

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA CONSUMO DE  
NUTRIENTES E DESEMPENHO DE LEITÕES EM  
FUNÇÃO DA INGESTÃO E PERÍODO DE  
SUPLEMENTAÇÃO DE LACTOSE**

**TAMIRIS ARIMATÉA LEAL**

**Mestrado**

**2021**

**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**TAMIRIS ARIMATÉA LEAL**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA CONSUMO DE NUTRIENTES E  
DESEMPENHO DE LEITÕES EM FUNÇÃO DA INGESTÃO E PERÍODO DE  
SUPLEMENTAÇÃO DE LACTOSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora

Prof<sup>a</sup>. Ph D. Ana Paula Del Vesco

Coorientadora

Prof<sup>a</sup>. Dra. Camilla Mendonça Silva

**SÃO CRISTOVÃO-SE**

**2021**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

L435e Leal, Tamiris Arimatéa.  
Equações de predição para consumo de nutrientes e desempenho de leitões em função da ingestão e período de suplementação de lactose / Tamiris Arimatéa Leal ; orientadora Ana Paula Del Vesco. – São Cristóvão, SE, 2021.  
35 f.; il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Suínos. I. Del Vesco, Ana Paula, orient. II. Título.

CDU 636.4

**TAMIRIS ARIMATÉA LEAL**

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA CONSUMO DE NUTRIENTES E  
DESEMPENHO DE LEITÕES EM FUNÇÃO DA INGESTÃO E PERÍODO DE  
SUPLEMENTAÇÃO DE LACTOSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Aprovada em 27 de setembro de 2021.

Gregório Murilo de Oliveira Júnior  Assinado de forma digital por Gregório Murilo de Oliveira Júnior  
Dados: 2021.10.17 17:30:14 -03'00'

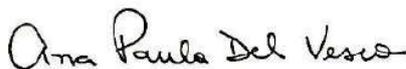
---

Prof. Dr. Gregório Murilo de Oliveira Júnior  
(UFS)

Documento assinado digitalmente  
 Valdir Ribeiro Junior  
Data: 15/10/2021 21:30:02-0300  
Verifique em <https://verificador.jf.br>

---

Prof. Dr. Valdir Ribeiro Junior  
(UFS – Campus Sertão)



---

Profª. Ph D. Ana Paula Del Vesco  
(Orientadora – UFS)

Documento assinado digitalmente  
 Camilla Mendonça Silva  
Data: 18/10/2021 08:12:46-0300  
Verifique em <https://verificador.jf.br>

---

Profª. Dra. Camilla Mendonça Silva  
(Coorientadora – UFS)

**SÃO CRISTOVÃO-SE  
2021**

A Deus por toda companhia e força em  
minha caminhada.

A minha família por todo amor, confiança  
e incentivo.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao universo, por só me devolver de verdade tudo que emana. A São José, pela força e pela fé que me guia e me leva as graças da vida. A minha mãe, que é meu maior exemplo de fé, amor e perseverança, obrigada por tudo mainha.

Ao meu esposo, companheiro e amigo de todas as horas. Por me apoiar em cada escolha de minha vida, e me incentivar cada vez que pensei em desistir, pelo amor e parceria. Obrigada amor.

A minha família pelo apoio e amor mesmo distantes nessa etapa final. Em especial aos meus irmãos e amigos Riba, Tati, Guinho e Juncras, pelas conversas aleatórias, pelo amor, pela amizade, por tudo que construímos até aqui. Quando nem eu acreditei em mim, vocês acreditaram. Amo vocês e sou grata ao universo por isso. E obrigada pelos sobrinhos lindos e incríveis que me fizeram feliz nesse período tenso (Duda, Beu, Laura e Lis – amo vocês meus pequenos).

Aos meus bffs Alana, Dika, Lua, Yarmin, Jorginho, Lalay, Piazinha, Fran, Lu, Pri, Rebeca, Barretuda, Duda, Jéssica, Junior, Rafa, João e Eric por cada palavrinha de apoio, carinho e força que vocês sempre me dão.

A empresa Asa Branca, pela confiança em meu trabalho e pela oportunidade de evoluir profissionalmente, em especial aos amigos que vou levar sempre comigo, Roberto, Liz, Fafá, Filipe e Rangel.

A minha orientadora Profa. Ana Paula pela gentileza até nas correções. A Profa. Camilla por me apresentar a metanálise e me ajudar com seus dados e explicações. Ao Prof. Gladston por ter me dito que era possível concluir o mestrado mesmo com minha mudança, se não fosse o senhor meu mestrado estaria cancelado. A Luiz que sempre esteve a postos para ajudar. E a todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui de alguma forma, meu muito obrigada.

As amigas que o mestrado me deu da turma anterior Alany e Iza por todos os momentos, ajudas e experiência passada. As minhas meninas Ângela, Ray e Ladi por todas as trocas, palavras de incentivo e sentimentos compartilhados. Obrigada meninas, estamos juntas na alegria e no desespero.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa a mim concedida e ao PROMOB – Programa de Estímulo a Mobilidade e ao Aumento da Cooperação Acadêmica de Pós-Graduação em Sergipe pelo apoio ao PPIZ e nas missões de ensino.

A todos que de alguma forma contribuíram nessa caminhada, meu muito obrigada!

## **BIOGRAFIA**

TAMIRIS ARIMATÉA LEAL, filha de Ana Zélia Arimatéa Roza e Nicanor Oliveira Leal Sobrinho, casada com Adilson Vieira dos Santos Junior, nasceu em Aracaju, estado de Sergipe no dia 23 de agosto de 1990.

Cursou graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Sergipe, no período de 2009 a 2014.

Trabalhou no período de 2014 a 2020, na empresa Teresa Cristina Brito Vilas Boas, em São Cristóvão, estado de Sergipe, onde atuou na área de formação.

Em agosto de 2019, iniciou o mestrado pelo Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe e da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na área de pesquisa Biotecnologias na Produção Animal, sob orientação da Professora Ph D. Ana Paula Del Vesco.

Em setembro de 2021, submeteu-se à banca examinadora para defesa de mestrado.

## Sumário

Lista de tabelas.....	i
Artigo: Equações de predição para consumo de nutrientes e desempenho de leitões em função da ingestão e período de suplementação de lactose	
Resumo.....	1
Abstract.....	3
Introdução.....	4
Materiais e métodos.....	6
Seleção de dados.....	6
Procedimento meta-analítico .....	9
Resultados.....	10
Discussão .....	12
Conclusão .....	16
Referências .....	16

**Lista de tabelas**

Artigo – Equações de predição para consumo de nutrientes e desempenho de leitões em função da ingestão e período de suplementação de lactose

Tabela 1. Características das pesquisas utilizadas na metanálise.....8

Tabela 2. Composição calculada das dietas utilizadas nos estudos de nutrientes em leitões desmamados.....10

Tabela 3. Consumo de nutrientes calculado das dietas utilizadas nos estudos de nutrientes e as variáveis de desempenho dos leitões desmamados.....11

Tabela 4. Equações de regressão linear múltipla em função do consumo de lactose e dias de suplementação na dieta dos leitões desmamados.....12

Manuscrito Redigido sob as diretrizes de Annals of Animal Science

**Equações de predição para consumo de nutrientes e desempenho de leitões em função da ingestão e período de suplementação de lactose**

Tamiris Arimatéa Leal<sup>1</sup>, Camilla Mendonça Silva<sup>1</sup>, Ana Paula Del Vesco<sup>1</sup>, Valdir Ribeiro Junior<sup>2</sup>, Gregório Murilo de Oliveira Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, S/N, Jardim Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

**Resumo**

O desmame precoce é uma fase crítica na vida dos leitões, sendo essencial o consumo de nutrientes de maior digestibilidade e que auxiliem a transpor esta fase, assegurando o melhor desempenho. Dessa forma, objetivou-se ajustar equações de regressão linear com os efeitos da ingestão de lactose e dias de suplementação para predizer consumo de nutrientes e desempenho de leitões desmamados. Para isso, foi utilizado a metodologia da metanálise com os dados de pesquisas disponíveis. A base de dados utilizada foi produzida a partir de artigos científicos publicados (2002-2021), foram eleitos os artigos que utilizaram dietas para leitões contendo lactose em sua composição, assim foram selecionados 20 publicações, 24 dietas, 749 leitões com peso inicial de  $6,11 \text{ kg} \pm 0,69$  e idade de  $20,79 \pm 0,72$  dias de vida. O consumo de lactose nos estudos variou de 7,62 a 90,58 g/dia, com consumo médio de 42,86 g/dia, e os dias de suplementação de  $15,25 \pm 2,80$ . De acordo com os resultados, as equações:  $Y = -0,06 + \text{CONS. LAC (0,001608) + DS (0,0233)}$ ;  $Y = -1,933 + \text{CONS. LAC (0,00173) + DS (0,446)}$ ;  $Y = -228,6 + \text{CONS. LAC (0,867) + DS (86,59)}$  e  $Y = 0,0742 + \text{CONS. LAC (0,0007) + DS (0,009)}$ , poderão ser utilizadas para predizer respectivamente o consumo de ração (kg/dia)( $R^2=0,59$   $P=0,001$ ), consumo de lisina (g/dia)( $R^2=0,57$   $P=0,002$ ), consumo de energia metabolizável (Mcal/dia)( $R^2=0,57$   $P=0,002$ ) e ganho de peso (kg/dia)( $R^2=0,37$   $P=0,0104$ )

de acordo com o consumo de lactose e os dias de suplementação de cada sistema de criação.

**Palavras-chave:** desempenho, lactose, nutrição, revisão sistemática, suinocultura;

## **Prediction equations for nutrient intake and piglet performance as a function of lactose intake and supplementation period**

Tamiris Arimatea Leal<sup>1</sup>, Camilla Mendonça Silva<sup>1</sup>, Ana Paula Del Vesco<sup>1</sup>, Valdir Ribeiro Junior<sup>2</sup>, Gregório Murilo de Oliveira Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Federal University of Sergipe, Avenida Marechal Rondon, S/N, Jardim Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brazil

<sup>2</sup>Nucleus for Animal Science, Federal University of Sergipe, Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brazil

### **Abstract**

Early weaning is a critical stage in the life of piglets, and it is essential to consume more digestible nutrients that help to overcome this stage, ensuring better performance. Thus, the objective was to adjust linear regression equations with the effects of lactose intake and days of supplementation to predict nutrient intake and performance of weaned piglets. For this, the methodology of meta-analysis was used with available research data. The database used was produced from published scientific articles (2002-2021), the articles that used diets for piglets containing lactose in their composition were chosen, so 20 publications were selected, 24 diets, 749 piglets with initial weight of  $6.11 \text{ kg} \pm 0.69$  and age of  $20.79 \pm 0.72$  days of life. The consumption of lactose in the studies ranged from 7.62 to 90.58 g/day, with a mean consumption of 42.86 g/day, and the days of supplementation of  $15.25 \pm 2.80$ . According to the results, the equations:  $Y = -0.06 + \text{INT. LAC} (0.001608) + \text{DS} (0.0233)$ ;  $Y = -1.933 + \text{INT. LAC} (0.00173) + \text{DS} (0.446)$ ;  $Y = -228.6 + \text{INT. LAC} (0.867) + \text{DS} (86.59)$  and  $Y = 0.0742 + \text{INT. LAC} (0.0007) + \text{DS} (0.009)$ , can be used to respectively predict feed intake (kg/day)( $R^2=0.59$   $P=0.001$ ), lysine intake (g/day)( $R^2=0.57$   $P=0.002$ ), consumption of metabolizable energy (Mcal/day)( $R^2=0.57$   $P=0.002$ ) and weight gain (kg/day)( $R^2=0.37$   $P=0.0104$ ) according to lactose consumption and days of supplementation for each rearing system.

**Keywords:** performance, lactose, nutrition, systematic review, pig farming;

## **Introdução**

A intensificação da produção de suínos proporcionou uma antecipação da idade de desmame, hoje realizada precocemente, com o intuito de aumentar o número de partos por porca ao ano (Molino e Balbino, 2010). O desmame precoce é considerado um dos períodos mais críticos na vida dos suínos, que está associado principalmente à troca da alimentação líquida para a alimentação sólida, ao baixo consumo e digestão de ração e ao aumento da suscetibilidade a doenças, o que afeta negativamente o crescimento (Quadros et al., 2002; Lopes et al., 2007; Molino e Balbino, 2010; Jiao et al., 2014; e Zou et al., 2019). Durante o desmame, a composição da dieta dos leitões muda drasticamente, uma vez que o leite de porca é substituído por uma dieta com maior nível de matéria seca (Vente-Spreuwenberg et al., 2003).

A insuficiência de enzimas digestivas nessa fase de desenvolvimento dos leitões resulta em baixa digestão dos nutrientes (Corassa et al., 2006). De acordo com Lindemann et al. (1986), os leitões aos 21 dias de idade apresentam o sistema digestivo em desenvolvimento e, à medida que o nível de lactase reduz, ocorre aumento gradual no nível de outras enzimas digestivas, as quais atingem um grau de atividade satisfatório por volta dos 42 dias de idade. Para Bertol et al. (2000) isto faz com que a capacidade dos leitões para digerir amido, sacarose e óleos vegetais ainda seja limitada aos 21 dias de idade, sendo necessário incluir na dieta proporções adequadas das fontes de carboidratos que os leitões estão mais aptos a digerir, entre os quais a lactose se destaca.

O trato intestinal dos leitões também requer suporte nutricional para seu crescimento e desenvolvimento. Nos últimos anos, os aminoácidos foram reconhecidos como nutrientes importantes que promovem o desenvolvimento intestinal e a saúde dos leitões. A fim de obter a função ideal do intestino, são necessárias vilosidades longas. No entanto, dietas com altos níveis de soja possuem altos fatores antinutricionais que podem

causar atrofia nas vilosidades. Diminuir os níveis de proteína na dieta têm se mostrado uma estratégia nutricional para melhorar a estrutura intestinal e as funções dos leitões desmamados, mas pode resultar em fornecimento insuficiente de aminoácidos e prejudicar o desempenho de crescimento dos leitões (Bergesen et al., 2009; Levesque et al., 2017; Naberhuis et al., 2017; Williams et al., 2014).

A lactose é uma dessas alternativas, adicionada às rações, minimiza os impactos no desempenho desses animais, melhorando a palatabilidade, o consumo e a digestão (Bertol et al., 2000). De acordo com NRC (2012), a lactose está presente apenas no leite, e é, portanto, incluída em dietas para leitões por meio de coprodutos lácteos como leite em pó desnatado, soro em pó, permeado de soro de leite, soro líquido ou lactose purificada.

Períodos de suplementação de lactose variam de acordo com a realidade dos sistemas de produção, 14 dias (Bertol et al., 2000; Soares et al., 2020), 21 dias (Lopes et al., 2007; Lopes et al., 2005) e até 49 dias (Quisirumbay-Gaibor et al., 2017), demonstrando que não há uma padronização nos dias de suplementação e que o mesmo varia de acordo com a realidade de cada sistema de criação. Diversos estudos, como os desenvolvidos por Trindade Neto et al. (2002); Bertol et al. (2000); Valente Júnior et al. (2021) e Molino et al. (2011), são realizados com o intuito de avaliar o desempenho de leitões desmamados, alimentados com rações contendo lactose, o que fornece um grande volume de informações científicas.

A partir dessas pesquisas pode ser realizada uma metanálise; procedimento que combina resultados de vários estudos para fazer uma síntese reproduzível e quantificável dos dados, permite produzir informação útil com custos reduzidos e é uma ferramenta importante para mostrar áreas onde a evidência disponível é insuficiente e onde são necessários novos estudos (Lovatto et al., 2007). Por esta razão, através da atualização dos bancos de dados, a metanálise pode contribuir na aplicação prática de níveis,

momento ideal e uso racional destes aditivos alimentares para leitões no pós-desmame e creche (Oelke et al., 2020).

A análise de regressão é a técnica mais adequada quando se deseja investigar simultaneamente os efeitos que várias variáveis independentes poderão causar na variável dependente, descrevendo através de um modelo matemático as relações existentes entre essas variáveis, a partir de  $n$  observações dessas variáveis (Oliveira Filho, 2002). De acordo com Cunha (2018), o objetivo da análise de regressão múltipla é estabelecer uma equação que possa ser utilizada para prever os valores das variáveis dependentes  $Y$ , considerando as diversas variáveis independentes  $X_i$ .

Portanto o objetivo do presente estudo foi prever equações, considerando o consumo de lactose e os dias de suplementação para estimar a necessidade de nutrientes e avaliar o desempenho dos leitões na fase de desmame por meio de uma metanálise com os dados de pesquisas disponíveis.

## **Materiais e métodos**

### **Seleção de dados**

Uma metanálise foi produzida com base em dados de artigos científicos com leitões na fase de desmame. A metodologia para a definição das variáveis dependentes e independentes dos dados e sua codificação seguiu as proposições descritas por Lovatto et al. (2007).

Os trabalhos elegíveis para compor o banco de dados atenderam os seguintes critérios de inclusão: estudos que apresentaram a composição centesimal das rações experimentais, estudos contendo lactose ou fontes de lactose nas dietas experimentais para leitões desmamados entre o décimo nono e o vigésimo primeiro dia de vida e estudos que apresentaram dados de desempenho produtivo (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Uma abrangente pesquisa da literatura científica foi conduzida nas

seguintes bases de dados: PubMed, Portal Periódicos CAPES, Google Scholar, Web of Science e Mendeley Web Importer. As palavras chaves utilizadas foram “weaned piglets” (leitões desmamados), “whey” (soro de leite), “whey powder” (soro de leite em pó), “dried whey” (soro seco), “skimmed milk” (leite desnatado), “lactose” (lactose) e “feed” (alimento). Ainda foram identificados outros estudos através das listas de referências dos artigos revisados. No total, 177 estudos publicados entre 2002 e 2021 foram encontrados, no entanto apenas 20 artigos atenderam todos os critérios de inclusão e foram adicionados ao banco de dados final (Tabela 1).

Ao total foram avaliadas características de desempenho de 749 leitões desmamados aos  $20,79 \pm 0,72$  dias de idade, com peso médio inicial de  $6,11 \text{ kg} \pm 0,69$ . Contendo um total de 24 dietas experimentais com fornecimento de lactose por  $15,25 \pm 2,80$  dias.

Os níveis nutricionais de lactose, proteína bruta, lisina digestível, metionina + cistina digestível, treonina digestível, triptofano digestível, arginina e a energia metabolizável utilizados nas dietas foram estimados com base na composição centesimal das dietas experimentais apresentadas e de acordo com a composição nutricional dos alimentos utilizados por Rostagno et al. (2011) e Rostagno et al. (2017).

Foram consideradas como variáveis respostas: consumo de ração diário (CRD), consumo de energia metabolizável, consumo de proteína bruta, consumo de lisina digestível, consumo de metionina + cistina, consumo de treonina digestível, consumo de triptofano digestível e consumo de arginina digestível. Também foram avaliadas variáveis de desempenho dos leitões desmamados como: peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA).

Tabela 1. Artigos científicos utilizados na metanálise e características elegidas

Animais	Número de animais	Idade ao desmame	Nível de lactose (%)	Dias de suplementação
Trindade Neto et al. (2002)	20	22	20,0	20
Teixeira et al. (2003)	18	21	6,00	14
Mahan et al. (2004)	6	21	13,00	14
Mahan et al. (2004)	45	21	24,90	14
Pierce et al. (2005)	18	21	11,70	14
Freitas et al. (2006)	21	21	11,20	17
Lopes et al. (2007)	32	21	11,70	14
Cromwell et al. (2008)	40	19	20,15	14
Cromwell et al. (2008)	36	19	17,20	14
Scandorela et al. (2008)	12	21	14,70	14
Tse et al. (2010)	18	21	7,80	14
Augusto et al. (2011)	15	21	9,80	14
Costa et al. (2011)	24	21	7,70	14
Hauptli et al. (2012)	10	21	7,70	15
Molino et al. (2012)	18	21	7,80	14
Silva et al. (2012)	24	21	7,00	10
Fernandes e Miranda (2013)	10	21	7,00	21
Carvalho et al. (2014)	56	21	14,00	21
Pivetta et al. (2014)	12	21	9,80	14
Tucci et al. (2014)	24	21	11,50	17
Soares et al. (2020)	16	21	14,00	14
Soares et al. (2020)	144	21	7,85	14
Valente Júnior et al. (2021)	10	21	14,00	21
Valente Júnior et al. (2021)	120	21	7,86	14

### Procedimento meta-analítico

Os resultados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS OnlineDoc®Version 9.1.3 (2010). A pressuposição de normalidade dos dados foi verificada através do teste Shapiro-Wilk, cuja hipótese de nulidade indicou distribuição normal dos dados, assim como foram identificados “*outliers*” visando detectar observações discrepantes através dessa análise, também foi possível obter uma visão geral sobre a consistência e heterogeneidade dos dados.

Foi aplicada uma correlação de Pearson, para analisar a relação entre o consumo de lactose (g/dia) e os dias de suplementação, com as variáveis respostas analisadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no SAS (2010) com 5% de significância estatística. Os dados obtidos das dietas foram analisados utilizando teste t para um intervalo de confiança de 95%.

Para estimar os possíveis efeitos do consumo de lactose das dietas sobre as variáveis respostas, foi aplicada uma análise de regressão múltipla com o consumo de lactose ( $\text{g dia}^{-1}$ ), e os dias de suplementação como variáveis independentes. A equação foi obtida por um modelo estatístico do tipo análise de variância-covariância:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$ : representa as variáveis dependentes;  $\beta_0$ : representa o coeficiente linear;  $\beta_1$  e  $\beta_2$ : representam os coeficientes das variáveis independentes;  $X_1$  e  $X_2$ : representam as variáveis independentes;  $\varepsilon_{ij}$ : representa o resíduo aleatório associado a cada  $Y_{ij}$ .

## Resultados

Os níveis nutricionais das dietas foram calculados de acordo com a composição das dietas do banco de dados (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição calculada das dietas utilizadas nos estudos de nutrientes em leitões desmamados

Variáveis	Dietas	Média	Mínimo	Máximo	DPR	CV	IC 95%
EM	24	3.090,8	2.267,36	3.392,67	266,30	8,61	2978,4-3203,3
Lactose %	24	11,8	6,00	24,90	4,87	41,11	9,7-13,9
PB %	24	19,8	12,73	22,66	2,65	13,36	18,6-20,9
Lisina dig.	24	1,3	0,77	1,75	0,23	17,49	1,26-1,46
Met + cist dig.	24	0,7	0,42	0,98	0,12	17,25	0,65-0,76
Treonina dig.	24	0,8	0,54	1,07	0,13	14,56	0,78-0,88
Trip. dig.	24	0,2	0,12	0,31	0,04	17,55	0,22-0,26
Arginina dig.	24	1,1	0,67	1,34	0,17	15,68	1,06-1,21

DPR - Desvio padrão residual; CV - Coeficiente de variação; IC - Intervalo de confiança; EM - Energia metabolizável (kcal/kg); PB - Proteína Bruta; Met+Cist dig. - Metionina + cistina digestível.

O consumo dos nutrientes das dietas utilizadas foi calculado de acordo com a composição nutricional dos alimentos recomendados por Rostagno (2011 e 2017), utilizando para os trabalhos de 2002 à 2016 as recomendações de 2011, e para os trabalhos de 2017 à 2021 as recomendações de 2017 (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumo de nutrientes calculado das dietas utilizadas nos estudos de nutrientes e as variáveis de desempenho dos leitões desmamados

Consumo de nutrientes							
Variáveis	Nº de dietas	Média	Mínimo	Máximo	DPR	CV	IC
Lac.	24	42,86	7,62	90,58	21,56	50,31	33,70-51,90
EM	24	1.135,02	517,43	1933,0	341,8	30,11	990,60-1279,30
PB,	24	73,16	33,21	142,77	24,50	33,49	62,82-83,53
Lisina dig.	24	5,03	2,66	9,45	1,72	34,29	4,30-5,75
Met+cist dig.	24	2,56	1,16	4,94	0,87	33,90	2,19-2,92
Treo. dig.	24	3,01	1,37	5,08	0,83	27,52	2,66-3,36
Trip. dig.	24	0,91	0,44	1,64	0,29	31,31	0,79-1,03
Arginina dig.	24	4,26	1,99	8,70	1,49	34,88	3,63-4,89
Desempenho dos leitões							
PI, kg	24	6,10	4,14	7,88	0,68	11,24	3,81-6,39
PF, kg	24	10,06	5,86	12,74	1,87	18,61	9,27-10,85
CR, kg/dia	24	0,350	0,127	0,647	0,119	33,24	0,308-0,408
GP, kg/dia	24	0,254	0,052	0,340	0,070	30,28	0,22-0,28
CA, CR:GP	24	2,44	1,11	2,54	0,33	23,23	1,31-1,60

DPR - Desvio padrão residual; CV - Coeficiente de variação; IC - Intervalo de confiança; EM - Energia metabolizável (kcal/kg); PB - Proteína Bruta %; Met+Cis dig. - Metionina + cistina digestível %; Treo dig. – Treonina digestível %; Trip. dig. - Triptofano digestível %; PI - Peso inicial; PF - Peso final; CR - Consumo de ração; GP - Ganho de peso; CA, CR:GP - Conversão alimentar, Consumo de ração: Ganho de peso.

A partir da regressão linear múltipla foi possível ajustar equações para prever os consumos de nutrientes e desempenhos dos leitões desmamados, utilizando as variáveis independentes consumo de lactose e dias de suplementação (Tabela 4).

Tabela 4 – Equações de regressão linear múltipla em função do consumo de lactose e dias de suplementação na dieta dos leitões desmamados

Variáveis	Equações	R <sup>2</sup>	AIC	Nível de significância
CR	Y = -0,06 + CONS. LAC (0,001608) + DS (0,0233)	0,59	-126,5	**
Cons. PB	Y = -25,20 + CONS. LAC (0,20357) + DS (5,837)	0,63	129,1	***
Cons. Lisina	Y = -1,933 + CONS. LAC (0,00173) + DS (0,446)	0,57	8,2	**
Cons. Met.+Cis.	Y = -0,8147 + CONS. LAC (0,006) + DS (0,2006)	0,59	-22,2	**
Cons. Treo	Y = 0,1560 + CONS. LAC (0,0104) + DS (0,1561)	0,53	-20,9	**
Cons. Tript	Y = -0,1714 + CONS. LAC (0,0001) + DS (0,0676)	0,53	-70,0	**
Cons. Arg	Y = -1,346 + CONS. LAC (0,005) + DS (0,3511)	0,52	6,3	**
Cons. EM	Y = -228,6 + CONS. LAC (0,867) + DS (86,59)	0,57	256,7	**
GP	Y = 0,0742 + CONS. LAC (0,0007) + DS (0,009)	0,37	-130,9	*
CA, (CR:GP)	Y = 0,983 + CONS. LAC (-0,0017) + DS (0,0335)	0,08	---	ns

AIC – Critério de akaike; CONS. LAC – Consumo de lactose (g/dia); DS – Dias de suplementação (dia); CR, GP, CA (CR:GP) – como na Tabela 3; Cons. PB – Consumo de proteína bruta (g/dia); Cons. Met+cis – Consumo de metionina+cistina (g/dia); Cons. Treo – Consumo de treonina (g/dia); Cons. Tript – Consumo de triptofano (g/dia); Cons. Arg – Consumo de arginina (g/dia); Cons. EM – Consumo de energia metabolizável (Mcal/dia); \* – P<0.05; \*\* – P<0.01; \*\*\* – P<0.001; ns – não significativo.

## Discussão

Em nosso trabalho a análise metanalítica dos dados demonstrou que o consumo de lactose associado ao período de suplementação, exercem influência sobre as variáveis respostas analisadas no presente estudo. A partir da regressão múltipla foi possível identificar a relação linear entre cada variável dependente e as variáveis independentes.

Os níveis de lactose nos estudos variaram de 6,00 a 24,90%, com valores médios de 11,85% (IC 95% 9,7 – 13,9), e uma ingestão média de 42,86 g/dia. Além disso, as dietas continham valores médios de 19,80% de proteína bruta, 1,36% de lisina digestível, 0,70% de metionina + cistina digestível, 0,83% de treonina digestível, 0,24% de

triptofano digestível, 1,14% de arginina digestível e 3.090,87 kcal/kg de energia metabolizável.

A partir desses resultados, é possível observar uma grande variação dos níveis de lactose nas dietas para leitões desmamados. Também ocorrem variações nas recomendações de Rostagno et al. (2017) em função da idade de desmame, o nível prático a se ofertar para leitões em crescimento na fase inicial é de 12% e o nível máximo é de 20%. Blas et al. (2013) recomenda valor mínimo de lactose de acordo com o peso do leitão, 14% de lactose para leitões entre 5 e 7 kg, 8% de lactose para leitões entre 7 e 12 kg e de 0 a 2% de lactose para leitões de 12 a 22 kg.

É conveniente usar níveis moderados à altos de lactose em rações pré iniciais devido a produção da enzima lactase ser abundante no organismo dos leitões e em função disso ser mais digestível e beneficiar o consumo voluntário. Entretanto, a partir de 12kg de peso vivo, o uso desses ingredientes de alto valor agregado pode não se justificar, principalmente em propriedades com manejo e sanidade adequados (Blas et al., 2013). A decisão sobre qual nível de lactose deve ser utilizado nas dietas de desmame deve também considerar o cálculo econômico, sendo que o custo adicional da ração com lactose consumida durante toda a fase de creche não poderá ser superior ao valor recebido pelo peso produzido a mais em cada nível de inclusão de lactose (Bertol et al., 2000).

A ingestão de alimentos é um dos fatores que limitam o desempenho após o desmame, as dietas iniciais tendem a ser mais concentrada em energia e tem ingredientes com maior digestibilidade em relação às dietas dos demais estágios da produção de suínos (Rostagno et al., 2017). De acordo com Bertol et al. (2000), o aumento no ganho de peso diário obtido na primeira fase do seu experimento, com o acréscimo dos níveis de lactose da dieta, ocorreu principalmente em consequência do aumento no consumo de ração

diário, indicando que a lactose atua como palatilizante que estimula o consumo de ração.

No banco de dados do presente estudo, o consumo de ração dos leitões desmamados variou de 0,127 a 0,647 kg/dia, com uma média de 0,350 kg/dia, com consumo médio de lactose de 42,86 g/dia. De forma complementar, os estudos mostraram valores médios de ingestão de 1.135,02 kcal/kg de energia metabolizável, 73,16 g/dia de proteína bruta, 5,03 g/dia de lisina digestível, 2,56 g/dia de metionina + cistina digestível, 3,01 g/dia de treonina digestível e 0,91 g/dia de triptofano digestível e 4,26 g/dia de arginina digestível. Essas médias de valores são menores do que as recomendações para exigências nutricionais apresentadas por Rostagno et al. (2017), em que leitões com 5,5 a 9,0 kg devem consumir em média 1.343 kcal/kg de energia metabolizável, 0,395 kg/dia de ração, 5,73 g/dia de lisina digestível e ter ganho de peso médio de 0,324 kg/dia. O consumo de ração adequado impulsiona um desmame menos crítico, já que a fase de desmame é o precursor para um bom desenvolvimento do leitão, o que o torna uma das variáveis mais importantes da fase de desmame.

Mahan e Lepine (1991) observaram que os menores pesos ao desmame foram determinantes sobre o desempenho das fases subsequentes, principalmente quando o desmame ocorreu com pesos entre 4,1 e 5,0 kg, comparados aos leitões que começaram a fase inicial entre 5,5 e 6,8 ou 7,3 a 8,3 kg de peso. Informação confirmada mais tarde por Lopes et al. (2007), que verificaram que o consumo de ração entre os leitões com peso ao desmame maior que 6,0 kg foi superior ( $p < 0,05$ ) aos de menor peso ao desmame ( $\leq 6,0$  kg), em que foi observado também redução no ganho de peso.

Fernandes e Miranda (2013) não verificaram diferença ( $p > 0,05$ ) no ganho de peso médio diário dos leitões, porém o menor consumo médio diário de ração foi observado para animais submetidos ao tratamento controle, ou seja, sem a inclusão de soro de leite,

fato este que acarretou melhor conversão alimentar para os animais submetidos a este tratamento ( $p < 0,05$ ). Molino et al. (2011) utilizaram níveis de lactose de 0, 4, 8 e 12% para leitões desmamados de 21 dias de idade a 35 dias e constataram que os níveis de lactose não influenciaram o desempenho dos leitões ( $p > 0,05$ ).

Por outro lado, Hauptli et al. (2005) confirmaram que a utilização de soro de leite em níveis de até 21% em dietas de leitões na creche melhora a conversão alimentar. Embora a energia metabolizável sofra redução com a inclusão do soro de leite, este resultado não afeta o desempenho dos leitões em níveis até 21%. Em um trabalho com leitões desmamados aos 19 dias de idade, Mahan et al. (2004) utilizaram dietas contendo de 10 à 35% de lactose nas duas primeiras semanas pós-desmame, e um nível fixo de 17% nas semanas seguintes (15 à 30 dias após o desmame). Os autores verificaram aumento linear no ganho de peso dos leitões de 0 a 7; 7 a 14 dias, e melhor conversão alimentar na primeira semana de desmame.

Fernandes e Miranda (2013) sugerem que o fato de o aumento no consumo médio diário de ração com adição de soro de leite não ter acarretado melhor conversão alimentar pode ser explicado pelo fato do soro de leite conter altos teores de leucina, o que pode ocasionar o antagonismo entre valina e a isoleucina que são classificados com aminoácidos de cadeia ramificada. O excesso de leucina na dieta determina a diminuição dos níveis de valina e isoleucina no sangue, associando a um crescimento lento.

De acordo com as equações é possível evidenciar a utilidade e aplicação da regressão linear múltipla como fonte de projeção do consumo de nutrientes e do desempenho dos leitões desmamados precocemente, baseando-se no consumo de lactose e nos dias de suplementação estabelecidos pelos produtores em períodos anteriores, criando a possibilidade de planejar uma dieta balanceada, com níveis de lactose durante o período de suplementação necessário para se obter um melhor resultado produtivo.

A equação de regressão múltipla é bastante prática e demonstra que a quantidade de lactose preconizados em função dos dias de suplementação está correlacionada com outros fatores nutricionais que vão além da definição dos níveis a serem incluídos na ração dos leitões, dentre elas a fonte de lactose fornecida na dieta, uma vez que essa metanálise foi realizada com estudos compostos por diferentes fontes de lactose.

### **Conclusão**

Tendo em vista a variabilidade no banco de dados desta metanálise, observamos que a partir da utilização das equações de predição é possível prever o consumo de nutrientes, de energia metabolizável e o desempenho de leitões a partir do consumo de lactose e período de suplementação para leitões nos pós desmame, e assim planejar uma suplementação recomendada para lotes futuros.

### **Referências**

- Augusto, R. M. N., Berto, D. A., Lo Tierzo, V., De Mello, G., Hauptli, L., Lucchesi, L. (2011). Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: Desempenho e morfometria intestinal. *Acta Sci. - Anim. Sci.*, 33: 41 – 46.
- Bergesen, Ø. S., Schjønby, H., Andersen, K.-J., e Schjerven, L. (2009). Intestinal Epithelial Function and Villus Surface Area in Rats with Bile Fistulae. *J. Escand. de Gastro.*, 22: 731 - 736.
- Bertol, T. M., Santos Filho, J. I., Ludke, J. V. (2000). Níveis de Suplementação com Lactose na Dieta de Leitões Desmamados. *R. Bras. Zootec.*, 29: 1387 - 1393.
- Blas, C., Gasa, J., Mateos, G. G. (2013). *Necesidades nutricionales para ganado porcino, Normas Fedna*. Fedna, Madrid, 2 ed., 109 pp.
- Carvalho, L. E., Watanabe, P. H., Ribeiro, J. C., Nepomuceno, R. C., Gomes, T. R., Oliveira, E. L. (2014). Níveis de farelo de coco em rações para leitões na fase de creche. *Arch. Zootec.*, 63: 25 – 34.

- Costa, L. B., Berenchein, B., Almeida, V. V., Tse, M. L. P., Braz, D. B., Andrade, C., Mourão, G. B., Miyada, V. S. (2011). Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de crescimento de leitões desmamados. *Arch. Zootec.*, 60: 687 – 698.
- Cromwell, G. L., Allee, G. L., Mahan, D. C. (2008). Assessment of lactose level in the mid- to late-nursery phase on performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 86: 127 – 133.
- Cunha, L. S. (2018). *Regressão Linear Múltipla*. UEL, Londrina, <http://www.uel.br/pessoal/lscunha/>.
- Fernandes, A. e Miranda, A. P. (2013). Performance and incidence of diarrhea in piglets fed with whey. *Arch. Zootec.*, 62: 589 – 594.
- Freitas, L. S., Lopes, D. C., Freitas, A. F., Carneiro, J. C., Corassa, A., Pena, S. M., Costa, L. F. (2006). Effects of feeding organic acids for piglets from 21 to 49 days old. *Rev. Bras. Zootec.*, 35: 1711 – 1719.
- Hauptli, L., Lovatto, P. A., Silva, J. H. S., Garcia, G. G., Brum Júnior, B. S., Oliveira, J. L. S. (2005). Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. *Ciência Rural.*, 35: 1161 – 1165.
- Hauptli, L., Berto, D. A., Augusto, R. M. N., Lo Tierzo, V., Moraes, K. M. C. M. T., Lucchesi, L. (2012). Níveis de maltodextrina na dieta de leitões desmamados aos 21 dias. *Anim. Sci.*, 34: 273 – 278.
- Jiao, L. F., Song, Z. H., Ke, Y. L., Xiao, K., Hu, C. H., Shi, B. (2014). Cello-oligosaccharide influences intestinal microflora, mucosal architecture and nutrient transport in weaned pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 195: 85 – 91.
- Lopes, E. L., Junqueira, O. M., Araújo, L. F., Nunes, R. C., Duarte, K. F. (2005). Fontes de Lactose, Níveis de Lisina Dietéticos e Peso dos Leitões ao Desmame. *R. Bras. Zootec.*, 34: 2340 - 2347.

- Levesque, C. L., Turner, J., Li, J., Wizzard, P., Pierre, B. S., Lim, D., Wales, P. (2017). In a Neonatal Piglet Model of Intestinal Failure, Administration of Antibiotics and Lack of Enteral Nutrition Have a Greater Impact on Intestinal Microflora Than Surgical Resection Alone. *J. Parenter. Enter. Nutr.*, 41: 938 – 945.
- Lindemann, M. D., Cornelius, S. G., El Kandelgy, S. M., Moser, R. L., Pettigrew, J. E. (1986). Effect of Age, Weaning and Diet on Digestive Enzyme Levels in the Piglet. *J. Anim. Sci.*, 62: 1298 – 1307.
- Lopes, E. L., Junqueira, O. M., Duarte, K. F., Nunes, R. C., Araújo, L. F. (2007). Soro de leite em pó e farinha de peixe+lactose em rações com dois níveis de proteína para leitões na fase inicial. *Ciência Anim. Bras.*, 8: 217 – 226.
- Lovatto, P. A., Lehnen, C. R., Andretta, I., Carvalho, A. D., Hauschild, L. (2007). Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. *R. Bras. Zootec.*, 36: 285 - 294.
- Mahan, D. C. e AJ, L. (1991). Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. *J. Anim. Sci.*, 69: 1370 – 1378.
- Mahan, D. C., Fastinger, N. D., Peters, J. C. (2004). Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. *J. Anim. Sci.*, 82: 2790 – 2797.
- Molino, J. P., e Balbino, E. M. (2010). Lactose em rações para leitões desmamados. *Rev. Elet. NutreTime*, 7: 1133 - 1149.
- Molino, J. P., Donzele, J. L., Oliveira, R. F. M., Ferreira, A. S., Moraes, C. A., Haese, D., Saraiva, A., Oliveira, J. P. (2011). Lactose levels in diets for piglets weaned at 21 days of age. *Rev. Bras. Zootec.*, 40: 1233 – 1241.
- Molino, J. P., Donzele, J. L., Oliveira, R. F. M., Saraiva, A., Haese, D., Fortes, E. I.,

- Souza, M. F. (2012). L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age. *Rev. Bras. Zootec.*, 41: 98 – 105.
- Naberhuis, J. K., Deutsch, A. S., Tappenden, K. A. (2017). Teduglutide-Stimulated Intestinal Adaptation Is Complemented and Synergistically Enhanced by Partial Enteral Nutrition in a Neonatal Piglet Model of Short Bowel Syndrome. *J. Parenter. Enter. Nutr.*, 41: 853 – 865.
- NRC. (2012). Nutrient requirements of swine. National Academy of Science. Washington, DC, 11 ed., 400 pp.
- Oelke, C. A. (2020). *Zootecnia: nutrição e produção animal*. Guarujá, SP, 1 ed., 363 pp.
- Oliveira Filho, M. L. (2002). *A Utilização da Regressão Linear Como Ferramenta Estratégica Para a Projeção dos Custos Produção*. IX Congresso Brasileiro de Custos - São Paulo, SP, Brasil, 13 - 15 out.
- Pierce, J. L., Cromwell, G. L., Lindemann, M. D., Russell, L. E., Weaver, E. M. (2005). Effects of spray-dried animal plasma and immunoglobulins on performance of early weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 83: 2876 – 2885.
- Pivetta, M. R., Berto, D. A., Amorim, A. B., Saleh, M. A. D., Pinheiro, D. F., Paulino, M. L. M. V., Pinto, J. P. A. N., Gonçalves, H. C. (2014). *Semina: Ciências Agrárias*, 35: 2129 - 2146. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4p2129>.
- Quadros, A. R. B., Kiefer, C., Henn, J. D., Scariot, G., Silva, J. H. S. (2002). Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. *Ciência Rural*, 32: 109 – 114.
- Quisirumbay-Gaibor, J., Delgado, L., Oña, C., Naranjo, A., Aragón, E. (2017). Productive performance of piglets fed with different sources of lactose. *African J. Pig Farming*, 5: 001 – 003.
- Rostagno H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D.

- C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., Euclides, R. F. (2011). Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. UFV, Viçosa, MG, Brasil, 3 ed., 211 pp.
- Rostagno H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T., Brito, C. O. (2017). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. UFV, Viçosa, MG, Brasil, 4 ed., 488 pp.
- Scandolera, A. J., Thomaz, M. C., Kronka, R. N., Budiño, F. E. L., Fraga, A. L., Huaynate, R. A. R., Ruiz, U. S., Cristani, J. (2008). Hidrolisados protéicos de mucosa intestinal, levedura e proteína isolada de soja em dietas com leite em pó integral para leitões desmamados. *R. Bras. Zootec.*, 37: 653 – 659.
- Silva, S. Z., Thomaz, M. C., Watanabe, P. H., Robles Huaynate, R. A., Ruiz, U. S., Pascoal, L. A. F., Santos, V. M., Masson, G. C. I. H. (2012). Mananoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 49: 102 – 110.
- Soares, M. H., Rodrigues, G. A., Barbosa, L. M. R., Valente Júnior, D. T., Santos, F. C., Rocha, G. C., Campos, P. H. R. F., Saraiva, A. (2020). Effects of crude protein and lactose levels in diets on growth performance, intestinal morphology, and expression of genes related to intestinal integrity and immune system in weaned piglets. *Anim. Sci. J.*, 91: 13429.
- Teixeira, A. O., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Donzele, J. D., Costa, I. R. S., Oliveira, R. F. M., Ferreira, V. P. A., Souza, A. V. C. (2003). Efeito de Dietas Simples e Complexas sobre a Morfo-fisiologia Gastrintestinal de Leitões até 35 Dias de Idade. *R. Bras. Zootec.*, 32: 926 – 934.
- Trindade Neto, M. A., Barbosa, H. P., Petelincar, I. M., Schammas, E. A. (2002). Dietas para Leitões nas Fases de Creche e Diferentes Idades ao Desmame, *R. Bras. Zootec.*,

31: 687 – 695.

- Tse, M. L. P., Costa, L. B., Braz, D. B., Garcia, A. N., Berenchtein, B., Miyada, V. S. (2010). Leitões recém-desmamados alimentados com dietas contendo proteína láctea e zinco suplementar. *R. Bras. Zootec.*, 39: 2006 – 2016.
- Tucci, F. M., Thomaz, M. C., Hannas, M. I., Scandolera, A. J., Budiño, F. E. L. (2014). Efeitos da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a expressão da enzima ornitina descarboxilase, os conteúdos de proteína e dna e o desempenho. *Ciência Anim. Bras.*, 15: 377 – 383.
- Valente Júnior, D. T., Rodrigues, G. A., Soares, M. H., Rocha, G. C., Campos, P. H. R. F., Saraiva, A. (2021). Crude protein and lactose effects on performance, intestinal and immune function of piglets fed diets without antimicrobials growth promoters. *Livest. Sci.*, 250: 104566.
- Vente-Spreeuwenberg, M. A. M., Verdonk, J. M. A. J., Verstegen, M. W. A., Beynen, A. C. (2003). Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch. *Br. J. Nutr.*, 90: 907 – 913.
- Williams, J. M., Duckworth, C. A., Burkitt, M. D., Watson, A. J. M., Campbell, B. J., Pritchard, D. M. (2014). Epithelial Cell Shedding and Barrier Function: A Matter of Life and Death at the Small Intestinal Villus Tip. *Vet. Pathology*, 52: 445 – 455.
- Zou, T. D., Deng, C. X., Wang, Z. R., Ye, Y. L., You, J. M. (2019). Dietary alanyl-glutamine improves growth performance of weaned piglets through maintaining intestinal morphology and digestion-absorption function. *Animal*, 13: 1826 – 1833.



# PPIZ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INTEGRADO EM ZOOTECNIA

UFRB / UFS

Universidade Federal de Sergipe  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa  
Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia  
Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos  
Av. Marechal Rondon s/n - São Cristóvão – SE



## **INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF RESEARCH PAPERS PUBLISHED IN THE “ANNALS OF ANIMAL SCIENCE”**

### **I. General Rules**

1. The “Annals of Animal Science” include original research papers which have not been published either in part or as a whole in any other scientific journal, except for proceedings of symposia and scientific conferences. The submitted papers should be written and documented so as to form an integrated whole.
2. The “Annals of Animal Science” cover the following range of topics: animal genetics and breeding; the biology, physiology, reproduction, and health; animal nutrition and feedstuffs; behaviour, well-being, production technology, and environment; economics and the organization of animal production; quality and safety of animal origin products. The assignment of a paper to a given section should be proposed by the author(s), but the final decision rests with the Editors.
3. Papers are reviewed by at least two reviewers who are research workers specializing in the relevant field. One unfavourable review means that the paper will not be published. The costs of printing are covered by the authors or by the institutions from which the papers were sent, according to current rates of paper preparation and printing.
4. The “Annals of Animal Science” also publishes review papers. Papers should present the latest knowledge in a given field of science and current literature.
5. If the approval of an ethics committee is required, please provide the name of the committee and the approval number obtained.
6. Before submission manuscripts ought to be checked by English native speaker. Manuscripts written in incorrect English can be rejected without being sent for review.

### **II. Submission of Manuscripts**

1. Manuscripts for publication are submitted to the Editor-in-Chief by research workers or the heads of research institutions where the studies were carried out, who take responsibility for their content, scientific value and the preparation of the text.
2. Manuscripts should be submitted in English by e-mail (katarzyna.skupniewicz@iz.edu.pl) and meet the following requirements:  
Word processor: Microsoft Word for Windows  
Paper size: A4 (210 x 297 mm)  
Font: CG Times 11 pt or Times New Roman 12 pt  
Margins: 25 mm (left, right, top, bottom)  
Line spacing: double  
Justification: full  
Formulae: equation editor  
Line number Tables: table function  
The ENTER key should only be used to start a new paragraph.

3. Attached to the manuscript should be the Manuscript Submission Form as appended at the end of this Instruction.

### III. Layout of the Text

1. Title page (unnumbered), not included in the paper volume, should contain: the title of the paper, the full name(s) of author(s) with superscript numbers indicating the full postal address (postcode, street, no.) of the department and affiliated institution where the study was carried out, e.g.:

Jan Kowalski<sup>1</sup>, Maria Anna Rokicka<sup>2</sup>, Adam Nowacki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Zoology, Jagiellonian University, św. Anny 12, 30-017 Kraków, Poland

<sup>2</sup> Department of Immuno- and Cytogenetics, National Research Institute of Animal Production, 32-083 Balice n. Kraków, Poland

<sup>3</sup> Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production, 39-331 Chorzelów, Poland

In the case of corresponding author, the e-mail address also should be given.

abbreviated title (5-6 words as in the paper title or synonyms)

source of research financing, e.g. work financed from:

statutory activity, project no.

author's project of the State Committee for Scientific Research, project no.

funds of the Ministry of Agriculture and Rural Development, project no.

2. Manuscripts should be organized in the following order:

**a) Abstract.** Not more than 15–20 lines in length, containing the aim, principal methods and most important results of the experiment.

**b) Key words.** Maximum five items that best describe the paper's content, beginning with words of wider meaning, e.g. ruminants, dairy cows, somatotropin, prolactin, milk.

**c) Introduction.** This should justify the research based on references and conclude with a clearly formulated aim of the study or research hypothesis.

**d) Material and methods.** This section should contain all information needed to replicate the experiment, e.g. experimental factors, experimental design, species, breed, sex and number of animals, duration of experiment, feed rations and their composition, laboratory techniques and statistical methods used. In the descriptions of methods (biological, chemical, statistical) it is enough to refer to source material if applied accordingly. Modifications made to the methods should be described in detail.

**e) Results** can be presented in tabular or graphic form (figures, diagrams, photographs) and given a brief description. The text of the description should not repeat tabular data.

**f) Discussion.** This should interpret the results in terms of the influence of experimental factors according to the aim of the experiment or to the hypothesis made in the Introduction. The experimental results should be interpreted using the current state of knowledge to help the reader accept or reject the hypothesis tested. This section should

conclude with a summing-up and generalization of the results obtained. The direction of further studies in the relevant field may be also hinted at here.

**g) Acknowledgements** (if any).

**h) References.** Publications cited in the text must be organized in strict alphabetical order according to name of author. Each citation should include the author's name and initials, year of publication, full title of paper, abbreviated name of journal, number of volume and issue, and initial and final page numbers. When more than one paper published by the same author(s) in the same year is cited, and the authors appear in the same order, the different papers should be assigned successive letters of the alphabet (e.g. 1983 a, b) and arranged chronologically. References should not include laws, school textbooks, and master's and doctoral dissertations. Non-English references and references to non-refereed sources (popular magazines, abstracts, etc.) should be used sparingly. Below are provided examples of proper citations of references from scientific journals, congress proceedings and books (manuals).

**Papers published in periodicals:** Jenkins K.J., Hidioglou M. (1991). Tolerance of the preruminant calf for excess manganese or zinc in milk replacer. *J. Dairy Sci.*, 74: 1047–1053. Rudzińska M., Kazuś T., Wąsowicz E. (2001). Sterols and their oxidized derivatives in refined and cold pressed oils (in Polish). *Oilseed Crops*, 22: 477–494.

**Papers published in multi-author monographs, occasional publications, symposium or congress proceedings:** Achaya K.T. (1997). Ghee, vanaspati and special fats in India. In: *Lipid technologies and applications*, Gunstone F.D., Padley F. (eds). Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp. 369–390. 733 Doktor J., Połowicz K. (2010). The influence of waiting for slaughter on stress indicators and meat quality of broiler chickens. *Proc. XIII European Poultry Conference*, Tours, France, 23–27.08.2010, p. 601.

**Multi-author books:** Bock H.D., Eggum B.O., Low A.G., Simon O., Żebrowska T. (1989). Editors. *Protein metabolism in farm animals: evaluation, digestion, absorption and metabolism*. Oxford, UK, Oxford University Press, 452 pp.

**Books:** Cuhna T.J. (1991). *Horse feeding and nutrition*. San Diego, USA, Academic Press, 2nd ed., 445 pp.

3. Literature citations in the text. Research findings (or their authors) should be cited if strictly connected with the study topic or research methods used. When a citation has more than two authors, the name of the first author should be followed with “et al.”, e.g. Nowacki et al. (1992). Unpublished papers should be listed in the text, e.g. Błoński (personal communication) or (Błoński, unpublished data).

4. Tables should present the most important data. The column on the left should list the parameters studied, while the columns in the middle and on the right should contain the results for individual experimental factors. Tables should contain numerical data, which are the mean values for a set of observations or measurements, replications and their statistical interpretation (e.g. standard error, coefficient of variation). The titles of the tables should be brief. Each column should have a heading. Columns and lines should be spaced. No vertical lines are allowed. Horizontal lines can only be used for strictly justified purposes. Tabular data should not be repeated in graphic form (figures, diagrams, etc.). If there are no data for a given parameter, leave a blank. If an explanation is necessary, use an abbreviation and explain it as a footnote at the bottom of the table (e.g. ND – not determined or not detected). To designate the significance of differences between two means or interaction between factors, an additional column is recommended

with the heading “significance level”, using the signs x, xx, xxx for  $P \leq 0.05$ , 0.01 and 0.001, respectively. When the number of means is greater than two, the significance of differences should be designated with letters which follow tabular data. Their meaning should be explained below the bottom line of the table, e.g.: a, b, c, d – values in rows (or columns) with different letters differ significantly ( $P \leq 0.05$ ). A, B, C, D – as above for  $P \leq 0.01$ . Statistical interpretation of the results should fit the design of the experiment and the hypotheses tested.

5. Figures and photographs. A single figure or diagram must fit half of the text page. Black-and-white or colour photographs of postcard size should have good contrast. Each figure or photograph should be provided with a brief description of its content and, if necessary, a legend in English. References to figures or photographs in the text of the paper should be provided with a reference mark or information.

6. Abbreviations should be explained on their first appearance. SI units of measure should be used. This also concerns the energy value of feeds, which should be given in Joules.

7. Supplementary information. After receiving a review of the paper the authors should follow the reviewers’ guidelines for changes and corrections, and return all the materials received together with a corrected version of the manuscript within 3 months at the most. A failure to return it in due time will delay publication by half a year. The correction of a galley-proof, confirming the final version of the paper, should be made within 3 days of it being sent to the author(s). If this deadline is not met, the Editors bear no responsibility for changes made.

8. Papers that fail to comply with the above instructions will be rejected. The Editors do not return rejected manuscripts.