

COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES PARA LEITÕES NAS FASES PRÉ-INICIAL E INICIAL

(Enzymatic complex in piglet feeds in the pre-initial and initial phases)

Lina Raquel Santos ARAÚJO^{1*}; Rennan Herculano Rufino MOREIRA²; Thalles Ribeiro GOMES³; Tiago Silva ANDRADE¹; José Nailton Bezerra EVANGELISTA¹

¹Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará. Av. Dr. Silas Munguba, 1700. Campus do Itaperi, Fortaleza/CE. CEP: 60.740-000; ²Dpto de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido; ³Dpto de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. *E-mail: lina.araujo@uece.br

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da utilização de complexo enzimático em rações para leitões sobre o desempenho zootécnico nas fases pré-inicial e inicial. Foram utilizados, para isso, 292 leitões, machos castrados e fêmeas, de linhagem comercial. O período de suplementação da enzima, na maternidade, foi do sétimo ao vigésimo primeiro dia de idade, e, na creche, foi do desmame até a saída para a fase de crescimento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo a matriz e sua leitegada consideradas a unidade experimental durante a maternidade e uma baia com dez leitões na creche. Na maternidade, os tratamentos consistiram em: T1 - ração controle, sem complexo enzimático; T2 - ração controle com adição *on top* do complexo enzimático com inclusão de 5%. Na creche, foram definidos três tratamentos: T1 - ração controle; T2 - ração controle com inclusão *on top* de 5% do complexo enzimático na fase de maternidade; T3 - ração controle com inclusão de 5% de complexo enzimático nas fases de maternidade e creche. A suplementação durante a lactação não influenciou o desempenho da leitegada na maternidade até o 21º dia. Na creche, leitões alimentados com ração controle apresentaram maior peso inicial em relação aos suplementados na fase de maternidade e creche. Ao término da fase, os leitões mostraram desempenho semelhante, independente da dieta. Conclui-se que a inclusão do complexo enzimático na forma *on top* em dietas para leitões não influenciou parâmetros de desempenho na maternidade, porém, favoreceu a recuperação de leitões desmamados com menor peso.

Palavras-chave: Aditivos, carboidrases, desempenho, nutrição de suínos, proteases.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of using an enzymatic complex in piglet feeds on the zootechnical performance in the pre-starter and initial phases. For this purpose, 292 piglets, castrated males and females, of commercial lineage were used. The enzyme supplementation period in the maternity hospital was from the seventh to the twenty-first day of age, and in the nursery, it was from the weaning until the exit for the growth phase. The design used was completely randomized, with the mother and her litter considered the experimental unit during maternity and a stall with 10 piglets in the nursery. In maternity, the treatments consisted of: T1 - control feed, without the enzymatic complex; T2 - control diet with on top addition of the enzymatic complex with 5% inclusion. Three treatments were defined in the nursery: T1 - control feed; T2 - control diet with inclusion on top of 5% of the enzymatic complex in the maternity phase; T3 - control feed with the inclusion of 5% enzymatic complex in the maternity and nursery phases. Supplementation during lactation did not influence litter performance in the maternity unit until 21 days. In the nursery, piglets fed with control feed had higher initial weight compared to those supplemented in the maternity and nursery phases. At the end of the phase, the piglets showed similar performance, regardless of diet. It is concluded that the inclusion of the enzymatic complex used in the on top form in diets for piglets did not influence performance parameters in maternity; however, it favored the recovery of weaned piglets with lower weight.

Keywords: Additives, carbohydrases, performance, swine nutrition, proteases.

INTRODUÇÃO

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de leitões vem sendo amplamente estudada devido principalmente às características que lhes são conferidas, proporcionando

uma melhora no desempenho animal. As enzimas exógenas adicionadas às rações dos animais visam quatro objetivos distintos, que são a remoção ou hidrólise de fatores antinutricionais (OWUSU-ASIEDU *et al.*, 2010), o aumento da digestibilidade dos nutrientes (PIOVESAN *et al.*, 2011), a quebra dos polissacarídeos não amiláceos (O'NEILL *et al.*, 2012) e a suplementação das enzimas endógenas (REZENDE *et al.*, 2012) causando um melhor aproveitamento dos nutrientes (LÆRKE *et al.*, 2015; PEDERSEN *et al.*, 2012).

Esses aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam no processo digestivo melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta, além de diminuir a viscosidade da digesta potencializando a ação das enzimas endógenas sobre os substratos específicos (RIBEIRO *et al.* 2011).

A utilização de enzimas é considerada uma alternativa para o uso de antibióticos e promotores de eficiência alimentar, pois promove efeitos benéficos ao desempenho e à saúde intestinal (ASSIMAKOPOULOS *et al.*, 2011; SIDO *et al.*, 2017). Mori *et al.* (2007) estudaram a adição de complexos enzimáticos em dietas formuladas, principalmente por milho e farelo de soja, e relataram um aumento na capacidade de absorção de nutrientes devido ao fato de proporcionar uma melhor integridade intestinal dos leitões, pois o uso de enzimas altera a população da microflora intestinal e do ceco, podendo reduzir a mortalidade, já que melhoram a eficiência da digestão, reduzindo o substrato para a flora patogênica do intestino.

Em geral, as enzimas mais utilizadas na alimentação animal são fitases, carboidrases (xilanases, β -glucanases, mananases, α -galactosidases e amilases) e proteases (CARDOSO *et al.*, 2010). Em suínos, destaca-se a utilização de xilanase, β -glucanase, pectinase, celulase, protease, amilase, fitase, galactosidase e lipase. Nesse contexto, os complexos enzimáticos, além de viabilizar a eficiência da utilização dos alimentos, melhoram o uso de ingredientes de baixo custo para a alimentação animal, principalmente em animais jovens que possuem um sistema enzimático ainda imaturo.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do uso de um complexo enzimático composto por beta-xilanase, beta-glucanase, alfa-amilase e protease, sobre o desempenho de leitões nas fases pré-inicial e inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e instalações

Os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética para o Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará (protocolo nº 076/2003). O experimento foi realizado em uma granja comercial de ciclo completo localizada no município de Guaiuba, Ceará, Brasil. O experimento foi conduzido com 28 fêmeas de linhagem híbrida comercial hiperprolífica (F2 Dalland) em lactação, distribuídas entre a segunda e a sexta ordem de parto, o que totalizou 292 leitões. As matrizes foram inseminadas pelo mesmo grupo genético de machos e selecionadas a partir do histórico reprodutivo de 12 leitões nascidos por parto.

A transferência das matrizes do galpão de gestação para o de maternidade ocorreu aos 108 dias de gestação e o galpão de gestação era provido de gaiolas individuais com piso parcialmente ripado. No galpão de maternidade, as baias eram suspensas e continham celas

parideiras individuais com piso parcialmente ripado, comedouros e bebedouros para matriz e leitões, e escamoteador para o aquecimento dos leitões. Todos os partos foram assistidos, de tal forma que, ao nascimento, os leitões foram secados, auxiliados na primeira mamada, tiveram o umbigo cortado e desinfetado e foram identificados com brincos numerados. Até o segundo dia de vida, os leitões foram submetidos ao corte de dente e de cauda e à aplicação parenteral de ferro dextrano. Nas primeiras 48 horas do nascimento, as leitegadas foram equalizadas (10,4 leitões por porca) e entre o sétimo e o décimo dia de vida os machos foram castrados. A partir dos sete dias de idade iniciava-se o fornecimento de ração pré-inicial I.

Ao desmame, os leitões foram pesados individualmente, vacinados contra *Mycoplasma hyopneumoniae* e transferidos para a creche, composta por sete salas com dez baias cada. Cada baia com aproximadamente 4m² possuía capacidade para alojar até 11 leitões, até os 63 dias de idade. As baias eram de alvenaria, suspensas com 2/3 do piso ripado, e equipadas com bebedouro tipo chupeta e comedouro semiautomático. O manejo alimentar na maternidade e na creche consistiu no fornecimento de ração farelada à vontade.

Delineamento experimental e manejo alimentar

O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente casualizado, sendo a matriz e sua leitegada consideradas a unidade experimental na maternidade; já na creche cada baia foi considerada uma unidade experimental. O período de suplementação da enzima, na maternidade, iniciou-se aos sete dias de idade indo até o 21º e, na creche, do desmame até a saída da creche. As rações pré-inicial I (sete a 28 dias), pré-inicial II (29 a 42 dias), inicial I (43 a 56 dias) e inicial II (57 a 63 dias) foram as mesmas adotadas pela granja e formuladas à base de milho e farelo de soja (Tab. 01), seguindo recomendações propostas por Rostagno (2000).

Os tratamentos consistiram em: T1 - ração controle sem inclusão de complexo enzimático durante todo o período experimental; T2 - ração controle com inclusão *on top* do complexo enzimático ao nível de 5% somente durante a fase de maternidade (ração pré-inicial); e T3 - ração controle com inclusão de 5% de complexo enzimático durante as fases de maternidade e creche.

A distribuição dos leitões foi feita em duas etapas. Na maternidade, o grupo controle (T1) continha 14 porcas/leitegadas cujos leitões não receberam suplementação enzimática na ração pré-inicial I, e o T2 (com suplementação do complexo enzimático) tinha 14 porcas/leitegadas. Já na fase de creche foram considerados três tratamentos: controle (T1) cujos leitões eram oriundos de leitegadas que não receberam suplementação com complexo enzimático na ração pré-inicial I e continuaram sem suplementação na creche; T2 com leitões suplementados com complexo enzimático na maternidade e que prosseguiram sem suplementação na fase de creche; e T3 constituído por leitões que receberam o complexo enzimático na maternidade e na creche. Na creche, cada baia de dez animais foi considerada uma unidade experimental e cada tratamento continha nove repetições.

O complexo enzimático utilizado, suplementado na forma *on top*, possuía a seguinte composição: beta-xilanase 4000Ug⁻¹; beta-glucanase 150g⁻¹; alfa-amilase 1000Ug⁻¹ e subtilisin, protease, 300Ug⁻¹. A água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental.

Tabela 01: Composição centesimal nível nutricional das rações controle utilizadas durante o período experimental.

Ingredientes	Pré-inicial I	Pré-inicial II	Inicial I	Inicial II
Milho moído	29.00	32.20	45.56	56.90
Farelo de soja	23.50	25.30	28.20	32.10
Açúcar	5.00	5.00	4.00	4.00
Óleo	2.00	2.00	2.00	2.50
Óxido de zinco¹	0.50	0.50	0.0	0.0
Concentrado	40.00	35.00	18.00	0.0
Núcleo	0.0	0.0	2.24	4.50
Níveis nutricionais*				
EM kcal/kg	3674.32	3639.06	3462.77	3289.28
Proteína bruta (%²)	18.15	18.57	18.78	19.15
Lisina (%²)	0.72	0.78	0.89	1.03
Metionina (%²)	0.19	0.21	0.24	0.29
Metionina + Cistina (%²)	0.40	0.43	0.51	0.60
Treonina (%²)	0.51	0.55	0.64	0.75
Arginina (%²)	0.89	0.97	1.11	1.29
Cálcio (%)	1.69	1.49	1.28	1.04
Fósforo disponível (%)	0.78	0.70	0.46	0.20
Sódio (%)	0.01	0.01	0.08	0.16

Obs.: ¹Óxido de zinco 400g/kg; ²Valores de aminoácidos digestíveis. *Níveis calculados.

O concentrado utilizado para compor as rações apresentava os seguintes níveis de garantia/kg de produto: umidade 120g (máx.); proteína bruta 130g (mín.); extrato etéreo 165g (mín.); matéria fibrosa 65g (máx.); matéria mineral 45g (máx.); cálcio 6.000mg (máx.); cálcio 2.000mg (mín.); fósforo 1.800mg (mín.); e energia metabolizável 4.000kcal. Enquanto o núcleo apresentava os seguintes níveis de garantia/kg de produto: cálcio 370g (máx.) 230g (mín.); fósforo 27g (mín.); sódio 36g (mín.); vitamina A 18.000 UI (mín.); vitamina D3 4.700 UI (mín.); vitamina E 40 UI (mín.); vitamina K3 4 mg (mín.); vitamina B1 2mg (mín.); vitamina B2 6mg (mín.); vitamina B6 3mg (mín.); vitamina B12 40mcg (mín.); niacina 30mg (mín.); ácido fólico 2mg (mín.); biotina 0,2mg (mín.); pantotenato de cálcio 15mg (mín.); colina 300mg (mín.); ferro 550mg (mín.); cobre 2.500mg (mín.); manganês 1.050mg (mín.); zinco 1.700mg (mín.); iodo 20mg (mín.); cobalto 3,5mg (mín.); selênio 4mg (mín.); e enramicina 96mg.

Desempenho na maternidade

Para avaliar o desempenho dos leitões lactentes foi mensurado o peso individual e o consumo de ração por leitegada durante o período de lactação. Para analisar a variabilidade de

peso dos leitões foram levados em consideração o tamanho da leitegada, o peso médio da leitegada, o desvio padrão do peso da leitegada e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada. O desvio padrão e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada foram calculados para cada leitegada. A produção de leite das matrizes foi estimada a partir da equação sugerida por Noblet e Etienne (1989): Produção de leite (kg/dia) = $[(0,718 \times \text{ganho de peso diário do leitão (g)} - 4,9) \times \text{número de leitões}] / 0,19$.

Desempenho na creche

Para analisar o efeito da suplementação do complexo enzimático na creche, o peso individual dos animais foi mensurado ao desmame e na sexta semana da creche, que correspondeu à saída de creche, calculando-se o ganho de peso semanal. O consumo de ração foi mensurado por baia.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade através do procedimento PROC UNIVARIATE. Para valores de probabilidade maiores do que 5% no teste de Shapiro-Wilk, a distribuição de peso foi considerada normal, do contrário foi utilizado o procedimento PROC RANK do SAS (9.3) para a normalização dos resíduos. A análise de variância foi realizada através do procedimento PROC MIXED do SAS (9.3), assim como as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%), foi considerada tendência à probabilidade no mesmo teste com valores de probabilidade entre 5 e 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho na maternidade

A suplementação da ração pré-inicial para os leitões com complexo enzimático durante a lactação (de sete dias até o desmame) não influenciou ($p > 0,05$) parâmetros de desempenho da leitegada (Tab. 02).

As dietas pré-iniciais dos leitões são importantes para adaptar o trato gastrintestinal do animal à uma dieta sólida à base de milho e farelo de soja e para melhorar seu desempenho no período de lactação, quando o leite da porca começa a limitar seu crescimento ou quando a produção de leite da matriz é deficiente (PATIENCE *et al.*, 1995). Nesse contexto, a adição de enzimas na dieta proporciona um melhor aproveitamento do alimento, conferindo melhorias em ganho de peso, entretanto, isso não foi observado neste estudo, provavelmente devido ao baixo consumo de ração pelo leitão durante a lactação, que variou de 13,4 a 16,8g leitão dia⁻¹ para as dietas sem e com complexo enzimático, respectivamente, enquanto estudos que avaliaram o desempenho de leitões durante a lactação apontam consumo de 17,5 a 21,0g de ração farelada por leitão por dia (TEODORO *et al.*, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2016).

Neste estudo, tanto o consumo de ração quanto a quantidade de leite produzido foram semelhantes, contribuindo para resultados de desempenho similares. No entanto, esperava-se que leitões consumindo ração adicionada de complexo enzimático pudessem ter alguma vantagem em relação ao ganho de peso, isso pode não ter sido observado por existir uma grande variabilidade no consumo de *creep feed* entre leitegadas e entre leitões de uma

mesma leitegada, existindo leitões que consomem e que não consomem ração no período, além disso o *creep feed* é apontado como causa de apenas 7% da variação de ganho de peso entre os dez e 28 dias de idade, devido à essa elevada variabilidade no consumo (PAJOR *et al.*, 1991).

Tabela 02: Desempenho de matrizes suínas em lactação e de leitões suplementados com complexo enzimático até 21 dias de idade.

Variáveis	Complexo enzimático		CV (%)	P-valor
	Sem	Com		
Número de leitões (n)				
7 dias	10.64	10.29	11.50	0.444
14 dias	10.64	10.29	11.50	0.444
21 dias	10.64	10.24	11.81	0.374
Peso médio do leitão (kg)				
7 dias	2.46	2.37	14.83	0.514
14 dias	3.95	3.76	16.03	0.417
21 dias	5.35	5.06	15.57	0.352
Canho de peso diário (g)				
7 a 14 dias	213.71	198.66	26.65	0.786
14 a 21 dias	199.30	182.59	32.01	0.570
7 a 21 dias	206.51	192.32	21.39	0.386
Desvio padrão peso leitegada (g)				
7 dias	470.12	361.16	33.94	0.037
14 dias	742.59	599.73	36.65	0.224
21 dias	1020.86	834.04	31.24	0.048
Coefficiente de variação (%)				
7 dias	19.36	15.57	35.37	0.106
14 dias	18.74	16.19	34.31	0.272
21 dias	19.28	18.00	36.47	0.214
Consumo total ração/leitão (g)	187.09	235.91	46.41	0.180
Produção de leite (kg/dia)	10.23	9.47	19.69	0.319

CV: Coeficiente de variação. Médias não diferiram pelo teste de Tukey 5%.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Kim *et al.* (2003), Pascoal *et al.* (2006) e Lopes *et al.* (2009), os quais não observaram diferença no desempenho de leitões desmamados aos 21 dias que consumiram rações à base de milho e farelo de soja, contendo um complexo enzimático semelhante ao utilizado neste experimento.

Desempenho na creche

As idades dos leitões não diferiram ($p>0,05$) entre os tratamentos na fase inicial e final da creche. O peso médio dos leitões no início da fase do tratamento controle foi 0,497kg maior ($p<0,05$) quando comparado ao do tratamento suplementado com complexo enzimático. Ao final da fase de creche, não houve efeito ($p>0,05$) da suplementação enzimática, independente do período suplementado, para o peso seis semanas pós-desmame, o ganho de peso diário, o consumo de ração e a conversão alimentar (Tab. 03).

Tabela 03: Desempenho de leitões suplementados com complexo enzimático na creche.

Variáveis	Complexo enzimático			CV (%) ¹	P-valor
	Sem	Maternidade	Maternidade e creche		
Idade					
Entrada	24,40	24,56	24,61	13,75	0,820
Saída	67,25	67,44	67,40	4,86	0,509
Peso da creche (kg)					
Entrada	5,969 ^a	5,892 ^{ab}	5,472 ^b	22,60	0,016
Saída	26,44	26,10	26,15	15,67	0,774
GPD (g)²	473,33	470,26	483,55	15,68	0,684
CMDR (kg)³	0,769	0,762	0,769	9,15	0,963
CA⁴	1,669	1,693	1,646	10,06	0,794

¹CV: Coeficiente de variação. ²GPD: ganho de peso diário. ³CMDR: consumo médio diário de ração. ⁴CA: conversão alimentar. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Dados na literatura referentes ao uso de enzimas na dieta de leitões nas fases de creche e em crescimento ainda são contraditórios, em que autores revelam melhorias sobre a eficiência alimentar, mas não sobre ganho de peso, consumo de ração e digestibilidade aparente de nutrientes, utilizando carboidrases (OWUSU-ASIEDULAHAYE e BARRIOS, 2018) ou a combinação de carboidrases e proteases (YIN; KIM, 2019), inclusive a ausência de efeitos de carboidrases e complexos enzimáticos sobre o desempenho zootécnico de leitões em crescimento também já foi relatada (JACELA *et al.*, 2010; ARAÚJO FILHO *et al.*, 2016).

Por outro lado, os complexos enzimáticos podem melhorar a digestibilidade aparente dos alimentos, entretanto nem sempre são observadas melhorias no desempenho dos suínos (LAHAYE e BARRIOS, 2018; BOGOTA *et al.*, 2019; CRUZ *et al.*, 2020). Segundo Cruz *et al.* (2020) a adição de complexos enzimáticos melhora o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, extrato etéreo e energia digestível da dieta. Enquanto Kim *et al.*

(2003) alegam que a falta de resposta com o uso de carboidrases na fase de creche estariam relacionadas à baixa ingestão diária de ração nas primeiras três semanas após o desmame e à baixa inclusão de farelo de soja nas dietas pré-iniciais (20 e 25%), principal ingrediente dietético fornecedor de substrato para ação dessas enzimas.

Dessa forma, os baixos níveis de polissacarídeos não amiláceos fornecidos pela formulação a base de milho e farelo de soja poderiam estar relacionados à ausência de resposta frente à adição de complexos enzimáticos contendo protease, amilase e celulase (O'NEILL *et al.*, 2012). Por conseguinte, a suplementação da dieta com enzimas tem melhores resultados frente a matérias-primas com menor digestibilidade para os suínos permitindo seu uso em dietas para leitões em crescimento (SILVA *et al.*, 2016; PALHARES *et al.*, 2019).

Leitões alimentados com dietas pré-iniciais contendo proteases (125g ton⁻¹) incorporadas *on top* apresentaram resultados melhores de desempenho até 42 dias de vida quando comparado ao grupo que recebeu ração sem enzimas (LAHAYE e BARRIOS, 2018), leitões mais jovens tendem a apresentar maior resposta a suplementação enzimática devido ao trato digestivo e sistemas enzimáticos menos desenvolvidos quando comparados a animais mais velhos (DIEBOLD *et al.*, 2004; JACELA *et al.*, 2010). Neste sentido a adição do complexo enzimático na fase de creche contribuiu para o melhor desenvolvimento dos leitões, fazendo com que alcançassem peso final semelhante ao grupo controle que iniciou o experimento com peso significativamente maior, resultados positivos também são observados quando as dietas adicionadas de enzimas têm matriz nutricional ajustada, permitindo a redução de nutrientes, como energia, aminoácidos, cálcio e fósforo, reduzindo custos, porém, sem implicar prejuízos ao desempenho (BOGOTA *et al.*, 2019).

Os efeitos da adição de complexos enzimáticos à dieta de leitões podem ser influenciados pela forma de apresentação da dieta, farelada ou peletizada. Segundo Cruz *et al.* (2020) a adição de complexo enzimático (xilanasase 20,000 U g⁻¹; amilase 120,000 U g⁻¹; celulase 800,000 U g⁻¹; β-glucanase 7,500 U g⁻¹; mananase 250 U g⁻¹; protease 1,400 U g⁻¹ e fitase 1,000 U g⁻¹) na ração pré-inicial de leitões na forma farelada melhorou a digestibilidade aparente da dieta. Quando o uso de enzimas foi combinado à peletização observou-se melhora adicional da energia digestível e da digestibilidade aparente de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo devido a maior exposição dos nutrientes à ação enzimática conferida pelo processo de peletização. Neste estudo foram utilizadas rações fareladas, apresentação que não favoreceu a uma maior ação enzimática.

Outro fator que pode influenciar a ação da enzima é o tamanho das partículas na dieta farelada. Um dos efeitos propostos da adição de enzimas exógenas é a quebra do alimento em partículas menores, permitindo uma melhor ação das enzimas endógenas (VUKMIROVIĆ *et al.*, 2017). O experimento foi conduzido com um menor tamanho de partícula era preconizado para as raças de leitões. Dessa forma, é provável que o efeito das enzimas exógenas tenha sido limitado pelo aumento da exposição dos nutrientes causada pela quebra dos componentes da parede celular durante a moagem (JACELA *et al.*, 2010).

CONCLUSÕES

A inclusão do complexo enzimático *on top* a 5% em dietas para leitões não influenciou parâmetros de desempenho na maternidade, no entanto, favoreceu a recuperação de leitões desmamados com menor peso, fazendo com que esses obtivessem um peso satisfatório ao final da fase de creche.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.F.; LOPES, E.L.; NUNES, R.C.; MATOS, M.P.C.; PASCOAL, L.M.; FREIRE, R.V.C.; FIORAVANTI, M.C.S. Diferentes fontes de ferro na prevenção da anemia ferropriva e no desempenho de leitões lactentes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.5, p.1381-1389, 2016.
- ARAÚJO FILHO, F.R.P.; FORTES, B.D.A.; DA SILVA, B.P.A.; DE OLIVEIRA, I.P.; DE PINHO COSTA, K.A.; DE CASTRO, W.A. Exogenous enzymes in pig diets on growth phase and termination. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.185-195, 2017.
- ASSIMAKOPOULOS, S.F.; SCOPA, C.D.; VAGIANOS, C.E. Pathophysiology of increased intestinal permeability in obstructive jaundice. **World Journal of Gastroenterology**, v.13, n.48, p.6458-6464, 2007.
- BOGOTA, K.S.J.; SANCHEZ, C.; IBAGON, J.; JLALI, M.; COZANNET, P.; PREYNAT, A.; WOYENGO, T.A. Growth performance and nutrient digestibility of multi-enzyme-supplemented low-energy and-amino acid diets for growing and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.97, supl.2, p.69-70, 2019.
- CARDOSO, D.; LARA, L.J.C.; MIRANDA, D.J.A.; POMPEU, M.A.; MACHADO, A.L.C.; DE QUEIROZ MATIAS, C.F. Uso de enzimas exógenas na avicultura: uma visão crítica. **Boletim de Indústria Animal**, v.67, n.2, p.191-198, 2010.
- CRUZ, T.A.; STRESSER, A.C.P.; OLIVEIRA, S.G.; ALMEIDA, L.M.; SANTOS, M.C.; FÉLIX, A.P. Exogenous enzymes and pelleting increase diet digestibility of piglets. **Archives of Veterinary Science**, v.25, n.1, p.87-94, 2020.
- DIEBOLD, G.; MOSENTHIN, R.; PIEPHO, H.P.; SAUER, W.C. Effect of supplementation of xylanase and phospholipase to a wheat-based diet for weanling pigs on nutrient

digestibility and concentrations of microbial metabolites in ileal digesta and feces. **Journal of Animal Science**, v.82, n.9, p.2647-2656, 2004.

JACELA, J.Y.; DRITZ, S.S.; DEROUCHÉY, J.M.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSON, J.L. Effects of supplemental enzymes in diets containing distillers dried grains with solubles on finishing pig growth performance. **The Professional Animal Scientist**, v.26, n.4, p.412-424, 2010.

KIM, S.W.; KNABE, D.A.; HONG, K.J.; EASTER, R.A. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, v.81, n.10, p.2496-2504, 2003.

LÆRKE, H.N.; ARENT, S.; DALSGAARD, S.; BACH KNUDSEN, K.E. Effect of xylanases on ileal viscosity, intestinal fiber modification, and apparent ileal fiber and nutrient digestibility of rye and wheat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.93, n.9, p.4323-4335, 2015.

LAHAYE, L.; BARRIOS, M. Effects on nursery pig growth performance and economics of protease inclusion in feeds with and without matrix contribution. **Journal of Animal Science**, v.96, supl.3, p.332-333, 2018.

MORI, A.V.; KLUSS, J.; ZABIELSKI, R.; WOLINSKI, J.; GERAERT, P. Les enzymes modifient la physiologie intestinale chez le porcelet. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.39, n.139-142, 2007.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v.67, n.12, p.3352-3359, 1989.

O'NEILL, H.M.; LIU, N.; WANG, J.P.; DIALLO, A.; HILL, S. Effect of xylanase on performance and apparent metabolizable energy in starter broilers fed diets containing one maize variety harvested in different regions of china. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.25, n.4, p.515-523, 2012.

OWUSU-ASIEDU, A.; SIMMINS, P.H.; BRUFAU, J.; LIZARDO, R.; PERON, A. Effect of xylanase and β -glucanase on growth performance and nutrient digestibility in piglets fed wheat-barley-based diets. **Livestock Science**, v.134, n.1/3, p.76-78, 2010.

PAJOR, E.A.; FRASER, D.; KRAMER, D.L. Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. **Applied Animal Behaviour Science**, v.32, n.2/3, p.139-155, 1991.

PALHARES, L.O.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; FERREIRA, D.N.M.; LOURENÇO-SILVA, M.I.; COELHO, A.H.S.C.; LORENA-REZENDE, I.M.B.D.; LUDKE, M.D.C.M.M. Utilization of an enzyme complex in diets containing cottonseed cake for growing pigs. **Ciência Animal Brasileira**, v.20, p.1-11, 2019.

PATIENCE, J.F.; THACKER, P.A.; LANGE, C.F.M. **Feeding the suckling pig**. Swine Nutrition Guide, 2. ed. Prairie Swine Center, Saskatoon, Saskatchewan, 1995.

PEDERSEN, N.R.; AZEM, E.; BROZ, J.; GUGGENBUHL, P.; LE, D.M.; FOJAN, P.; PETTERSSON, D. The degradation of arabinoxylan-rich cell walls in digesta obtained from

piglets fed wheat-based diets varies depending on digesta collection site, type of cereal, and source of exogenous xylanase. **Journal of Animal Science**, v.90, suppl.4, p.149-151, 2012.

PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.D.; GEWEHR, C.E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural**, v.41, n.11, p.2014-2019, 2011.

REZENDE, I.M.B.D.; DUTRA JUNIOR, W.M.; REZENDE, F.M.D.; PALHARES, L.O.; LUDKE, M.D.C.M.M.; RABELLO, C.B.V. Digestibility of the cottonseed meal with or without addition of protease and phytase enzymes in swine diet. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.34, n.3, p.259-265, 2012.

RIBEIRO, T.; LORDELO, M.M.S.; PONTE, P.I.P.; MAÇÃS, B.; PRATES, J.A.M.; FONTES, M.A.; FALCÃO, L.; FREIRE, L.M.A.; FERREIRA, C.M.G.A.; FONTES, C.M.G.A. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, v.90, n.6, p.1245-1256, 2011.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais** (nº 636.5085 636.4085). Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

SIDO, A.; RADHAKRISHNAN, S.; KIM, S.W.; ERIKSSON, E.; SHEN, F.; LI, Q.; BHATE, V.; REDDIVARI, L.; VANAMALA, J.K. A food-based approach that targets interleukin-6, a key regulator of chronic intestinal inflammation and colon carcinogenesis. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.43, p.11-17, 2017.

SILVA, E.G.B.; MARINHO, A.L.; MOREIRA, J.A.; NOVAES, L.P.; DA SILVA, A.D.L.; MOTA, L.C. Bran palm giant with exogenous enzymes addition in pig nutrition on growth. **Acta Veterinária Brasília**, v.10, n.4, p.314-321, 2016.

TEODORO, S.M.; BERTO, D.A.; PADOVANI, C.R.; CHAVES, M.A.; PANIZZA, J.C. Leitões lactentes e desmamados alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.220, p.549-552, 2008.

VUKMIROVIĆ, Đ.; ČOLOVIĆ, R.; RAKITA, S.; BRLEK, T.; ĐURAGIĆ, O.; SOLÀ-ORRIOL, D. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition—A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.233, p.133-144, 2017.

YIN, J.; KIM, I.H. Effects of multi-enzyme supplementation in a corn and soybean meal-based diet on growth performance, apparent digestibility, blood characteristics, fecal microbes and noxious gas emission in growing pigs. **Korean Journal of Agricultural Science**, v.46, n.1, p.1-10, 2019.