticos para leitões, observaram que a contagem média de *E. coli* (família *Enterobacteriaceae*) em todos os segmentos intestinais, foi menor ( $P < 0,01$ ) em leitões suplementados com probióticos, onde o tratamento suplementado com levedura, resultou em melhora no desempenho que o grupo controle nos dias 14 e 35. Está informação se apresenta de acordo com o presente estudo, onde se observou uma diferença significativa com o grupo controle.

Dowarah et al. (2017), trabalhando com probióticos na performance, ocorrência de diarreia e microbiota intestinal de suínos em fase de crescimento e terminação, observaram que houve melhora na contagem microbiana benéfica fecal (bactérias ácido lácticas e bifidobactéria), juntamente com a diminuição da contagem de *E. coli* e clostrídios. A presente pesquisa apresentou resultados semelhantes. Todavia, Mathew et al. (1998) não encontraram quaisquer efeitos de suplementação da dieta suplementada com *S. cerevisiae* em contagem de *Lactobacilli* e *E. coli* ao longo do trato intestinal (estômago, duodeno, íleo, ceco e cólon) de leitões desmamados.

Apesar de se encontrar discordância de resultados, a maior parte da literatura demonstra que a utilização de probióticos, como as leveduras vivas, melhoraram significativamente a microflora dos suínos em todas as fases de crescimento.

Isso pode ser explicado pela capacidade das leveduras, na sua forma ativa, ou seja, vivas, favorecerem a melhora do trato gastrointestinal dos animais, por não serem hospedeiros naturais daquele sistema, as células das leveduras não aderem ao epitélio intestinal, multiplicando-se muito pouco e transitando juntamente com o bolo alimentar,



atuando como probióticos, vindo a diminuir a pressão exercida pelos microrganismos patogênicos; além disso, a parede celular das leveduras é muitas vezes constituída por mananoglicosacarídeos, e a utilização destes compostos resultam na melhora da conversão alimentar (COSTA, 2004; FLEMMING, 2005; SEYIDOGLU; PEKER, 2015).

Além disso, a suplementação com xilanase auxilia na quebra dos polissacarídeos não amiláceos em monossacarídeos, reduzindo a disponibilidade de polissacarídeos para as bactérias do filo *Bacteroidetes* (Gram negativas), dificultando seu crescimento e auxiliando no crescimento das bactérias do filo *Firmicutes* (Gram Positivas), promovendo um ecossistema mais robusto e estável, essencial para saúde intestinal dos leitões (ZHANG et al., 2018; LEE et al., 2018).



## 5 CONCLUSÃO

Quando verificamos a microbiota intestinal dos animais, o tratamento com levedura + enzima, reduziu a quantidade de bactérias nas famílias *Clostridiaceae* e *Enterobacteriaceae* na porção intestinal do íleo. O tratamento que recebeu apenas xilanase também demonstrou redução da família *Enterobacteriaceae* na porção íleo.

Ambos os tratamentos que receberam aditivos, demonstraram uma tendência em ambas às porções intestinais de aumento da família *Lactobacillaceae*, bactéria benéfica para a saúde intestinal. Porém, não se apresentou uma diferença significativa entre os tratamentos na ocorrência de diarreia.

A utilização da xilanase associada a levedura melhorou a conversão alimentar e ganho de peso diário médio dos animais que receberam ambos aditivos, mostrando-se uma alternativa para utilização em dietas para leitões.



## REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (Brasília). Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (Org.). **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Brasília: Gráfica Qualitá, 2016. 376 p. Disponível em: <[http://www.abcs.org.br/attachments/-01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

BUTOLO, José Eduardo. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2. ed. Campinas: Mundo Agro , 2010. 430 p.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

CHEN, Q.; LI, M.; WANG, X. Enzymology properties of two different xylanases and their impacts on growth performance and intestinal microflora of weaned piglets. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.18-23, mar. 2016.

CHRISTOFF, A. P.; SEREIA, A. F. R; BOBERG, D. R; MORAES, R. L. V.; OLIVEIRA, L. F. V. **Bacterial identification through accurate library preparation and high-throughput sequencing**. Florianópolis: Neoprospecta Microbiome Technologies, Sa, 2017. 5 p.

COSTA, L. F.i. Leveduras na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

DOWARAH, R.; VERMA, A. K., AGARWAL, N., PATEL, B. H. M., SINGH, P. Effect of swine based probiotic on performance, diarrhoea scores, intestinal microbiota and gut health of grower-finisher crossbred pigs. **Livestock Science**, [s.l.], v. 195, p.74-79, jan. 2017. Elsevier BV.

FANG, Z. F.; PENG, J.; LIU, Z. L.; LIU, Y. G. Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, [s.l.], v. 91, n. 7-8, p.361-368, ago. 2007.

FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F., BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.31, n.1, p.402- 410, 2002(suplemento).



FLEMMING, J. S. **Utilização de Leveduras, Probióticos e Mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de Frangos de corte.** 2005. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GIANG, H. H.; VIET, T. Q.; OGLE, B.; LINDBERG, J. E. Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with *Bacillus subtilis* and *Saccharomyces boulardii*. **Livestock Science**, [s.l.], v. 143, n. 2-3, p.132-141, fev. 2012.

HAMPTON, D. J. Alternations in piglets small intestinal struture at weaning. *Research in Vet. Sci.*, 40:322-40, 1986.

KRONBAUER, E. A. W.; PERALTA, R. M.; OSAKU, C. A., KADOWAKI, M. K. Produção de xilanase por *Aspergillus casielus* com diferentes fontes de carbono. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.207-216, 31 dez. 2007.

LEE, K. Y.; BALASUBRAMANIAN, B.; KIM, J. K.; KIM, I. H. Dietary inclusion of xylanase improves growth performance, apparent total tract nutrient digestibility, apparent ileal digestibility of nutrients and amino acids and alters gut microbiota in growing pigs. **Animal Feed Science And Technology**, [s.l.], v. 235, p.105-109, jan. 2018.

LIAO, S. F.; NYACHOTI, M. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 3, n. 4, p.331-343, dez. 2017.

MARQUES, B. M. F. P. P., ROSA, G. B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.D'A.; LOVATTO, P.A. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 767-772, 2007.

MATHEW, A. G.; CHATTIN, S. E.; ROBBINS, C. M., GOLDEN, D. A. Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, and performance of weanling pigs. **Journal of animal science**, v. 76, n. 8, p. 2138-2145, 1998.

PARTRIDGE, G. G.; BEDFORD, M. R. The role and efficacy of carbohydrase enzymes in pig nutrition. **Enzymes in farm animal nutrition**, p. 161-198, 2001.



PASSOS, A. A.; PARK, I.; FERKET, P.; VON HEIMENDAHL, E.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of xylanase on apparent ileal digestibility of nutrients, viscosity of digesta, and intestinal morphology of growing pigs fed corn and soybean meal based diet. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.19-23, mar. 2015.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock production science**, v. 51, n. 1-3, p. 215-236, 1997.

ROSA, A. P; UTTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. IN: VIII SIMPOSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2007, Chapecó. **Anais...**, p. 102-115. 2007.

ROSSI, R.M.; MARTINS, E. N.; LOPES, P. S.; SILVA, F. F.; MARCONDES, M. I.; CAETANO, G. C.; FERREIRA JÚNIOR, H. C. ; KNUPP, L. S. ; FERREIRA , M. A. Inferência bayesiana da conversão alimentar em diferentes experimentos animais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 68, n. 2, p.466-474, abr. 2016.

SEYIDOGLU, N.; PEKER, S. Effects of different doses of probiotic yeast *Saccharomyces cerevisiae* on the duodenal mucosa in rabbits. **Indian Journal Of Animal Research**, [s.l.], v. 49, n. , p.602-606, 30 set. 2015.

STRADA, E. S. O. **Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte**. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

TAVERNARI, F.C.; CARVELHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LIMA, H. J. D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s. L.], v. 5, n. 5, p.673-689, set. 2008.

TORRES, D. M; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, E. C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 27, n. 6, p. 1401-1408, 2003.

VASSALO, M. et al. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 131-138, 1997.



ZHANG, Z.; TUN, H. M.; LI, R.; GONZALEZ, B. J. M.; KEENES, H. C.; NYACHOTI, M.; KHAFIPOUR, E. The impact of xylanases on gut microbiota of growing pigs fed with corn- or wheat-based diets. **Animal Nutrition**, [s.l.], p.1-37, ago. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2018.06.007>>. Acesso em: 03 set. 2018.