



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DA AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA ZOOTÉCNICA

Efeito da Inclusão de Enzimas Digestivas na Ração de Suínos em Crescimento

Monografia Apresentada e Defendida como Requisito para a Obtenção do grau de Licenciatura
em Engenharia Zootécnica

Autor: Florência José Lumbela

Tutor: Eng. António Jaime Manhique (Msc)

Lionde, Agosto de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de investigação sobre Efeito da Inclusão de Enzimas Digestivas na Ração de Suínos apresentado ao Curso de Engenharia Zootécnica na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Zootécnica.

Tutor: Eng. António Jaime Manhique

Lionde, Agosto de 2021

Índice

Conteúdos	Páginas
1. INTRODUÇÃO	1
2.1 Objectivos.....	2
2.1.1 Geral	2
2.1.2 Específicos.....	2
2.2 Problema de estudo e Justificação.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Características dos suínos.....	4
3.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO	4
3.2.1 Carbohidratos.....	6
3.2.2 Vitaminas.....	6
3.2.3 Minerais	7
3.2.4 Proteínas	7
3.3 Ração.....	8
3.3.1 Ingredientes para formulação da ração de suínos.....	8
3.3.2 Milho	8
3.3.3 Mandioca	9
3.3.4 Soja.....	9
3.4 Enzimas	10
3.5 Enzimas na Suinocultura.....	11
3.6 Principais enzimas usadas na ração de Suínos	13
3.6.1 Fitase.....	14
3.6.2 Proteases	15
3.6.3 Xilanase	16
3.6.4 Enzimas lipases.....	17
3.7 CARACTERISTICAS GERAIS DAS ENZIMAS	17

3.7.1 Substrato dependentes	17
3.7.2 Local de activação e/ ou acção	17
3.8 Modo de acção das enzimas	18
3.9 Factores que influenciam na actividade enzimática	18
3.9.1 Temperaturara.....	18
3.9.2 pH	18
3.9.3 Concentração de um Substrato	19
3.9.4 Concentração da enzima.....	19
3.10 Justificativas para a utilização das enzimas exógenas	19
4. METODOLOGIA.....	20
4.1 Materiais.....	20
4.2 Métodos.....	20
4.2.1 Fontes.....	20
4.2.2 Colecta de dados	20
5. Discussão de Resultados	21
5.1 Digestibilidade	21
5.2 Desempenho	26
6. Conclusão.....	30
7. Recomendações.....	31
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

Índice de tabelas, figuras e gráfico

Tabela 1. Limites de nutrientes para suínos na fase de crescimento.....	5
Tabela 2. Enzimas, substratos e efeito das enzimas na ração de suínos.....	13
Tabela 3 Médias de conversão alimentar de suínos-----	26

Índice de Figuras

Figura1. Sistema digestivo do Suíno.....	4
---	---

Índice de Gráfico

Gráfico 1. Comparação de digestão da ração com enzimas e sem enzimas.....	29
--	----

Lista de abreviaturas

C- Carbono

Ca-Cálcio

Cu-Cobre

DNA- ácido desoxiribonúcleico

Fe- Ferro

ISPG- Instituto Superior Politécnico de Gaza

kg- Quilograma

MS- Matéria seca

N-Nitrogénio

P-Fósforo

pH- Potencial hidrogeniônico

PNAs- polissacarídeos não amídicos

pp- pontos percentuais

Zn- Zinco



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Efeito da Inclusão de Enzimas Digestivas na Ração de Suínos em Crescimento apresentado ao Curso de Engenharia Zootécnica na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Zootécnica.

Monografia defendida e aprovada a 18 de Setembro de 2020.

Júri

Supervisor _____

Eng^o. António Jaime Manhique (MSc)

Avaliador 1 _____

Eng^o Kakese Kandolo Paty (MSc)

Avaliador 2 _____

Eng^o. Sebastião Mahunguane (Msc)

Lionde, Agosto de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que o Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra Instituição para o propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Agosto de 2021

(Florência José Lumbela)

Dedicatória

Dedico a Deus, por iluminar meus caminhos, me abençoar e me fortalecer em todos os momentos. Aos meus pais José Fabião Lumbela e Rondina António Cumbe pela força e determinação, pelo incentivo e apoio constante em meus estudos, além de tudo, pelos ensinamentos e amor incondicional;

Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e incentivando para que não desistisse dos meus sonhos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus Criador do Universo, o Rei da glória, pela força transmitida, pelas bênçãos concedidas e por sempre iluminar os caminhos da minha vida. Ele é o único suficiente para ser a chave central de todo conhecimento. Ele é a fonte da sabedoria, sua palavra basta.

Aos meus pais (José Fabião Lumbela e Rondina António Cumbe) minha maior fonte de inspiração, razão pela qual realizo essa conquista;

À minha família, meu porto seguro, meu ponto de partida e meu estímulo para buscar uma vida melhor. Agradeço aos meus tios, primos, pelo apoio, orações e energias positivas. Agradeço especialmente aos meus irmãos Flávio, Evaristo Nélia, Marito, Almiro, Cleyton Lumbela que são pessoas abençoadas das quais tenho muito orgulho por ser irmã. Amo muito a vocês!!!!

Ao meu orientador Eng^o.António Jaime Manhique, pela orientação, compreensão, confiança, ensinamentos, pelas críticas e “puxões de orelha”, e por todas as atitudes adquiridas que irão contribuir de alguma forma na minha vida profissional e pessoal.

A todos docentes do Instituto Superior Politécnico de Gaza da Divisão de Agricultura, por terem me proporcionado muito aprendizado e principalmente aos do curso de Engenharia Zootécnica.

As minhas amigas Clara, Lilia, Sheila obrigada pelo apoio e amizade.

Ao Dino pela amizade, apoio irrestrito desde o início da realização do trabalho académico, sempre me auxiliando e dando forças na vida profissional .

A tia Fátima, que foi uma grande mãe e conselheira durante todos anos da vida estudantil e pelo acolhimento dado, o meu muito obrigada.

Aos colegas do curso de Engenharia Zootécnica 2014 ,o meu muito obrigada, pelo apoio e agradável convivência, pelo companheirismo que sempre tivemos enfrentando todas as dificuldades ao longo da minha vida académica.

A todos que colaboraram directa ou indirectamente na realização dos meus estudos e contribuíram para a realização deste trabalho o meu, muito obrigada!

Resumo

O suíno é uma espécie de retornos rápidos, comparativamente a outras espécies devido a sua prolificidade que se transforma em altos rendimentos em curto espaço de tempo. A adição de enzimas exógenas nas rações tem se tornado cada vez mais necessária para acelerar o retorno financeiro devido a maximização dos nutrientes da dieta e a potencializar a acção das enzimas endógenas o que possibilita a maximização de alimentos convencionais ou alternativos que normalmente apresentam menor digestibilidade. É fundamental para o profissional da área de nutrição animal conhecer os diversos factores relacionados à utilização de enzimas industriais nas rações . O uso de aditivos enzimáticos vem se expandindo principalmente pela necessidade do uso de alimentos alternativos e pela acção efectiva na redução da contaminação ambiental, porém depende de um estudo econômico. Com este trabalho pretende-se descrever o efeito da inclusão de enzimas digestivas na ração de suínos em crescimento. O estudo baseou-se em dados secundários, isto é, consistiu na colecta de vários estudos feitos por forma a encontrar soluções para posteriores experimentos o que contribuirão na rentabilização da produção suína. A utilização de enzimas exógenas, buscando alternativas para melhorar a qualidade destes alimentos, visando aumentar a digestibilidade dos nutrientes, eliminarem em partes ou totalmente, os factores antinutricionais e reduzir o potencial de impacto ambiental. Contudo, os resultados sobre o uso de enzimas exógenas nas dietas para suínos são contraditórios, tornando-se necessária a condução de mais pesquisas. As enzimas amilase, pectinases, xilanases e β -glucanase , adicionado em rações formuladas com milho ou sorgo, observou se melhorias na digestibilidade dos nutrientes, aumento nos valores energéticos das rações formuladas com sorgo e melhor balanço de nitrogênio, quando utilizaram o referido complexo. As enzimas xilanase, β -glucanase, celulase, pectinase e protease, sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento e observaram melhorias na conversão alimentar dos animais e aumento do ganho diário de peso.

Palavras chave: Suínos, efeito de enzimas, digestibilidade, desempenho.

Abstract

The swine is a specie of fast returns, comparatively to other species due to its prolificity that turns into high yields in short time. The addition of exogenous enzymes in feed has become increasingly necessary. They tend to potentiate the action of endogenous enzymes and allow the use of

alternative foods that normally have lower digestibility. It is fundamental for the professional of the animal nutrition area to know the various factors related to the use of industrial enzymes in the rations and the main objective of this review is to try to clarify the efficiency of enzymes utilization on growing pigs . The use of enzymatic additives has been expanding mainly due to the need to use alternative food and effective action to reduce environmental contamination, but it depends on an economic study. This work intends to describe the effect of the inclusion of digestive enzymes on the diet of growing pigs. The study will be carried out through the collection of data based on existing matter because the work will be based on a bibliographic review.

Key words: Pigs, inclusion, enzymes, effect

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura constitui uma das principais actividades pecuárias de Moçambique que, para além de suprir as necessidades alimentares é também lucrativa. A criação de suínos destaca-se pelo seu rápido crescimento, precocidade reprodutiva e prolificidade, podendo desempenhar um papel importante na alimentação humana, pois contribui para o aumento na produção de carne, com alto valor proteico (Santos, 2006). Entretanto, há necessidade de aumentar a utilização digestiva e de definir o conteúdo de nutrientes disponíveis na alimentação animal para uma produção racionalizada e eficiente (Faria, 2008).

Segundo Ferreira (2006), o manejo alimentar é um ponto de extrema importância na exploração de suínos, uma vez que os custos com alimentação perfazem entre 50% e 65% dos custos de produção. Assim, a escolha da ração não deve ser baseada somente no custo, mas também na eficiência de produção ou índice de conversão alimentar, uma vez que diferentes rações poderão apresentar o mesmo custo, mas desempenho animal diferente.

A alimentação é o componente de maior participação no custo de produção, exigindo uma atenção especial dos suinocultores, isto implica na escolha cuidadosa dos alimentos, na formulação precisa das rações, e também, na correta mistura dos ingredientes, (Zardo *et al.*, 1999).

Dias *et al.*, (2011) explicam que alimentação dos suínos está baseada principalmente em rações balanceadas, formuladas predominantemente a partir de produtos de origem vegetal, embora os de origem animal também sejam utilizados, além disso, são usados minerais e vitaminas, entre os produtos de origem vegetal, os principais são milho e farelo de soja.

Considera-se de fundamental importância a utilização de aditivos enzimáticos na ração de suínos porque garantem boa utilização dos ingredientes vegetais ajudando no melhoramento de conversão alimentar, ganho de peso, bom desempenho, além de diminuir o impacto ambiental devido aos excrementos e baixar os custos com a ração. É essencial para o profissional da área de nutrição animal conhecer os efeitos, benefícios e demais aspectos da utilização de enzimas digestivas sobretudo na ração de suínos.

Uma possibilidade para se aumentar a eficácia de produção animal é o uso de enzimas alimentares na produção de alimento. Até hoje, somente uma fracção dos componentes da alimentação é suplementado com enzimas. Esta situação irá mudar rapidamente assim que o desenvolvimento de

novas enzimas alimentares ou novas formas de aplicação para estes produtos progredirem (Cousins, 2000).

Este estudo visa abordar o efeito da inclusão de enzimas digestivas na ração de suínos na fase de crescimento através da busca de informação existente na literatura sobre as funções de cada enzima, sua actuação por forma a garantir a utilização eficiente de dietas alternativas e proporcionar maior rendimento em curto tempo.

2.1 Objectivos

2.1.1 Geral

- Evidenciar o efeito da inclusão de enzimas digestivas na ração de suínos em crescimento

2.1.2 Específicos

- Identificar os tipos de enzimas digestivas usadas na ração de suínos
- Descrever a importância da inclusão de enzimas
- Identificar o mecanismo metabólico da acção das enzimas digestivas
- Discutir os resultados dos autores no que tange a digestibilidade e desempenho da adição de enzimas digestivas

2.2 Problema de estudo e Justificação

Em Moçambique a criação de suínos tem sido uma actividade bastante desenvolvida maioritariamente com base em conhecimentos empíricos dos criadores.

O grande desafio desta criação é produzir mais com menor custo, aplicando tecnologias sustentáveis mantendo as características organolépticas, textura, aspecto, odor e paladar.

Vários autores reportam baixa digestibilidade da ração devido as moléculas complexas que inibem a disponibilização dos nutrientes. Assim, sendo, é necessário incluir enzimas digestivas na ração de suínos em crescimento pois, acredita-se que contribuem significativamente na maximização dos nutrientes da ração, destruindo os factores anti-nutricionais existentes nos grãos dos ingredientes que formulam a ração reduzindo deste modo os custos da alimentação dos animais e aumentando a sua rentabilidade. Entretanto, o uso das enzimas digestivas, para além de reduzir a quantidade de ração consumida aumenta a disponibilização dos nutrientes e por conseguinte, reduz os custos da aquisição das rações . Assim sendo, este visa trazer a eficiência do uso de cada tipo de enzima digestiva aplicada nas dietas de suínos em crescimento para melhor utilização e rentabilização dos custos de produção.

Na literatura, os resultados sobre a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos em crescimento têm se mostrado conflitantes.

Diante disso, surgiu a necessidade da realização de pesquisas com o intuito de identificar quais são as enzimas que contribuem positivamente em suínos em crescimento no que diz respeito aos aspectos desempenho, digestibilidade para que programas correctos de alimentação sejam adoptados reduzindo assim os custos de produção.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

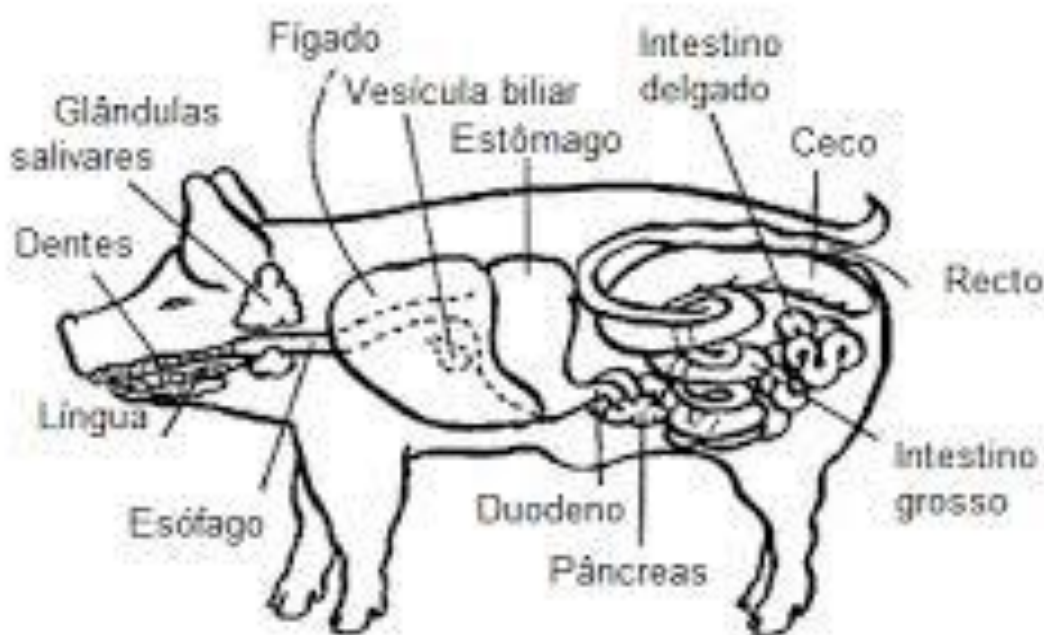
3.1 Características dos suínos

Suínos são animais mamíferos monogástricos que possuem o trato digestivo relativamente pequeno, com baixa capacidade de armazenamento. Tem alta eficiência na digestão dos alimentos e no uso dos produtos da digestão necessitando de dietas concentradas e balanceadas.

Sua dieta se baseia principalmente em cereais, que têm a finalidade de fornecer energia ao animal, e os mais utilizados são o milho, o trigo (Frandsen *et al.*, 2001).

O sistema digestivo (trato digestório) é formado por um tubo muscular revestido por mucosa contínua com a pele externa da boca e do ânus. Suas funções básicas são apreensão, a mastigação, a digestão e a absorção de alimento, bem como a eliminação dos resíduos sólidos. O sistema digestório reduz os constituintes nutritivos do alimento a compostos moleculares pequenos o bastante para serem absorvidos e usados para a obtenção de energia e a formação de outros compostos para incorporação nos tecidos do corpo (Frandsen *et al.*, 2011).

Figura 1. Sistema digestivo do Suíno



Fonte: (Argenzio, 2000)

3.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO

Tabela1. Limites de nutrientes para suínos na fase de crescimento

Fase	Crescimento					
	Alto		Alto p/fêmeas		Normal	
Nível nutricional	p/castrados					
Nutriente	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Cálcio(%)	0,72	0,82	0,72	0,82	0,60	0,7
Energia						
Metabolizável(kg)	3.250	3.350	3.250	3.350	3.250	3.350
Fibra bruta(%)	–	4	–	4	–	4
Fósforodisponível						
(%)	0,28	–	0,28	–	0,23	–
Fósforo total (%)	0,6	–	0,6	–	0,5	–
Lisina (%)	0,8	–	0,9	–	0,75	–
Metionina (%)	0,24	–	0,26	–	0,23	–
Metionina +						
cistina (%)	0,5	–	0,52	–	0,46	–
Proteína bruta (%)	15,5	17	16	18	14,5	16
Sódio (%)	0,15	–	0,15	–	0,15	–
Treonina (%)	0,53	–	0,6	–	0,5	–
Triptofano (%)	0,14	–	0,16	–	0,13	–

Fonte: (Lima, 2000)

3.2.1 Carbohidratos

De acordo com Dale (1996) citado por Lima (2000), carbohidratos são as principais fontes de energia das dietas dos animais. Os alimentos ricos em carbohidratos constituem normalmente a maior proporção das rações e geralmente a maior parcela do custo total. As principais fontes de energia provenientes dos carboidratos são os polissacarídeos, como o amido, os dissacarídeos, como a lactose, a sacarose e a maltose, e os monossacarídeos, como a glicose, a frutose, a manose e a galactose. O amido é o carbohidrato de reserva das plantas, armazenado nos grãos, sementes, raízes e tubérculos, sendo constituído de amilose e amilopectina. A digestão dos carboidratos se caracteriza pela degradação enzimática dos poli e dissacarídeos, transformando-os em monossacarídeos. Inicialmente o amido é hidrolisado no lúmen intestinal pela enzima alfa -amilase pancreática. Os dissacarídios resultantes, na mucosa intestinal, são degradados através da acção das enzimas chamadas oligossacaridasas, resultando em monossacarídeos, forma pela qual são absorvidos pelo organismo e utilizados para produzir energia. A maior parte da energia usada pelos animais para as actividades metabólicas e de produção derivam da utilização de compostos ricos em energia, principalmente adenosina trifosfato e creatina fosfato. Estes compostos adquirem a energia dos carboidratos e a liberam para o organismo animal

3.2.2 Vitaminas

De acordo com Dale (1996) citado por Lima (2000), vitaminas são compostos orgânicos indispensáveis ao desenvolvimento e à manutenção da vida, requeridos em pequenas quantidades e não sintetizados pelo organismo. As vitaminas estão envolvidas com a absorção e o metabolismo de nutrientes. Muitas vitaminas actuam como agentes catalizadores das reacções do metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras. Outras exercem funções a nível de membranas e afectam a absorção dos nutrientes. A forma mais comum de fornecer as vitaminas essenciais é mediante o uso de suplementos vitamínicos comerciais. Nas dietas para suínos recomenda-se suplementação das vitaminas A, D, E, K, riboflavina, niacina, ácido fólico, ácido pantotênico, colina, biotina, piridoxina, tiamina e vitamina B12 (Dale, 1996).

3.2.3 Minerais

Os minerais considerados essenciais para os suínos são o cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio, ferro, enxofre, iodo, manganês, cobre, cobalto, zinco, flúor, molibdênio, selênio e cromo. Os macrominerais, que incluem cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre, geralmente têm funções estruturais como componentes dos ossos, tecidos e fluídos orgânicos, e também intervêm na regulação da pressão osmótica e na manutenção do equilíbrio ácido básico. Os microminerais participam, na sua maioria, como parte integrante de sistemas enzimáticos em uma série de processos metabólicos essenciais. Na formulação de ração para suínos deve-se dar atenção ao cálcio, fósforo, sódio, manganês, selênio, ferro, zinco, cobre e iodo (Dale, 1996) citado por Lima (2000).

3.2.4 Proteínas

Segundo Dale (1996) Proteínas são compostos orgânicos formados por cadeias de aminoácidos, às vezes associados a minerais como o zinco, o cobre, o ferro e o enxofre. A sequência de aminoácidos determina as propriedades físicas, químicas e biológicas das proteínas. Possuem função estrutural, de manutenção e reparo de tecidos, formação de enzimas e hormônios, proteção imunológica, transporte e armazenamento, geração e transmissão de impulsos nervosos, coagulação do sangue, equilíbrio ácido-base e fonte de energia. Como exemplos de proteínas importantes, temos as proteínas globulares (albuminas, globulinas, glutelinas, prolaminas e histonas).

A digestão das proteínas tem início no estômago onde são desnaturadas pelo pH ácido e sofrem a ação da enzima pepsina. O processo tem continuidade no lúmen do intestino pela ação das enzimas pancreáticas que degradam as proteínas até mono e dipeptídios e a aminoácidos livres (Dale, 1996).

3.3 Ração

A ração peletizada é mais adequada porque melhora o desempenho e retorno económico pois é constituída de pequenos grãos obtidos através da prensagem do material em equipamento apropriado. Durante seu processamento, ocorrem benefícios de natureza sanitária devido a acção de alta pressão e temperatura que destrói possíveis microrganismos nocivos que estão presentes nas matérias-primas utilizadas na fabricação. Além desses benefícios, durante o processamento ocorre a gelatinização do amido e da proteína, que melhora a digestibilidade da ração (Rodrigues, 2007).

De acordo com Ludke (1997) citado por Rodrigues (2007) o cálculo da quantidade de cada ingrediente que entra na composição de uma ração, com base na sua composição química e nas exigências nutricionais da categoria de animais a que a ração se destina, denomina-se formulação de ração. A escolha dos alimentos e a proporção com que cada um participa na ração depende do balanceamento de nutrientes desejado. Devem ser levadas em consideração, também, as limitações existentes em alguns ingredientes, como, por exemplo, problemas de toxidade, manuseio, conservação e, em especial, o seu custo. Normalmente as rações são calculadas com base no custo mínimo, considerando-se um valor médio para a composição química dos alimentos. Entretanto outros parâmetros estão cada vez mais sendo considerados, como por exemplo, a variabilidade na composição química dos ingredientes, as diferenças genéticas dos suínos e o máximo ganho esperado.

3.3.1 Ingredientes para formulação da ração de suínos

Os ingredientes mais utilizados nas rações de suínos são o farelo de soja e o milho, constituindo em torno de 80 a 90% das rações e são as principais fontes protéica e energética das dietas, respectivamente. Tais ingredientes são importantes produtos de maneira que suas ofertas e preços no mercado são influenciados pelas políticas económicas do país, pelos preços do milho, da soja e de outras culturas que possam ser cultivadas no mesmo período agrícola e pelos aspectos climáticos. Assim, tais pontos estão fora do controle do produtor de suínos e podem influenciar de maneira significativa os custos de alimentação e de produção (Ruiz, 2006).

3.3.2 Milho

O milho é utilizado como fonte de energia na formulação de rações. Participa em até 90% da composição das dietas. Sua maior limitação como fonte de nutrientes é o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano. A qualidade do milho é factor importante a ser observado na

nutrição de suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas (Oliveira *et al.*, 1997). O tamanho das partículas de milho após a moagem é um dos determinantes do melhor desempenho dos suínos. Partículas muito grossas dificultam a digestão e o aproveitamento dos nutrientes. Quando muito finas, podem contribuir para a incidência de úlcera gástrica nos suínos (Oliveira *et al.*, 1997).

3.3.3 Mandioca

A mandioca pode ser usada na alimentação de suínos, como ingrediente da ração, na forma de farinha integral de mandioca, na forma de farelo de raspas de mandioca ou ainda na forma de farinha da parte aérea. Também pode ser usada como ingrediente da dieta em forma de mandioca fresca, contendo nesse caso, elevado teor de água (Bertol, 2000).

É considerada um alimento energético, sendo o amido seu principal componente. O teores de proteína e aminoácidos são muito baixos. As variedades de mandioca bravas ou amargas podem intoxicar os animais quando usadas imediatamente após a colheita, pela presença de substâncias que liberam ácido cianídrico. Um tratamento prévio, através da trituração ou corte dos tubérculos em pequenos pedaços após a colheita, e exposição ao ar e ao sol por um período mínimo de 12 horas, é suficiente para eliminar este problema (Bertol, 2000).

3.3.4 Soja

A soja é uma fonte proteica de origem vegetal mais utilizada para a formulação da ração de suínos e apresenta teor de proteína variando entre 37 a 48%, com importante completo perfil de aminoácidos (Oliveira *et al.*, 1997). No entanto, a participação desse ingrediente protéico nas rações de animais suínos apresenta limitações em virtude da presença de factores antinutricionais, que dificultam a actuação de enzimas digestivas, podem alterar a morfologia intestinal e interferir na digestibilidade e absorção dos nutrientes como os inibidores de proteases que inibem as enzimas digestivas tripsina e quimotripsina e as lectinas ou hemaglutinais que promovem a aglutinação dos glóbulos vermelhos (Oliveira *et al.*, 2000).

3.4 Enzimas

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos, que tem a capacidade de auxiliar na degradação de componentes específicos presentes nos alimentos aumentando a velocidade das reacções químicas no organismo sem serem, elas próprias alteradas neste processo. São altamente específicas para os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos (Barbosa *et al.*, 2012).

As enzimas exógenas têm como objectivo complementar a concentração de enzimas endógenas, otimizando a actividade enzimática, principalmente de animais jovens que possuem um sistema enzimático imaturo, ou fornecendo, enzimas não produzidas pelos suínos, necessárias para a degradação de compostos específicos de ingredientes de origem vegetal. De modo geral, podem realizar quebra das paredes celulares, diminuição da viscosidade da dieta, degradar proteínas e agir em factores antinutricionais, auxiliam no aumento da digestibilidade total da ração, na potencialização da acção das enzimas endógenas e na diminuição da poluição ambiental causada por nutrientes, como fósforo e nitrogénio que são excretados pelas fezes. (Campestrini *et al.*, 2005).

Na nutrição animal o uso de enzimas exógenas tem sido uma prática comum na alimentação de aves e suínos, pois possibilita a utilização de ingredientes pouco disponíveis aos animais monogástricos, como os ricos em polissacarídeos não amiláceos e fósforo fítico, podendo melhorar seu aproveitamento e diminuir a excreção destes no ambiente (Campestrini *et al.*, 2005; Araújo Filho *et al.*, 2017). A produção comercial é realizada por meio de técnicas de recombinação de DNA e mutações de fungos, bactérias e leveduras. Em geral, as enzimas mais utilizadas na alimentação animal são as fitases, as carboidrases e as proteases. Para as aves e suínos, os comumente usados são as xilanases, β -glucanases, mananases, pectinases, celulasas, proteases, amilases, fitases e galactosidases, sendo que cada uma delas actuam em um substrato específico (Torrespitarch *et al.*, 2017)

Existem dois tipos de enzimas para os monogástricos, as destinadas a complementar quantitativamente as enzimas digestórias endógenas (proteases, amilases, lipases, etc.) e enzimas não sintetizadas pelos animais (β - glucanases, pentosanases e α - galactosidades), pois o código genético dos monogástricos não dispõe da indicação para sua síntese (Zhang *et al.*, 2014 Lucchesi *et al.*, 2016). Outro motivo, além do nutricional para utilização de enzimas na produção animal, são os movimentos ambientalistas que visam discutir formas de diminuir a eliminação de poluentes como o fósforo e o nitrogénio no ambiente, que podem ser excretados em maior ou menor

quantidade dependendo da formulação e das enzimas presentes na ração. Esse factor contribui para tornar a produção animal mais sustentável e consciente, preservando os ecossistemas e os mananciais de água do planeta. Desta forma, o emprego de enzimas pode contribuir significativamente, uma vez que reduz os efeitos dos factores antinutricionais presentes em quase todos os alimentos, reduzindo o impacto da produção (Costa *et al.*, 2004).

3.5 Enzimas na Suinocultura

O uso das enzimas exógenas surgiu como alternativa para melhorar o valor nutritivo dos ingredientes alimentares de baixo coeficiente digestível e que apresentam fracção significativa de polissacarídeos não-amiláceos, estruturais e/ou factores antinutricionais, que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos (Lucchesi *et al.*, 2016; SitanakA *et al.*, 2018).

A aplicação de enzimas pode variar conforme a fase do animal, pois os animais mais jovens têm dificuldade de aproveitar alimentos que os animais adultos absorvem com facilidade, pois ainda não produzem todas as enzimas necessárias para a absorção de alguns nutrientes, por isso a importância de formular diferentes dietas para cada fase de produção (Amorim *et al.*, 2011). O sistema digestivo de leitões jovens é adaptado para a digestão de leite, em que a enzima lactase aumenta a partir do nascimento e conforme o passar da idade sua concentração diminui gradativamente (Maxwell *et al.*, 2001).

Já outras enzimas intestinais, como amilase e maltase, comportam – se de maneira distinta, apresentando actividade baixa ao nascimento e aumentando progressivamente, à medida que o leitão amadurece. Essas enzimas são necessárias para a digestão de amido e maltase, carboidratos que compõe as reservas energéticas de células vegetais, em animais desmamados precocemente, podem não apresentar actividade suficiente para a digestão adequada de dietas iniciais, baseadas em farelo de soja, milho, e demais ingredientes de origem vegetal (Aumaitre *et al.*, 1978). Diante disso, o uso de enzimas exógenas em dietas iniciais tornou se uma alternativa estratégica na produção suína, já que são capazes de melhorar o aproveitamento dos alimentos e nutrientes presentes nas dietas, podendo promover aumento na eficácia da absorção de energia da ração pelos animais, assim acelerando o desenvolvimento do sistema imunológico e do trato gastrointestinal, fazendo com que haja maior ganho de peso, melhor aproveitamento das fibras dietéticas, além de contribuírem para a redução de custos na produção de leitões (Pereira, 2017).

Os aditivos enzimáticos tem sido incorporados aos alimentos dos suínos com o propósito de melhorar o seu desempenho e, com isso, a sua rentabilidade. As enzimas exógenas são eficientes

em reduzir os inibidores de tripsina e lectinas, e polissacarídeos não amiláceos cevada e trigo, com objectivo de reduzir a viscosidade da digesta, mostrando-se eficientes em melhorar a digestibilidade das rações e conseqüentemente a energia metabolizável desses ingredientes (Pucci *et al.*, 2010).

A idade do animal é um importante factor na resposta à suplementação enzimática (Liu *et al.*, 2008). Animais jovens têm o sistema digestório imaturo e produção insuficiente de diversas enzimas para digestão de ingredientes de origem vegetal. Assim, factores antinutricionais presentes nestes ingredientes afectarão mais severamente os animais jovens do que os adultos, facto que possibilita maior expressão dos efeitos positivos de enzimas exógenas adicionadas às dietas de animais jovens.

As enzimas exógenas não possuem função nutricional directa, estas catalisam reacções bioquímicas específicas, melhoram o valor nutritivo dos alimentos, equilibram as deficiências do sistema enzimático endógeno, reduz os factores antinutricionais e aumentam a digestibilidade dos nutrientes (Sebastier *et al.*, 2001). A produção comercial é realizada por meio de técnicas de recombinação de DNA e mutações de fungos, bactérias e leveduras. Em geral, as enzimas mais utilizadas na alimentação animal são as fitases, as carbohidrases e as proteases. Para as aves e suínos, os comumente usados são as xilanases, β -glucanases, mananases, pectinases, celulases, proteases, amilases, fitases e galactosidases, sendo que cada uma delas atuam em um substrato específico (Torrespitarich *et al.*, 2017).

Considerando-se que, do custo total de produção de suínos, os gastos com alimentação representam cerca de 60-70%, maior lucratividade pode estar associada a formas alternativas para diminuir esses gastos (Sakomura *et al.*, 1997). Entretanto, a maioria dos alimentos alternativos podem apresentar factores antinutricionais que limitam ou impedem a utilização dele.

Entre os factores antinutricionais mais comuns encontram-se o ácido fítico e os polissacarídeos não amídicos (PNA) (Conte *et al.*, 2003). Actualmente, alguns desses factores antinutricionais podem ser reduzidos pela adição de enzimas exógenas á ração (Shoulten *et al.*, 2003).

3.6 Principais enzimas usadas na ração de Suínos

Tabela 2. Enzimas, substratos e efeito das enzimas na ração de suínos

Enzimas	Fonte	Substrato	Efeito
Xilanase	–	Arabinoxilanas	Redução da viscosidade da digesta, degrada as paredes celulares
Glucanase	–	B-glucanase	Redução da viscosidade da digesta
Pectinases	–	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta
Celulases	–	Celulose	Degradação da celulose e liberação de nutrientes
Proteases	–	Proteínas	Suplementação das enzimas endógenas e degradação mais eficiente de proteínas
Pepsina	Mucosa gástrica	proteínas e peptídeos	cataliza a quebra das ligações peptídicas
Tripsina	mucosa gástrica	proteínas e peptídeos	Quebra de moléculas de proteínas
Carboxipeptidase	Pâncreas	proteínas e peptídeos	– Quebra do grupo carboxila nas proteínas
Amilase	Saliva e Pâncreas	Amido	Suplementação das enzimas endógenas e degradação mais eficiente do amido
Fitases		Ácido fítico	Melhora a utilização do fósforo dos vegetais e remoção do ácido fítico
Lipases	Pâncreas	Lípidios e ácidos graxos	Melhora a utilização de gorduras animais e vegetais
Galactosidase	Intestino	Lactose	Quebra a lactose em monossacarídeos, galatose e glicose
Glucosidade	Saliva e pancreas	Glicogênio e amiláceo	Hidrólise de ligações glicosídicas por forma a degradar em monossacarídeos

Fonte: adaptado de Gonzales (2011)

3.6.1 Fitase

Fitases são enzimas que catalisam as reacções da quebra das moléculas de fosfato ligadas ao ácido fítico. Algumas fitases iniciam o rompimento no grupo fosfato ligado ao Carbono-6 (C6) do anel do inositol enquanto outras começam o processo pelo Carbono-3 (C3). As fitases que iniciam a hidrólise pelo C6 são conhecidas como 6- fitases e as que começam pelo C3 chamadas de 3-fitases. As reacções sucessivas catalisadas pelas fitases são feitas por etapas e promovem a desfosforilação dos ésteres de mio-inositol fosfato (IP6) até a liberação de cinco grupos fosfatos, restando apenas uma molécula de mio-inositol fosfato ligada a um grupo fosfato (mio-inositol monofosfato), no C2, por ser resistente à hidrólise enzimática (Selle *et al.*, 2007).

Dessa forma a utilização da fitase exógena aumenta a disponibilidade de fósforo, reduzindo a necessidade de suplementação das dietas com fósforo inorgânico e, conseqüentemente a excreção de fósforo, sem afectar o desempenho (Silva, 2008). Por causa do seu grupo ortofosfato, altamente ionizado, este complexa com uma variedade de cátions (Ca, Fe, Cu, Zn, entre outros), o grupo amina de alguns aminoácidos (lisina, arginina, histidina) e, ainda, moléculas conjugadas de glicose, especialmente no amido (Nelson *et al.*, 2011). Entre os efeitos benéficos da adição de fitase às dietas estão as melhorias nas taxas de conversão alimentar, retenção de nutrientes e mineralização óssea, além de reduzir a poluição ambiental (Cowieson *et al.*, 2004).

Entretanto, as fitases exógenas utilizadas na nutrição animal não atingem este estágio de degradação por dependerem de características como temperatura adequada, pH, conteúdo de minerais, entre outros (Selle *et al.*, 2007).

3.6.1.2 Vantagens da inclusão da enzima fitase em suínos

A enzima fitase pode melhorar o aproveitamento de nutrientes, provavelmente permitindo diminuição dos níveis de proteína e fósforo disponível adicionado às dietas, sem interferir no desempenho e na composição óssea dos animais (Vaz *et al.*, 2013). Melhorias nas taxas de conversão alimentar, aumento do valor nutritivo havendo disponibilização de nutrientes como o fósforo proporcionando melhor ganho de peso, além de que secundariamente ocorre a redução no custo da dieta devido a diminuição na utilização de ingredientes de custo elevado, redução da contaminação ambiental devido a redução da excreção de substâncias potencialmente poluentes tais como o P e nitrogénio (Bedford, 2000).

3.6.2 Proteases

Proteases são enzimas digestivas que degradam proteínas e podem ser utilizadas de forma exógena na nutrição animal, permitindo a degradação de proteínas de reserva e de factores antinutricionais inibidores de enzimas. De forma natural, os animais monogástricos produzem algumas proteases de forma endógena, como pepsina, tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases (Glitsko *et al.*, 2012). Porém, como parte da proteína proveniente da dieta não é aproveitada, acaba sendo excretada devido a diversos factores, entre eles, taxa de passagem da digesta, idade do animal, composição da dieta e qualidade dos ingredientes, grau de moagem da ração, entre outros. Desta forma, o uso de proteases na nutrição animal pode ser viável com o objetivo de melhorar a utilização da proteína da dieta. Além disso, as exigências nutricionais dos suínos têm sido cada vez maiores devido ao melhoramento genético, que reflete em maior deposição muscular e, conseqüentemente, eleva a exigência de aminoácidos (Adeola *et al.*, 2011).

As proteases podem ser classificadas de acordo com o tipo de reacção catalisada, a natureza química da porção catalítica de sua cadeia química, entre outros, sendo divididas em exopeptidases e endopeptidases. As exopeptidases actuam na quebra das ligações peptídicas próximas aos grupos amino ou carboxílico terminal da proteína, enquanto as endopeptidases promovem a lise de ligações distantes dos grupos amino ou carboxílico terminais (Rao *et al.*, 1998). O uso de protease como aditivo na alimentação animal se iniciou entre os anos de 1950 e 1960, e actualmente ainda não foi explorado de forma extensiva como a fitase. Além disso, na maioria dos estudos com enzimas, a protease é avaliada como parte de misturas enzimáticas ou complexos enzimáticos provenientes da fermentação feita por diferentes microrganismos, dificultando uma avaliação precisa e confiável dos efeitos causados pelo uso desta enzima em dietas para animais. Isso se deve

à falta de uma protease monocomponente específica para a indústria de alimentação animal, que foi desenvolvida e inserida ao mercado em 2008, produzida pelo microrganismo *Bacillus licheniformis* (Glitso *et al.*, 2012). Com a inclusão de novos produtos à base de protease monocomponente na indústria, um novo perfil enzimático foi estabelecido, e a partir de então novos mecanismos de acção tem sido propostos (Adeola *et al.*, 2011).

3.6.3 Xilanase

As xilanases são enzimas, do grupo das carbohidrases, e são produzidas a partir de diferentes microrganismos e, industrialmente há preferência por origens bacterianas devido à facilidade de manipulação genética das bactérias, diversidade metabólica e menor período de incubação (Verma *et al.*, 2012). As enzimas carbohidrases, entre elas a xilanase, 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. Como os suínos não sintetizam essas enzimas a dificuldade na digestão de fibras aumenta, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de outros nutrientes. Esse problema é agravado quando o tipo de fibra do alimento é solúvel, pois essa fibra tem grande capacidade de absorver água e formar substância viscosa no trato intestinal. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual é composta, principalmente, pelos β -glucanos na cevada e aveia e arabinoxilanos no trigo, centeio e farelo de arroz (Conte *et al.*, 2003).

A xilanase é uma enzima normalmente utilizada isoladamente ou em combinação com outras enzimas como parte de um complexo enzimático.

A xilana é o principal polissacarídeo da hemicelulose, constituída por unidades de D-glicoses ligadas entre si por ligações xilopiranosídicas (Soest, 1985). As enzimas xilanase 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 principalmente em suínos (Conte *et al.*, 2003). Esta enzima tem a capacidade de degradar as principais moléculas que compõem os PNAs, como as arabinoxilanas, tornando estes carboidratos muito mais digestíveis. Como estas moléculas compõem a parede celular, também pode ocorrer melhora na utilização de outros nutrientes provenientes da dieta, como de proteína, devido à liberação pelo rompimento de parte da estrutura da parede celular (Esmailipour *et al.*, 2011).

3.6.4 Enzimas lipases

As lipases (triacilglicerol-acil hidrolases, E.C. 3.1.1.3) são uma classe de enzimas que catalisam a hidrólise dos triglicérides de ácidos graxos livres e glicerol. Pode ser obtida a partir de vários organismos, contudo, os microrganismos são mais promissores para este fim (Oliveira *et al.*, 2016).

São encontradas em tecidos de animais (pâncreas, fígado e mucosa intestinal) e vegetais (sementes, polpas e raízes), podendo também ser produzidas por bactérias, fungos e leveduras, sendo os fungos os microrganismos de maior importância para a produção. Apresenta um papel muito importante no metabolismo de lipídios dos seres vivos actuando como enzimas digestivas, na deposição e mobilização dos tecidos de reservas energéticas e no metabolismo intracelular, atuando sobre as membranas celulares (Villeneuve *et al.*, 2000; Liu *et al.*, 2017). Esta enzima biocatalisadora vem se destacando cada vez mais no cenário da biotecnologia enzimática, devido à sua vasta versatilidade de aplicações, permitindo a catálise de reacções de hidrólise, além de reacções reversas como esterificação, transesterificação, aminólise (Paques *et al.*, 2006).

3.7 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ENZIMAS

3.7.1 Substrato dependentes

A secreção enzimática é activada pela presença do substrato ao qual será responsável pela digestão. Cada enzima é, em algum grau, específica para certo substrato, apresentando estrutura espacial adequada para actuar neste substrato. Por exemplo, a quimiotripsina catalisa especificamente a hidrólise das ligações peptídicas, nas quais o grupo carbonila pertence a um resíduo de fenilalanina, tirosina ou triptofano (Guenter, 2002).

3.7.2 Local de activação e/ ou acção

As moléculas de enzimas contêm uma fenda especial denominada sitio activo, que contêm aminoácidos cujas cadeias laterais criam uma superfície complementar ao substrato. Permite que as enzimas actuem na ruptura de uma determinada ligação química. O sitio activo liga-se ao substrato, formando um complexo enzima-substrato que será convertido a enzima em produto (Guenter, 2002).

3.8 Modo de acção das enzimas

De acordo com Soto-Salanova (1996), enzimas exógenas apresentam quatro formas principais de actuação:

- Provocando a ruptura das paredes celulares das fibras;
- Degradando as proteínas, por exemplo, do farelo de soja, reduzindo os efeitos dos factores antinutricionais tais como os inibidores de proteases;
- Tornando-os mais disponíveis ao animal;
- Reduzindo a viscosidade, devido à fibra solúvel, na digesta do intestino proximal e suplementando a produção de enzimas endógenas do animal.

3.9 Factores que influenciam na actividade enzimática

3.9.1 Temperaturara

A temperatura exerce influência sobre a actividade enzimática na medida em que condiciona as ligações intramoleculares da enzima. Quando a enzima é submetida a uma temperatura elevada as ligações rompem conduzindo a uma alteração da conformação da enzima e, conseqüentemente, a uma alteração do sítio activo. As temperaturas baixas não constituem um processo irreversível mas sim reversível uma vez que apenas causam a inactivação das enzimas.

Segundo Gunther (1996) quando a temperatura aumenta, a velocidade da reacção inicialmente aumenta em virtude da energia cinética aumentada das moléculas como o substrato em temperatura óptima, a velocidade de destruição da enzima pelo calor é equilibrada pelo aumento na reactividade enzima-substrato e a velocidade de reacção é máxima. A peletização das dietas com temperaturas acima de 75 °C desnatura as enzimas. Neste caso deverão ser adicionadas a dieta após o processo de peletização.

3.9.2 pH

A concentração de pH afecta a velocidade das reacções químicas. Extremos de pH podem levar desnaturação da enzima. O pH interfere na actividade enzimática uma vez que altera a distribuição de cargas eléctricas da enzima influenciando a conformação do centro activo e, conseqüentemente a sua interacção com o substrato. O pH óptimo varia para diferentes enzimas. Por exemplo a pepsina digestiva do estômago, é ao máximo activada em pH-2, enquanto que outras enzimas destinadas a funcionar em pH neutro são desnaturadas neste pH ácido devendo ser protegidas ao passar pelo estômago (Kornegay, 1996).

3.9.3 Concentração de um Substrato

A princípio, quanto maior for a quantidade de substrato, maior será a velocidade da reacção. Porém, passado o ponto óptimo, a velocidade se estabiliza. Isso porque as enzimas são substâncias produzidas em pequenas quantidades, as reacções das quais elas participam não são realizadas (Guenther, 2002).

3.9.4 Concentração da enzima

Com o aumento da concentração da enzima da se, conseqüentemente, o aumento da actividade enzimática e o aumento da velocidade da reacção desde que haja substrato disponível (Guenther, 2002).

3.10 Justificativas para a utilização das enzimas exógenas

Os aminoácidos sintéticos são considerados como substâncias totalmente absorvidas pelo trato digestório, enquanto os demais ingredientes não são totalmente digeridos e absorvidos pelos animais, e as diferenças podem ocorrer mesmo entre diferentes amostras de um mesmo ingrediente, as quais podem ser devidas aos conteúdos em fibra e em substâncias antinutricionais. Os suínos não degradam os PNA's com a mesma facilidade que digerem o amido. Os PNA's são polímeros de açúcares simples e devido às suas ligações, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos monogástricos. Fazem parte da parede celular e consistem principalmente de pentose, rafinose, estaquiase e sacarose, encontradas nas sementes de oleaginosas, beta-glucanas na cevada e aveia, e pentosanas e arabinoxilanas, que são encontradas no trigo, triticales e centeio. Para que se possa reduzir efetivamente o custo das rações, mesmo com adição de complexo de enzimas exógenas, factores como a relação entre as enzimas utilizadas, os substratos da ração, os aumentos esperados na digestibilidade dos nutrientes e os aspectos de formulação das rações, devem ser considerados (Hannas *et al.*, 2003).

4. METODOLOGIA

Para Fonseca (2002) metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.

4.1 Materiais

Para a execução do presente trabalho de pesquisa, foram necessários os seguintes materiais:

- Esferográficas
- Bloco de notas
- Computador
- Literatura (artigos científicos, monografias)
- Internet

4.2 Métodos

4.2.1 Fontes

Levantaram-se artigos científicos publicados relacionadas a esta área de conhecimento, através da leitura de artigos e monografias sobre o tema. Como critério de selecção, buscou-se publicações e artigos, avaliados em meio académico no período de 1975 a 2018, as bibliografias que abordassem o efeito da inclusão de enzimas digestivas na ração de suínos na fase de crescimento. Justifica-se este critério pela credibilidade das informações e pelo grau de exigência feita a estes estudos em agregar o maior número de bibliografias sobre o tema em questão.

Foram utilizados 50 documentos científicos publicados em revistas (teses, artigos) que abordaram a temática, nos idiomas Português e Inglês.

4.2.2 Colecta de dados

A colecta de dados seguiu a seguinte premissa:

- Leitura exploratória de todo o material encontrado (leitura que objectivou verificar se a obra a ser consultada será de interesse ou não para o trabalho);
- Leitura selectiva (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessam) ;
- Registo das informações extraídas das fontes em instrumento específico (autores, ano, métodos, resultados e discussões).

5. Discussão de Resultados

Nos processos digestivos, os suínos utilizam as enzimas para digestão do alimento, sendo que estas que são produzidas pelo organismo animal não são 100% eficientes. A adição de enzimas exógenas nas rações pode aumentar a eficiência da digestão (Hannas *et al.*, 2003).

5.1 Digestibilidade

Utilizando suínos consumindo dietas contendo cevada, trigo e farelo de soja ou cevada, trigo, ervilha, colza e farelo de soja, suplementadas com enzimas isoladas (α - galactosidase, xilanase, β -glucanase, α -amilase e protease) ou com um complexo enzimático contendo α - galactosidase, xilanase e protease, Gdala *et al.*, (2007) observaram que, quando utilizaram as enzimas isoladas, houve melhora na digestibilidade da xilose. Já com o complexo enzimático, encontraram melhora nas digestibilidades da xilose, da arabinose e da matéria seca, quando comparadas com as dietas sem enzimas. Chesson (2003) observou, também, que a adição de enzimas (amilase, protease e polissacaridase) em rações de suínos em crescimento, reduziu a incidência de diarreia. Utilizando suínos alimentados com rações contendo milho, trigo, cevada, soja e ervilha, adicionando às dietas um complexo enzimático composto por xilanase, glucanase, amilase, protease, fitase, celulase, galactase, mananase, pectinase Omogbenigun *et al.*, (2004) observaram melhoras nas digestibilidades ileais da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, amido e PNA's.

Em algumas pesquisas, a suplementação enzimática a dietas para suínos em crescimento e terminação não demonstraram efeitos positivos no aproveitamento dos nutrientes das rações. Mavromichalis *et al.*, (2000) não encontraram resultados consistentes testando a inclusão de xilanase em rações contendo trigo moído em diferentes granulometrias, para suínos na fase de terminação. Neste trabalho a enzima não foi efetiva em promover melhorias na digestibilidade de nutrientes, enquanto que o oposto foi verificado para a granulometria do grão de trigo moído. Similarmente, Yin *et al.*, (2001), visando estudar possível sinergismo entre enzimas e antibiótico, reportaram que a suplementação com xilanase, antibiótico ou ambos em dietas contendo trigo, para suínos com peso aproximado de 20 kg de peso, não influenciou as digestibilidades aparentes, ileal e fecal, de PNA.s, da fibra em detergente neutro, da energia, da proteína, dos aminoácidos e da matéria seca.

Em experimento conduzido por Mavromichalis *et al.*, (2000) com adição da enzima xilanase e diferentes tamanhos de partículas em dietas a base de farelo de trigo nas fases de creche,

crescimento e terminação foi observado que a adição das enzimas não influenciou o ganho de peso, consumo de ração, porém a digestibilidade dos nutrientes foi melhorada.

Ludke *et al.*, (2002) observou que a adição de fitase em dietas contendo ingredientes com alto teor de fósforo total de baixa disponibilidade, o farelo de arroz desengordurado, por exemplo, proporcionou aos animais suplemento mineral suficiente para atender as exigências e a adequada formação óssea. Segundo Cromwell *et al.*, (1995), os suínos em crescimento alimentados com rações com níveis decrescentes de fósforo, apresentaram diminuição da quantidade de cinzas no osso e de fósforo nas fezes; quando se adicionou níveis crescentes de fitase nas rações os suínos apresentaram aumento na quantidade de cinzas no osso e diminuição na quantidade de fósforo excretado. Foi verificado, ainda, melhora na conversão alimentar, aumento no consumo alimentar, na velocidade de crescimento e na resistência à quebra dos ossos.

Fireman *et al.*, (2000) trabalhando com suínos nas fases de crescimento, comparou o consumo diário de ração de animais que receberam dietas que continham farelo de arroz integral e os à base de milho e farelo de soja observou que o consumo diário foi maior aos que receberam dietas a base de milho e farelo de soja. Segundo Ciat (2001), isso pode ser explicado devido alguns aspectos inerentes do farelo de arroz integral, como consistência, densidade e palatabilidade. Cromwell (2000) explicou que a natureza volumosa da dieta faz com que diminua o consumo de alimentos pelos animais, pois ultrapassa a capacidade do trato digestível e também reduz a palatabilidade. Por outro lado, Fireman *et al.*, (2000) observou que os animais que consumiram milho e farelo de soja apresentaram maior ganho de peso. Entretanto, apesar dos animais que receberam dietas com milho e farelo de soja terem consumido mais alimentos e ganhado mais peso, o aproveitamento das dietas por aqueles animais foi igual aos que receberam a dieta 50 % com farelo de arroz integral com ou sem enzima.

Nery *et al.*, (2000) avaliaram a digestibilidade de nutrientes para suínos na fase de crescimento, alimentados com dietas compostas por milho e farelo de soja, com ou sem aditivos enzimáticos. A suplementação enzimática às rações foi efectuada com amilase, lipase e protease, isoladamente, ou com um complexo enzimático, contendo as mesmas enzimas. A inclusão das enzimas e do complexo enzimático resultou em melhores coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, que aumentaram de 0,26 a 2,31 % em relação à dieta controle. Kim *et al.*, (2003) testaram a suplementação de dietas constituídas de milho e farelo de soja, com diferentes níveis (0,1 e 0,2%) de um complexo contendo α - galactosidase, mananase e manosidase, em relação a uma dieta sem enzimas, para suínos em crescimento .

Bedford *et al.*, (2002) avaliaram a suplementação de xilanase à dieta composta por centeio e farelo de soja e de α -glucanase à dieta com cevada e farelo de soja, quanto às digestibilidades da proteína e amido em quatro secções do intestino delgado, no cólon e no recto de suínos em crescimento. A adição de xilanase não proporcionou melhoria no aproveitamento do amido ou da proteína, enquanto a inclusão de α -glucanase na dieta melhorou a digestibilidade da proteína no ceco em 10,3 p.p.(pontos percentuais) em relação ao controle.

A suplementação com dois complexos enzimáticos a dietas compostas por cevada, trigo e farelo de soja, fornecidas para suínos em crescimento foram estudadas por Inbarr *et al.*, (2003). Os complexos enzimáticos continham amilase, xilanase e α -glucanase, diferindo quanto à origem e forma de obtenção da α -glucanase. Ambos os complexos melhoraram a digestibilidade da α -glucana em 26 e 39 p.p. no terceiro e quarto quartos do intestino delgado, respectivamente.

A inclusão de α -glucanase e xilanase a dietas para suínos em crescimento foi estudada por Li *et al.*, (2006), que avaliaram as digestibilidades aparentes ileal e fecal, da α -glucana, matéria seca, energia bruta, proteína bruta e aminoácidos essenciais, em dois experimentos. No primeiro, trabalhando com rações contendo farelo de soja e cevada, a suplementação com as enzimas proporcionou melhorias de 6,6, 8,3, 6,2 e 12 p.p. nas digestibilidades ileais da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e α -glucanas, respectivamente.

A digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais, exceto lisina, foi incrementada de 4,9 a 9,8 p.p. Com exceção das α -glucanas, a digestibilidade fecal de todos os outros nutrientes avaliados também foi melhorada. Na segunda avaliação, estudando dietas contendo trigo e farelo de soja, houve melhora apenas nas digestibilidades ileal da α -glucana (10,4 p.p.) e fecal da energia bruta (1,6 p.p.). Os diferentes resultados entre os experimentos foram atribuídos ao menor nível de α -glucanas na dieta contendo trigo e farelo de soja (0,8%) do que naquela baseada em cevada e farelo de soja (3,8%). De maneira semelhante, Jensen *et al.*, (2008) verificaram melhorias de 33,4 a 43,2 p.p. na digestibilidade das α -glucanas, medida no intestino delgado, em suínos consumindo dietas com diferentes variedades de cevada suplementadas com α -glucanase.

A suplementação de xilanase à dieta com 22,2% de fibra em detergente neutro proporcionou aumentos de 2,3% e 2,6% nas digestibilidades da matéria seca e energia, respectivamente, em relação à ração com mesmo teor de fibra e sem enzimas. No entanto, o aproveitamento dos nutrientes dietéticos foi maior para os animais alimentados com dietas com menores teores de fibra, 6,6% ou 12,1%, e sem suplementação enzimática. Trabalhando com animais na fase de

crescimento, Barrera *et al.*, (2004) compararam os níveis de 0, 0,01, 0,02 e 0,03% de xilanase, em dietas com 97% de farelo de trigo, quanto ao aproveitamento da proteína e aminoácidos. Verificaram efeito quadrático na digestibilidade ileal dos nutrientes citados pela inclusão da enzima na dieta. O nível que proporcionou os maiores aumentos foi o de 0,02%, correspondendo a 11000 unidades de xilanase por quilograma de ração. Os incrementos nos coeficientes de digestibilidade da proteína, aminoácidos essenciais e não essenciais deste nível em relação à dieta sem a enzima foram de 5,6, 5,1 a 9,6 e 3,0 a 11,5 p.p., respectivamente.

Rodrigues *et al.*, (2002) em dois experimentos com suínos nas fases de crescimento e terminação, os quais utilizaram um complexo enzimático composto por xilanase, amilase, β -glucanase e pectinase, adicionado em rações formuladas com milho ou sorgo, verificaram melhora na digestibilidade dos nutrientes, aumento nos valores energéticos das rações formuladas com sorgo e melhor balanço de nitrogênio, quando utilizaram o referido complexo. Quanto ao ensaio de desempenho, constataram que a suplementação enzimática melhorou o ganho diário de peso e a conversão alimentar, quando foram utilizadas rações formuladas com milho, e naqueles que receberam dietas formuladas com sorgo, observaram, apenas, maior ganho diário de peso.

Diferentemente, Rezende *et al.*, (2012), em um estudo da digestibilidade do farelo de algodão com ou sem adição de enzimas, fitase e protease, para suínos em fase de crescimento, verificaram que a adição das enzimas não afectou a digestibilidade da matéria seca, energia bruta e proteína bruta. Em relação à digestibilidade da matéria seca e energia bruta a falta de efeito da suplementação enzimática pode ser devido ao teor de fibras presente na dieta testada, pois, uma vez que o alto teor de fibra em dietas para suínos pode afectar negativamente a digestibilidade da matéria seca, causando um aumento na taxa de passagem pelo trato intestinal. Para a digestibilidade da proteína bruta pode ser atribuído à menor superfície de contato do substrato com a enzima, o que torna o substrato indisponível à acção de proteases do trato digestório ou pelo curto tempo de exposição às enzimas. Porém, contribuíram com a redução do fósforo excretado nas fezes e melhorou sua absorção devido à acção da fitase.

Segundo Barros *et al.*, (2014), explica que acção enzimática é dependente das características do substrato, das condições do meio e das peculiaridades da enzima, porém, a idade do animal e o acesso a dieta, ainda na maternidade também são factores determinantes no desenvolvimento do sistema enzimático, sendo assim esses factores isolados ou em conjunto, podem ter influenciado os resultados obtidos neste estudo.

Um estudo feito por Yina (2017), que avaliou o efeito da adição da lipase exógena na alimentação de suínos em crescimento em dietas com e sem redução de energia, assim como neste estudo, observaram que não houve melhoria efectiva na digestibilidade dos nutrientes ao adicionarem a enzima, podendo ser explicado pelo efeito colateral da lipólise e da alta digestibilidade da gordura ou devido a discrepância no teor de energia das dietas utilizadas. Já na pesquisa desenvolvida por Ruiz *et al.* (2008), em que utilizaram os principais ingredientes de uma formulação para animais monogástricos, milho e farelo de soja, encontraram resultados semelhantes ao achado por Rezende *et al.* (2012), que ao incluir um complexo enzimático na ração dos suínos não observaram melhorias na digestibilidade dos nutrientes, no desempenho, nem em redução de poluentes excretado pelas fezes. Podendo ser explicado pelos níveis de polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos dietéticos insuficientes para causarem efeitos negativos ao aproveitamento dos nutrientes das rações, ou pelo baixo nível de inclusão das enzimas às dietas. Desse modo, é importante ressaltar que nem sempre a suplementação de enzimas digestivas fornece efeitos positivos. Para que a enzima actue, é necessário um substrato específico na dieta e dosagem adequada de enzimas com capacidade de superar as barreiras no trato gastrointestinal (Rezende *et al.*, 2012).

No entanto, estes afirmaram que a lipase tem potencial para melhoria na digestibilidade de gorduras pelos animais em fase de crescimento e terminação, pois aumenta a digestibilidade dos nutrientes e fortalece o trato digestório. Concordando com outro estudo realizado também por Yin *et al.* (2018), os quais testaram a adição de lipase exógena (0 U/kg e 1000 U/kg) e a sua interação com cobre (250 ppm) sobre o desempenho e digestibilidade de leitões desmamados, verificaram que o cobre apresentou efeito positivo na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho dos animais, no entanto nem a adição individual da enzima, nem a interação lipase vs. cobre tiveram efeito eficaz sobre a digestibilidade. Já no estudo realizado por Liu *et al.*, (2018), que avaliaram a digestibilidade de suínos em crescimento em dietas com redução de energia e adição de lipase exógena, observaram que houve uma melhoria na digestibilidade da matéria seca.

Concordando com Silva *et al.*, (2009), que afirmaram que a falta de resultados positivos para o uso de enzimas exógenas na alimentação de suínos em período de crescimento pode ser devido a menor digestibilidade dos nutrientes nas dietas.

No estudo feito por Sitanaka *et al.*, (2018), avaliou o desempenho e a digestibilidade de dietas com redução de energia e suplementação de um complexo enzimático para suínos em fase de crescimento. Observaram que nas dietas com redução energética de 85 kcal/kg e com

suplementação enzimática, promoveu um aumento no teor de proteína digestível nas dietas de crescimento e nos teores de energia digestível nas dietas de terminação, pois melhoraram a conversão alimentar. Uma justificativa para essa melhora pode ser devido ao 27 complexo enzimático utilizado contendo xilanase e β -glucanase, que actuam na parede celular dos polissacarídeos não-amiláceos e podem melhorar a digestibilidade dos componentes proteicos e energéticos.

Tabela 2: Médias de conversão alimentar de suínos

Enzima	Milho	Sorgo	Total
Sem	4,660	4,471	4,565a
Com	4,495	4,103	4,299b
Total	4,577A	4,287B	

Fonte: (Priscilia, 2000)

5.2 Desempenho

Os efeitos de complexos enzimáticos às rações sobre o desempenho de suínos têm sido contraditórios. Nery *et al.*, (2000) avaliaram o desempenho de suínos dos 40 aos 60 kg de peso, alimentados com dietas suplementadas com diferentes enzimas exógenas. As rações foram compostas por milho e farelo de soja e os tratamentos consistiram de uma dieta controle e das dietas suplementadas separadamente com amilase, lipase e protease ou com um complexo enzimático, contendo as três enzimas citadas. Não houve efeitos da adição das enzimas sobre o consumo diário de ração e nem sobre o ganho diário de peso. Contudo, a adição de protease melhorou a conversão alimentar.

Ao avaliarem diferentes níveis de inclusão de um complexo enzimático, contendo amilase, celulase e protease, sobre o desempenho de suínos em crescimento, onde os tratamentos consistiram de uma dieta controle e outras três com diferentes níveis de um complexo enzimático (0,2; 0,4 e 0,6%), sendo estas compostas principalmente por milho, farelo de soja e soro de leite em pó. Teixeira *et al.*, (2001) observaram aumento no ganho de peso e no consumo de ração, na medida em que aumentaram os níveis das enzimas, porém, sem efeito sobre a conversão alimentar. As proteases, quando adicionadas a dietas contendo soja ou seus derivados, têm como alvo a

degradação de factores antinutricionais, como inibidores de tripsina, lectinas e proteínas alergênicas (Thorpe *et al.*, 2001).

Em outro experimento, os mesmos autores compararam a adição das carbohidrases na dieta em 0,1% em relação à dieta não suplementada, apenas no final da fase de crescimento. A suplementação enzimática promoveu melhoria na eficiência alimentar e proporcionou maior altura de vilosidades intestinais aos leitões. Também foram verificadas menores concentrações de estaquiose na digesta nas porções proximal e distal e de rafinose na porção distal do intestino delgado dos animais que receberam suplementação enzimática

Por outro lado, alguns trabalhos demonstraram resultados contraditórios. Medel *et al.*, (2002) testando a inclusão de diferentes níveis de α -amilase, xilanase e β - glucanase (0, 600 e 1200 mg/kg), em dietas contendo cevada processada termicamente ou não, para suínos, e não verificaram efeitos dos tratamentos sobre o desempenho, a digestibilidade ileal do amido e as digestibilidades totais da energia, proteína, fibra bruta, extrato etéreo e amido.

Mann (2004) pesquisaram os efeitos da adição de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e α - galactosidase, sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento, consumindo dietas contendo cevada e farelo de soja ou cevada e canola, e não verificaram interferências do complexo sobre esta variável. Ruiz *et al.*, (2008) também não observaram efeitos sobre o desempenho dos animais, quando utilizaram um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, α - galactosidase e protease, adicionado às rações de suínos nesta mesma fase. Connell *et al.*, (2005) não observaram influência da suplementação de xilanase e β - glucanase, em dietas contendo trigo ou cevada e diferentes níveis de proteína bruta, sobre as excreções de nitrogênio na urina ou fezes de suínos na fase de terminação. Entretanto, as digestibilidades da fibra em detergente neutro e da hemicelulose aumentaram para todas as dietas em que houve adição das enzimas. A digestibilidade da energia bruta também aumentou nas dietas com cevada e suplementadas com as enzimas, em relação àquelas com cevada e sem suplementação enzimática. Resultados semelhantes foram evidenciados por Hauschild *et al.*, (2008), que avaliaram o efeito da substituição de 0, 15 e 30% do milho por trigoilho, em dietas suplementadas ou não com xilanase, sobre a digestibilidade dos nutrientes para suínos nas fase de crescimento e observaram que a inclusão dos níveis crescentes de trigoilho até 30% da dieta e a adição da enzima não influenciaram as digestibilidades da matéria seca, da energia bruta, a metabolizabilidade da energia, a retenção e as excreções fecais e urinária de nitrogênio. Os autores

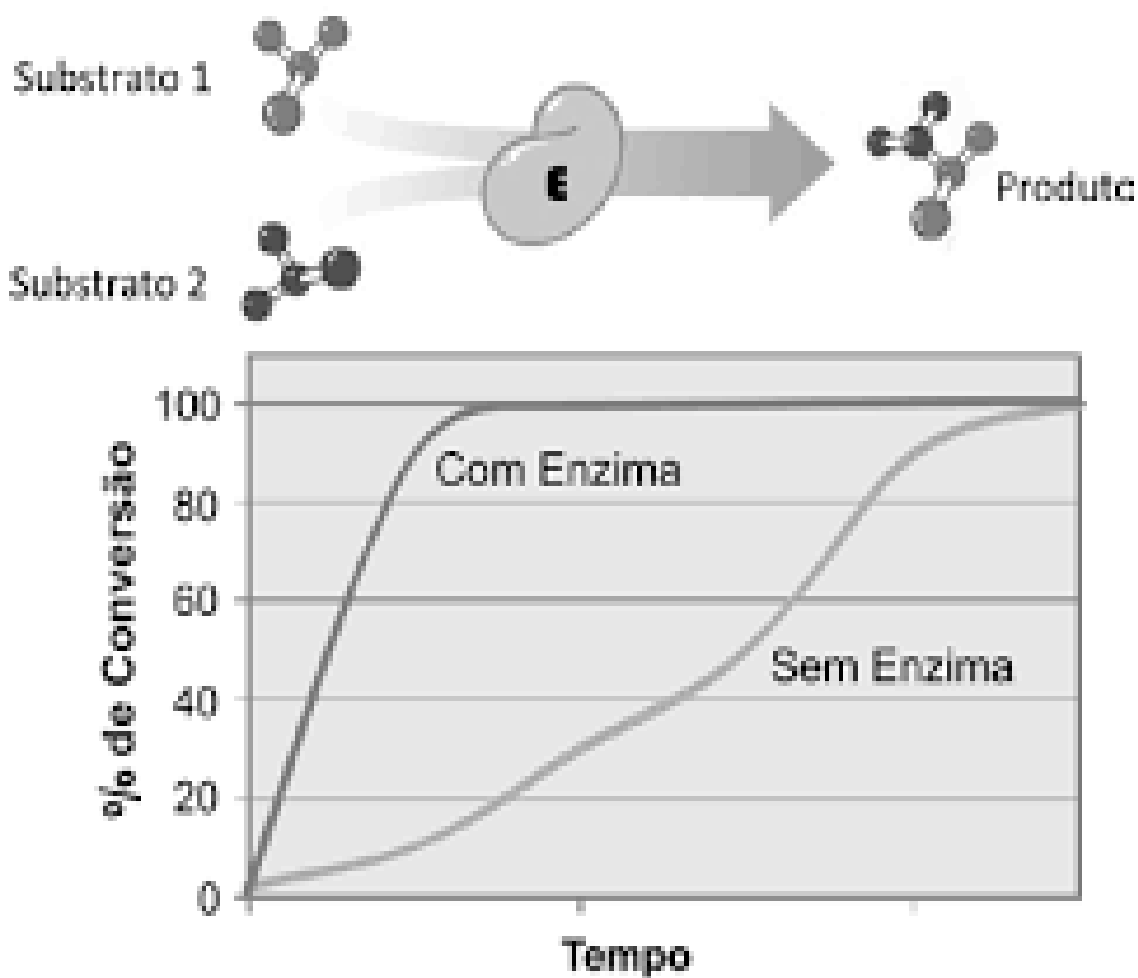
concluíram que a adição da enzima exógena não afectou os parâmetros digestivos e metabólicos dos suínos.

Na literatura, os resultados sobre a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos em crescimento e terminação também têm se mostrado conflitantes. Lindemann *et al.*, (2007) estudaram a suplementação de dietas com um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase, α - galactosidase e amilase, sobre o desempenho de suínos dos 26 aos 109 kg. Os tratamentos consistiram na adição ou não das enzimas em dietas de alta ou baixa energia (rações compostas principalmente por milho e farelo de soja com ou sem a inclusão de farelo de trigo). Nas dietas com alta energia, verificaram aumento no ganho diário de peso no período de crescimento e no total (837 g/d vs 771 g/d e 855 g/d vs 799 g/d, respectivamente), para os animais que receberam a dieta contendo o complexo enzimático. As dietas com baixa energia promoveram piora no desempenho dos animais, comparativamente com as de alta energia, e não se observou efeito positivo da inclusão do complexo enzimático. De maneira semelhante, Morales *et al.*, (2009) observaram efeito positivo sobre o desempenho de suínos em fase inicial de crescimento pela suplementação com α - galactosidase a dietas contendo milho, cevada, farelo de soja e ervilha. No primeiro período experimental, 0 a 28 dias, a conversão alimentar foi melhorada de 2,59 para 2,42; no segundo, 28 a 56 dias, de 3,42 para 3,13 e no período total de 2,95 para 2,74 pela adição da enzima. No segundo período, também foram observados incrementos de 87 gramas no ganho diário de peso

Inbarr *et al.*, (2003) estudaram a suplementação com dois complexos enzimáticos a dietas compostas por cevada, trigo e farelo de soja, fornecidas para suínos em crescimento. Os complexos enzimáticos continham amilase, xilanase e α -glucanase, diferindo quanto à origem e forma de obtenção da α -glucanase. Não foi observada interferência da suplementação enzimática sobre o desempenho dos animais. De modo semelhante, Officer (2005) não encontrou efeitos positivos no desempenho de leitões nas fases pré e pós desmama, recebendo diferentes tipos de xilanase, em dietas contendo trigo. Rações com diferentes níveis de lisina e suplementadas ou não com um complexo enzimático contendo celulase, amilase, α -galactosidase, pentosanase e protease, foram testadas por Spring *et al.*, (2008). As dietas foram compostas por milho, cevada, trigo, aveia e farelo de soja e os autores não detectaram efeitos das enzimas sobre o desempenho dos .Analogamente, Medel *et al.*, (2012) verificaram que a inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático contendo α -amilase, xilanase e α -glucanase em dietas com cevada, processada termicamente ou não, para leitões, não afectaram o desempenho dos animais.

Gráfico 1: Efeito das enzimas na dietas**Comparação da digestão da ração com e sem enzimas digestivas**

O gráfico ilustra exemplos de 2 tipos de dietas, uma complementada com enzimas e a outra sem enzimas, onde percebe-se que na dieta completada com enzima gasta-se menos tempo para a utilização dos nutrientes o que aumenta a conversão alimentar.



Fonte: (Gauthier 2009)

6. Conclusão

Concluiu-se que:

- As enzimas digestivas aumentam a digestibilidade das rações ;
- As enzimas aumentam a disponibilidade dos nutrientes, melhoram a conversão alimentar, desempenho e o ganho de peso
- Com o aumento da disponibilidade dos nutrientes e a conversão alimentar reduz o consumo da ração e conseqüentemente contribui para a redução dos custos da aquisição da ração ;
- As enzimas podem reduzir a poluição do meio ambiente com o aumento da conversão alimentar e conseqüentemente reduz a excreção de poluentes como o fósforo.

7. Recomendações

- Divulgar se através da extensão a aplicação de enzima digestivas nas siertas localmente disponíveis para melhor utilização dos nutrientes;
- Uso de enzimas digestivas na ração de suínos para reduzir a poluição ambiental pelos resíduos de excreção dos suínos;
- Elaboração de pesquisas que indiquem os níveis de inclusão ideais de enzimas interdependentes para estabelecer dietas ótimas, respeitando as exigências nutricionis dos suínos ;
- Executar experimentos usando diferentes enzimas digestivas, proteases, carbohidratases recorrendo a ingredientes alimentares convencionais e alternativos para melhor recomendar aos criadores de suínos .

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. Board-Invited Review: *Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production*. Journal of Animal Science, v.89, p.3189-3218, 2011.
2. AMORIM, A. B.; ZANGERONIMO, M. G.; THOMAZ, M. C. Enzimas exógenas para suínos. Revista Eletrônica Nutritime, v.8, n. 2, p.1469-1481, 2011.
3. ARAÚJO FILHO, F.R.P.; FROTES, B. D. A.; SILVA, B. P. A.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA. Exogenous enzymes in pig diets on growth phase and termination. Global Science Technology., v.9, n.3, p. 185-195, 2017.
4. AUMAITRE, A.; CORRING, T. The development of the digestive enzyme system in the piglet from birth to 8 weeks - Intestine and intestinal disaccharidases. Nutrition and Metabolism. V. 22. P. 244-255. 1978.
5. BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; LIMA, G. J. M. M. de; FERREIRA, A. *Sorgo na alimentação de suínos*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA,2001. 3p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado Técnico,162).
6. BARBOSA, N. A. A. et al. *Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho* Ciência Rural, vol.42, n.8, p.1497-1502, 2012.
7. BEDFORD, M.R. *Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits*. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 86, p. 1 - 13, 2000.
8. BEDFORD, M.R. et al. *The effect of dietary enzyme supplementation of rye and barley based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs*. Canadian Journal of Animal Science, Ottawa, v. 72, p. 97-105, 2002.
9. BELLAVER C. & LUDKE J. V, (2004), Considerações Sobre Os Alimentos Alternativos Paradietas De Suínos, Brasília.
10. BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar, Buenos Aires, 2000. In: CONGRESSO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 2000, Buenos Aires. Anais... 2000. p.93-108.

11. BERTOL, T. M. *Como utilizar a raiz de mandioca (Manihot esculenta Crantz) na alimentação dos suínos*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 2000. 2 p. (EMBRAPA CNPSA. Instrução técnica para o suinocultor
12. CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, Viçosa, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005.
13. CHAMPE, PC.Harvey,RA *Enzimas in Bioquimica ilustrada 2ed*. São Paulo Artes Medicas 1989 446 P 53-56
14. CHESSON, A. Feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*, v.45, p.65– 79, 1993.
15. COSTA, F. G. P.; CLEMENTINO, R. H.; JÁCOME, I. M. T. D.; NASCIMENTO, G. A. J.; PEREIRA, W. E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frango de corte. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 63-71, 2004.
16. COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals *British Poultry Science*, v. 45, n.1, p. 101-108, 2004.
17. DALE, N. Ingredient analysis table: 1996 edition. *Feedstuffs*, v. 68, n. 30, p. 24–31, 1996. Reference issue.
18. FARIAS, H.G. de. Et al, 2008, "Efeito da utilização de enzimas sobre a digestibilidade e o desempenho de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Maringa, v.37, n.10, p.1797-1801.
19. FERRERIA, W.M, 2006,"*Fundamentos da nutrição de suínos e matérias primas utilizadas na formulação de rações para suínos* . *InformeAgropecuário*", v.159, p.16-21.
20. FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M. de; GOMES, M. F. M.; ZANOTTO, D. L. *Triticale na alimentação de suínos*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 2005. 3p. (EMBRAPA CNPSA. Comunicado técnico, 165).
21. FIREMAN, F.A.T. et al. *Enzimas na alimentação de suínos*. *Revista Ciência Rural*, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

22. FIREMAN, F. A. T.; LOPEZ, J.; BARBOSA, A. K.; FIREMAN, A. T. *Desempenho e Custos de suínos alimentados com deitas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase*. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 8, n.1, 2000, p- 18-23.
23. GAITÁN, J. A., *Noções básicas sobre nutrição e alimentação de suínos*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1980. 52p. (EMBRAPA CNPSA. Miscelânea, 2).
24. GDALA, J. et al. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in the small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. *Animal Feed Science and Technology*, 65, p.15-33, 2007.
25. GUENTER, W. *Practical experience with the use of enzymes*. Capturado em 20 de Maio de 2002. Online Disponível na Internet
26. INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. *Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs*. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 44, p. 113-127, 2003.
27. KIM, S.W. et al. *Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets*. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 81, p. 2496-2504, 2003
28. . LI, S. et al. *Effect of α -glucanase supplementation to hullless barley or wheat – soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein, α -glucans and amino acids in young pigs*. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 74, p. 1649-1656, 1996.
29. LIMA, G. J. M. M. de; NONES, K. *Os cuidados com a mistura de rações na propriedade*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1997. 29 p. (EMBRAPA CNPSA, Circular Técnica, 19).
30. LIMA, G. J. M. M. de; SOUSA, O. W. de; BELLAVER, C.; VIOLA, E. S. ; LA GIOIA, D.R. *Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grão de milho para suínos*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Anais... Recife: ABMS, 2003. p.277.

31. LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L.; PIENIZ, L.C.; GUIDONI, A.L.; GUARIENTE, E. M. *O trigo na alimentação de suínos e aves*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1998, 2 p. (EMBRAPA CNPSA, Comunicado Técnico, 221)
32. LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.A. *Enzimas exógenas na alimentação de suínos*. Acta. Veterinária Brasílica, São Paulo, v. 1, n. 4, p.99-110, 2009.
33. LINDEMANN, M.D. et al. *Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs*. Journal of Animal Science, Champaign, v. 75 (Suppl. 1), p.184, 2007.
34. LIU, Y.; BAIDOO, S.K. *Exogenous enzymes for pig diets: an overview*. In: *Enzymes in poultry and swine nutrition*. 1997. Disponível em: <http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1-DO_TOPIC.html> Acesso em 24 jun.2010.
35. LUCCHESI, L.; CHAGAS, A.D.; SITANAKA, N.Y.; BUDIÑO, F.E.L. *Substituição total de leite em pó por soja micronizada e enzima para leitões desmamados*. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v.23, p.87-92, 2016.
36. LUDKE, J. V.; JOGI, T.; BELLAVAR, C.; BERTOL, T. M. PROSUINO: versão 3.0 para windows; *sistema de formulação de ração de custo mínimo para suínos*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1997. 60 p. (EMBRAPA CNPSA. Documentos, 42).
37. LUDKE, M. C. M. M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J. V.; NICOLAIEWSKY, S. *Utilização da fitase em dietas com ou sem Farelo de Arroz Desengordurado para suínos em crescimento/terminação*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, 2002-2010,
38. MASSAMBANI O. et al., (2009), Respostas técnicas, São Paulo, Brasil.

39. MAVROMICHALIS I; HANCOCK I.D; SENNE B.W. et al. *Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs*. Journal Animal Science, v.78, p.3086-3095, 2000.
40. MAXWELL, C. V.; SCOTT, D. C. Feeding the weaned pig. In: LEWIS, I.; AUSTIN, J. (Eds.) Swine Nutrition. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. Cap. 31.
41. MEDEL, P. et al. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v.95, p. 113-122, 2012.
42. NERY, Víctor Libardo Hurtado et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v. 29, n. 3, 2000.
43. MOESER, A.J.; van KEMPEN, T.A.T.G. *Dietary fibre level and enzyme inclusion affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs*. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v. 82, p. 1606- 1613, 2002.
44. MORALES, J. et al. The effect of α -gactosidase on the nutritive value of a cerealsoybean-pea for growing pigs. In: PROCEEDINGS OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Midelotwan, Proceedings..., Midelotwan: British Society of Animal Science, p. 169, 2009.
45. NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1274p. ISBN: 978-85-363-2418-0
46. NOGUEIRA, S. J. *Alimentação animal: realidade e perspectivas*. São Paulo: SSA, 1997. 95 p. (Coleção Cadeias de Produção da Agricultura).
47. OLIVEIRA, P. A. V. de; LIMA, G. J. M. M. de; FÁVERO, J. A.; BRITO, J. R. F. *Suínocultura: noções básicas*. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1993. 37 p. (EMBRAPA CNPSA. Documentos,31).
48. OFFICER, D.I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and post-weaning periods. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 56, p. 55-65, 2005.

49. PENZ JUNIOR, A.M *Enzimas em rações para aves e suínos* . In REUNIAO Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia
50. PEREIRA, L. K. *Efeito de um complexo multienzimático sobre desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de leitões na fase inicial*. 2017. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.
51. PUCCI, L. E. A. et al. *Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para suínos na fase de crescimento: desempenho e digestibilidade dos nutrientes*. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.
52. RODRIGUES, P.B. et al. *Efeitos da adição de enzimas sobre a digestibilidade e valores energéticos de rações para suínos em crescimento*, Viçosa, MG. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, Anais... Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.
53. RODRIGUES, P.B. et al. *Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.2, p.91-100, 2002.
54. RAO, M. B. et al. *Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v.62, p.597-635, 1998.
55. ROLAND, D. A.; *Comparison of Natuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet*. Poultry Science Assoc. 2006.
56. SALANOVA.M.S. *The use of enzymes to improve the nutritionalvalue of corn-soy diets for poutry and swine*. In SIMPOSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUINOS E AVES. Campinas, 1996

57. SHEPPY, C. The current feed enzyme market and likely trends. In: Bedfors, M. Partridge, G. (Rds). *Enzymes in farm animal nutrition*. Finnfeeds International, Marlborough, Wiltshire, UK. p. 1-10. 2001.
58. SILVA, J. A. V.; ARAUJO, J. A.; GOULART, C. C.; COSTA, F. G. P.; SAKOMURA, N. K.; FURTADO, D. A. *Influência da interação do fósforo disponível x fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n.12, p. 2157-2165, 2008.
59. SOTO-SALANOVA, M.F., et al. *Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte*. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. Anais... Curitiba: FACTA, 1996, p71-76.
60. SPRING, P. et al. Effect of an enzyme complex targeting soybean meal on nutrient digestibility and growth performance in weaning piglets. In: ALLTECH 14th ANNUAL SYMPOSIUM, 1998, Lexington, Proceedings... Lexington, 2008, CD .
61. VAN SOEST P.J. 1985. *Comparative fiber requirements of ruminants and nonruminants*. In: Cornell Nutrition Conference, 1985, Ithaca. Proceeding... New York: Cornell University Press, p.52-60.
- 63 VAZ, A.C.N.; ALBUQUERQUE, R.; BRISOLA, M.L.; DONATO, D.C.Z.; GARCIA, P.D.S.R. *Parâmetros ósseos de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo disponível e proteína bruta*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.65, n.6, p.1831-1835, 2013
- 64 VAZ, A.C.N.; ALBUQUERQUE, R.; BRISOLA, M.L.; DONATO, D.C.Z.; GARCIA, P.D.S.R. *Parâmetros ósseos de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo disponível e proteína bruta*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.65, n.6, p.1831-1835, 2013.

- 65 VATS P, BANERJEE UC. *Production studies and catalytic properties of phytases (myoinositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview*. Enzyme Microbiology and Technology. 2004; 35:314.
- 66 VETTER, V.; FISHER, L.W.; MINTZ, K.P.; KOPP, J.B.; TUROSS, N.; TERMINE, J.D.; ROBEY, P.G. *Osteogenesis imperfecta: changes in noncollagenous protein in bone*. Journal of Bone Mineral Research, v.6, p.501-505, 199.
- 67 YIN, Y. L. et al. *Effects of xylanase and antibiotic addition on ileal and faecal apparent digestibilities of dietary nutrients and evaluating HCl-insoluble ash as a dietary marker in growing pigs*. Animal Science, Edinburgh, v.72, p. 95-103, 2001
- 68 ZHANG, L., XU, J., LEI, L., JIANG, Y., GAO, F. & ZHOU, G. H. *Effects of Xylanase Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Non-starch Polysaccharide Degradation in Different Sections of the Gastrointestinal Tract of Broilers Fed heat-based Diets*. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, v.27, p.855–861, 2014.b

