



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS- LICENCIATURA PLENA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA ANIMAL

**AValiação de diferentes fontes e níveis de selênio na dieta
de leitões: digestibilidade, excreção e viabilidade
econômica**

ORIENTANDA: Maria Pricila Ferreira Hermínio

BANANEIRAS-PB
ABRIL DE 2020

MARIA PRICILA FERREIRA HERMINIO

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE SELÊNIO NA DIETA
DE LEITÕES: DIGESTIBILIDADE, EXCREÇÃO E VIABILIDADE
ECONÔMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo Expandido) defendido e aprovado em 04/05/2020, para obtenção do título de Graduado em Ciências Agrárias – Licenciatura Plena, pela Universidade Federal da Paraíba, de acordo com a legislação em vigor.



Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal
(1º Membro da Banca – Orientador)



MSc. Jorge Luiz Santos de Almeida
Doutorando em Zootecnia /PDIZ/UFPB
(2º Membro da Banca – Coorientador)



Prof.ª Dra. Ana Patrícia Almeida Bezerra
(3º Membro da Banca)

BANANEIRAS-PB
ABRIL DE 2020

MARIA PRICILA FERREIRA HERMINIO

**AValiação de diferentes fontes e níveis de selênio na dieta
de leitões: digestibilidade, excreção e viabilidade
econômica**

Artigo apresentado ao curso de Graduado em Ciências Agrárias – Licenciatura Plena, pela Universidade Federal da Paraíba, campus-III Bananeiras –PB, como registro para a obtenção do título de licenciado em ciências agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

BANANEIRAS-PB
ABRIL DE 2020

RESUMO: A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o uso de diferentes fontes e níveis de selênio de forma *on top* na dieta de leitões sob os parâmetros de digestibilidade, excreção e viabilidade econômica. Para tanto, foram utilizados 40 leitões aos 45 dias de idade, com peso médio inicial de $9,45 \text{ kg} \pm 1,55$, sendo 20 machos castrados e 20 fêmeas de mesma linhagem comercial (Topigs®). Os animais foram distribuídos em um delineamento em bloco casualizado (DBC) com cinco tratamentos, sendo estes constituídos por: DC – Dieta controle sem adição de nenhuma fonte adicional de selênio; DSL-0,150 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,150 mg/kg de selênio levedura; DSS-0,150 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,150 mg/kg de selenito de sódio; DSL-0,300 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,300 mg/kg de selênio levedura; DSS-0,300 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,300 mg/kg de selenito de sódio, com quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Foi utilizado o método de coleta parcial das fezes, e realizada a determinação de selênio nas fezes e ração, a determinação da viabilidade econômica, foi calculada segundo equação proposta por Bellaver et al. (1985) e para Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC) foi segundo metodologia proposta por Barbosa et al. (1992). Ao final do período experimental as fezes e a ração foram levadas ao laboratório para a determinação de concentração de selênio nas fezes (Se_{fezes}), selênio digestível (Se_{diges}), coeficiente de digestibilidade (CDS_{Se}) e excreção de selênio (SeExc). Onde Houve efeito ($P > 0,05$) de interação para as variáveis concentração de selênio nas fezes (Se_{fezes}), selênio digestível (Se_{diges}) e o coeficiente de digestibilidade de selênio (CDS_{Se}), para o nível de selênio, assim como, para fonte de suplementação mineral utilizada, sendo a dieta selênio levedura no nível de 0,150 mg/kg com menor concentração de selênio nas fezes, consequentemente apresentou um melhor coeficiente de digestibilidade e selênio digestível. Já, a dieta selenito de sódio (DSS) não diferiu estatisticamente independentemente do nível para concentração de selênio nas fezes, para coeficiente de digestibilidade apresentou no nível 0,150 mg/kg um menor coeficiente de digestibilidade. sendo que, para o teor de selênio excretado, nas duas unidades o que influenciou ($P < 0,05$) foi o nível de suplementação e não a fonte, observando o mesmo com a variável em relação a dieta controle. A suplementação de selênio levedura no nível de 0,15mg/kg, melhora a digestibilidade do selênio na dieta, reduzindo a excreção de selênio nas fezes, refletindo em melhor viabilidade econômica.

Palavras- chave: microminerais, desmame, selênio, metabolismo.

ABSTRACT: The research was carried out with the objective of evaluating the use of different sources and levels of selenium on top in the piglet diet under the parameters of digestibility, excretion and economic viability. For this, 40 piglets were used at 45 days of age, with an average initial weight of $9.45 \text{ kg} \pm 1.55$, with 20 castrated males and 20 females of the same commercial strain (Topigs®). The animals were distributed in a randomized block design (DBC) with five treatments, which consist of: DC - Control diet without adding any additional source of selenium; DSL-0.150 - Control diet supplemented additionally with 0.150 mg / kg selenium yeast; DSS-0.150 - Control diet supplemented additionally with 0.150 mg / kg of sodium selenite; DSL-0.300 - Control diet supplemented additionally with 0.300 mg / kg selenium yeast; DSS-0.300 - Control diet supplemented additionally with 0.300 mg / kg of sodium selenite, with four replicates and two animals per experimental unit. The method of partial collection of feces was used, and the determination of selenium in feces and feed was performed, the determination of economic viability, was calculated according to the equation proposed by Bellaver et al. (1985) and for the Economic Efficiency Index (IEE) and the Cost Index (CI) was according to the methodology proposed by Barbosa et al. (1992). At the end of the experimental period, feces and feed were taken to the laboratory to determine the concentration of selenium in the feces (Sefezes), digestible selenium (Sediges), digestibility coefficient (CDSe) and selenium excretion (SeExc). Where there was an interaction effect ($P > 0.05$) for the variables selenium concentration in feces (Sefezes), digestible selenium (Sediges) and the selenium digestibility coefficient (CDSe), for the level of selenium, as well as for source of mineral supplementation used, with selenium yeast at the level of 0.150 mg / kg with lower concentration of selenium in the feces, consequently it presented a better digestibility and digestible selenium. Already, the sodium selenite diet (DSS) did not differ statistically regardless of the level for concentration of selenium in the feces, for digestibility coefficient it presented at the level 0.150 mg / kg a lower digestibility coefficient. being that, for the selenium content excreted, in the two units what influenced ($P < 0.05$) was the level of supplementation and not the source, observing the same with the variable in relation to the control diet. Supplementation of yeast selenium at the level of 0.15mg / kg, improves the digestibility of selenium in the diet, reducing the excretion of selenium in the feces, reflecting in better economic viability.

Keywords: micro minerals, weaning, selenium, metabolism.

INTRODUÇÃO

O selênio é um oligoelemento essencial na nutrição animal, pois desempenha um papel vital na saúde e produtividade dos animais (Yoon et al., 2007, Zhou e Wang, 2011). Segundo Surai, (2006) é conhecido por ter vários papéis importantes em várias funções bioquímicas em humanos e animais, dentre elas: função imune, antioxidante biológico, reprodução e metabolismo de hormônios da tireoide. As fontes mais comuns para suplementação de selênio (Se) a dieta animal são: Se inorgânico, como o selenito de sódio e o Se orgânico, como levedura enriquecida com selênio (SY), DL-selenometionina (SM) e nano-selênio (NS). Sendo sua forma de ingestão a dieta que irá influenciar o nível deste mineral no sangue e nos tecidos, porém, ele pode ser encontrado em todas as células e tecidos do corpo, tendo papel vital na maioria dos processos fisiológicos.

O metabolismo do Se vai depender do seu estado químico e da quantidade suplementada a dieta (Mahima et al., 2012a), sendo ele, assimilado de forma mais eficaz através da ingestão de alimentos de origem vegetal do que produtos de origem animal, porém, alguns produtos como a vitamina E e vitamina C, afetam sua absorção.

Grande parte do Se é absorvido no duodeno, logo em seguida pelo jejuno e íleo, e nenhuma absorção ocorre no estômago, sendo transportado através da borda da escova intestinal ativa ou passivamente, porém, o tipo de absorção será de acordo com a fonte de selênio na dieta.

Nos estudos de (Combs Jr. e Combs, 1986) observou-se que fontes inorgânicas como selenito de sódio (SS) e selenatos são absorvidos pelo processo de difusão simples, já fontes orgânicas como selênio levedura (SY) ou selenometionina (SeMet) são ativamente absorvidas por mecanismos de transporte de aminoácidos. A absorção e biodisponibilidade do Se, é de suma importância em sua utilização, todavia, a absorção a termo, muitas vezes está próximo de biodisponibilidade, pois o Se deve ser absorvido antes de sua utilização pelo organismo. (Mahima et al., 2012a)

No processo de digestão, no trato gastrointestinal o Se de fonte inorgânica é liberado, podendo novamente combinar-se com outros elementos da ração, ou pode-se dizer que, a digesta no intestino produz complexos insolúveis e excretados, o que reduz sua absorção pelo intestino delgado.

Os minerais quando em fonte orgânica, absorvem de forma ativa através de mecanismos de capacitação de peptídeos ou aminoácidos no intestino, ao ser complexado o selênio é quimicamente inerte devido a ligação covalente das coordenadas pelos amino ligantes, portanto, mais estável e menos propenso a interações, e também é protegido de fatores físico-químicos o que os mantem eletricamente neutros. (Fairweather-Tait, 1996)

A biodisponibilidade é afetada por fatores como espécie, sexo, idade, estado fisiológico dos animais, crescimento, estado nutricional, secreções gastrointestinais e microflora. Em estudos realizados com porco (Mahan e Kim, 1996) e porquinho-da-índia (Mahima, 2006 ; Chaudhary et al ., 2010 ; Mahima et al ., 2011) não houve diferenças significativas na absorção e no metabolismo subsequente após a suplementação com as duas formas diferentes de selênio, isto é, inorgânico e orgânico.

O selênio orgânico apresenta de modo geral, como uma grande vantagem a deposição nos tecidos, principalmente nos músculos, servindo como reserva na forma de selenometionina, assim o animal pode deslocar esse elemento de acordo com as necessidades metabólicas, já que a sistema antioxidante e imunológico depende do teor de selênio para o seu perfeito funcionamento (SURAI, 2006 ; SURAI; FISININ, 2014).

Ao levar em consideração estes fatores, a suplementação dietética, em níveis adicionais de selênio para leitões desmamados é uma opção viável, levando em

consideração que os leitões nesse estágio fisiológico são bastante exigentes quanto ao seu sistema imunológico, em função de vários fatores estressantes pelo qual os leitões desmamados são submetidos (MAXWELL; CARTER, 2000).

No período pos-desmame os leitões passam por um estado de estresse extrínseco e intrínseco em decorrência do desmame, o sistema imunológico encontra-se fragilizado, os níveis endógenos de selênio não são suficientes para atender a demanda metabólica, e por isso a atividade antioxidante junto à glutatona peroxidase podem ser prejudicadas. Dessa forma o selênio suplementado de forma adicional pode potencializar o suporte imunológico assim como a ação das selenoproteínas.

Nesse sentido é importante a realização de um estudo a fim de averiguar o melhor nível e forma química de suplementação de selênio, sabendo-se que esses parâmetros podem influenciar diretamente sua retenção, excreção e mobilização no organismo animal.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Suinocultura do Departamento de Ciência Animal do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCHSA/UFPB), Campus III, localizado na cidade de Bananeiras – PB. O projeto teve aprovação pelo comitê de ética no uso de animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA-UFPB), com certidão emitida sob o número de protocolo de nº 432820121.

No experimento foram utilizados 40 leitões, sendo, 20 machos castrados e 20 fêmeas de mesma linhagem comercial (Topigs[®]), aos 45 dias de idade e com peso médio inicial de $9,45 \text{ kg} \pm 1,55$. Os animais foram alojados em gaiolas de creche suspensa, com piso plástico vazado, equipadas com bebedouro do tipo chupeta e comedouros semiautomáticos.

Os animais foram distribuídos em um delineamento em bloco casualizado (DBC) com o intuito de controle diferença de peso inicial nos tratamentos. Logo os animais foram distribuídos em cinco tratamentos, cada tratamento com quatro repetições levando em consideração dois animais por unidade experimental.

As dietas experimentais foram formuladas principalmente por milho, farelo de soja, produto lácteo, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário e fosfato bicálcico. Todas as dietas foram isentas de hidroxitolueno butilado (BHT), ou outro aditivo antioxidante, também não foi adicionado qualquer promotor de crescimento. As dietas foram formuladas com a inclusão de dois níveis adicionais de selênio, 0,150 e 0,300 mg/kg, na forma de selênio levedura fonte do mineral complexado a molécula orgânica, produto comercial da empresa YES-MINERALS[®], o selênio inorgânico na forma de selenito de sódio, produto comercial da empresa DINÂMICA[®], mais uma dieta controle sem suplementação adicional de selênio.

Os tratamentos foram dispostos da seguinte forma: DC – Dieta controle sem adição de nenhuma fonte adicional de selênio; DSL-0,150 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,150 mg/kg de selênio levedura; DSS-0,150 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,150 mg/kg de selenito de sódio; DSL-0,300 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,300 mg/kg de selênio levedura; DSS-0,300 – Dieta controle suplementada de forma adicional com 0,300 mg/kg de selenito de sódio.

As dietas experimentais foram formuladas com intuito de atender as exigências nutricionais mínimas dos animais, exceto dos níveis de selênio seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2017).

Tabela 1. Ingredientes e composição química das dietas experimentais para a fase de 45-60 dias de idade

Ingredientes (%)	Dieta
Milho	70,02
F. de soja	23,9
Óleo de soja	0,95
Fosfato bicálcico	1,727
Calcário	0,704
L-Lisina	0,449
L-Treonina	0,172
Sal	0,472
DL-Metionina	0,119
L-Valina	0,041
L-Triptofano	0,039
Premix vitamínico ¹	0,200
Premix mineral ²	0,100
celite	1,000
Inerte ³	0,100
Composição nutricional calculada	
Energia Metabolizável Mcal/Kg	3,25
Proteína Bruta %	17,69
Lisina %	1,097
Met.+Cist. %	0,625
Treonina %	0,713
Triptofano %	0,208
Valina %	0,76
Histidina %	0,415
Isoleucina %	0,636
Leucina %	1,759
Arginina %	1,019
Fenilalanina %	0,771
Fenil. +Tir. %	1,323
Sódio %	0,199
Calcio %	0,794
Fosforo Disponível %	0,393
Potássio %	0,662
Cobre mg/Kg	88,697
Ferro mg/Kg	85,641
Zinco mg/Kg	56,098
Manganês mg/Kg	29,667
Tratamentos	Selênio mg/Kg
Dieta controle	0,2651
Dieta Selênio levedura (0,150 mg/kg)	0,4042
Dieta Selenito de sódio (0,150 mg/kg)	0,4043
Dieta Selênio levedura (0,300 mg/kg)	0,5542
Dieta Selenito de sódio (0,300 mg/kg)	0,5574

¹ - Suplemento mineral: Iodo – 140 mg/kg; Selênio –100 mg/kg; Manganês – 10 mg/kg; Zinco – 100 mg/kg; Cobre – 10 mg/kg; Ferro – 99 mg/kg. ² - Suplemento Vitamínico: Vit. A – 4.000 U.I.; Vit. D3 – 220 U.I.; Vit. E – 22 mg; Vit. K – 0,5 mg; Vit B2 – 3,75 mg; Vit. B12 – 20 mcg; Pantotenato de cálcio – 12 mg; Niacina – 20 mg; Colina. ³ - Areia lavada usada como inerte. O volume de inerte foi alterado de acordo com a inclusão do suplemento de selênio em função da dieta.

Coleta de dados

Para a realização da avaliação biológica das dietas, foi utilizado o método de coleta parcial das fezes. No primeiro dia de cada período, para avaliação da digestibilidade foram adicionadas às dietas 1% de cinza insolúvel em ácido (CIA) em substituição ao inerte. O período experimental teve duração de 7 dias, sendo os três primeiros dias para adaptação dos animais as dietas e fluxo da digesta pelo trato, e os quatro últimos dias para a coleta de fezes diretamente do reto de todos os animais, duas vezes ao dia, e as amostras mantidas congeladas.

Ao fim do período experimental, as fezes de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e amostradas. As porções de fezes foram submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação de ar forçada a 55° C durante 72 horas, e posteriormente moídas em moinho do tipo-facas com peneiras com crivos de 1mm. As amostras de ração foram apenas moídas. Para determinação da CIA, foram utilizados os procedimentos descritos por Carvalho et al. (2018), em seguida, foram calculados os coeficientes de digestibilidade conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007).

Determinação de selênio

Massas de 0,5000 g ($\pm$ 0,0001 g) de amostra de ração e fezes foram pesadas e transferidas para o tubo de reação. A estas foram adicionados 5,0 mL de ácido nítrico (HNO₃) e 3,0 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄), os tubos digestores foram levados ao bloco digestor e submetidos ao aquecimento lento até 100 °C, no qual permaneceu por 7h. Em seguida foi adicionado 1,0 mL de H₂O₂ onde permaneceu em aquecimento por mais 60 min.

Após a digestão e resfriamento, as amostras foram filtradas e transferidas para frascos de polietileno e o volume completado para 20 mL e analisadas em espectrômetro de absorção atômica, com atomizador de chama, modelo iCE 3500 (Thermo scientific, Cambridge, Inglaterra). Lâmpadas de cátodo oco (Photron, Victoria, Austrália), contendo selênio foi utilizada como fonte de radiação primária e a correção de fundo foi feita com uma lâmpada de deutério acoplada ao equipamento. As curvas padrão foram preparadas com padrões específicos para selênio (Specsol, São Paulo, Brasil).

Os parâmetros instrumentais foram utilizados de acordo com as recomendações do fabricante e os dados foram processados utilizando-se o software SOLAAR (Thermo scientific, Cambridge, Inglaterra). Para a análise de selênio foi utilizado o gerador de hidretos VP100 (Thermo scientific, Cambridge, Inglaterra) e o argônio como gás de arraste a uma vazão de 320 mL/min. Para a formação dos hidretos de selênio foi utilizada uma solução de borohidreto de sódio (0,5 % m/v), estabilizada em hidróxido de sódio (NaOH) 0,5% (m/v), como reagente redutor e uma solução de ácido clorídrico (HCl) 3 M como reagente ácido. Para todas as análises foi utilizada a chama de acetileno para a atomização da amostra.

Análise econômica

Para avaliar a viabilidade econômica das diferentes dietas experimentais foram levantados os preços das matérias-primas no mercado e calculado o custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), segundo equação proposta por Bellaver et al. (1985) conforme descrito abaixo:

$$Y_i (R\$/kg) = Q_i \times P_i / G_i$$

Em que:

Yi = custo da dieta por kg de peso ganho no i- enésimo tratamento;
Qi = quantidade de dieta consumida no i-enésimo tratamento;
Pi = preço por kg da dieta utilizada no i-enésimo tratamento;
Gi = ganho de peso do i-enésimo tratamento.

Foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Barbosa et al. (1992): $IEE (\%) = M_{Ce}/C_{Tei} \times 100$ e $IC (\%) = C_{Tei}/M_{Ce} \times 100$, em que: M_{Ce} = menor custo da dieta por kg ganho observado entre os tratamentos; C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Análise estatística

A avaliação dos dados foi realizada em esquema fatorial 2x2+1 (sendo dois níveis e duas fontes de selênio, mais o tratamento controle). Foi utilizado o contraste para observar o efeito entre a dieta controle e as demais dietas, em seguida avaliado o efeito dos fatores entre fonte e níveis. A normalidade dos erros foi observada pelo teste de Cramer-von Misses. Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do procedimento GLM (General Linear Models) no programa estatístico SAS (SAS University, 2018) em seguida os fatores comparados pelo T de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ($P > 0,05$) de interação para as variáveis concentração de selênio nas fezes (Se_{fezes}), selênio digestível (Se_{diges}) e o coeficiente de digestibilidade de selênio ($CDSe$), para o nível de selênio, assim como, para fonte de suplementação mineral utilizada (Tabela 2).

Observando-se que a menor concentração de selênio nas fezes (Se_{fezes}) foi verificada quando os animais receberam a dieta que foi suplementado 0,15 mg/kg de selênio levedura (DSL), quando comparado ao selenito de sódio na mesma quantidade e as duas fontes quando suplementado ao nível de 0,30 mg/kg. Isto pode ser indicativo que a fonte de selênio levedura utilizada é mais biodisponível e consequentemente mais bem absorvida pelo animal e assim, sendo menos excretada nas fezes, em estudos com frango de corte, Gomes et al., (2011) constataram que o uso de fontes orgânicas de Se em substituição a fontes inorgânicas, obtiveram uma melhor retenção aparente e consequentemente uma melhor deposição tecidual e plasmática.

Para o maior nível de suplementação este comportamento não foi observado, isto pode estar relacionado ao tipo de suplementação realizada que foi *on top*, isso quer dizer que pode ter ocorrido um efeito inverso pelo maior teor de selênio circulante, interferindo na sua deposição e mobilização resultando numa maior concentração de selênio nas fezes. Já, a dieta selenito de sódio (DSS) não diferiu estatisticamente independentemente do nível, para a dieta selênio levedura (DSL) no nível de 0,30 mg/Kg.

Tabela 2. Concentração de selênio nas fezes, selênio digestível, coeficiente de digestibilidade e excreção de selênio e selênio excretado

Var ⁶	Nível ¹	Fonte ³		Média	DC ²	Fatorial ⁴			EPM	Contraste ⁵	EPM
	mg/kg	DSL	DSS			N	F	N*F		DCxDSEL	
SeFezes	0,15	0,19bB	0,30aA	0,25	0,17	0,003	0,307	0,043	0,064	0,001	0,058
(mg/kg)	0,30	0,39aA	0,35aA	0,37							
	Média	0,29	0,33								
Sediges	0,15	0,36aB	0,33bB	0,34	0,23	<0,001	0,061	0,067	0,017	<0,001	0,015
(mg/kg)	0,30	0,47aA	0,47aA	0,47							
	Média	0,42	0,40								
CDS _e	0,15	89,3aA	80,7bA	85,00	87,56	0,723	0,024	0,042	3,417	0,150	3,344
(%)	0,30	84,6aA	84,1aA	84,37							
	Média	86,99	82,37								
SeExc	0,15	0,04	0,08	0,06B	0,03	0,011	0,041	0,091	0,016	0,000	0,015
(mg/kg)	0,30	0,09	0,09	0,09A							
	Média	0,06b	0,08a								
SeExc	0,15	43,13	78,18	60,7B	32,98	0,011	0,044	0,090	16,518	0,001	15,404
(mg/T)	0,30	85,06	88,70	86,9A							
	Média	64,10b	83,44a								
Rel/	0,15	10,16	45,21	27,7B	32,98	0,011	0,044	0,090	16,518	0,695	16,518
controle	0,30	52,08	55,72	53,9A							
	Média	31,12b	50,46a								

Letras maiúsculas comparam médias entre linhas e letras minúsculas entre colunas pelo teste T de Student, ao efeito (P>0,05). ¹ Nível de selênio suplementar. ² DC- Dieta Controle. ³ DSL- Dieta Selênio Levedura, DSS- Dieta Selenito de Sódio. ⁴ Valor P para N- Nível, F- Fonte e N*F- Interação entre Nível e Fonte. ⁵ Valor P do contraste entre a Dieta Controle versus os demais tratamentos (DSEL). ⁶ Variável analisada. EPM- Erro Padrão da Média.

Em relação ao selênio digestível (Se_{diges}), a dieta que recebeu 0,15 mg/kg de selênio levedura (DSL) apresentou melhor digestibilidade de selênio, quando comparada a mesma quantidade com a fonte inorgânica, isto segundo Rutz e Murphy (2009) ocorre devido que os minerais orgânicos ou complexados a uma molécula orgânica apresentam-se mais biodisponíveis sendo mais facilmente absorvidos e retidos pelo organismo animal, ao Contrário dos minerais inorgânicos.

As dietas contendo 0,30 mg/kg independente da fonte apresentaram menor coeficiente de digestibilidade do selênio quando comparada as dietas contendo 0,15 mg/kg da suplementação independente da fonte. sendo que, quando se observa os coeficientes verifica-se que apenas o nível de 0,15 mg/kg de selenito de sódio (DSS) apresentaram menor coeficientes quando comparada as demais dietas, isto pode ter ocorrido, pois no processo de digestão podem ter ocorrido perdas pela formação de compostos como caloides insolúveis ou competição pelos sitio de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas inibindo assim a absorção (Souza e Boin, 2002).

Para o mesmo nível, a dieta contendo o selênio levedura como fonte, apresentou um melhor coeficiente de digestibilidade, onde segundo Rutz e Murphy (2009) o selênio orgânico tem uma melhor retenção e sua utilização na forma orgânica de selênio poderia contribuir para a redução da poluição ambiental. Ao estudar, Mahan (2000) observou que fonte orgânica de selênio em dietas para porcas em gestação determinou aumento no nível de selênio no leite e consequentemente, no soro dos leitões, em relação a fonte inorgânica, indicando a transferência do selênio via placenta e para o leite.

Para os teores de selênio nas fezes, o selênio digestível, o selênio excretado quando comparados a dieta controle foram maiores ($P < 0,05$), sendo que, para o teor de selênio excretado, nas duas unidades o que influenciou ($P < 0,05$) foi o nível de suplementação e não a fonte, observando o mesmo com a variável em relação a dieta controle.

Em relação as variáveis excreção de selênio (SeExc) em mg/kg, (SeExc) em T e excreção de selênio em relação ao tratamento controle sem suplementação *on top* de selênio (Rel/controle), observou-se que na dieta selênio levedura no nível de 0,15mg/kg obteve uma menor excreção independente da fonte de suplementação, indicando que neste nível ocorreu uma melhor absorção e consequentemente uma melhor retenção pelo organismo animal.

Entretanto, segundo Liu et al., 2016, a alta excreção de microminerais pode levar a poluição dos solos e da água. E Zhao et al. (2005), solos com teores de Se acima de 5mg dm^{-3} representam riscos potenciais à saúde de animais selvagens que consomem a vegetação local, e as áreas adjacentes, que também podem ser afetadas pelo transporte do Se superficial por meio da água ou do vento. Conforme White et al. (2007), o consumo de alimentos com 1 a 5mg kg^{-1} de Se na matéria seca pode causar toxicidade em animais, conhecida como selenose, variando de crônica à aguda.

Os resultados da análise econômica encontram-se a seguir na Tabela 3. Observou-se que houve efeito ($P \geq 0,05$) de interação entre as fontes de selênio utilizadas e nível e o nível de 0,30 mg/Kg, para as variáveis custo da dieta por Kg de peso ganho (Y_i), índice de custo e índice de eficiência econômica (IEE).

Onde para a variável custo da dieta por Kg de peso ganho (Y_i) a dieta selênio levedura (DSL) apresentou um menor custo por ganho de peso, no nível de 0,15 mg/Kg, entretanto, não deferiu estatisticamente da dieta selenito de sódio (DSS) nos níveis de 0,15 mg/Kg e 0,30 mg/Kg e obteve maior custo no nível de 0,30 mg/Kg, já que a dieta contendo selenito de sódio (DSS) não obteve alteração de custo por Kg de peso ganho do animal independentemente do nível.

Em relação ao índice de custo, nota-se que a dieta selênio levedura (DSL) no nível de 0,15 mg/Kg obteve menor índice de custo, porém estatisticamente não deferiu da dieta com selenito de sódio (DSS) como fonte, entretanto, ao dobrar o nível para 0,30 mg/Kg na dieta selênio levedura(DSL) aumentou-se o índice de custo, já para a dieta selenito de sódio não se teve alteração independentemente do nível.

Ao observar o índice de eficiência econômica (IEE), a dieta contendo selênio levedura (DSL) no nível de 0,15 mg/Kg foi pior que no nível 0,30 mg/Kg, já que a dieta selenito de sódio (DSS) teve melhor eficiência econômica no nível 0,15 mg/Kg do que no nível de 0,30mg/Kg.

Tabela 3. Índice econômico da dieta fornecida a leitões, alimentados com suplementação de selênio *on top* de selênio a partir de duas fontes (selênio levedura ou selenito de sódio) em dois níveis (0,15 ou 0,30 mg/kg)

Índices econômicos da Dieta (%)											
Var ⁶	Nível ¹	Fonte ³		Média	DC ²	Fatorial ⁴			EPM	Contraste ⁵	EPM
	(mg/kg)	DSL	DSS			N	F	N*F		DCxDemais	
Custo da	0,15	1,16	1,16	1,16	1,16						
Ração	0,30	1,16	1,16	1,16							
(R\$/kg)	Média	1,16	1,16								
	0,15	1,68aA	1,71aA	1,70	1,93						
Yi (R\$/kg)	0,30	1,41bB	1,71aA	1,56		0,040	0,016	0,038	0,110	0,001	0,131
	Média	1,55	1,71								
Índice de	0,15	111,76aA	113,72aA	112,74	128,44						
custo (%)	0,30	94,09bB	113,89aA	103,99		0,041	0,016	0,038	7,335	0,001	8,737
	Média	102,92	113,81								
	0,15	90,04aB	89,11aA	89,57	79,09						
IEE (%)	0,30	111,07aA	88,31bA	99,69		0,071	0,040	0,055	9,900	0,016	9,898
	Média	100,56	88,71								

Letras maiúsculas comparam médias entre linhas e letras minúsculas entre colunas pelo teste T de Student, ao efeito (P>0,05). ¹ Nível de selênio suplementar. ² DC- Dieta Controle. ³ DSL- Dieta Selênio Levedura, DSS- Dieta Selenito de Sódio. ⁴ Valor P para N- Nível, F- Fonte e N*F- Interação entre Nível e Fonte. ⁵ Valor P do contraste entre a Dieta Controle versus os demais tratamentos. ⁶ Variável analisada. EPM- Erro Padrão da Média. IY (R\$/kg) - custo da dieta por Kg de peso ganho. IEE- Índice de Eficiência Econômica.

houve efeito (P>0,05) do contraste entre a dieta controle (DC) e as demais (DSL; DSS), para as variáveis de custo da dieta por Kg de peso ganho (Yi), índice de custo e índice de eficiência econômica (IEE). Onde a dieta controle apresentou maior custo por Kg de peso ganho, maior índice de custo e pior eficiência econômica quando comparada as demais dietas.

Segundo Vieira, (2004) os minerais de fontes orgânicas possuem custo mais elevado quando comparados com fontes inorgânicas do mesmo mineral, de modo que, normalmente, o aumento no nível de inclusão das fontes inorgânicas é considerado mais econômico. Entretanto, há indícios de que os minerais de fontes orgânicas podem atender fins biológicos que aqueles de fontes inorgânicas não atendem, possibilitando assim, um melhor custo benefício, tanto para o animal quanto para o produtor.

CONCLUSÃO

A suplementação de selênio levedura no nível de 0,15mg/kg, melhora a digestibilidade do selênio na dieta, reduzindo a excreção de selênio nas fezes, refletindo em melhor viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

- COMBS, JR. G.F., 1981. Influences of dietary vitamin E and selenium on the oxidant defense system of the chick. **Poult. Sci.**, 60: 2098-2105.
- CHAUDHARY, M., AK GARG, GK MITTAL E V. MUDGAL, 2010. Efeito da suplementação orgânica de selênio no crescimento, absorção de se e utilização de nutrientes em porquinhos-da-índia. **Biol. Trace Elem. Res.** 133: 217-226.
- FAIRWEATHER-TAIT, S.J., 1996. Bioavailability of dietary minerals. *Biochem. Soc. Trans.*, 24: 775-780.
- GOMES, F. A., BERTECHINI, A. G., DARI, R. L., BRITO, J. A. G., FASSANI, E. J., RODRIGUES, P. B., & SILVA, L. A. (2011). Effect of sources and levels of selenium on physiological traits in broilers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(3), 633-640.
- LIU, B., XIONG, P., CHEN, N., HE, J., LIN, G., XUE, Y.:LI,W.:YU, D. (2016). Effects of replacing of inorganic trace minerals by organically bound trace minerals on growth performance, tissue mineral status, and fecal mineral excretion in commercial grower-finisher pigs. **Biological trace element research**, 173(2), 316-324.
- MAHIMA, 2006. Effect of supplementation of different levels and sources of Selenium on the performance of guinea pigs. M.V.Sc. Thesis, UPPDDU Veterinary University, Mathura, Uttar Pradesh, India.
- MAHIMA, A.K. GARG, V. MUDGAL, G.K. MITTAL and A.K. VERMA, 2011. Effect of selenium supplementation on growth, absorption and nutrient utilization in guinea pigs. Proceedings of the 11th Indian Veterinary Congress and 18th Annual Conference of IAAVR and National Symposium on Veterinary Science and Education On Move: Critical Gaps and Needs, February 11-12, 2011, Apollo College of Veterinary Medicine Jaipur -.
- MAHAN, D.C. and Y.Y. KIM, 1996. Effect of inorganic or organic selenium at two dietary levels on reproductive performance and tissue selenium concentrations in first-parity gilts and their progeny. *J. Anim. Sci.*, 74: 2711-2718.
- MAHIMA, AMIT KUMAR VERMA, AMIT KUMAR, ANU RAHAL, VINOD KUMAR and DEBASHIS ROY, 2012. Inorganic Versus Organic Selenium Supplementation: A Review. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 15: 418-425.
- RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL CBNA, 1., 2009, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, 2009, p. 20

- SOUZA, A. A.; BOIN, C. Minerais quelatados. Radares técnicos-nutrição, 2002. Disponível em: Acesso em: 28 de abril de 2020.
- SURAI, P. F. Selenium in nutrition and health (Vol. 974). **Nottingham**: Nottingham university press, 2006.
- SPRINGER, DORDRECHT.YOON, I.; WERNER, T. M.; BUTLER, J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, n. 4, p. 727-730, 2007.
- VIEIRA, S. L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. CBNA – Campinas, SP, pg. 51-70. 2004.
- WHITE, P. J., BROADLEY, M. R., BOWEN, H. C., JOHNSON, S. E. (2007). Selenium and its relationship with sulfur. In Sulfur in plants an ecological perspective (pp. 225-252).
- ZHOU, X.; WANG, Y. Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. **Poultry Science**, v. 90, n. 3, p. 680-686, 2011.
- ZHAO, C; REN, J; XUE, C; LIN, E. (2005). Study on the relationship between soil selenium and plant selenium uptake. **Plant and Soil**, 277(1-2), 197-206.