

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LUIS GABRIEL DALBERTO RODRIGUES

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EM DIETAS PARA SUÍNOS

Dom Pedrito

2014

LUIS GABRIEL DALBERTO RODRIGUES

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EM DIETAS PARA SUÍNOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Lilian Ribeiro Kratz.

Dom Pedrito

2014

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

R696u Rodrigues, Luis Gabriel Dalberto
UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EM DIETAS PARA SUÍNOS / Luis Gabriel
Dalberto Rodrigues.
25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, BACHARELADO EM ZOOTECNIA, 2014.

"Orientação: Lilian Ribeiro Kratz".

1. Zootecnia. 2. Nutrição. 3. Suínos. 4. Alimentação. I.
Título.

LUIS GABRIEL DALBERTO RODRIGUES

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EM DIETAS PARA SUÍNOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Área de concentração: Ciências Agrárias.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 21 de Agosto de 2014.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Lilian Ribeiro Kratz

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dr. Eduardo Brum Schwengber

UNIPAMPA

Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares Lopes

UNIPAMPA

Dedico este trabalho em especial aos meus avós maternos, Luiz Dalberto e Igenes Puntel Dalberto (in memoriam), que mesmo não estando presentes sempre me deram força nesta minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais, Volmir Rodrigues e Maria da Glória Dalberto Rodrigues, por terem me dado o dom da vida e me apoiado em todos os momentos difíceis, aos meus irmãos Vítor e Vinícius, à minha namorada Francielle Carina Rodrigues Coelho e aos seus pais, Amâncio Pereira Coelho e Nelida Mirta Rodrigues Coelho, pelo apoio e incentivo que me deram no decorrer do curso.

Agradeço aos meus avós paternos Eva e Gabriel, aos meus colegas e amigos Jonatas Cezar da Silva e Silvio Marques Nobre Teixeira Neto pelo tempo de convívio e por todo o auxílio que recebi durante o curso, à colega Paola Reis Martins, à Profa. Dra. Lilian Ribeiro Kratz por ser a minha orientadora e ter me guiado durante todo o trabalho, e a todos que me incentivaram e me apoiaram o meu muito obrigado.

“Todas as grandes coisas são simples. E muitas podem ser expressas numa só palavra:
liberdade; justiça; honra; dever; piedade; esperança”.

Winston Churchill.

RESUMO

A suinocultura é muito importante na região sul do país, gerando empregos, lucros e uma grande produção de proteína animal, a qual é a mais consumida do mundo e uma das mais consumidas no país. Porém, com essa grande produção, em um ritmo acelerado, surgem alguns problemas, sendo um deles, a poluição causada pelos dejetos dos animais, a qual vem aumentando, significativamente, nos últimos anos, em razão do grande volume de produção de suínos em áreas muitas vezes pequenas. Para contornar esse problema tem sido intensificado o uso de enzimas, as quais objetivam melhorar o aproveitamento da dieta ingerida, pois alguns nutrientes essenciais não são aproveitados pelos animais por eles não produzirem a enzima necessária à sua metabolização. Dentre as enzimas mais importantes em suinocultura, destaca-se a fitase, pois os suínos não a produzem e conseqüentemente não conseguem aproveitar o fósforo não disponível presente na dieta. Com a suplementação desta enzima o aproveitamento do fósforo ingerido será maior, diminuindo assim o fósforo eliminado pelos dejetos e com isso, seu potencial poluidor, reduzindo a contaminação de águas e solo. O melhor aproveitamento dos alimentos também influencia na redução de gastos, porém o uso das enzimas nas dietas gera custos, e o custo-benefício muitas vezes não é discutido, tornando grande parte das publicações sobre o assunto incompletas.

Palavras-chave: Dejetos; Fitase; Nutrição; Suinocultura.

ABSTRACT

Swine production is very important in the southern region of the country, produces jobs, profits and produces animal protein, very produced in the world and the country. However, with this great production, at a fast pace, there are a few problems, one of them being the pollution caused by manure of animals, which has been increasing significantly in recent years, due to the large volume of pig production in areas often small. . In order to overcome this problem has been intensified the use of enzymes, which aim at improving the use of the diet ingested, because some essential nutrients aren't used by animals for they don't produce the enzyme necessary for its metabolism. Among the enzymes more important pig stands out the phytase, because the pigs not to produce and therefore can't take advantage of the phosphorus that isn't available in the diet. With the supplementation of this enzyme the utilization of phosphorus ingested will be higher, thus reducing the phosphorus removed by manure and with this, your potential polluter, reducing contamination of water and soil. The best utilization of food also influence on the reduction of costs, but the use of enzymes in diets generates costs, and the cost-benefit is not often discussed, making great part of publications on the subject incomplete.

Keywords: Manure; Phytase; Nutrition; Swine production.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e nitrogênio retido (NR) por suínos em crescimento, recebendo dietas com milho ou sorgo, sem (SSE) ou com suplementação enzimática (CSE).....**22**
- Tabela 2 - Energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de rações formuladas com milho ou sorgo sem (SSE) ou com suplementação enzimática (CSE), para suínos em crescimento..... **22**

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Suinocultura, custos de produção e alimentação.....	13
2.2 Produção e manejo de dejetos na suinocultura.....	15
2.3 Utilização de enzimas na suinocultura.....	16
2.3.1 Fitase.....	18
2.3.2 Outras enzimas.....	20
2.4 – Custos de utilização de enzimas (custo x benefício).....	23
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil a carne suína ainda é pouco consumida comparativamente às demais fontes de proteína animal já no cenário mundial a carne suína é a fonte de proteína mais consumida no mundo. A Suinocultura é uma das atividades da agropecuária mais difundida e produzida no mundo. Na região sul do Brasil a suinocultura é uma das atividades mais importantes, representa quase 50% de toda a produção nacional sendo que o Rio Grande do Sul se destaca sendo o segundo maior produtor, perdendo apenas para Santa Catarina (SEAB, 2013). A região sul do país se destaca na suinocultura por ter uma melhor tecnificação, acarretando assim uma maior produção com maior qualidade.

A crescente necessidade mundial por alimentos, fez com que diversos setores produtivos evoluíssem rapidamente, e a suinocultura, pelos bons índices zootécnicos e facilidade de criação, constitui-se em uma das principais atividades, levando em consideração o desafio de produzir proteína animal de alta qualidade para atender a crescente necessidade da população, tendo em vista ser a carne mais consumida no mundo (AMORIN et al., 2011).

A preocupação com a escassez dos recursos naturais disponíveis, associada ao aumento da demanda por alimentos ocasiona a procura por modelos de produção sustentáveis, o que implica em significativas mudanças nos sistemas de produção animal tradicionais. Na suinocultura é exigido maior refinamento tecnológico como aumento de desempenho dos animais, redução dos custos e melhora na qualidade do produto. (MIRANDA, 2009).

A suinocultura tem uma grande importância no cenário mundial, pois em uma pequena área se pode produzir uma grande quantidade, e cada vez se necessita de mais alimentos, e a área para se produzir continua a mesma, fazendo assim a suinocultura ser o que é no mundo.

Seja qual for a forma de criação, a suinocultura é atividade de grande potencial poluidor, face ao elevado número de contaminantes gerados pelos seus efluentes, cuja ação individual ou combinada, pode representar importante fonte de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (PERDOMO et al., 2001) . Por esse motivo, as principais metas da suplementação enzimática para os animais são remover ou destruir os fatores antinutricionais dos grãos, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (GUENTER, 2002 *apud* CAMPESTRINI et al., 2005).

As enzimas exógenas se mostram de grande importância na suinocultura, para que os alimentos sejam melhores aproveitados, diminuindo assim o potencial poluidor dos dejetos.

Os aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestivo melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (CAMPESTRINI et al., 2005).

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre o uso de enzimas em dietas para suínos, os possíveis benefícios para os animais e para o meio ambiente, e também a viabilidade econômica do uso de enzimas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO:

2.1 Suinocultura, custos de produção e alimentação

Para viabilidade econômica na produção, a suinocultura depende essencialmente da disponibilidade local e regional de ingredientes que tenham preços compatíveis com os preços pagos por quilograma de suíno. Cada granja apresenta o seu custo específico referente à alimentação do plantel e, dessa forma, o impacto da oscilação nos preços dos ingredientes no mercado reflete de forma diferenciada na rentabilidade da atividade. Assim, o produtor deve conhecer o custo decorrente da alimentação e, de forma constante, ter seu objetivo centrado na sua redução visando a garantia da qualidade na produção (BELLAYER; LUDKE, 2004 *apud* MIRANDA et al., 2009).

O avanço dos índices zootécnicos na suinocultura tem sido atribuído a evoluções genéticas, ao conhecimento mais preciso das exigências nutricionais de cada categoria animal, ao controle de enfermidades ou patogenias de forma mais segura, bem como ao desenvolvimento de substâncias que potencializam a utilização dos nutrientes nos processos de digestão e absorção (CORASSA et al., 2009).

Segundo Amorim et al., (2011) no Brasil, cerca de 70% do custo total de produção de uma suinocultura é representado pela alimentação, a qual é baseada em milho e farelo de soja, entretanto, outros grãos e seus subprodutos também podem ser utilizados nas dietas, como o sorgo, o centeio, a cevada, o farelo de trigo, entre outros, mas quando se trata de animais mais jovens, outros produtos entram na formulação destas dietas, principalmente, os derivados lácteos.

A suinocultura moderna, por estar bastante tecnificada, e com a genética bem trabalhada, deve utilizar uma nutrição adequada, pois, a nutrição é a parte mais cara dos custos de produção e que tem um grande reflexo na produtividade e lucratividade.

O desenvolvimento da carne suína no mundo e no Brasil nas duas últimas décadas ocorreu a partir de transformações significativas, com o aumento da escala, da especialização e da concentração geográfica da produção primária (MIELE, 2006).

O objetivo principal é o aumento da produtividade de suínos, melhorando o desempenho e a utilização mais eficientemente nas rações de alimentos tradicionais e alternativos. Simultaneamente, as exigências nutricionais dos animais deveriam ser adequadamente ajustadas para evitar o excesso de nutrientes nas dietas, que não sendo aproveitados acabam eliminados nas fezes e urina, podendo contaminar o solo e as reservas de água (Bünzen et al., 2008).

Segundo Saraiva et al., (2009), é necessário que as exigências nutricionais sejam determinadas para atender às necessidades dos animais, é necessário considerar ainda a poluição ambiental causada pelos dejetos de suínos e o desenvolvimento de novos materiais genéticos lançados no mercado, que possuem maior potencial para deposição muscular. Assim, são necessárias constantes redefinições das exigências de fósforo disponível dessas novas linhagens para não comprometer o desempenho dos animais e/ou contribuir para o aumento na excreção desse mineral para o meio ambiente.

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; PUPA, 2003 *apud* PASCOAL; SILVA, 2005).

Para se obter bons resultados com a utilização de enzimas, deve-se observar vários fatores, como quais alimentos estão disponíveis no mercado e qual a quantidade necessária a ser utilizada para saber se é possível se ter um bom retorno, e também saber qual a qualidade e preço destes alimentos, para se ter um bom custo benefício.

A formulação de dietas para suínos deve estar associada ao conhecimento dos valores nutricionais (aminoácidos, digestibilidade e valores energéticos) dos alimentos e das exigências nutricionais, com o objetivo de maximizar a utilização dos nutrientes (BÜNZEN et al., 2008).

A suinocultura está bem evoluída em termos de produtividade, e para se aumentar a lucratividade, deve-se usar novas tecnologias que tragam um bom retorno, e como a nutrição é a parte mais cara da suinocultura, quaisquer métodos que melhorarem o aproveitamento dos

alimentos e conseqüentemente o desempenho dos animais, como é no caso das enzimas, deve ser utilizado quando possível.

2.2 Produção e manejo de dejetos na suinocultura

Segundo Caniatto (2011), a preocupação atual em relação ao meio ambiente tem levado à busca de alternativas que possibilitem um menor impacto ambiental proveniente de dejetos de animais.

A suinocultura no Brasil tem evoluído sensivelmente nas últimas décadas, como comprovam os altos índices de produtividade alcançados. No entanto, a atividade suinícola tem causado grande ônus ambiental pela poluição dos recursos naturais, como o solo e a água (KUNZ et al., 2005).

Os dejetos na suinocultura são um grande problema, porque nos sistemas intensivos de produção, as criações desenvolvem-se em pequenas áreas e cada animal gera uma grande quantidade de dejetos, compostos por fezes, urina, água de bebida desperdiçada e água utilizada para limpeza das instalações. Se a nutrição não for bem balanceada, e/ou os alimentos que são fornecidos aos animais, nutrientes que estejam na forma indisponível, podem ter um grande potencial poluidor.

Frente às quantidades de dejetos geradas diariamente e a composição destes, torna-se inviável, em termos econômicos e ambientais, a proposta de sistemas de produção animal que priorizem os produtos nobres, reservando aos resíduos um destino impróprio, sem que haja a reciclagem energética e/ou de nutrientes. Portanto, é necessária a busca e aplicação de técnicas voltadas ao manejo de resíduos da produção animal (MIRANDA et al., 2009).

Para isso existem várias estratégias que podem ser aplicadas com o objetivo de otimizar a utilização de nutrientes pelos animais e assim, reduzir sua excreção no ambiente, entre eles o uso do conceito de proteína ideal; a formulação de dietas com nutrientes nas exigências dos animais, evitando excessos; a suplementação com aminoácidos industriais; a formulação de dietas baseadas na digestibilidade dos nutrientes; o uso de ingredientes de alta digestibilidade; a suplementação com enzimas exógenas, como a fitase e a utilização de minerais orgânicos (BÜNZEN et al., 2008).

Segundo Nones et al, (2002) No Brasil, são escassas as informações a respeito da influência da nutrição sobre a questão ambiental dos dejetos suínos.

Os fatores antinutricionais, muitas vezes, não são tóxicos para os animais, mas a sua presença nos alimentos causa crescimento reduzido, piora a conversão alimentar, causa

alterações hormonais e aumenta a poluição ambiental, pelas excreções fecais de nitrogênio e fósforo (AMORIM et al., 2011).

De uma forma geral, estima-se que um suíno (na faixa de 16 a 100 kg de peso vivo) produz de 8,5 a 4,9% de seu peso corporal em urina + fezes diariamente (JELINECK, 1997 *apud* PERDOMO et al., 2001).

Os fatores antinutricionais em uma dieta trazem prejuízos e devem ser evitados, fazendo-se uso de ferramentas modernas que tragam benefícios, como um melhor aproveitamento dos nutrientes. Um exemplo são as enzimas exógenas, que além de melhorar o aproveitamento do alimento, diminuem o efeito poluidor dos dejetos.

De acordo com Perdomo et al., (1999) *apud* MIRANDA et al., (2009) uma granja com 100 matrizes em ciclo completo produz cerca de 10 m³ de dejetos/dia, quando se utiliza pouca água na higienização das instalações, 15 m³ de dejetos/dia ao se empregar uma quantidade intermediária de água na lavagem das instalações e mais de 20 m³ de dejetos/dia utilizando-se grandes quantidades de água para limpeza.

Os dejetos oriundos da suinocultura podem causar uma grande degradação do meio ambiente se não forem tratados de forma adequada, uma vez que a suinocultura gera um grande volume de dejetos, de grande potencial poluidor. Para amenizar este grande problema deve-se usar técnicas que diminuam este potencial e uma boa maneira de se fazer isso é fazer o uso de enzimas nas dietas, pois elas aumentam a digestibilidade dos alimentos.

2.3 Utilização de enzimas na suinocultura

A utilização de enzimas exógenas na alimentação animal pode constituir um meio para melhorar o aproveitamento energético e nutricional de compostos como os polissacarídeos não-amiláceos (PNA) e oligossacarídeos (OL), além de diminuir a excreção de nutrientes não digeridos. O uso destas enzimas visa melhorar a digestibilidade dos nutrientes das rações, assim como reduzir a variação na qualidade nutricional de determinados ingredientes (Bedford, 2000 *apud* RUIZ et al., 2007).

O uso de enzimas exógenas pode variar conforme a fase do animal, pois os animais mais jovens tem 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 dos suínos.

A utilização de enzimas na alimentação de suínos vem sendo bastante pesquisada, buscando incorporar às rações, matérias-primas de baixa qualidade, melhorar o

aproveitamento das existentes ou diminuir o potencial de impacto ambiental dos dejetos (Amorim et al., 2011).

As enzimas disponíveis no mercado são agrupadas em: (1) enzimas para alimentos com baixa viscosidade, (2) enzimas para alimentos de alta viscosidade e (3) enzimas para degradar o ácido fítico dos vegetais (Zanella, 2001) e apresentam quatro principais formas de atuação: (1) provoca a ruptura das paredes celulares das fibras, (2) reduzindo a viscosidade no lúmen intestinal em aves e suínos; devido à fibra solúvel na digesta do intestino proximal; (3) degradando as proteínas; e (4) suplementando a produção de enzimas endógenas (SALANOVA, 1996 *apud* PASCOAL; SILVA, 2005).

Existem inúmeras justificativas para a adição de enzimas exógenas nas dietas dos animais. Entre elas está a possibilidade de empregar ingredientes que possuem nutrientes pouco disponíveis aos animais (farelos de arroz e trigo, grãos de trigo, centeio, cevada e aveia), pelo fato dos animais não terem enzimas para a sua digestão. É o caso dos ingredientes ricos em polissacarídeos não-amiláceos e em fósforo fítico (CAMPESTRINI, et al., 2005).

O milho e a soja são os alimentos mais utilizados na formulação de dietas para suínos, porem, existem outros alimentos, por vezes mais baratos, que podem vir a substituí-los, desde que de maneira correta, pois alguns alimentos possuem fatores limitantes para os animais, como o fósforo indisponível nos alimentos, e para poder usá-los deve-se encontrar alguma forma que os torne de melhor qualidade, e neste caso se usam enzimas endógenas.

Esses aditivos alimentares têm sido incorporados aos alimentos dos animais com o propósito de melhorar o seu desempenho e com isso a sua rentabilidade. Até hoje, somente uma fração dos componentes das dietas animais são suplementados com estes aditivos. Esta situação deverá mudar rapidamente assim que o desenvolvimento de novas enzimas alimentares ou novas formas de aplicação desses produtos progredirem (COUSINS, 1999 *apud* CAMPESTRINI et al., 2005).

A substituição de ingredientes comumente utilizados na alimentação de suínos, por outros menos usuais, tem demonstrado resultados satisfatórios quando as rações são suplementadas com enzimas (AMORIM et al., 2011).

O custo de produção da suinocultura, em boa parte vem da nutrição dos animais, e para se otimizar os lucros, o uso de alimentos mais baratos é uma boa alternativa, desde que não afetem negativamente os animais, e para que isso não aconteça a suplementação com enzimas vem sendo bastante usual.

Com os recentes aumentos de custo do milho, farelo de soja, óleo de soja e outros ingredientes usados nas formulações de rações para suínos, surge a necessidade de adoção de

estratégias nutricionais que resultem em melhor aproveitamento dos nutrientes e consequente aumento de produtividade, amenizando, desta forma, o impacto negativo nos custos de produção (COSTA et al., 2008).

O uso de enzimas nas dietas se mostra importante para o melhor aproveitamento do alimento ingerido pelos animais, diminuindo assim a quantidade de ração a ser ingerida e consequentemente se reduz também o volume de dejetos produzidos pelos animais. Dentre as enzimas frequentemente utilizadas em produção de suínos destacam-se a fitase, a xilanase, glucanases, pectinases, carboidrases, celulasas, proteases, amilases, galactosidases e lípases (HENN, 2002 *apud* PASCOAL; SILVA, 2005).

2.3.1 Fitase

A fitase é uma enzima exógena que auxilia na degradação do fósforo, melhorando o aproveitamento deste mineral na dieta, transformando o fósforo indisponível em disponível para os animais. Com isso, há melhor aproveitamento da dieta e redução do potencial poluidor dos dejetos, diminuindo também a adição de fosfato inorgânico nas dietas.

O uso da fitase em dietas traz diversos benefícios, tendo em vista que as principais fontes de alimentos para suínos são de origem vegetal, e boa parte do fósforo nestes alimentos estão na forma indisponível para os animais, com o uso da fitase aproveitamento do fósforo das dietas é maior e assim diminui também o potencial poluidor dos dejetos.

A fitase exógena inibe a formação dos complexos binários entre proteína-fitato, possibilitando uma melhoria no aproveitamento dos aminoácidos (SELLE; RAVINDRAN, 2007 *apud* LIMA, 2007).

A fitase catalisa o fitato disponibilizando fósforo e outros elementos outrora indisponíveis como cálcio, magnésio, zinco, ferro e moléculas orgânicas, como aminoácidos (ROLAND et al., 2006 *apud* LIMA, 2007).

A utilização de enzima exógena fitase para disponibilizar o fósforo fítico presente nos cereais na forma de fósforo disponível vem sendo investigada com maior interesse. Entre alguns possíveis benefícios referentes ao uso da fitase em monogástricos, pode-se citar a melhoria da digestibilidade da dieta pelo aumento de nutrientes digestíveis, pela redução da participação do fitato como fator antinutricional (SELLE; RAVINDRAN, 2006 *apud* CORASSA et al., 2009).

O uso da fitase nas dietas traz um grande benefício, que é o melhor aproveitamento do fósforo (P) pelos suínos, diminuindo assim a emissão de fósforo no meio ambiente, e

diminuindo também a necessidade da adição de P na dieta, pois o P indisponível do alimento se torna disponível para o animal.

Dietas fornecidas para suínos submetidos a temperaturas ambientais elevadas (31°C) apresentam piores coeficientes de digestibilidade da proteína, fósforo, cálcio, zinco, ferro e magnésio e, portanto, apresentam maior excreção percentual desses nutrientes nas fezes, quando comparados aos suínos submetidos à termoneutralidade. A suplementação de fitase não altera o valor energético da dieta e o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, mas aumenta o coeficiente de digestibilidade de fósforo, cálcio e magnésio da dieta e reduz a excreção percentual de fósforo e cálcio nas fezes dos suínos (KIEFER et al., 2012).

Segundo Lozano et al., (2011) a adição de fitase em dietas a base de ingredientes vegetais com alta concentração de ácido fítico, para suínos em fase terminação, é efetiva para promover a melhora da conversão alimentar, com a manutenção das características de carcaça e de qualidade de carne, determinando a redução do fósforo nas fezes, um aspecto positivo para a questão ambiental.

Em uma pesquisa realizada por Figueiredo et al., (2000) a fitase reduziu o fósforo total excretado nas fezes e melhorou a absorção e a disponibilidade biológica do fósforo das dietas com farelo de arroz integral.

A adição de fitase em dietas propicia maior disponibilidade de fósforo e cálcio nos alimentos orgânicos, por ocasionar eficiência no desempenho dos animais semelhante, mas com redução na quantidade de cálcio e fósforo excretados nas fezes, em relação às mesmas dietas suplementadas com fosfato inorgânico (LÜDKE et al., 2000).

O potencial de uso desta enzima é determinado por fatores econômicos, pela menor necessidade de adição de fosfato inorgânico, aumentando o uso de fósforo de origem vegetal e resultando em redução de 20 a 30% na excreção de fósforo (SIMONS et al., 1990 *apud* LÜDKE et al., 2000).

Os resultados de pesquisas com o uso de fitase em rações de suínos têm sido promissores, levando os nutricionistas a acreditarem na eliminação ou redução do fósforo inorgânico das rações de suínos, uma vez que a fitase age nas ligações do grupo fosfato, liberando o fósforo que faz parte desta molécula (CROMWELL, 1991 *apud* MOREIRA, et al., 2004).

As fitases apresentam aplicações generalizadas, uma vez que seu substrato está presente invariavelmente em dietas para aves e suínos, e sua inclusão resulta em maior biodisponibilidade de fósforo e na redução da excreção deste mineral no ambiente. A capacidade desta enzima de liberar o fósforo fítico e reduzir a excreção para o meio ambiente

está bem documentada; a fitase é uma fonte econômica e alternativa de fósforo e, uma vez que as reservas naturais de fósforo não são renováveis, o seu uso seria benéfico, inclusive, para a preservação de tais contingentes (SELLE e RAVINDRAN, 2007 *apud* COSTA et al., 2008).

A fitase ameniza bastante o problema da poluição ambiental, pois sem o seu uso o fósforo indisponível no alimento não é bem aproveitado pelo animal, indo para o meio e poluindo-o.

2.3.2 Outras enzimas

Além da fitase existem outras diversas enzimas que visam melhorar o aproveitamento dos alimentos, diminuindo a poluição e aumentando a absorção de alimentos que os animais não absorvam muito bem, como é o caso do amido em leitões recém desmamados.

O uso de enzimas exógenas nas dietas é importante para a adaptabilidade de suínos jovens à ração a base de amido, evitando assim diarreias e aumentando o aproveitamento do alimento por parte dos leitões, que por serem muito jovens, ainda não produzem as enzimas necessárias para aquele alimento ser aproveitado.

Segundo Easter (1988) *apud* Pascoal; Silva (2005) produtos enzimáticos como proteases e carboidrases usados na alimentação de suínos têm propiciado aumentos na digestibilidade de matéria seca e nitrogênio de rações à base de milho e soja para leitões, durante as três primeiras semanas após a desmama.

O uso de celulase é para degradar a celulose, a qual é um polímero de glicose que consiste de longas cadeias de resíduos de glicopirranose com ligações β - (1,4). A celulase degrada os componentes da estrutura celulolítica, liberando nutrientes contidos no interior da célula vegetal e ao mesmo tempo a própria glicose que forma a estrutura celulolítica. (INBORR; MEULEN, 1993 *apud* PASCOAL; SILVA, 2005).

A galactosidase é utilizada em dietas com substratos que possuem oligossacarídeos (rafinose, estaquiose), como os grãos de soja, lentilha, ervilha e os farelos de soja, girassol e algodão e a xilanase em dietas compostas por cevada e centeio (ACAMOVIC, 2001 *apud* PASCOAL; SILVA, 2005).

As carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional do grão o qual é limitado pelo valor de polissacarídeos não amiláceos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amiláceos solúveis (predominantes as β -glicanas e arabinoxilanas) (FREITAS, 2011).

Segundo Freitas (2011) o uso de carboidrases possibilita o uso de alimentos mais pobres que apresente grande quantidade de PNA, que muitas vezes são mais baratos, que com a enzima exógena a absorção será boa e conseqüentemente o aproveitamento do alimento também será.

As carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amídicos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amídicos solúveis (predominantemente as β -glucana; e arabinoxilanas). Pascoal, Silva (2005).

Conforme Padrige (1996) *apud* Pascoal; Silva (2005) as carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amiláceos. Já as proteases potenciam o uso de proteínas pobremente disponíveis, as com fator antinutricional e proteínas alérgicas.

Conforme Rodrigues et al.. (2002) *apud* Amorim et al., (2011) 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.

Omogbenigun et al., (2004) *apud* Amorim et al., (2011) utilizando leitões 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, observaram melhoras nas digestibilidades ileais da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, amido e PNA's, porém nem sempre se obtém resultados positivos com o incremento de enzimas exógenas nas dietas para suínos, como demonstra Medelet al. (2002) *apud* Amorim et al., (2011) 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 leitões, 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.

Rodrigues et al., (2002) constataram que houve efeito ($P < 0,01$) da suplementação enzimática (composta por xilanase, amilase, β - glucanase e pectinase com 4000, 1000, 150 e

25 U g⁻¹, respectivamente, e usado na proporção de 1 kg por tonelada de ração, segundo indicação do fabricante) sobre a digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos das rações, com aumentos de 2,06 e 2,55 % para ED e EM, respectivamente, conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e nitrogênio retido (NR) por suínos em crescimento, recebendo dietas com milho ou sorgo, sem (SSE) ou com suplementação enzimática (CSE).

Rações	MSD (%)			CDPB (%)			NR (g dia ⁻¹)		
	SSE	CSE	Média	SSE	CSE	Média	SSE	CSE	Média
Milho	86,76	87,64	87,20	85,59	87,47	86,53	24,69Aa	24,82Ab	24,75
Sorgo	86,14	88,08	87,11	85,06	86,93	86,00	23,88Ba	26,44Aa	25,16
Média	86,54B	87,86A		85,33B	87,2A		24,28	25,63	
CV (%)									

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de F (P<0,01).

TABELA 2. Energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de rações formuladas com milho ou sorgo sem (SSE) ou com suplementação enzimática (CSE), para suínos em crescimento.

Rações	ED (kcal kg ⁻¹ de MS)			EM (kcal kg ⁻¹ de MS)		
	SSE	CSE	Média	SSE	CSE	Média
Milho	3877,0	3944,6	3910,8	3795,4	3869,3	3832,4
Sorgo	3868,3	3960,4	3914,3	3770,5	3889,4	3830,0
Média	3872,6B	3952,0A		3783,0B	3879,4A	
CV (%)		1,09			1,18	

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F (P<0,01).

As enzimas endógenas são bastante utilizadas na suinocultura moderna, tendo em vista que a nutrição é a parte onde se tem o maior custo na suinocultura. As enzimas dão a possibilidade de se utilizar alimentos que tenham um custo menor do que o milho e a soja, e que não são tão digeríveis pelos suínos, obtendo-se bons resultados.

2.4 – Custos de utilização de enzimas (custo x benefício)

O uso de enzimas na nutrição de suínos se mostra eficiente em termo de melhor aproveitamento dos alimentos e redução de dejetos, porém, o seu custo benefício dificilmente é contestado, o que mostra a carência de estudos nesta área.

Conforme Fireman et al., (2000) observou, em dietas com até 50% de farelo de arroz integral substituindo o milho se mostrou viável, e o uso da enzima fitase não trouxe nenhuma diferença significativa no ganho de peso dos animais, porém o potencial poluidor dos dejetos não foram analisados.

Para estimular a busca e a utilização de estratégias nutricionais para a redução da poluição ambiental provenientes dos dejetos, como o uso de enzimas exógenas, é de fundamental importância mecanismos de compensação para os produtores. Todavia ainda não há mecanismos que valorizem esse ganho ambiental, dificultando a análise econômica nesse tipo de estudo (CANIATTO, 2011).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de enzimas se mostra muito importante no melhor aproveitamento das dietas dos suínos, acarretando em melhores desempenhos e também em uma menor quantidade de resíduos e menor potencial poluidor dos dejetos, tendo em vista que a nutrição é a parte mais cara da suinocultura e os resíduos são o grande problema da suinocultura moderna de alta produção

A relação custo benefício do uso das enzimas ainda carece de informações científicas em quantidade significativa, pois o uso de enzimas exógenas na suinocultura é bastante estudado e divulgado, mas a questão econômica, mais especificamente em relação à lucratividade obtida ou não com seu uso é pouco estudada e difundida.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. B., ZANGERONIMO, M. G., THOMAZ, M. C. Enzimas exógenas para suínos **Revista Eletrônica Nutritime**, v.8, n. 2, p.1469-1481, 2011.

BÜNZEN, S., SALGUEIRO, S., ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S. Recentes avanços na nutrição de suínos. In: I Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, 2008, Chapecó, SC. **Anais...** Chapecó, SC: I Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, p. 86, 2008.

CAMPESTRINI, E., SILVA, V. T. M., APPELT, M. D. Utilização de enzimas na Alimentação Animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n. 6, p.259-272, 2005.

CANIATTO, A. R. M. **Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder poluente de dejetos suínos**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2011.

CORASSA, A., LOPES, D. C., TEIXEIRA, A. O. Ractopamina e fitase em dietas para suínos na fase de terminação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2174-2181, 2009.

COSTA, F. G. P., DA SILVA, J. H. V., GOULART, C. C., FIGUEIREDO, D. F., LIMA, R. B. O zootecnista e as biotecnologias em nutrição de aves e suínos. In: Zootec, 2008, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: Zootec, 2008, 19.

FIGUEIRÊDO, A. V., FIALHO, E. T., VITTI, D. M. S. S., LOPES, J. B., FILHO, J. C. S., TEIXEIRA, A. S., LIMA, J. A. F. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.177-182, 2000.

FIREMAN, F. A. T., J. LOPEZ, J., BARBOSA, A. K., FIREMAN, A. T. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase, **Archivos latinoamericanos de producción animal**, v. 8, n. 1, p. 18-23, 2000.

FREITAS, P. V. **Utilização de complexo enzimáticos na dieta de leitões**. Dissertação de Pós – Graduação em Nutrição e Produção Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2011.

KIEFER, C., SANTOS, T. M., B., MOURA, M. S., SILVA, C. M., LUCAS, L. S., ROSA, E. M. Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos, **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.458-468, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782012000800025&script=sci_arttext
Acessado em: 25 de junho de 2014.

KUNZ, A., HIGARASHI, M. M., OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil, **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v.22, n.3, Capa, 2005.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica** / Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. – 7.ed. – São Paulo : Atlas. 2010. 166p.

LOZANO, A.P., PACHECO, G.D., SILVA, C.A., BRIDI, A.M., SILVA, R.A.M., VINOKUROVAS, S.L., DALTO, D.B., TARSITANO, M.A., AGOSTINI, P.S. Níveis de fitase em rações para suínos em fase de terminação. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.232, p. 839-850, 2011.

LÜDKE, M. C. M. M., LÓPEZ, J., BRUM, R. B., LÜDKE, J. V. Influência da fitase na utilização de nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1402-1413, 2000.

LÜDKE, M. C. M. M., LÓPEZ, J., NICOLAIEWSKY, S. Efeito da fitase em dietas com ou sem fosfato inorgânico para uínos em crescimento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 485-494, 2000.

MIELLE, M. **Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina**. Tese de Doutorado em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2006.

MIRANDA, A. P. **Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade e efeitos na biodigestão anaeróbia**. Tese de Doutorado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2009.

MOREIRA, J. A., VITTI, D. M. S. S., LOPES, J. B., NETO, M. A. T. Fluxo biológico do fósforo no metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo fitase, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2066-2075, 2004.

NONES, K., GUSTAVO, J. M. M. L., BELLAVER, C., RUTZ, F. Formulação das dietas, desempenho e qualidade da carcaça, produção e composição de dejetos de suínos, **Scientia Agricola**, v.59, n.4, p.635-644, out./dez 2002.

PASCOAL; SILVA, Adição de enzimas exógenas nas dietas de leitões desmamados, **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n. 6, p.273-283, 2005.

PERDOMO, C. C., LIMA, G. J. M. M., NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 2001, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS: 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, p.8, 2001.

RODRIGUES, P. B., FREITAS, R. T. F., FIALHO, E. T., SILVA, H. O., GONÇALVES, T. M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações a base de milho e sorgo suplementados com enzimas, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

RUIZ, U. S., THOMAZ, M. C., HANNAS, M. I., FRAGA, A. L., WATANABE, P. H., DA SILVA, S. Z. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.458-468, 2008.

SEAB – Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento – Departamento de Economia Rural - Suinocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária, **DERAL**, Paraná, 2013.

Disponível em:

http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013.pdf

SARAIVA, A., DONZELE, J. L., OLIVEIRA, R. F. M., ABREU, M. L. T., SILVA, F. C. O., HAESE, D. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1279-1285, 2009.