



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOÃO MARCELO FERREIRA LEITE SANTOS COELHO

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA ADIÇÃO DE *BLEND* ENZIMÁTICO EM DIETAS
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

FORTALEZA

2025

JOÃO MARCELO FERREIRA LEITE SANTOS COELHO

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA ADIÇÃO DE *BLEND* ENZIMÁTICO EM DIETAS
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C617a Coelho, João Marcelo Ferreira Leite Santos.
Avaliação econômica da adição de blend enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação / João Marcelo Ferreira Leite Santos Coelho. – 2025.
23 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.
1. enzimas. 2. custos. 3. economia. 4. receita líquida. 5. suinocultura. I. Título.

CDD 636.08

JOÃO MARCELO FERREIRA LEITE SANTOS COELHO

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA ADIÇÃO DE *BLEND* ENZIMÁTICO EM DIETAS
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovada em __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Rayssa Aline Teixeira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Marcelo Faria Santos Coelho e
Renata Ferreira Leite.

A minha irmã, Ana Katarina Ferreira Leite
Santos Coelho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me fortalecer nos momentos difíceis e me conduzir até aqui com fé e coragem.

Aos meus pais, Marcelo Faria Santos Coelho e Renata Ferreira Leite por todo o apoio, amor e incentivo ao longo dessa caminhada. Sem vocês, nada disso seria possível.

À minha irmã, Ana Katarina Ferreira Leite Santos Coelho por estar ao meu lado em todos os momentos ao longo da graduação.

À minha namorada, Erica Bianca da Silva Moura por todo o carinho e apoio nos momentos mais desafiadores dessa reta final da graduação.

Aos meus colegas de graduação, pelos momentos compartilhados, pelas trocas, aprendizados e companheirismo ao longo desses anos.

Ao NES – Núcleo de Estudos em Suinocultura e ao Setor de Suinocultura da Universidade Federal do Ceará, pelas oportunidades, experiências e aprendizados que tanto contribuíram para minha formação profissional.

Ao professor e orientador Pedro Henrique Watanabe, por sua orientação atenciosa, disponibilidade e contribuições essenciais para a realização deste trabalho. Sou grato por todo o conhecimento compartilhado e pela confiança durante o processo.

Às experiências vividas nos estágios, que me proporcionaram crescimento pessoal e profissional, além de me permitirem conhecer pessoas incríveis.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para essa trajetória, deixo aqui meu sincero agradecimento.

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá. (SENNA, 1994).

RESUMO

Na suinocultura, a alimentação representa cerca de 70% do custo total de produção, sendo o milho e o farelo de soja, os principais responsáveis por essa despesa. Esses ingredientes, embora amplamente utilizados, contêm fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos, que reduzem a digestibilidade, elevam a viscosidade intestinal e comprometem o desempenho animal. Uma estratégia para mitigar esses efeitos é a adição de enzimas exógenas, que atuam quebrando as estruturas complexas dos ingredientes vegetais, melhorando o aproveitamento dos nutrientes e possibilitando a formulação de dietas com menor densidade energética. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a receita líquida parcial e identificar o fator de maior impacto na viabilidade econômica da adição de *blend* enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação. Foram utilizados os dados de consumo de ração e peso dos animais a partir de um ensaio com 36 suínos machos castrados, distribuídos em três tratamentos: CON: ração controle; RED5%EM: ração com redução de aproximadamente 5% no nível energético em relação a ração controle; RED5%+*blend*: ração com redução de aproximadamente 5% no nível energético em relação a ração controle, com a adição do *blend* enzimático. A partir da quantidade de ração consumida, peso dos animais, custo da ração e preço do suíno, foram calculadas as receitas líquidas parciais no período de janeiro a dezembro de 2023. Os valores das receitas líquidas parciais simulados mensalmente foram submetidos a análise de regressão linear múltipla, em função dos preços médios mensais do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e preço do suíno vivo, em R\$/kg, ajustados em função do bloco e tratamento, e realizada análise por regressão linear múltipla pelo procedimento *stepwise*. O tratamento RED5%+*blend* apresentou receita líquida superior ao RED5%EM e semelhante ao controle em grande parte dos meses, demonstrando um retorno econômico maior por animal. Conclui-se que a inclusão do *blend* enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação resulta em melhor receita líquida parcial e que dentre os fatores de maior impacto sobre a receita obtida com os animais estão os custos com milho, farelo de soja e o preço do suíno.

Palavras-chave: enzimas, custo, economia, receita líquida, suinocultura.

ABSTRACT

In pig production, feed accounts for approximately 70% of total production costs, with corn and soybean meal being the main contributors to this expense. Although widely used, these ingredients contain antinutritional factors such as non-starch polysaccharides and oligosaccharides, which reduce digestibility, increase intestinal viscosity, and impair animal performance. One strategy to mitigate these effects is the addition of exogenous enzymes, which break down the complex structures of plant ingredients, enhancing nutrient utilization and allowing for the formulation of diets with lower energy density. In this context, this study aimed to evaluate the partial net revenue and identify the factor with the greatest impact on the economic viability of adding an enzymatic blend to diets for growing and finishing pigs. Data on feed intake and animal weight were obtained from an experiment with 36 castrated male pigs distributed into three treatments: CON: control diet; RED5%EM: diet with approximately 5% energy reduction compared to the control; and RED5%+blend: diet with approximately 5% energy reduction and the addition of the enzymatic blend. Based on feed intake, animal weight, feed cost, and pig price, partial net incomes were calculated for the period from January to December 2023. Monthly simulated partial net income values were submitted to multiple linear regression analysis considering the average monthly prices of corn, soybean meal, wheat bran, soybean oil, and live pig price (R\$/kg), adjusted by block and treatment, using the stepwise regression procedure. The RED5%+blend treatment showed higher partial net income compared to RED5%EM and similar results to the control in most months, demonstrating a higher economic return per animal. It is concluded that the inclusion of the enzymatic blend in diets for growing and finishing pigs results in improved partial net revenue, and that the main factors impacting the revenue obtained from the animals are the costs of corn, soybean meal, and the pig price.

Keywords: enzymes, cost, economy, net revenue, swine production

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de crescimento 1 (63 a 85 dias de idade).....	11
Tabela 2 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de crescimento 2 (86 a 105 dias de idade).....	12
Tabela 3 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de terminação (106 a 150 dias de idade).	13
Tabela 4 – Média de preço do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo (R\$/kg) nos meses de Janeiro a Dezembro de 2023.....	14
Tabela 5 – Receita líquida parcial dos suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas contendo <i>blend</i> enzimático.....	15
Tabela 6 – Análise de regressões simples da receita líquida parcial de suínos alimentados com dietas contendo <i>blend</i> enzimático em função dos preços médios do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo.	16
Tabela 7 – Análise de regressão linear múltipla da receita líquida parcial de suínos alimentados com dietas contendo <i>blend</i> enzimático em função dos preços médios do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A produção de suínos do Brasil tem grande destaque no cenário mundial. O país ocupa a quarta posição no ranking global, respondendo por cerca de 4,97% da produção mundial de carne suína, com mais de 5 mil toneladas anuais, sendo aproximadamente 25,5% destinadas à exportação (ABPA, 2025). Esse desempenho reflete os avanços tecnológicos nas áreas de genética, manejo, sanidade e, especialmente, nutrição animal (GUOYAO; BAZER, 2019).

As fases de crescimento e terminação na suinocultura são marcadas por intensas transformações fisiológicas e exigências nutricionais específicas. Pequenas variações em fatores como manejo, sanidade, ambiência e principalmente nutrição podem impactar significativamente o desempenho dos suínos, desde o crescimento até o abate (SILVA et al., 2015; HECK, 2009). Nesse contexto, a nutrição torna-se um dos pilares da produção suinícola moderna, sendo responsável por cerca de 70% do custo total de produção (BALASUBRAMANIAN et al., 2020).

Diante disso, há uma busca contínua por estratégias que promovam o melhor aproveitamento dos nutrientes e redução de perdas, com destaque para o desenvolvimento de aditivos que atuem sobre os fatores antinutricionais. Os principais ingredientes utilizados nas dietas de suínos, como milho e farelo de soja, apresentam compostos como os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e oligossacarídeos (OL), que são de difícil digestão por não-ruminantes. Esses compostos reduzem a eficiência alimentar e aumentam a excreção de nutrientes, representando um desafio econômico e ambiental (Dierick & Decuypere, 1994; BACH KNUDSEN, 1997; KARR-LILIETHAL et al., 2005).

Os PNAs são compostos por celulose, hemicelulose, pectinas e outros carboidratos estruturais que não são degradados por enzimas endógenas dos suínos. Além de interferirem na digestão de outros nutrientes, esses compostos aumentam a viscosidade do quimo, aceleram a taxa de passagem do alimento e reduzem o tempo de ação das enzimas digestivas, comprometendo a absorção (GERHARDT, 2013; AGYEKUM et al., 2020). Dietas com alto teor de PNAs podem diminuir o consumo de ração, reduzir o ganho de peso e afetar o desempenho produtivo (LU et al., 2016).

Para mitigar esses efeitos, a suplementação com enzimas exógenas tem se mostrado eficaz. As enzimas mais utilizadas são as fitases, proteases e carboidrases, como xilanase, glucanase, amilase, mananase e pectinase. Cada uma atua de forma específica sobre substratos presentes nos ingredientes vegetais, promovendo a quebra dos compostos de difícil digestão e

aumentando a disponibilidade de nutrientes (GOMES; CONY; STELLA, 2019; WANG et al., 2017).

Os complexos enzimáticos ou *blends* se destacam por combinarem diferentes enzimas em um mesmo produto, proporcionando uma atuação sinérgica sobre substratos diversos, o que potencializa seus efeitos sobre a digestibilidade. Essa estratégia nutricional tem permitido a formulação de dietas com menor valor energético, sem prejuízo ao desempenho dos animais, e com impactos positivos na qualidade da carne e na sustentabilidade da produção (HILGEMBERG, 2021).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a receita líquida parcial e determinar o fator de maior impacto na viabilidade econômica da adição de um *blend* enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir dos dados de um experimento que avaliou a adição de *blend* enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação.

Foram utilizados os dados do estudo com 36 suínos machos castrados com 63 dias de idade, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso e entre três tratamentos com 12 repetições cada. O critério para a formação de blocos foram os valores de peso iniciais de peso corporal, sendo $19,70 \pm 0,54$ kg para blocos leves e $22,15 \pm 0,88$ kg para blocos pesados. Os tratamentos foram:

- CON: ração controle, formulada para atender as exigências nutricionais dos animais;

- RED5%EM: ração com redução de aproximadamente 5% no nível energético em relação a ração controle;

- RED5%EM+*blend*: ração com redução de aproximadamente 5% no nível energético em relação a ração controle, com adição do *blend* enzimático.

Os animais receberam rações (Tabelas 1, 2 e 3) formuladas para atender as exigências nutricionais para suínos nas fases de crescimento I, crescimento II e terminação, de acordo com ROSTAGNO et al. (2017). O *blend* enzimático era composto por xilanase, mananase, amilase, beta-glucanase e protease e adicionado em 0,005% (Precizyon X50 - Quimtia – Colombo, PR – Brasil).

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de crescimento 1 (63 a 85 dias de idade).

Ingredientes	Crescimento 1		
	CON ¹	RED5%EM	RED5%EM+blend
Milho grão	74,010	66,110	66,110
Farelo de soja	22,348	21,514	21,514
Óleo de soja	0,483	-	-
Farelo de trigo	-	7,15	7,15
Fosfato bicálcico	1,131	1,004	1,004
Calcário calcítico	0,728	0,798	0,798
Sal comum	0,388	0,403	0,403
Sup. mineral e vitamínico ²	0,500	0,500	0,500
L-Lisina HCl	0,284	0,287	0,287
DL-Metionina	0,039	0,042	0,042
L-Treonina	0,080	0,091	0,091
L-Triptofano	0,008	0,004	0,004
Inerte	-	2,000	1,995
Blend enzimático	-	-	0,005
Total	100	100	100,00
Composição nutricional e energética			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3230,00	3072,92	3072,92
Proteína bruta (%)	16,820	16,876	16,876
Fibra bruta (%)	2,529	2,986	2,986
Fósforo disponível (%)	0,311	0,315	0,315
Cálcio (%)	0,650	0,651	0,651
Lisina digestível (%)	0,930	0,928	0,928
Metionina digestível (%)	0,280	0,278	0,278
Treonina digestível (%)	0,610	0,610	0,610
Triptofano digestível (%)	0,170	0,170	0,170
Sódio	0,180	0,185	0,185

¹CON: ração controle; RED5%EM: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle; RED5%EM+blend: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle com adição de blend enzimático. ²Suplemento mineral-vitamínico (Nuvisuper suínos crescimento) – quantidade por kg do produto: 1.020.000 UI de vitamina A, 187.000 UI de vitamina D3, 5.100 UI de vitamina E, 174,9 mg de vitamina K3, 120 mg de vitamina B1, 680 mg de vitamina B2, 340 mg de vitamina B6, 5100 mcg de vitamina B12, 3060 mg de niacina, 1.870 mg de pantotenato de cálcio, 50 mg de ácido fólico, 20 mg de biotina, 8100 mg de ferro, 1600 mg de cobre, 5100 mg de manganês, 20 g de zinco, 99,2 mg de iodo, 42,5 mg de selênio, 400 mg de flavomicina e 3.000 mg de BHT.

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de crescimento 2 (86 a 105 dias de idade).

Ingredientes	Crescimento 2		
	CON ¹	RED5%EM	RED5%EM+blend
Milho grão	78,790	68,552	68,552
Farelo de soja	18,502	17,288	17,288
Óleo de soja	0,056	-	-
Farelo de trigo	-	9,450	9,450
Fosfato bicálcico	0,821	0,654	0,654
Calcário calcítico	0,616	0,695	0,695
Sal comum	0,361	0,389	0,389
Sup. mineral e vitamínico ²	0,500	0,500	0,500
L-Lisina HCl	0,267	0,272	0,272
DL-Metionina	0,023	0,026	0,026
L-Treonina	0,054	0,070	0,070
L-Triptofano	0,007	0,004	0,004
Inerte	-	2,00	1,995
Blend enzimático	-	-	0,005
Total	100	100	100,00
Composição nutricional e energética			
Energia metabolizável (kcal/	3230,00	3073,04	3073,04
Proteína bruta (%)	15,430	15,460	15,460
Fibra bruta (%)	2,435	3,037	3,037
Fósforo disponível (%)	0,250	0,255	0,255
Cálcio (%)	0,520	0,515	0,515
Lisina digestível (%)	0,830	0,824	0,824
Metionina digestível (%)	0,250	0,247	0,247
Treonina digestível (%)	0,540	0,540	0,540
Triptofano digestível (%)	0,150	0,150	0,150
Sódio	0,170	0,180	0,180

¹CON: ração controle; RED5%EM: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle; RED5%EM+blend: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle com adição de blend enzimático. ²Suplemento mineral-vitamínico (Nuvisuper suínos crescimento) – quantidade por kg do produto: 1.020.000 UI de vitamina A, 187.000 UI de vitamina D3, 5.100 UI de vitamina E, 174,9 mg de vitamina K3, 120 mg de vitamina B1, 680 mg de vitamina B2, 340 mg de vitamina B6, 5100 mcg de vitamina B12, 3060 mg de niacina, 1.870 mg de pantotenato de cálcio, 50 mg de ácido fólico, 20 mg de biotina, 8100 mg de ferro, 1600 mg de cobre, 5100 mg de manganês, 20 g de zinco, 99,2 mg de iodo, 42,5 mg de selênio, 400 mg de flavomicina e 3.000 mg de BHT

Tabela 3 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos machos castrados com desempenho médio em fase de terminação (106 a 150 dias de idade).

Ingredientes	Terminação		
	CON ¹	RED5%EM	RED5%EM+blend
Milho grão	83,348	72,208	72,208
Farelo de soja	13,955	12,374	12,374
Óleo de soja	-	-	-
Farelo de trigo	-	10,750	10,750
Fosfato bicálcico	0,715	0,546	0,546
Calcário calcítico	0,617	0,662	0,662
Sal comum	0,348	0,351	0,351
Sup. mineral e vitamínico ²	0,500	0,500	0,500
L-Lisina HCl	0,317	0,337	0,337
DL-Metionina	0,029	0,036	0,036
L-Treonina	0,097	0,116	0,116
L-Triptofano	0,022	0,019	0,019
Inerte	-	2,00	1,995
Blend enzimático	-	-	0,005
Total	100	100	100,00
Composição nutricional e energética			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3236,72	3072,78	3072,78
Proteína bruta (%)	13,857	13,862	13,862
Fibra bruta (%)	2,305	2,988	2,988
Fósforo disponível (%)	0,225	0,235	0,235
Cálcio (%)	0,480	0,462	0,462
Lisina digestível (%)	0,763	0,764	0,764
Metionina digestível (%)	0,237	0,237	0,237
Treonina digestível (%)	0,520	0,520	0,520
Triptofano digestível (%)	0,140	0,140	0,140
Sódio	0,165	0,165	0,165

1CON: ração controle; RED5%EM: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle; RED5%EM+blend: ração reduzida em 5% do valor energético em relação a ração controle com adição de blend enzimático. 2Suplemento mineral-vitamínico (Nuvisuper suínos crescimento) – quantidade por kg do produto: 1.020.000 UI de vitamina A, 187.000 UI de vitamina D3, 5.100 UI de vitamina E, 174,9 mg de vitamina K3, 120 mg de vitamina B1, 680 mg de vitamina B2, 340 mg de vitamina B6, 5100 mcg de vitamina B12, 3060 mg de niacina, 1.870 mg de pantotenato de cálcio, 50 mg de ácido fólico, 20 mg de biotina, 8100 mg de ferro, 1600 mg de cobre, 5100 mg de manganês, 20 g de zinco, 99,2 mg de iodo, 42,5 mg de selênio, 400 mg de flavomicina e 3.000 mg de BHT.

Os animais receberam água *ad libitum* e ração fornecida três vezes ao dia por 87 dias do período experimental. A ração fornecida e as sobras foram quantificadas e os animais pesados ao final de cada fase.

A partir do consumo de ração em cada fase e dos pesos inicial e final, foi calculada a receita líquida parcial obtida por cada animal, considerando o peso do animal (kg), custo por kg do suíno vivo (R\$/kg), consumo de ração em cada fase (kg) e custo da ração em cada fase (R\$/kg).

Foram considerados preços médios do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo e o preço do suíno de Janeiro a Dezembro de 2023 (Tabela 4).

Tabela 4 – Média de preço do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo (R\$/kg) nos meses de Janeiro a Dezembro de 2023.

Mês	Milho (R\$/kg)	Farelo de soja (R\$/kg)	Farelo de trigo (R\$/kg)	Óleo de soja (R\$/kg)	Suíno vivo (R\$/kg)
Janeiro	1,84	3,50	1,87	7,30	9,60
Fevereiro	1,85	3,51	1,75	6,55	9,15
Março	1,89	3,52	1,58	6,80	8,46
Abril	1,89	3,43	1,56	6,30	7,94
Maio	1,78	3,18	1,55	6,10	8,22
Junho	1,43	2,97	1,53	6,30	8,31
Julho	1,36	2,90	1,52	6,30	9,49
Agosto	1,38	2,94	1,54	6,40	8,00
Setembro	1,41	3,00	1,56	6,20	8,92
Outubro	1,37	3,05	1,86	6,25	9,02
Novembro	1,45	3,03	1,89	6,60	8,25
Dezembro	1,71	3,17	1,82	6,40	8,55

A receita líquida parcial foi calculada a partir da fórmula:

Receita líquida parcial = peso do animal x preço por kg do suíno vivo – consumo de ração (crescimento I, crescimento II e terminação) x custo da ração da fase (crescimento I, crescimento II e terminação)

Para determinação do fator de maior impacto na receita líquida parcial dos suínos alimentados com *blend* enzimático, os valores das receitas líquidas parcial simulados mensalmente foram submetidos a análise de regressão linear múltipla pelo procedimento *Stepwise*, em função dos preços médios mensais do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e preço do suíno vivo, em R\$/kg, ajustados em função do bloco e tratamento.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Não houve diferença entre os tratamentos na receita líquida parcial obtidas nos meses de março e abril (Tabela 5). Entretanto, para os meses de janeiro, fevereiro, maio, novembro e dezembro, a receita líquida parcial dos suínos alimentados com dietas contendo *blend* enzimático não diferiu daqueles alimentados com a dieta controle, porém sendo, superior ao dos animais que receberam a dieta com redução energética. Por sua vez, entre os meses de junho a outubro, observou-se que os animais alimentados com a dieta controle apresentaram receita líquida parcial superior aos alimentados com a dieta com redução energética, enquanto os animais que receberam a dieta contendo *blend* enzimático não diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 5 – Receita líquida parcial dos suínos em crescimento e terminação alimentados com dietas contendo *blend* enzimático.

	CON	RED5%EM	RED5%EM+ <i>blend</i>	CV%	Valor de P
Janeiro	298,64a	255,72b	285,86a	10,44	0,0300
Fevereiro	250,59a	212,57b	241,99a	10,01	0,0331
Março	172,65	142,75	171,10	9,52	0,0506
Abril	122,92	95,56	123,19	9,46	0,0664
Maio	179,55a	148,20b	187,66a	9,23	0,0114
Junho	257,03a	218,15b	243,07ab	9,66	0,0265
Julho	392,57a	346,16b	372,34ab	11,11	0,0415
Agosto	235,02a	196,48b	220,57ab	9,35	0,0215
Setembro	321,85a	278,99b	304,62ab	10,39	0,0324
Outubro	337,34a	286,70b	312,72ab	10,45	0,0171
Novembro	245,18a	199,63b	224,86a	9,45	0,0099
Dezembro	225,65a	185,50b	212,95a	9,55	0,0193

Essa variação na resposta econômica ao uso do *blend* enzimático sugere que fatores como o custo dos ingredientes da ração, especialmente o milho e o farelo de soja, bem como características sazonais do mercado, podem influenciar os resultados obtidos. Esse comportamento é evidenciado, por exemplo, nos meses em que não houve diferença entre os animais que receberam a dieta controle e aqueles que receberam a ração contendo *blend* enzimático, indicando que o uso deste aditivo favoreceu o aproveitamento nutricional e reduziu os impactos do aumento de preço dos insumos.

Já para os meses de março e abril, quando não houve diferença entre tratamentos, esse comportamento pode ser atribuído à combinação do aumento nos preços do milho e do farelo de soja, que elevou o custo das dietas, e a redução no preço do suíno em relação aos

meses de janeiro e fevereiro. Tais condições desfavoráveis podem ter limitado os efeitos positivos da suplementação enzimática sobre a viabilidade econômica no período supracitado.

Considerando os fatores de maior impacto sobre a receita líquida parcial de suínos alimentados com dietas contendo *blend* enzimático, observou-se que o preço do milho, farelo de soja impactam negativamente enquanto o preço do suíno afeta positivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Análise de regressões simples da receita líquida parcial de suínos alimentados com dietas contendo *blend* enzimático em função dos preços médios do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo.

Variável (preço)	Equação de regressão	Valor de R ² individual	Valor de P
Milho	-204,51 (13,46)	0,3493	<0,0001
Farelo de soja	-148,58 (14,12)	0,2049	<0,0001
Farelo de trigo	71,61 (24,66)	0,0192	0,4000
Óleo de soja	-0,40 (8,41)	0,0000	0,9618
Suíno vivo	99,25 (4,80)	0,4990	<0,0001

O modelo Stepwise é uma técnica de seleção de variáveis, utilizada para identificar quais variáveis explicativas ou preditoras que mais contribuem para explicar a variação de uma variável dependente, neste caso, a receita líquida parcial. Este modelo combina etapas incluindo ou não variáveis conforme elas se tornam ou deixam de ser significativas com a adição de novas.

Na etapa 1 do modelo, o preço do suíno vivo foi a primeira variável incluída, explicando 49,9% da variação na viabilidade econômica ($R^2 = 0,4990$; $p < 0,0001$). O coeficiente de regressão ($\beta = 99,25$) indica que, a cada aumento de R\$1,00 no preço do suíno, a receita líquida parcial aumentou, em média, R\$99,25 por animal.

Na etapa 2, foi incluído o preço do milho, elevando o poder explicativo do modelo para 80,6% ($R^2 = 0,8064$). O coeficiente de regressão estimado para o milho foi -192,13 ($p < 0,0001$), evidenciando que o aumento do custo com esse ingrediente teve forte impacto negativo na receita líquida parcial.

Na etapa 3, foi adicionada a variável farelo de soja, com poder explicativo de 80,8% ($R^2 = 0,8087$). O coeficiente de regressão para o farelo de soja foi -52,01 ($p = 0,0258$), também demonstrando efeito negativo, embora com menor magnitude comparado ao milho (Tabela 7).

Tabela 7 – Análise de regressão linear múltipla da receita líquida parcial de suínos alimentados com dietas contendo *blend* enzimático em função dos preços médios do milho, farelo de soja, farelo de trigo, óleo de soja e suíno vivo

Variável (preço)	Coefficiente de regressão	Valor de R2 cumulativo	Valor de P
Suíno vivo	98,97 (3,43)	0,4990	<0,0001
Milho	-140,17 (24,35)	0,8064	<0,0001
Farelo de soja	-52,01 (23,24)	0,8087	0,0258
Farelo de trigo	Não incluído	0,8093	0,2456
Óleo de soja	Não incluído	0,8087	0,7184

A análise de regressão linear múltipla demonstrou que o preço do suíno vivo exerce o maior impacto positivo sobre a receita líquida parcial, evidenciado pelo alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,4990$). Em contrapartida, os preços do milho e do farelo de soja apresentaram efeito negativo sobre a viabilidade econômica (Tabela 7). A combinação entre o uso de enzimas e redução energética demonstrou ser economicamente viável, permitindo maior flexibilidade na formulação das dietas, possibilitando reduzir o teor energético sem comprometer o desempenho zootécnico ou a lucratividade, mesmo em cenários de alta dos insumos.

A adição do *blend* enzimático favorece o melhor aproveitamento de ingredientes amplamente utilizados na formulação de rações, como o milho e o farelo de soja, os quais contêm fatores antinutricionais que limitam sua digestibilidade. As enzimas presentes no *blend* atuam rompendo estruturas complexas desses ingredientes, especialmente os polissacarídeos não amiláceos, permitindo maior liberação e absorção de nutrientes. Com isso, a utilização dos insumos é potencializada, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência alimentar, o que contribui diretamente para a melhoria da rentabilidade do sistema produtivo.

Ferreira et al. (2019) avaliaram um *blend* enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, endoglucanase e pectinase, adicionado à ração na proporção de 300 mg/kg, em combinação com diferentes níveis de torta de algodão (0, 8, 16 e 24%) na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação e observaram que o tratamento com 24% de inclusão de torta de algodão apresentou os melhores resultados em termos de viabilidade econômica. A substituição parcial do farelo de soja por um ingrediente não convencional, aliada à ação do complexo enzimático, possibilitou a formulação de dietas mais econômicas, com melhora no Índice de Eficiência Econômica (IEE) e redução do custo de produção por quilograma de suíno produzido.

Araujo et al. (2023) avaliaram os efeitos de um *blend* enzimático composto por β -xilanase, β -glucanase, α -amilase e protease, ao nível de 5% na dieta pré-inicial e em 5% nas formulações das fases subsequentes, em comparação com uma dieta controle sem suplementação enzimática, constatando que a inclusão do *blend* em todas as fases resultou em uma redução significativa dos custos de produção, sem prejuízo ao desempenho produtivo dos suínos.

Sitanaka et al. (2018) encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho quando em dietas suplementadas com o complexo enzimático apresentaram custo inferior em relação à dieta controle. Essa redução no custo foi associada à maior densidade nutricional proporcionada pela diminuição dos níveis nutricionais combinada à adição das enzimas, resultando em uma otimização econômica da formulação alimentar. Tais resultados corroboram os encontrados por Silva et al. (2013), os quais também evidenciaram maior eficiência econômica em dietas enriquecidas com suplementação enzimática.

Em contraste com outros estudos onde consideraram apenas um cenário fixo de custo, o presente trabalho buscou incorporar a dinâmica do mercado ao longo do ano de 2023, apontando a receita líquida parcial com base nos preços dos ingredientes e do suíno vivo. Essa abordagem torna os resultados mais aplicáveis à realidade prática, já que considera variações de mercado e oferece uma análise econômica mais próxima das condições enfrentadas por produtores em sistemas comerciais.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão do *blend* enzimático em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação resulta em melhor receita líquida parcial e que dentre os fatores de maior impacto sobre a receita obtida com os animais estão os custos com milho e farelo de soja e o preço do suíno.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Lina Raquel Santos; MOREIRA, Rennan Herculano Rufino; GOMES, Thalles Ribeiro; ANDRADE, Tiago Silva; EVANGELISTA, José Nailton Beezerra. **Complexo enzimático em rações para leitões nas fases pré-inicial e inicial**. *Ciência Animal*, v. 33, n. 1, p. 30-40, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2025**. São Paulo: ABPA, 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf> Acesso em: 14 jul. 2025.
- AGYEKUM, A. K. et al. **Fermentation of barley and wheat with lactic acid bacteria and exogenous enzyme on nutrient composition, microbial count and fermentative characteristics**. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 101, n. 1, p. 1–38, 2020.
- BACH KNUDSEN, Knud Erik. **Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding**. *Animal Feed Science and Technology*, v.67, p.319 - 338, 1997.
- BALASUBRAMANIAN, B. et al. **Influences of enzyme blend supplementation on growth performance, nutrient digestibility, fecal microbiota and meat-quality in grower-finisher pigs**. *Animals*, v. 10, n. 3, p. 1–9, 2020.
- DIERICK, Noel; DECUYPERE, Jaak. **Enzymes and growth in pigs**. In: Cole, D.J.A.; Wiseman, J.; Varley, M.A. (Eds). *Principles of pig science* Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.169-195.
- FERREIRA, D. N. M. et al. **Desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento alimentados com torta de algodão e complexo enzimático**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 5, p. 1616-1622, 2019
- GERHARDT, Guilherme. **Utilização de carboidrases em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte**. 2013. 28f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Medicina veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2013.
- GOMES, Bruna Kuhn; CONY, Bruna Souza de Lima; STELLA, Laion. **Enzimas exógenas na alimentação de suínos**. *Nutritime*, v. 16, n. 3, p. 8477–8487, 2019. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-493.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2025
- GUOYAO, Wu; BAZER, Fuller. **Application of new biotechnologies for improvements in swine nutrition and pork production**. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, p. 1–16, 2019.
- HECK, Augusto. **Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação**. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.37, p.s211-s218, 2009. Supplement 1.
- HILGEMBERG, Rafaela. **ENZIMAS EXÓGENAS NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS: UMA META-ANÁLISE**. 2021. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.

KARR-LILIENTHAL, L.K. et al. **Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to non-ruminants: a review.** Livestock Production Science, v.97, p.1-12, 2005.

LU, H. et al. **Effects of dietary supplementation of exogenous multi-enzyme mixture containing carbohydrases and phytase on growth performance , energy and nutrient digestibility , and selected mucosal gene expression in the small intestine of weanling pigs fed nutrient.** Canadian Journal of Animal Science, v. 251, n. March, p. 243–251, 2016.

SILVA, C. A. et al. **Utilização de um complexo enzimático para rações contendo farelo de gérmen de milho desengordurado para suínos em fase de crescimento e terminação.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 4065-4082, 2013.

SILVA, C. A *et al.* **Fatores que afetam o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 10, p. 1780-1788, out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016001000010>. Acesso em: 31 mar. 2025

SITANAKA, Natalia Yoko et al. **Enzyme complex supplementation on the performance of swine in growth and finishing phases.** Revista Caatinga, v. 31, n. 3, p. 748-758, jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n325rc> . Acesso em: 1 jul. 2025

WANG, Y. et al. **Effect of diet complexity, multi-enzyme complexes, essential oils, and benzoic acid on weanling pigs.** Livestock Science, v. 209, p. 32–38, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.12.007> . Acesso em: 14 jul. 2025