



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LARA GONÇALVES DE MEDEIROS

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE DE  
CARNE E ENZIMAS DIGESTIVAS DE FRANGOS DE CORTE  
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

---

Londrina  
2012

LARA GONÇALVES DE MEDEIROS

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE DE  
CARNE E ENZIMAS DIGESTIVAS DE FRANGOS DE CORTE  
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Ciência Animal, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

Londrina  
2012

LARA GONÇALVES DE MEDEIROS

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, QUALIDADE DE CARNE E  
ENZIMAS DIGESTIVAS DE FRANGOS DE CORTE  
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Ciência Animal, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alexandre Oba (Orientador)  
UEL – Londrina - PR

---

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva  
UEL – Londrina - PR

---

Profa. Dra. Hirasilva Borba  
UNESP – Jaboticabal - SP

Londrina, 26 de abril de 2012.

*A minha mãe Lúcia, meu pai Tavares e meus irmãos Gabriela e Daniel.*

*In memoriam de Benedita Nóbrega Gonçalves, João Flório  
Gonçalves e Oscarina Tavares de Medeiros, avós amados.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Universidade Estadual de Londrina, ao programa de Pós Graduação em Ciência Animal e ao CNPq pela bolsa concedida e todo o suporte para a realização desse trabalho.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Alexandre Oba, pela paciência, ajuda e ensinamentos. Com toda certeza um grande exemplo.

A minha mãe Lúcia, a pessoa mais genial com quem já convivi; a minha irmã Gabriela (Man), e meu irmão Daniel, sempre me apoiando em todas as loucuras que resolvi fazer.

Ao meu pai José Tavares, que nunca me questionou sobre minhas escolhas e decisões, simplesmente me apoiou durante toda essa longa caminhada sem nunca duvidar.

Aos meus grandes amigos e companheiros de jornada Carina, Letícia, Luciana e Thales amo vocês do fundo do meu coração. Com vocês vivi os anos que jamais se apagarão da minha memória e coração, vocês foram minha família em Londrina.

Aos meus amigos Cássia, Cleiton e Ricardo, que conseguiram transformar momentos tristes em risadas, conversas e diversão.

A minha companheira de mestrado Aniele Pissinati, que durante esse período foi minha agenda, relógio, despertador, assistente, chefe, estagiária, braço direito e acima de tudo uma grande amiga.

Agradeço a todos os membros do GENAPET que possibilitaram a condução de todos os experimentos realizados e aos membros do GPAC Marina, Fran, Evelyn e Nayara, por todos os ótimos momentos.

Aos funcionários da UEL, em especial aos professores, Ana Maria Bridi, Nilva N. Fonseca, João Waine Pinheiro e a secretária do departamento de zootecnia Sandra.

Aos professores Geni Varea e Emerson José Venâncio e a todos os seus estagiários pela dedicação e colaboração.

Agradeço aos membros da banca de qualificação e defesa pelas considerações sobre meu trabalho.

Aos meus companheiros de curso, Fernando Paiva, Aline Silva e Rondineli Barbeiro Pavezzi, pelos bons momentos que juntos passamos.

A todos os amigos do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pela paciência, auxílio e incentivo, em especial ao amigo Fernando Massaro.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para minha caminhada até aqui e que aqui não foram citados, meus eternos agradecimentos.

MEDEIROS, L.G. **Características produtivas, qualidade de carne e enzimas digestivas de frangos de corte suplementados com selênio orgânico.** 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características produtivas, de qualidade de carne e de enzimas digestivas de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg de ração). Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e cortes, qualidade de carne e enzimas digestivas de frangos de corte. Os resultados de desempenho mostram que a suplementação de selênio não alterou os dados produtivos, porém reduziu linearmente a gordura abdominal da carcaça. Quanto a qualidade de carne, a suplementação de selênio orgânico aumentou linearmente o pH da carne do peito, além de reduzir linearmente a perda de água por pressão e a força de cisalhamento, melhorando assim a qualidade desta. Já nas análises de enzimas digestivas, pode-se observar que a suplementação dos frangos com selênio orgânico não alterou a atividade destas enzimas. Enquanto que para a idade das aves foi observado que frangos aos 21 dias apresentaram maior atividade das enzimas proteolíticas e aos 42 dias de idade as aves apresentaram maior atividade da enzima amilase. Concluiu-se que o selênio orgânico atribui características positivas ao rendimento de gordura abdominal e a qualidade da carne e que a idade influencia a atividade enzimática de frangos de corte

**Palavras-chave:** Aves. Digestão. Digestão, ganho de peso. Micromineral. Nutrição

MEDEIROS, L.G. **Performance characteristics, meat quality and digestive enzymes in broilers supplemented with organic selenium.** 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

### **ABSTRACT**

This research was aimed at assessing parameters such like production, meat quality, and digestive enzymes characteristics of broilers fed on diets with different levels of organic selenium (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg of feed). Characteristics such as performance, yield grade, cuts, and meat quality have been assessed. The results reveled that the supplementation with selenium did not affect productive characteristics of the broilers. However, it produced a linear reduction on the abdominal fat of the carcasses assessed. Regarding meat quality, the supplementation with organic selenium linearly increased the pH levels at the chest. Besides, it linearly reduced the water loss by pressure and the shear force, what in turn improved the final quality of the meat. Yet in the digesting enzymes analysis, it could be observed that the supplementation with organic selenium did not produce any change on the activity of those enzymes. Besides, it was also observed that chicken at the age of 21 days presented a higher activity in the proteolytic enzymes, and, at the age of 42 days, the birds presented higher activity in the amylases enzyme.

**Keywords:** Chickens. Digestion. Nutrition. Trace element. Weight gain.



## LISTA DE FIGURAS

### **ARTIGO 1 - Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico**

<b>Figura 1</b> - Ganho de peso médio nos períodos de 1 a 7 e 1 a 21 dias de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico .....	34
<b>Figura 2</b> - Viabilidade de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico .....	36
<b>Figura 3</b> - Rendimento de pernas em frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico .....	38
<b>Figura 4</b> - Rendimento de gordura abdominal em frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico .....	39
<b>Figura 5</b> - Valores de pH final da carne de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico abatidos aos 42 dias de idade.....	41
<b>Figura 6</b> - Perda de água por pressão da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico aos 42 dias de idade.....	42
<b>Figura 7</b> - Perda de água por pressão e força de cisalhamento da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico aos 42 dias de idade .....	43
<b>Figura 8</b> - Valores de L* (luminosidade) da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico abatidos aos 42 dias de idade .....	43

## LISTA DE TABELAS

### **ARTIGO 1 - Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico.**

<b>Tabela 1</b> - Composição percentual e calculada das rações nas diferentes fases de criação de frangos de cortes criados até os 42 dias de idade .....	30
<b>Tabela 2</b> - Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico .....	33
<b>Tabela 3</b> - Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico abatidos aos 42 dias .....	37
<b>Tabela 4</b> - Resultados de pH, perda de água por cozimento, perda de água por pressão, força de cisalhamento e coloração da carne de frangos de corte suplementados com dietas contendo diferentes níveis de selênio orgânico e abatidos aos 42 dias de idade .....	40

### **ARTIGO 2 - Enzimas digestivas de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com selênio orgânico.**

<b>Tabela 1</b> - Composição percentual e calculada das rações nas diferentes fases de criação de frangos de cortes criados até os 42 dias de idade .....	49
<b>Tabela 2</b> - Média das atividades enzimáticas específicas (UA total/min/g tecido) presentes no conteúdo duodenal de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com selênio orgânico em diferentes idades. ....	53
<b>Tabela 3</b> - Média das atividades enzimáticas específicas (UA total/min/g tecido) presentes no pâncreas de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com selênio orgânico em diferentes idades.....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	122
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	133
2.1 MINERAIS ORGÂNICOS OU QUELATOS E A PRODUÇÃO ANIMAL .....	133
2.2. SELÊNIO.....	155
2.3. IMPORTÂNCIA DO SELÊNIO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE .....	17
2.4. SELÊNIO NA QUALIDADE DE CARNE DE FRANGO .....	18
2.5 IDADE, SELÊNIO E ENZIMAS DIGESTIVAS DE FRANGOS DE CORTE .....	200
REFERÊNCIAS .....	222
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	27
3.1 OBJETIVO GERAL.....	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
<b>4 ARTIGO 1 PARA PUBLICAÇÃO - Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico</b> .....	28
Resumo .....	28
Abstract.....	28
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	33
Conclusão .....	44
Referências .....	44
<b>5 ARTIGO 2 PARA PUBLICAÇÃO - Enzimas digestivas de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com selênio orgânico</b> .....	47
Resumo .....	47
Abstract.....	47
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	52

Conclusão .....	55
Referências .....	55
<b>6 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>59</b>
ANEXO 1 - Normas para preparação dos artigos científicos pra submissão a publicação na Revista Brasileira de Zootecnia. ....	60

## 1 INTRODUÇÃO

Considerada uma das mais modernas do mundo, a avicultura de corte brasileira tem seus altos índices produtivos baseados em progressivos avanços tecnológicos e nutricionais que são atualmente empregados, associados ao melhoramento genético que reduziu, de maneira considerável, a idade de abate do frango (Macari et al., 2008). Nesse contexto, a nutrição tem papel de destaque, uma vez que uma alimentação adequada é fundamental para que o animal geneticamente melhorado possa manifestar todo o seu potencial dentro do sistema de criação.

Os microminerais sob a forma de complexo orgânico têm adquirido destaque, tendo-se em vista as perspectivas de maior biodisponibilidade em relação a fontes inorgânicas convencionais. Partindo do pressuposto de que são mais facilmente absorvidos e retidos pelos animais, a suplementação de minerais utilizando fontes orgânicas, podem melhorar o desempenho, a viabilidade das aves e reduzir a excreção de microminerais, que potencialmente poluem o ambiente (Brito et al., 2006).

Entre os diversos minerais que podem influenciar a cadeia produtiva de frangos de corte, é possível destacar o selênio (Se), este mineral é incluído na dieta em quantidades mínimas, mas tem grande importância na prevenção de doenças como diátese exudativa, distrofia muscular e encefalomalácea. É considerado ainda, um composto antioxidante, pois compõe enzimas que combatem os radicais livres, minimizando a oxidação celular (Funari Jr., 2008), além de estar relacionado com a produção de enzimas digestivas e ao metabolismo tireoidiano (Ganther, 1986; Beckett et al., 1992; Meyer et al., 2007).

Assim, objetivou-se avaliar a suplementação dietética de Se orgânico (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg de ração), sobre as características produtivas, qualidade de carne e enzimas digestivas de frangos de corte.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MINERAIS ORGÂNICOS OU QUELATOS E A PRODUÇÃO ANIMAL

Os minerais são de grande importância para o desenvolvimento corporal, atuando como componentes estruturais de órgãos e tecidos do corpo, como constituinte de fluidos na forma de eletrólitos e como catalizadores de processos enzimáticos e hormonais (Cardoso & Tessari, 2010).

Os primeiros estudos sobre fontes de minerais destinados a nutrição animal datam da década de 1950 e segundo Bertechini (2006), inicialmente a suplementação mineral tinha como objetivo resolver problemas ósseos e de desempenho em aves. Segundo o autor, a importância da suplementação mineral para aves adquiriu destaque nos últimos anos devido a uma série de fatores relacionados à produção, tais como: o melhoramento genético, que proporcionou animais mais produtivos, porém, nutricionalmente mais exigentes; a criação em confinamento, que retirou a possibilidade de contato direto do animal com a terra, que era até então, uma importante fonte mineral; a retirada ou redução do uso de farinhas de origem animal nas rações, devido a problemas de doenças; uso de rações a base de ingredientes vegetais pobres em minerais, entre outros fatores, dessa forma, o fornecimento adequado de minerais através da ração é um fator decisivo para manter o sucesso produtivo dos frangos de corte.

Os minerais orgânicos tem ganhado destaque no setor de produção por favorecer o desempenho animal. Segundo definição da Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1997), minerais orgânicos ou quelatos, são íons metálicos ligados quimicamente por ligações covalentes, através de grupamentos aminos ou oxigênio, a uma molécula orgânica, que pode ser um aminoácido ou um polissacarídeo que atuam como carreadores formando uma estrutura cíclica com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade mineral (AAFCO, 1997; Leeson & Summers, 2001). Por serem estáveis são menos vulneráveis às interações minerais adversas que ocorrem no aparelho digestivo, o que favorece sua absorção.

De acordo com Malleto (1984), a presença do íon metálico nas estruturas quelatadas modifica as características químicas e físicas dos grupos coordenados, protege-os da influência dos agentes externos, tornando-os resistentes à dissociação dos componentes e dando-lhes estabilidade química, não ocorrendo a formação de complexos insolúveis ao nível de lúmen intestinal.

Estes minerais são normalmente produzidos a partir de um hidrolisado protéico contendo uma mistura de aminoácidos e peptídeos de vários tamanhos. A reação do mineral com o hidrolisado resulta na formação de complexos associados a íons metálicos orgânicos. Alternativamente, os minerais orgânicos podem ser sintetizados através de um processo biossintético, como ocorre com a selenometionina e selenocisteína, em que uma cultura de levedura é enriquecida com selênio inorgânico (Rossi et al., 2007).

Esse processo de síntese é possível uma vez que selênio (Se) e o enxofre (S) são membros do mesmo grupo na tabela periódica, o que faz com que compartilhem propriedades físicas e químicas, sendo que esta similaridade permite com que o Se substitua o S, promovendo interações Se-S nos sistemas biológicos (Daniels, 1996).

Sendo assim, o selênio é utilizado pelas leveduras na formação de aminoácidos sulfurados como a metionina e a cisteína, formando seus análogos selenometionina (SeMet) e selenocisteína (SeCys) durante a formação de compostos celulares (Daniels, 1996).

O conhecimento dos mecanismos de absorção e o metabolismo dos minerais são de grande importância. Nos animais monogástricos, a absorção dos minerais ocorre no intestino delgado, o transporte dos íons para o interior da célula ocorre por difusão passiva ou pelo transporte ativo (Herrick, 1993; Borges, 2011).

Para que esses íons sejam absorvidos e atinjam a corrente sanguínea, órgãos e tecidos, é necessário que eles estejam atrelados a um agente ligante ou molécula transportadora, que permita a passagem através da parede intestinal. Muitas vezes estes íons não encontram o agente ligante e acabam sendo excretados. Nessas condições podem ocorrer perdas pela reação com compostos, como colóides insolúveis ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas que inibem a absorção (Herrick, 1993).

Frequentemente faz-se uso de níveis mais elevados de minerais, grande parte das vezes baseando-se apenas em conhecimentos práticos observados a campo, visando sanar essa má absorção (Rutz & Murphy, 2009). Essa prática é comum e pode até funcionar, porém, corre o risco de uma interação adversa entre minerais, bem como aumentar os níveis excretados dos mesmos (Leeson, 2008).

O quelato não possui carga elétrica, e por isso, sua estrutura química estável de natureza eletricamente neutra no trato digestivo termina por conferir ao composto uma maior solubilidade, sendo este fato muito importante para a compreensão dos mecanismos de absorção dos minerais orgânicos. O complexo formado entre a proteína transportadora e o

mineral deverá apresentar carga total neutra, caso contrário, não ocorrerá absorção (Mellor, 1964).

Na forma orgânica, os minerais são absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não pelos transportadores intestinais clássicos de minerais. Dessa forma não sofrem competição por já possuem seu próprio aminoácido ao entrar no trato digestivo. Devido à sua forma de ligação, o mineral orgânico é quimicamente inerte, assim também não interage com os íons metálicos livres. É absorvido passando diretamente para o plasma através das células da mucosa intestinal e sua ligação permanece inalterada. A separação do aminoácido quelante irá acontecer no local em que o mineral será usado (Rossi et al., 2007).

## 2.2 SELÊNIO

Descoberto involuntariamente pelo químico sueco Berzelius, em 1818, o micromineral selênio foi inicialmente relacionado a características indesejáveis, atrelado a propriedades carcinogênicas. Porém, em 1957, o pesquisador Klauz Schwars verificou que o selênio era essencial para a prevenção da necrose hepática em ratos. Mais tarde, comprovou-se que não era carcinogênico e em 1974 o Food and Drug Administration (FDA) autorizou sua utilização na alimentação animal (Surai, 2000).

Além de essencial para os animais, Viaro et. al (2001) afirmam que o selênio também é essencial na dieta humana, e como grande parte dos solos do mundo é pobre neste mineral, produz-se também alimentos pobres no mesmo. A suplementação de selênio na dieta dos animais pode ser uma alternativa para enriquecer a dieta dos humanos, visto que este mineral ao ser ingerido pelos animais pode ser depositado em seus produtos, como carne, ovos e leite.

O selênio está presente na natureza sob duas formas químicas, inorgânica (selenito, selenato e seleneto) ou quelatada (selenometionina e selenocisteína), sendo proveniente de alimentos vegetais e animais, e atualmente na nutrição animal, tem sido empregado na forma quelatada a uma levedura.

As formas inorgânicas de selênio foram comumente utilizadas nas últimas décadas devido ao seu baixo custo, porém, podem ser tóxicos em altas e médias concentrações, além de interagirem com componentes da dieta, o que pode acarretar na sua não absorção (Patton, 1997). Desta forma, são absorvidos em pequenas quantidades, e assim, depositados nos produtos animais em quantidades reduzidas.



A fonte mineral na forma quelatada tem adquirido grande destaque, visto que apresenta características que aumentam a sua absorção, além de sua utilização ser mais segura do que a forma inorgânica quando a possíveis intoxicações (Patton, 1997).

O selênio está presente em várias funções fisiológicas, participando como componente de selenoproteínas. Segundo Kohrl et al. (2000), existem mais de 20 selenoproteínas eucarióticas e a expressão destas é dependente da quantidade de selênio disponível, hormônios e condição ambiental.

As selenoproteínas são importantes nos diversos sistemas, sinalizando as reações de oxidação-redução, regulação de apoptoses, imunomodulação, espermatogênese e desenvolvimento embrionário (Surai, 2000), sendo que a maioria dos mecanismos de ação destas ainda permanecem desconhecidos.

A selenoproteína mais estudada é a enzima glutathione peroxidase (GSH-px), que é uma proteína tetramérica, com 4 subunidades idênticas, cada uma contendo um resíduo simples selenocisteína (SeCys) ligado a um sítio ativo (Sunde et al., 1993). A GSH-px é encontrada em todos os tecidos em que o estresse oxidativo pode causar danos (Kohrl et al., 2000).

A GSH-px participa de uma variedade de reações e possui inúmeras funções no organismo. Estas incluem desintoxicação do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e peróxidos orgânicos (ROOH), a manutenção da vida de grupos sulfídricos na forma reduzida, a síntese de certos hormônios derivados do ácido araquidônico (leucotrienos) e do metabolismo de um grande número de compostos estranhos (Brody, 1999).

O nível de atividade da enzima GSH-Px está relacionado com o suprimento de selênio no organismo (Watanabe et al., 1997). Usualmente, a atividade de glutathione peroxidase (GSH-Px) é considerada um indicador da localização de selênio em uma variedade de espécies (Ganther, 1986). Essa enzima, além de ter grande relação com a prevenção da formação de peróxidos dentro das células, também atua em conjunto com a enzima tiredoxina redutase, que contribui para restabelecer o sistema endógeno antioxidante (Tapiero et al., 2003). Desta forma, a deficiência de selênio em aves pode causar necrose hepática, diminuição da quantidade de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de piorar o crescimento (Moreira et al., 2001).

Outras selenoenzimas relevantes são as iodotironinas desiodases que formam uma família de selenoenzimas com propriedades catalíticas distintas que ativam ou inativam os hormônios tireoidianos. As desiodases tipo I e II são as enzimas responsáveis pela

síntese do hormônio 3,5,3'-triiodo-L-tironina (T3) e são amplamente expressas na tireóide normal (Meyer et al., 2007).

Segundo Jensen et al. (1986), o hormônio T3 que é produzido pela desidiação do anel fenólico ou tirosínico da molécula do 3,5,3',5'-tetraiodo-L-tiroxina (T4) em tecidos e órgãos periféricos através da seleno-proteína iodotironina deiodinase tipo I (Beckett et al., 1992).

Os hormônios tiroideanos desempenham função importante no metabolismo de todos os vertebrados. São fundamentais para o crescimento e desenvolvimento de vários órgãos e tecidos, sendo que o hormônio T3 atua sobre o crescimento do animal através do *turnover* proteico. E assim, a deficiência de Se poderia afetar este *turnover* e, conseqüentemente, o crescimento animal, pela redução da síntese de T3 (Hayashi, 1993). Jianhua et al. (2000) verificaram que o aumento do nível deste mineral na dieta determinou um aumento na concentração de 5'-deiodinase e do hormônio T3, com concomitante melhora no desenvolvimento de frangos de corte.

### 2.3 IMPORTÂNCIA DO SELÊNIO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Segundo Cantor et al. (1997), o efeito da suplementação de selênio em dietas de aves pode variar de acordo com a fonte utilizada. Fontes de minerais orgânicos são mais facilmente absorvidos e retidos pelas aves em relação às fontes inorgânicas, podendo assim atuar melhorando o desempenho e reduzindo a excreção dos microminerais que potencialmente poluem o ambiente (Brito et al., 2006).

Este benefício foi comprovado por Yonn et al. (2007), em ensaio de digestibilidade e determinação da concentração de selênio no sangue de frangos de corte, observaram melhores resultados para as diferentes fontes orgânicas de selênio orgânico (selplex e selênio levedura) em relação a fonte inorgânica.

Segundo o NRC (1994) a exigência de selênio durante a fase de crescimento é de 0,15 mg/kg de ração. Entretanto, Yonn et al. (2007) obtiveram exigência por kg de ração para fase inicial de 0,098 mg e para fase final de 0,101 mg.

Avaliando a suplementação de frangos de corte com diferentes fontes de selênio, Wang & Xu (2008) observaram melhora significativa na conversão alimentar de frangos de corte suplementados com 0,2 mg Se/kg de ração na forma de selênio levedura em relação a suplementação na forma de selenito de sódio. Porém não houve diferenças quanto ao peso final, a viabilidade e o ganho de peso diário entre as fontes. Os frangos suplementados

com selenito de sódio apresentaram menor conteúdo de selênio no músculo, fígado, rins e pâncreas.

Funari Jr. (2010), ao avaliar a suplementação de diferentes fontes e níveis de selênio (0,15 mg/kg Se inorgânico; 0,15 mg/kg Se orgânico; 0,15 mg/kg Se inorg. + orgânico; 0,45 mg/kg Se inorgânico; 0,45 mg/kg Se orgânico; 0,45 mg/kg Se inorg.+ orgânico), observou em frangos de corte efeito para o fator nível, para os períodos de 1 a 28 dias e de 1 a 42 dias de idade, em que a suplementação de 0,45 mg de Se/kg de ração favoreceu o parâmetro ganho de peso.

Upton et al. (2008) suplementaram a dieta de frangos de corte com 0,2 ppm selenito de sódio, 0,3 ppm Sel-Plex ou 0,1 ppm selenito de sódio + 0,1 ppm Sel-Plex. Observaram que as aves suplementadas com Sel-Plex apresentaram maior peso corporal em relação às aves dos demais tratamentos. Quanto à conversão alimentar foi observado que esta foi melhor nas aves suplementadas com Sel-Plex ou Sel-plex+selenito de sódio. A suplementação de Sel-Plex proporcionou maior rendimento de penas, peso de carcaça, rendimento de vísceras, pés, pernas, coxas e pescoço, enquanto que o selenito de sódio induziu a maior perda de água da carne peito.

#### 2.4 SELÊNIO NA QUALIDADE DE CARNE DE FRANGO

A deficiência de selênio é reconhecida como um importante fator que afeta a saúde humana, em todo mundo, desta maneira encontrar formas de disponibilidade deste mineral nos alimentos, e entender como ele pode influenciar no rendimento de cortes e a qualidade da carne, torna-se um importante campo de pesquisa dentro da produção de frangos de corte (Viaro et al. 2001).

Payne & Southern (2005), ao adicionarem levedura enriquecida com selênio na ração de frangos de corte, observaram que esses animais apresentaram maior concentração de selênio no músculo e no plasma do que as aves que receberam rações suplementadas com selenito de sódio ou dieta não suplementada.

A aparência da carne apresenta o maior impacto na decisão inicial do consumidor, no momento de comprar ou rejeitar o produto, pois este prefere ter carne fresca com a mínima perda de água durante a manipulação e cozimento. Uma das formas mais comuns para aumentar a estabilidade oxidativa da carne é a utilização de antioxidantes, tanto na forma de suplementos dietéticos como durante o processamento (Décker, 1998). A inclusão de antioxidantes na dieta de animais destinados a produção de carne é um método

efetivo para aumentar a estabilidade oxidativa do músculo. Alguns compostos administrados não são propriamente antioxidantes, e sim nutrientes essenciais para o funcionamento de sistemas antioxidantes endógenos. Os microminerais ou elementos-traço, particularmente o selênio, têm impacto significativo na performance e imunidade animal, induzindo mudanças fisiológicas no tecido muscular, o que pode influenciar positivamente a qualidade da carne (Hess et al., 2003).

Apesar das vantagens do uso de selênio como agente antioxidante *in vivo*, o conhecimento de seu nível de eficiência em relação ao retardamento da oxidação que ocorre na carne submetida a tratamento térmico é restrito. Sabe-se que a aceleração da oxidação lipídica na carne provocada pela ação da temperatura deve-se em parte pela inativação das enzimas antioxidantes, dentre elas a glutathiona peroxidase (GSH-Px) (Mei et al., 1994).

Níveis inadequados de selênio no organismo podem levar a uma redução da atividade da enzima GSH-Px selênio dependente, ocorrendo assim um decréscimo na habilidade de degradar peróxido de hidrogênio. Altos níveis dessa enzima estão relacionados com a auto-oxidação das membranas celulares, danos ao DNA e prejuízos da função imune. Pesquisas recentes demonstram uma elevação de 32% na peroxidação lipídica nos eritrócitos de frangos deficientes em selênio (Holovská Jr. et al., 2003).

Segundo Grashorn (2007), por reduzir de forma eficiente os processos oxidativos no tecido, o selênio, inibe a ocorrência de aromas indesejáveis na carne. O grau de oxidação pode ser descrito pelo conteúdo de substâncias reativas ao malonaldeído. Nesse sentido, Yaroshenko et al. (2003) observaram que carnes de peito e coxa de frangos enriquecidos com selênio apresentavam menor conteúdo de malonaldeído.

Segundo Wang (2009), suplementando frangos de corte com 0; 0,30 e 0,60 mg de Se levedura /kg de ração, observaram que a suplementação de selênio reduziu o conteúdo de malonaldeído na carne, quando comparado com a sua não inclusão.

A retenção de água é uma característica bastante importante para a determinação da qualidade da carne, visto que ela está relacionada com o aspecto deste alimento antes do cozimento, como o comportamento durante a cocção e a palatabilidade (Mendes, 2001). Edens (1996) observou que a perda de água da carne foi menor quando os frangos foram suplementados com selênio orgânico.

Dias et al. (2008), trabalhando com selênio orgânico para avaliar perdas durante o resfriamento das carcaças, verificaram diferenças numéricas nas perdas de água durante o processamento das aves, sendo menor para as carcaças dos frangos suplementados

com selênio orgânico. A deficiência de selênio pode levar a vulnerabilidade da membrana celular, acarretando a oxidação e precipitação de água na carne (Close, 1998).

Avaliando a suplementação de dois níveis de Se (0,1 e 0,3 mg/kg de ração) e duas fontes (orgânica e inorgânica) em frangos de corte, Edens et al. (2003) observaram efeito positivo sobre a perda de água da carne e sobre os rendimentos de pernas e coxas.

Além disso, Wang (2009), suplementando 0,6 mg Se/kg observaram aumento no valor de  $a^*$  e redução nas perdas de água, porém o tratamento não suplementado com selênio aumentou o valor de  $b^*$ .

Ao avaliar a suplementação de 0,3 mg/kg da dieta de frangos, na forma de selenito de sódio e selenometionina, Skrivan et al. (2008) observaram que ambas as formas promoveram aumento da concentração de selênio na carne do peito, independente da fonte, quando comparadas com o tratamento não suplementado. Porém a selenometionina, foi superior a forma inorgânica.

Os autores observaram ainda que a suplementação de selênio promoveu uma economia de  $\alpha$ -tocoferol, pois as carnes das aves que receberam selenometionina apresentavam maiores valores desta vitamina.

## 2.5 IDADE, SELÊNIO E ENZIMAS DIGESTIVAS DE FRANGOS DE CORTE

As informações sobre o padrão de desenvolvimento de enzimas digestivas pancreáticas, suas secreções no duodeno e atividades nos conteúdos intestinais em frangos de corte são importantes para a projeção e implementação de estratégias nutricionais e dietéticas para melhorar a utilização de nutrientes pelas aves (Jin et al., 1998).

Porém, estudos realizados mostram que existe uma grande variação entre as atividades enzimáticas de uma ave para outra, mesmo quando submetidas aos mesmos tratamentos experimentais (Nir et al., 1993; Dunnington & Siegel, 1995; Guimarães et al., 1997; Carelli et al., 2000; Carmo et al., 2003; Sakomura et al., 2004; Morais et al., 2009) o que pode dificultar a quantificação das mesmas.

Vários estudos têm demonstrado que as funções digestivas das aves sofrem um processo de maturação com o decorrer da idade (Nitsan et al. 1991; Sakomura et al. 2004), tanto no que diz respeito à produção enzimática, quanto ao processo de absorção de nutrientes. A influência da idade da ave nesse processo está relacionada à maturação dos órgãos que compõem o sistema digestório, incluindo a produção de enzimas digestivas como a lipase, amilase e proteases (Nir & Nitsan, 1979).

Segundo Jin et al. (1998), a atividade dessas enzimas são pobremente desenvolvidas até os 7 dias após o nascimento. Segundo os autores, a atividade da amilase aumenta rapidamente durante os primeiros 14 dias de idade e parece estabilizar depois dos 21 dias.

Avaliando o perfil enzimático das enzimas amilase, lipase e tripsina, e crescimento do intestino e pâncreas durante os primeiros 21 dias de vida de frangos de corte, Moraes et al. (2009), observaram que as atividades de  $\alpha$ -amilase e lipase aumentam com a idade até o 14º dia, reduzindo após o 21º dia. Segundo os autores, o maior valor de atividade específica para as enzimas amilase e lipase coincide com o maior peso relativo do pâncreas, o que ocorre por volta da segunda semana de vida, sugerindo uma relação entre a maturação dos órgãos digestivos na presença de substrato e a atividade enzimática. Resultados semelhantes foram observados por Nitsan et al. (1991), Carmo et al. (2003) e Sakomura et al. (2004).

Além da idade das aves, outro fator que pode influenciar na atividade das enzimas digestivas das aves é o selênio. Segundo Moreira et al. (2001), esse micromineral é essencial ao organismo das aves e sua deficiência pode causar necrose hepática, redução da quantidade de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de comprometer o crescimento e o desempenho em frangos de corte. Segundo Cantor et al. (1975), as dietas deficientes em Se reduzem significativamente o peso do pâncreas em frangos de corte, o que pode acarretar problemas na produção de enzimas digestivas.

Porém, Adkins & Ewan (1984), suplementando a dieta de suínos com diferentes níveis de selênio inorgânico, não observaram efeito dos tratamentos sobre as enzimas digestivas presentes no pâncreas desses animais.

**REFERÊNCIAS**

- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS - AAFCO. **Official publication**. Atlanta: 1996. 162p.
- ADKINS, R.S.; EWAN, R.C. Effect of supplemental selenium on pancreatic function and nutrient digestibility in the pig. **Journal of Animal Science**, v.58, p.351-355, 1984.
- BECKETT, G.J.; RUSSEL, A.; NICOL, F. et al. Effect of selenium deficiency on hepatic type I 5<sup>3</sup>iodothyronine deiodinase activity and hepatic thyroid hormone levels in rat. **Biochemical Journal**, v.282, p.483-487, 1992.
- BERTECHINI, A.G. Metabolismo dos minerais, In: **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. p.169-211.
- BORGES, A. Q. [2001]. Uso de Minerais Orgânicos na Avicultura. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/uso-minerais-orgânicos-avicultura-t298/141-p0.htm>>. Acesso em: 11/12/2011.
- BRITO, J. A. G. D.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. et al. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações para frangos de reposição no período 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1342-1348, 2006.
- BRODY, T. Nutritional Biochemistry. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1999. 1006p.
- CANTOR, A.H., M.L. LANGEVIN, T. NOGUCHI. et al. Efficacy of Se in Se compounds and feedstuffs for prevention of pancreatic fibrosis in chicks. **Journal Nutrition**. p.105-106. 1975.
- CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J.; STRAW, M.L. et al. Tissue selenium concentrations of broilers fed diets supplemented with selenized yeast and sodium selenite. **Poultry Science Association**, v.76, p.58, 1997.
- CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C. [2010]. **Nutrição e imunidade em aves**. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_2/aves/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/aves/index.htm)>. Acesso em: 13/12/2011
- CARELLI, M.C.S.; MORAES, G.H.K.; OLIVEIRA, M.G.A. et al. Dietary effects of L-glutamic acid combined with vitamin D in the activities of chymo and pancreas amylase of chicks. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 30., 2000, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 2000. p.26.
- CARMO, H.M.; MORAES, G.H.K.; FREITAS, H.T. et al. Development of pancreas lipase and  $\beta$ -amylase of chickens from birth to 21 days of age. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 33., Caxambu, 2003. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 2003. p.140.
- CLOSE, W.H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FOOD INDUSTRY, 1998, 14, Nottingham. **Anais...** Nottingham: Alltech's Annual Symposium, 1998. p. 469- 76.

- DANIELS, L.A. Selenium metabolism and bioavailability. **Biological trace element research**, v.54, p.185-199, 1996
- DECKER, E.A. Strategies for manipulating the prooxidative/antioxidative balance of foods to maximize oxidative stability. **Trends in Food Science & Technology**. v. 9, p. 241-248. 1998.
- DIAS, M.C.; GONÇALVES, F.M.; ANCIUTI, M.A. et al. Perdas durante o resfriamento de carcaças de frangos de corte suplementados com selênio orgânico na dieta. In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 30., 2008 Pelotas. **Anais...** Pelotas: Congresso de iniciação científica, Encontro de pós-graduação, [2008]. (CD-ROM).
- DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. **Poultry Science**, v.74, p.761- 770, 1995.
- EDENS, F.W. Organic selenium: from feathers to muscle integrity to drip loss. Five years onward: no more selenite. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 1996, Nottingham. **Anais...** Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p. 165-185.
- EDENS, F.W., GOWDY, K.M, SEFTON, A.E. Resultados de campo obtidos com frangos de corte suplementados com selênio (Sel-Plex). In: EM CONTATO COM A NATUREZA. APLICAÇÕES PRÁTICAS DE TECNOLOGIAS NATURAIS, 2003, 13, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Ronda Latino Americana da Alltech, 2003. p.11-16.
- FUNARI Jr., P. **Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte**. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- FUNARI Jr., P.; ALBUQUERQUE, R.; ALVES, F.R. et al . Diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho de frangos de corte. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 47, p. 380-384, 2010.
- GANTHER, H.E. Pathways of selenium metabolism including respiratory excretory products. **Journal of the American College of Toxicology**, v.5, p.1-5, 1986.
- GRASHORN, M.A. Functionality of poultry meat. **Journal of Applied Poultry Reserch**. v.19, p.99-106. 2007.
- GUIMARÃES, V.M.; RIBEIRO, M.; MORAES, G.H.K. Effects of dietary nonessential amino acids and pyridoxine in the chick liver glutamic-oxaloacetate transaminase activities. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 26., 1997, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 1997. p.26.
- HAYASHI, K. Roles of thyroid hormone in growth and protein turnover. **Animal Science and Technology**, v.64, p.938-947, 1993.



- HERRICK, J.B. **Mineral in animal health**. In: ASHMEAD, H.D. (Ed.). The roles of amino acid chelates in animal nutrition. New Jersey: Noyes, 1993 p.3-9.
- HESS, J.B.; DOWNS, K.M.; BILGILI, S.F. Selenium nutrition and poultry meat quality. Nutritional Biotechnology in the feed and food industries. In ALTECH'S INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 19., 2003, Norttingham. **Anais...** Norttingham: Altech's International Symposium, 2003, p.107-112.
- HOLOVSKÁ Jr., K.; HOLOVSKÁ, K.; BOLDIZAROVÁ, K. et al. Antioxidant enzyme activities in liver tissue of chickens fed diets supplemented with various forms and amounts of selenium. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 12, p. 143-152, 2003
- JENSEN. L.S.; COLNAGO, G.L.; TAKAHASHI, K. et al. Dietary selenium status and plasma thyroid hormones in chicks. **Biological Trace Element Research** v.10, p.11-18. 1986.
- JIANHUA, H.; OHTSUKA, A.; HAYASHI, K. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.84, p.727-732, 2000.
- JIN, S.H.; CORLESS, A.; SELL, J.L. Digestive system development in post-hatch poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.54, p.335-345, 1998.
- KOHL, J.; BRIGELIUS-FLOHE, R.; BOCK, A. et al. Selenium in biology: Facts and medical perspectives. **Biological Chemistry**, v.381, p.849-864, 2000.
- KUO, C.F.; CHENG, S.; BURGESS, J.R. Deficiency of vit E and selenium enhances calcium-Independent phospholipase A<sub>2</sub> activity in rat lung and liver. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1419-1429, 1995.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chickens**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. p.591.
- LEESON, S. Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. **World Poultry**, n.3, p.14-16, 2008.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de corte**. Campinas: FACTA. 2008. 375p
- MALLETO, S. Absorção e interferência dos elementos minerais no organismo animal-microelementos. Importância na sanidade. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL, 1, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SNIDA, 1984. p.9-18.
- MEI, L.; CRUM, A.D.; DECKER, E.A. Development of lipid oxidation and inactivation of antioxidant enzymes in cooked pork and beef. **Journal of Food Lipids**, v. 1, p. 273-283, 1994
- MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: **Chelating agents and metal chelates**. New York: Academic Press, 1964. p. 1.

- MENDES, A.A. Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.199-209, 2001.
- MEYER, E.L.S.; WAGNER, M.S.; MAIA, A.L. Expressão das iodotironinas desiodases nas neoplasias tireoidianas. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.51, p.690-700, 2007.
- MORAES, G.H.K.; RODRIGUES, A.C.P.; OLIVEIRA, M.G.A.O. et al. Perfil enzimático de a-amilase, lipase e tripsina do pâncreas e crescimento do fígado, intestino e pâncreas de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2188-2192, 2009
- MOREIRA, J.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P. et al. Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathiona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotecnica**, v. 25, p. 664-666, 2001.
- NIR, I.; NITSAN, Z. Metabolic and anatomical adaptations of flight-bodied chicks to intermittent feeding. **British Poultry Science**, v.20, p.61-71, 1979.
- NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGNA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.34, p.523-532, 1993.
- NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z. et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, p.515-523, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1994. 155p
- PATTON, R. Efficacy of chelated minerals: review of literature. In: CONFERENCE OF THE NUTRITION ADVISORY GROUP OF THE AMERICAN ZOO AND AQUARIUM ASSOCIATION ON ZOO AND WILDLIFE NUTRITION, 1997, 2, Texas. **Anais...** Texas: Conference of the Nutrition Advisory Group of the American Zoo and Aquarium Association on Zoo and Wildlife Nutrition, 1997, p.14-31.
- PAYNE, R.L.; SOUTHERN, L.L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. **Poultry Science**, v. 84, p. 898 – 902, 2005.
- ROSSI, P.; NUNES, J.K.; RIBEIRO, E.M. et al. Efeito dos minerais orgânicos sobre o desempenho reprodutivo de matrizes pesadas. In CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2007, 16 Pelotas. **Anais...** Pelotas: XVI CIC, 2007.
- RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009, 1, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.21.
- SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; Jr. PIZAURO, J.M. et al. Efeito da Idade dos Frangos de Corte sobre a Atividade Enzimática e Digestibilidade dos Nutrientes do Farelo de Soja e da Soja Integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.924-935, 2004.

- SKRIVAN, M.; DLOUHÁ, G.; MASSATA, O. et al. Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**, v.53, p.306-311, 2008.
- SOARES, A.L.; IDA, E.I.; MIYAMOTO, S. et al. Phospholipase A2 Activity in Poultry PSE, Pale, Soft, Exudative. **Journal Food Biochemistry**, v. 27, p. 309-319, 2003.
- SUNDE, R.A.; DYER, J.A.; MORAN, T.V. et al. Phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase: Full-length pig blastocyst cDNA sequence and regulation by selenium status. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.193, p.905-911, 1993.
- SURAI, P.F. Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 2000, 16, Nottingham. **Anais...** Nottingham: Alltech's Annual Symposium, 2000, p.205-260.
- TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. **Biomed Pharmacother**, v.57, p.134-144, 2003.
- UPTON, J.R.; EDENS, F.W.; FERKET, P.R. Selenium yeast effect on broiler performance. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.798-805, 2008.
- VIARO, R.S.; VIARO, M.S.; FLECK, J. Importância bioquímica do selênio para o organismo humano. **Disciplinarum scientia série: Ciência biológica e da saúde de Santa Maria**, v.2, p.17-21, 2001.
- WANG, Y.B.; XU, B.H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.144, p.306-314, 2008.
- WANG, Z.G. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects calor, water-holding capacity, and oxidative stability of male offspring meat at the early stage. **Poultry Science**, v.88, p. 1096-1101, 2009.
- WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, p. 185-207, 1997.
- YAROSHENKO, F.O.; DVORSKA, J.E.; SURAI, P.F. et al. Selenium-enriched eggs as a source of selenium for human consumption. **Applied Biotechnology, Food Science and Policy**, v.1, p. 13- 23, 2003
- YONN, I.; WENER, T.M.; BUTLER, M. Effect of Source and Concentration of Selenium on Growth Performance and Selenium Retention in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.86, p.727-730, 2007.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho, a qualidade da carne e a atividade das enzimas digestivas de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Verificar se a suplementação das dietas com diferentes níveis de selênio orgânico pode melhorar as características zootécnicas e de carcaça de frangos de corte;
- b) Verificar se a suplementação das dietas com diferentes níveis de selênio pode proporcionar uma melhor qualidade de carne.
- c) Verificar se a suplementação das dietas com níveis de selênio orgânico pode melhorar a atividade das enzimas digestivas  $\alpha$ -amilase, proteases totais, quimiotripsina, tripsina e lipase presentes no duodeno e pâncreas de frangos de corte;
- d) Verificar se a idade dos frangos de corte altera as atividades enzimáticas das enzimas digestivas  $\alpha$ -amilase, proteases totais, quimiotripsina, tripsina e lipase presentes no duodeno e pâncreas de aves;

#### 4 ARTIGO 1 PARA PUBLICAÇÃO

##### **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico.**

**Resumo:** O trabalho teve como objetivo avaliar as características produtivas e de qualidade de carne de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio orgânico (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg de ração). Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça e cortes e a qualidade de carne de frangos de corte. Os resultados de desempenho mostram que a suplementação de selênio não alterou os dados produtivos, porém reduziu linearmente a gordura abdominal da carcaça. Quanto a qualidade de carne, a suplementação de selênio orgânico aumentou linearmente o pH da carne do peito, reduziu linearmente a perda de água por pressão e a força de cisalhamento e também proporcionou um efeito quadrático sobre os valores de  $L^*$ , melhorando assim a qualidade desta.

**Palavras-chave:** Aves. Ganho de peso. Microminerais. Nutrição. pH.

##### **Performance, broiler carcass and meat quality characteristics, supplemented with organic selenium**

**Abstract:** This research was aimed at assessing parameters such like production and meat quality characteristics of broilers fed on diets with different levels of organic selenium (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg of feed). Characteristics such like performance, yield grade, cuts, and meat quality have been assessed. The results revealed that the supplementation with selenium did not affect productive characteristics of the broilers. However, it produced a linear reduction on the abdominal fat of the carcasses assessed. Regarding meat quality, the supplementation with organic selenium linearly increased the pH levels at the chest. Besides, it linearly reduced the loss of water by pressure and the shear force, what in turn improved the final quality of the meat.

**Keywords:** Chickens. Nutrition. pH. Trace element. Weight gain.

#### **Introdução**

De uma forma geral, os microminerais possuem baixa taxa de absorção pelos animais, principalmente quando são fornecidos na forma inorgânica (Bertechini & Fassani, 2001). A utilização dos chamados minerais orgânicos é uma alternativa interessante para maximizar a produção animal, já que tais minerais possuem maior biodisponibilidade, e atuam com maior eficiência no organismo (Close, 1998; Rutz, 2005).

O selênio é um micromineral essencial para funções orgânicas como crescimento, reprodução, prevenção de várias doenças e manutenção da integridade dos tecidos. Os efeitos da sua suplementação em dietas de aves podem variar de acordo com a fonte utilizada, seja ela orgânica ou inorgânica (Cantor et al., 1997). Segundo Moreira et al. (2001), o selênio orgânico favorece as características produtivas em frangos de corte.

Outro aspecto importante desse mineral é a sua ação relacionada com a síntese de seleno-aminoácidos e seleno-proteínas (Moreira et al., 2001). As seleno-proteínas desempenham importantes funções no metabolismo animal (Edens et al., 2003). Entre estas, está a seleno-proteína iodotironina deiodinase que é responsável pela conversão da forma inativa da tiroxina (T4) para a forma ativa 3,5,3'-triodotironina (T3) (Arthur et al., 1990).

O hormônio T3 atua sobre o crescimento do animal através do *turnover* protéico (Hayashi, 1993). A deficiência de selênio poderia afetar este *turnover* e, conseqüentemente, o crescimento animal, pela redução da síntese de T3 (Dahlke et al., 2005).

A deficiência de selênio é reconhecida como um importante fator que afeta a saúde humana, em todo mundo, e desta maneira, encontrar formas de disponibilidade deste mineral nos alimentos, bem como verificar como ele pode influenciar no rendimento de cortes e na qualidade da carne das aves torna-se um importante campo de pesquisa (Viaro et al., 2001).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação dietética de diferentes níveis de selênio orgânico sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e da qualidade de carne em frangos de corte.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no galpão experimental da Fazenda Escola e no Laboratório de Análise e Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL)- Paraná, sendo previamente submetido à apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Londrina (CEEA/UEL), sob número 90/09.

Foram utilizados 300 pintainhos de corte machos de um dia de idade, linhagem Cobb 700, distribuídos em 20 boxes, constituindo as parcelas experimentais, as aves foram criadas de acordo com manejo comercial, com água e alimento *ad libitum* durante todo o período experimental de 42 dias, o qual foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1 – 7 dias

idade), inicial (8 – 21 dias idade), crescimento (22 – 35 dias de idade) e terminação (36 – 42 dias de idade).

Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de selênio orgânico), com cinco repetições de 15 aves por parcela experimental. As rações experimentais atendiam as exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011), sendo específicas para cada fase, inclusive para os níveis de selênio, fornecido juntamente com o premix vitamínico e mineral utilizado na forma de selenito de sódio (Tabela 1), os níveis de selênio orgânico utilizados, foram adicionados as exigências mínimas preconizadas, sendo suplementados os níveis de 0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg de Se orgânico/ kg de ração.

**Tabela 1** - Composição percentual e calculada das rações nas diferentes fases de criação de frangos de cortes criados até os 42 dias de idade.

Ingredientes	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho grão	55,436	57,893	60,740	65,018
Soja farelo 45%	38,013	35,151	31,580	27,683
Óleo de soja	2,307	3,187	4,063	3,987
Fosfato bicálcico	1,931	1,575	1,344	1,120
Calcário	0,788	0,835	0,796	0,722
Sal comum	0,507	0,482	0,457	0,445
Premix vit. mineral <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl	0,308	0,257	0,256	0,281
DL-Metionina	0,184	0,129	0,281	0,257
L-Treonina	0,126	0,091	0,083	0,087
Total	100	100	100	100
Calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	3050	3150	3200
Proteína bruta (%)	21,050	20,240	19,040	17,810
Metionina digestível (%)	0,519	0,449	0,408	0,376
Met. + cist. digestível (%)	0,994	0,817	0,734	0,676
Lisina digestível (%)	1,330	1,151	1,020	0,939
Treonina digestível (%)	0,865	0,748	0,663	0,610
Selênio (%)	0,0037	0,0033	0,0030	0,0023

Cálcio (%)	0,894	0,853	0,794	0,735
Fósforo disponível (%)	0,450	0,428	0,398	0,367

<sup>1</sup>**Pré-Inicial e Inicial:** vit. A 2750,000 UI/g, vit. D3 550,000 UI/g, vit. K3 419,900 mg/kg, vit. B1 380,158 mg/kg, vit. B2 1250,00 mg/kg, vit. B6 600,188 mg/kg, vit. B12 4000,000 mcg/kg, vit. E 8750,000 UI, pantotenato de cálcio 3000.021 mg/kg, niacina 8750,175 mg/kg, ácido fólico 175,00 mg/kg, biotina 17,000 mg/kg, colina 65000,000 mg/kg, metionina 419999,700 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 15000,000 mg/kg, iodo 250,067 mg/kg, selênio 93,750 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg, coccidiostático 125000,000 mg/kg, promot. cresc. gran negativo 6250,000 mg/kg, promot. cresc. gran positivo 125000,000 mg/kg. **Crescimento:** vit. A 2250,000 UI/g, vit. D3 450,000 UI/g, vit. K3 417,950 mg/kg, vit. B1 300,125 mg/kg, vit. B2 1000,00 mg/kg, vit. B6 450,038 mg/kg, vit. B12 3000,000 mcg/kg, vit. E 7000,000 UI, pantotenato de cálcio 2500,083 mg/kg, niacina 7000,058 mg/kg, ácido fólico 140,000 mg/kg, biotina 14,000 mg/kg, colina 55000,000 mg/kg, metionina 379999,531 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 14999,996 mg/kg, iodo 250,000 mg/kg, selênio 75,000 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg, coccidiostático 125000,000 mg/kg, promot. cresc. gran negativo 6250,000 mg/kg, promot. cresc. gran positivo 125000,000 mg/kg. **Acabamento:** vit. A 1000,000 UI/g, vit. D3 200,000 UI/g, vit. K3 180,050 mg/kg, vit. B1 149,858 mg/kg, vit. B2 500,000 mg/kg, vit. B6 249,975 mg/kg, vit. B12 1250,000 mcg/kg, vit. E 3500,000 UI, pantotenato de cálcio 1200,167 mg/kg, niacina 70,000 mg/kg, ácido fólico 70,000 mg/kg, biotina 7,000 mg/kg, colina 45000,000 mg/kg, metionina 300000,125 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 15000,000 mg/kg, iodo 250,067 mg/kg, selênio 56,250 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg.

O selênio orgânico utilizado foi produzido através da liofilização de biomassa de levedura com selênio bioacumulado desenvolvido pelo departamento de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Federal do Paraná. O produto possuía 994g de biomassa a uma concentração de 599 mg de Se/kg de biomassa seca. Produzida a partir da fermentação de melaço de cana (7,5° Brix) e extrato de levedura (5g/L), sendo que o microorganismo utilizado foi *Candida pelliculosa* BARU 05.

Para a determinação do desempenho das aves, os parâmetros de produção avaliados foram: ganho de peso/ave, consumo de ração/ave, conversão alimentar e viabilidade criatória, avaliados ao final de cada fase e durante todo o período experimental.

Ao final dos 42 dias, duas aves que representavam o peso médio de cada parcela experimental foram submetidas a um período de 8 horas de jejum alimentar, transportadas em veículo automotivo por um período de 30 minutos e em seguida foram imediatamente abatidas, visto que Oba et al. (2009), avaliando diferentes tipos de estresse pré abate em frangos de corte, afirmam que esse manejo é o que proporciona maior incidência de problemas na qualidade da carne de frangos.

As aves foram pesadas individualmente na plataforma de abate, em seguida foram insensibilizadas eletricamente através do aparelho da marca Fluxo, modelo FX 2.0, sangradas, escaldadas, evisceradas e submetidas aos cortes comerciais para a determinação do rendimento de carcaça e cortes. Os peitos foram resfriados em solução de água + gelo e



armazenadas a 4 °C até a realização das análises de qualidade que foram realizadas após 24 horas.

A determinação do rendimento de carcaça foi realizado conforme metodologia descrita por Mendes (2001), onde considerou-se o peso da carcaça eviscerada (sem cabeça, pés e pescoço) em relação ao peso vivo de abate. Os cortes de peito, pernas (coxa + sobrecoxa), dorso e asas tiveram seus respectivos rendimentos determinados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente desde a moela até o conteúdo presente ao redor da cloaca e bursa de Fabricius, conforme descrito por Smith (1993).

As análises de qualidade da carne, pH, coloração, capacidade de retenção de água, perdas de água por cocção e força de cisalhamento foram realizadas no peito (*pectoralis major*) após 24 horas do abate.

O pH foi determinado, através da inserção de eletrodo na parte cranial do músculo *pectoralis major*, usando um potenciômetro (Testo 205 pHmeter). As medidas de cor foram realizadas na face ventral do filé, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra. A medida de cor foi analisada utilizando colorímetro Komica Minolta CR10 (Osaka, Japão) e os resultados foram expressos em L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho – verde) e b\* (componente amarelo – azul) do sistema de cor CIELAB.

A medida de perdas de água por pressão foi realizada de acordo com o método descrito por Barbut (1996). As perdas de água durante a cocção foram determinadas segundo Cason et al. (1997), onde amostras de carne do peito foram pesadas, identificadas, e embaladas em saquinhos plásticos, seladas e submetidas a cozimento em banho Maria a 85°C por 30 minutos. Após este procedimento as amostras foram retiradas do banho, resfriadas em temperatura ambiente, desembaladas e pesadas novamente, sendo que a diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu as perdas durante a cocção em relação ao peso inicial.

A força de cisalhamento foi determinada através do equipamento CT3 Texture Analyzer - Brookfield, acoplado a sonda Warner-Bratzler. Foram utilizadas as amostras de carne de peito cozidas da determinação das perdas por cocção, onde estas foram cortadas em tiras de 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina Warner-Bratzler, determinando-se a força máxima necessária para efetuar seu corte.

Os valores médios dos parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas versão 9.1). Foram realizadas análises de regressão para os efeitos significativos dos níveis de selênio, sendo considerado até o efeito quadrático.

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos mostraram que o ganho de peso apresentou efeito linear negativo (Figura 1) nos períodos de 1 a 7 ( $\hat{Y} = 0,12954 - 0,0172638X$ ,  $R^2=0,77$ ) e 1 a 21 dias ( $\hat{Y} = 0,855967 - 0,0846397X$ ,  $R^2=0,68$ ) em função dos níveis crescentes de selênio orgânico.

O mesmo ocorreu para o parâmetro viabilidade criatória, conforme mostra a Figura 2, nos períodos de 1 a 21 ( $\hat{Y} = 100,313 - 0,447917X$ ,  $R^2=0,89$ ) e 1 a 35 dias ( $\hat{Y} = 100,313 - 0,447917X$ ,  $R^2=0,89$ ), conforme dados apresentados na Tabela 2.

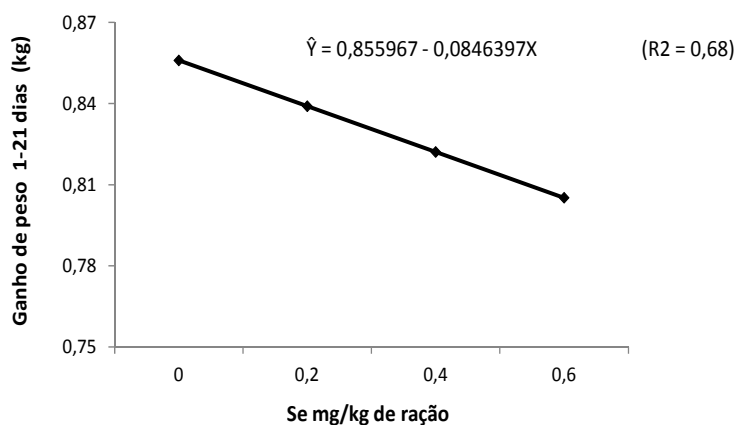
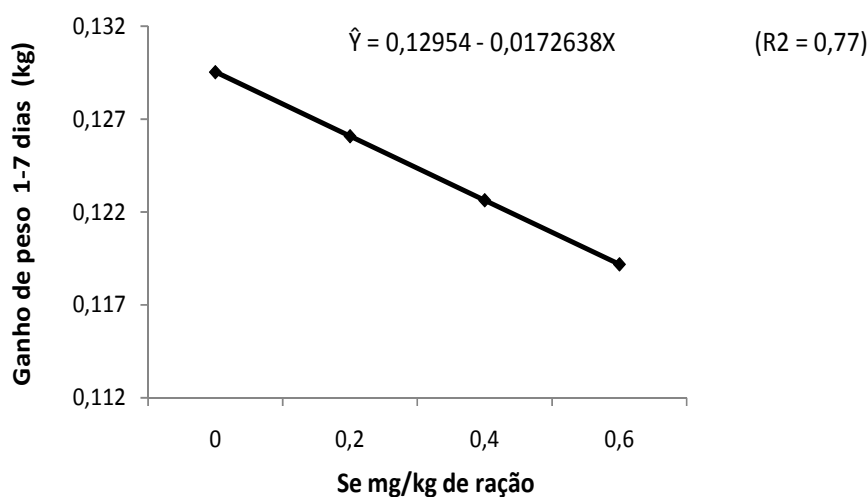
**Tabela 2** - Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.

Variáveis de Desempenho	Níveis de Se mg/kg de ração				Efeito da Regressão	CV%	R <sup>2</sup>
	0	0,2	0,4	0,6			
1 - 7 dias							
<sup>1</sup> GP (kg)	0,131	0,122	0,124	0,120	Lin*	7,017	0,770
CR (kg)	0,160	0,153	0,153	0,152	NS	5,281	NS
CA	1,224	1,252	1,237	1,274	NS	6,990	NS
VC (%)	100,00	100,00	98,670	98,660	NS	2,000	NS
1 - 21 dias							
<sup>2</sup> GP (kg)	0,868	0,818	0,815	0,817	Lin*	4,630	0,680
CR (kg)	1,208	1,145	1,140	1,153	NS	4,480	NS
CA	1,393	1,400	1,402	1,413	NS	4,133	NS
<sup>3</sup> VC (%)	100,00	100,00	98,670	97,330	Lin*	2,243	0,890
1 - 35 dias							
GP (kg)	2,150	2,031	2,104	2,071	NS	2,850	NS
CR (kg)	3,232	3,099	3,304	3,185	NS	4,261	NS
CA	1,503	1,526	1,570	1,540	NS	3,563	NS

<sup>4</sup> VC (%)	100,00	100,00	98,670	97,330	Lin*	2,240	0,890
1 - 42 dias							
GP (kg)	2,591	2,550	2,523	2,546	NS	3,366	NS
CR (kg)	4,272	4,131	4,294	4,192	NS	3,865	NS
CA	1,650	1,610	1,700	1,648	NS	3,782	NS
VC (%)	99,050	100,00	97,330	96,000	NS	0,211	NS

GP= Ganho de peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão alimentar; VC= Viabilidade criatória; CV%= Coeficiente de variação; \* P<0,05; NS= Não significativo P>0,05%; Lin= Efeito linear; <sup>1</sup> $\hat{Y} = 0,12954 - 0,0172638X$ , ( $R^2=0,77$ ); <sup>2</sup> $\hat{Y} = 0,855967 - 0,0846397X$ , ( $R^2=0,68$ ); <sup>3</sup> $\hat{Y} = 100,313 - 0,447917X$ , ( $R^2=0,89$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y} = 100,313 - 0,447917X$ , ( $R^2=0,89$ ).

**Figura 1** - Ganho de peso médio nos períodos de 1 a 7 e 1 a 21 dias de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.



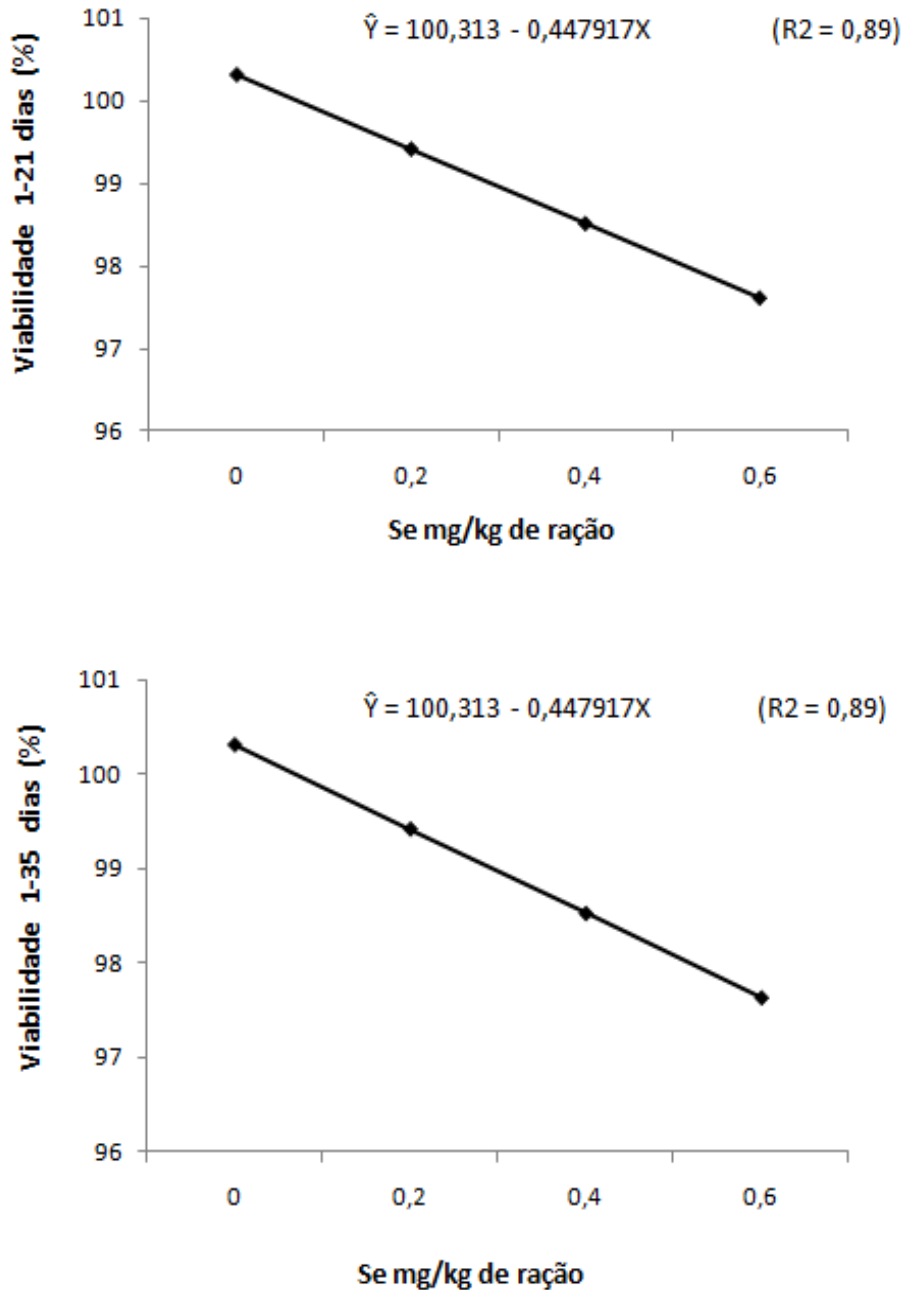
Os resultados podem ser justificados devido a participação do selênio sobre os hormônios produzidos pela tireóide. Segundo Meyer et al. (2007), o mineral está relacionado com as iodotironinas desiodases que formam uma família de selenoenzimas com propriedades catalíticas distintas que ativam ou inativam os hormônios tireoidianos via desiodação do anel fenólico ou tirosínico da molécula do 3,5,3',5'- tetraiodo-L-tiroxina (T4), convertendo-o para sua forma mais ativa, o 3,5,3'-triodo-L-tironina (T3).

Jianhua et al. (2000), avaliando a influência da suplementação de 0,0; 0,1; 0,3 e 0,5 mg Se/kg de ração sobre o crescimento de frangos de corte, observaram um aumento nos sanguíneos do hormônio T3 e da enzima iodotironina desiodase em função do aumento da concentração de Se presente na dieta dos animais

Os hormônios T3 e T4 regulam a atividade do metabolismo animal e afetam a taxa funcional de muitos outros sistemas do corpo. Em excesso, estimulam o metabolismo e exacerbam os efeitos do sistema nervoso simpático, causando aceleração de vários sistemas corporais. Para manter o metabolismo elevado, o animal desvia energia que antes seria utilizada para produção, e dessa forma acaba ganhando menos peso, pois o gasto com a energia de manutenção é maior. Além disso, animais metabolicamente estressados estão mais suscetíveis a falência dos órgãos acarretando numa piora da viabilidade criatória conforme afirmam Olkowski & Classen (1995).

Os resultados encontrados discordam de Funari Jr. et al. (2010), que trabalhando com suplementação de 0,15 e 0,45 mg de Se/kg de ração, tanto na forma orgânica como inorgânica para frangos de corte, observaram que a fonte não influenciou o ganho de peso, porém observaram efeito dos níveis sobre os parâmetros de desempenho, sendo que a suplementação de 0,45 mg Se/kg de ração, proporcionou maior peso médio, no período de 1 a 42 dias de criação.

**Figura 2** - Viabilidade de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.



Consumo de ração e conversão alimentar não foram afetadas ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos experimentais em nenhum dos períodos avaliados. Estes resultados corroboram com os de Moreira et al. (2001), que ao suplementarem diferentes níveis de selênio na dieta de frangos de corte, não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre os mesmos parâmetros de desempenho.

Com relação ao rendimento de carcaça e cortes as médias e as equações estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico abatidos aos 42 dias.

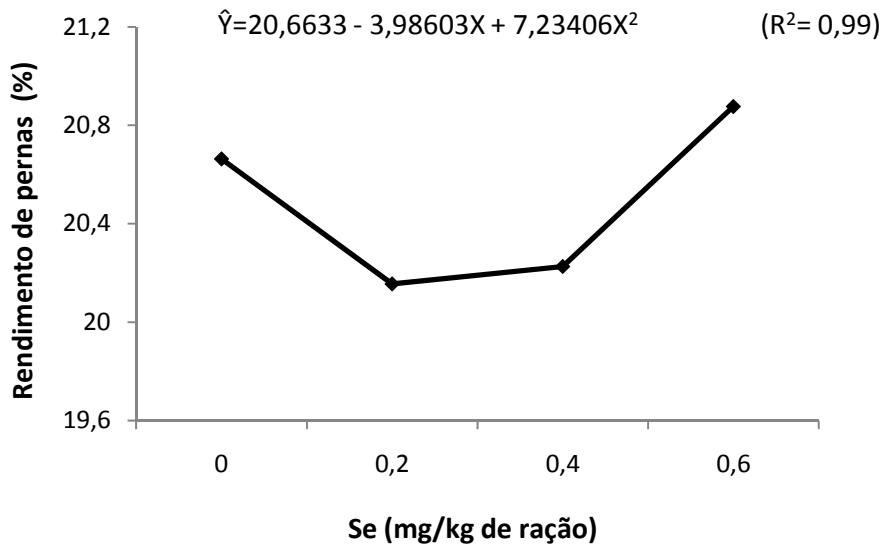
Rendimento (%)	Se (mg/kg de ração)				Efeito da Regressão	CV%
	0	0,2	0,4	0,6		
Carcaça	75,90	75,94	76,10	77,21	NS	3,51
Peito	29,52	30,69	30,00	30,77	NS	4,65
<sup>1</sup> Pernas	20,68	20,11	20,28	20,86	Quad*	4,16
Asas	8,08	7,97	8,21	9,37	NS	21,57
Dorso	15,96	15,72	16,22	15,60	NS	8,23
<sup>2</sup> Gordura Abdominal	1,68	1,46	1,41	1,18	Lin*	37,15

CV%= Coeficiente de variação; \* = P<0,05; NS= Não significativo P>0,05; Lin= Efeito linear; Quad = Efeito quadrático; <sup>1</sup>  $\hat{Y} = 20,6633 - 3,98603X + 7,23406X^2$  (R<sup>2</sup>= 0,99), <sup>2</sup>  $\hat{Y} = 1,66808 - 0,786104X$ , (R<sup>2</sup>= 0,92)

Os resultados de rendimentos de cortes mostram que para o rendimento de pernas houve efeito quadrático (P<0,05), ( $\hat{Y} = 20,6633 - 3,98603X + 7,23406X^2$ ; R<sup>2</sup>= 0,99) conforme representado na Figura 3, sendo que esse parâmetro sofreu uma redução até o nível calculado de 0,2755 mg Se/kg ração.

Resultados similares foram encontrados por Assis et al. (2008), que ao suplementar diferentes níveis de selênio orgânico na dieta de frangos de corte, observaram que o rendimento de sobrecoxa sofreu um efeito quadrático em função dos tratamentos, ocorrendo uma redução nesse parâmetro até o nível estimado de 0,37 mg/kg de ração. Edens (1996) e Edens et al. (2003), também observaram redução no rendimento de pernas ao suplementar a dieta de frangos de corte com Se orgânico.

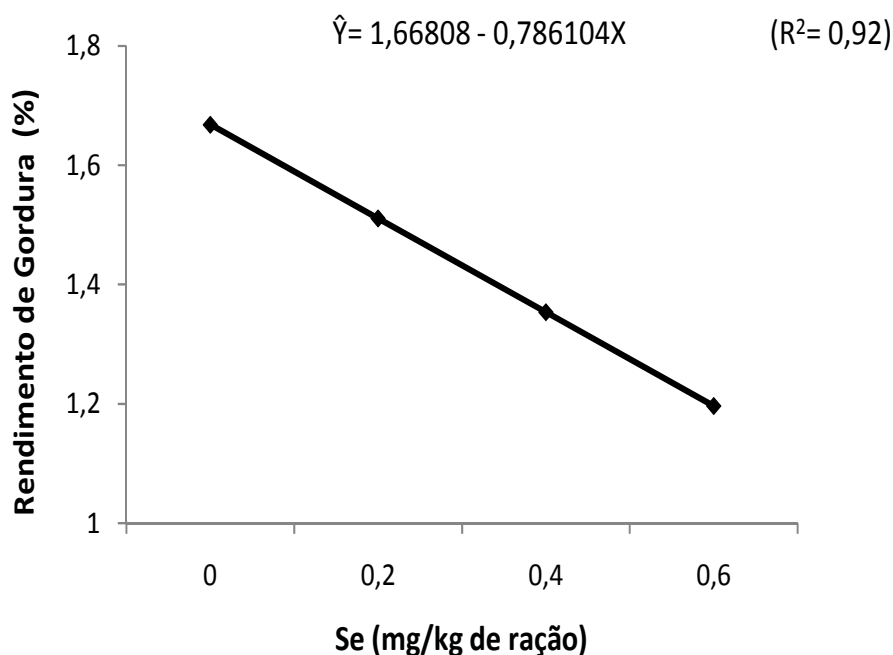
**Figura 3** - Rendimento de pernas em frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.



Para rendimento de gordura abdominal, os tratamentos influenciaram positivamente ( $P<0,05$ ) esse parâmetro, proporcionando efeito linear descrito pela equação  $\hat{Y}= 1,66808 - 0,786104X$ , ( $R^2= 0,92$ ). Os resultados mostraram que quanto maior o nível de Se orgânico presente na dieta, menor o rendimento de gordura abdominal em frangos de corte abatidos aos 42 dias (Figura 4).

O resultado encontrado discorda de Hada (2008), que ao suplementar a dieta de frangos de corte com 0,3 mg de Se/kg, observou maior deposição de gordura abdominal nas aves.

**Figura 4 -** Rendimento de gordura abdominal em frangos de corte suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico.



Acredita-se que esse parâmetro foi favorecido pelos níveis de selênio presentes nas dietas da mesma maneira que o ganho de peso. Uma vez que o metabolismo desses animais é acelerado, devido à maior produção dos hormônios T3 e T4, favorecida pela maior concentração de Se, leva ao maior gasto energético, reduzindo assim o acúmulo de gordura abdominal.

Os demais parâmetros de rendimento carcaça, peito, asas e dorso, não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pela suplementação de Se orgânico.

As médias obtidas para os parâmetros considerados na avaliação da qualidade da carne e os respectivos efeitos da regressão estão apresentados na Tabela 4.



**Tabela 4** - Resultados de pH, perda de água por cozimento, perda de água por pressão, força de cisalhamento e coloração da carne de frangos de corte suplementados com dietas contendo diferentes níveis de selênio orgânico e abatidos aos 42 dias de idade.

Variáveis	Se (mg/kg de ração)				Efeito da Regressão	CV%
	0	0,2	0,4	0,6		
<sup>1</sup> pH	5,73	5,85	5,83	5,92	Lin**	1,55
PAC (%)	24,74	23,28	28,41	24,09	NS	12,02
<sup>2</sup> PAP(%)	30,43	29,21	27,85	27,79	Lin*	10,32
<sup>3</sup> FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	3,19	3,59	2,66	2,79	Lin**	37,45
<sup>4</sup> L*	51,67	49,59	50,78	53,47	Quad**	5,50
a*	1,57	0,73	0,87	0,70	NS	119,70
b*	13,78	12,45	12,78	12,85	NS	13,98

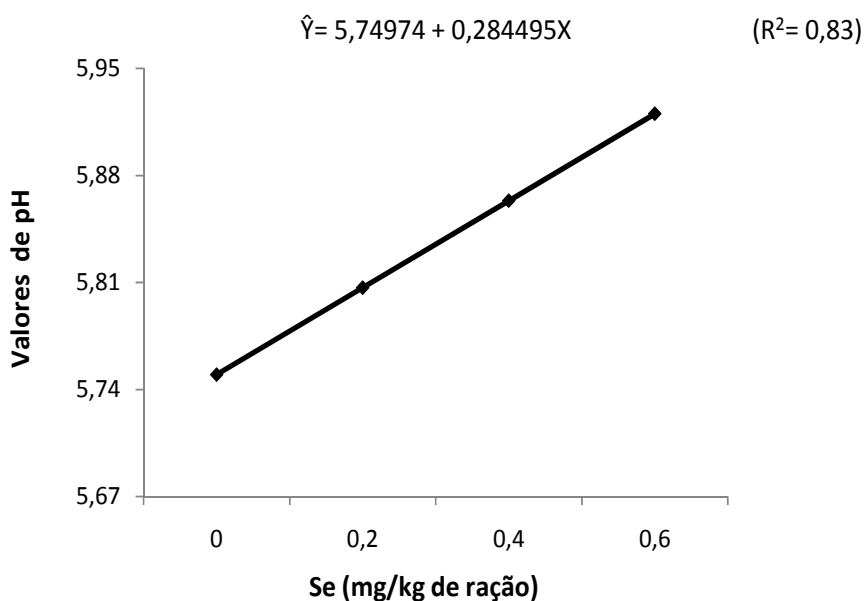
PAC= perda de água por cozimento; PAP= perda de água por pressão, FC= força de cisalhamento, L= luminosidade; a\* = intensidade de vermelho; b\*= intensidade de amarelo; CV%= Coeficiente de variação; \* = P<0,05; \*\* = P<0,01; NS = Não significativo; Lin= Efeito linear; Quad = Efeito quadrático; Equações: <sup>1</sup> $\hat{Y} = 5,74974 + 0,284495X$  ( $R^2 = 0,83$ ); <sup>2</sup> $\hat{Y} = 30,2624 - 4,75046X$ , ( $R^2 = 0,92$ ); <sup>3</sup> $\hat{Y} = 3,33433 - 0,964443X$  ( $R^2 = 0,41$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y} = 51,6045 - 14,7386X + 29,9964X^2$  ( $R^2 = 0,98$ );

O pH mensurado na carne do peito dos frangos, apresentou efeito linear ( $P < 0,01$ ), isto é, quanto maior a suplementação de selênio, maior o pH da carne, segundo a equação  $\hat{Y} = 5,74974 + 0,284495X$  ( $R^2 = 0,83$ ) como mostra a Figura 5.

É possível que a influência do selênio sobre a produção dos hormônios tireoidianos responsáveis pela taxa do metabolismo afete o acúmulo de glicogênio no músculo, uma vez que quanto maior o gasto energético, menor a quantidade de glicogênio presente no músculo, que é segundo Swatland (1995), a maior reserva energética desse tecido.

A quantidade de glicogênio armazenado no músculo no momento do abate é decisivo no valor final de pH da carne. Normalmente, o valor de pH inicial do músculo encontra-se entre 6,9 a 7,2 e se estabiliza em torno de 5,8 quando se esgotam as reservas de ATP e se estabelece o *rigor mortis* (Bridi, 2012).

**Figura 5** - Valores de pH final da carne de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico abatidos aos 42 dias de idade.

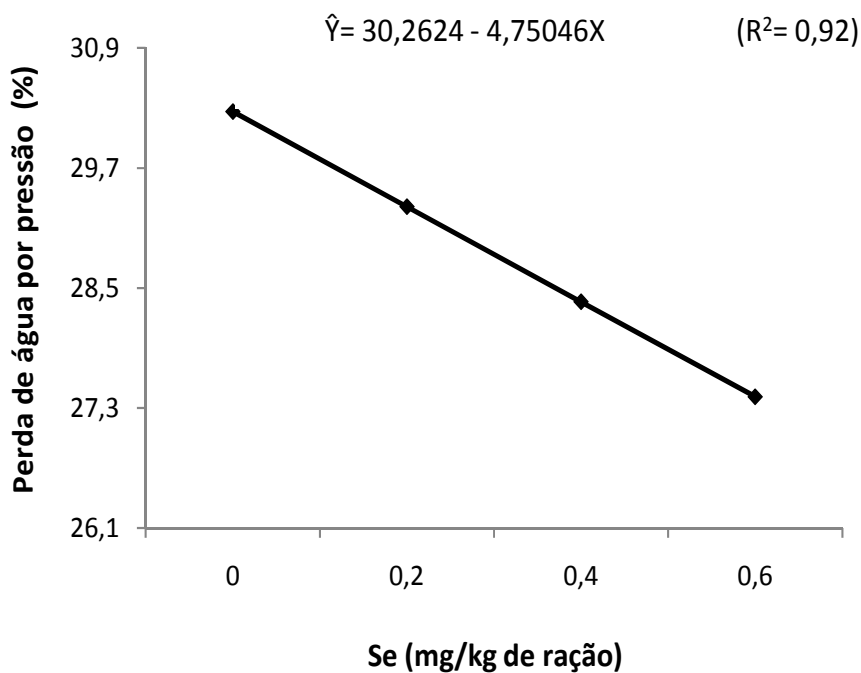


Segundo Offer & Knight (1988), o pH influencia diretamente as perdas de água na carne do peito. A depleção das reservas de glicogênio no músculo faz com que não haja acúmulo de ácido láctico no músculo *post mortem*, dessa forma, o pH final da carne permanecerá elevado, ficando bastante acima do ponto isoelétrico das principais proteínas musculares, e nessas condições, a capacidade dessas proteínas em reter água será alta (Dransfield & Sosnicki, 1999) reduzindo as perdas de água durante o processamento.

Fato constatado neste experimento, a perda de água por pressão sofreu efeito linear negativo ( $\hat{Y} = 30,2624 - 4,75046X$ ,  $R^2 = 0,92$ ) em função dos níveis crescentes de Se orgânico ( $P < 0,05$ ), conforme mostra a Figura 6, quanto maior o nível de selênio suplementado, menor a perda de água por pressão.

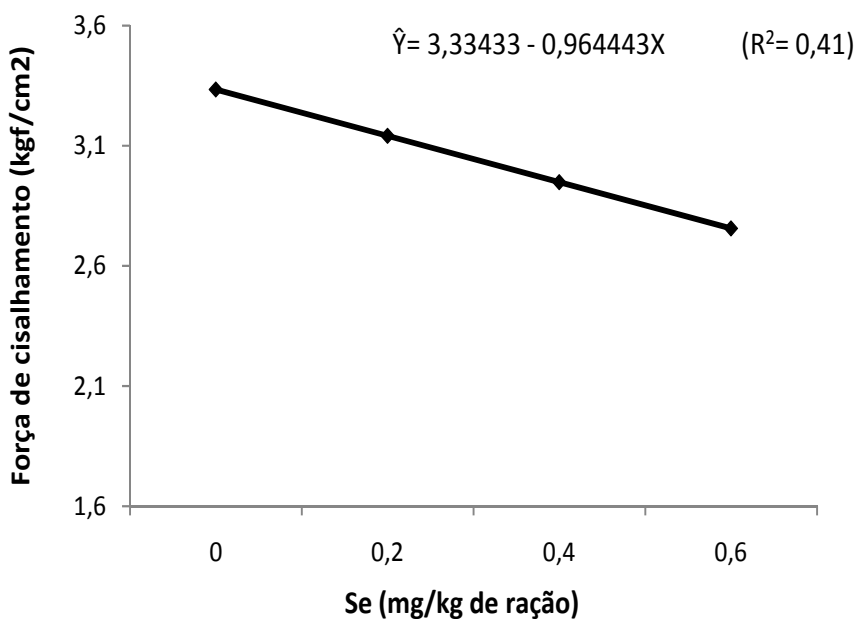
O resultado corrobora com os encontrados por Perić et al. (2009), que observaram que a suplementação de Se orgânico proporcionou redução das perdas de água da carne do peito.

**Figura 6** - Perda de água por pressão e força de cisalhamento da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico aos 42 dias de idade.



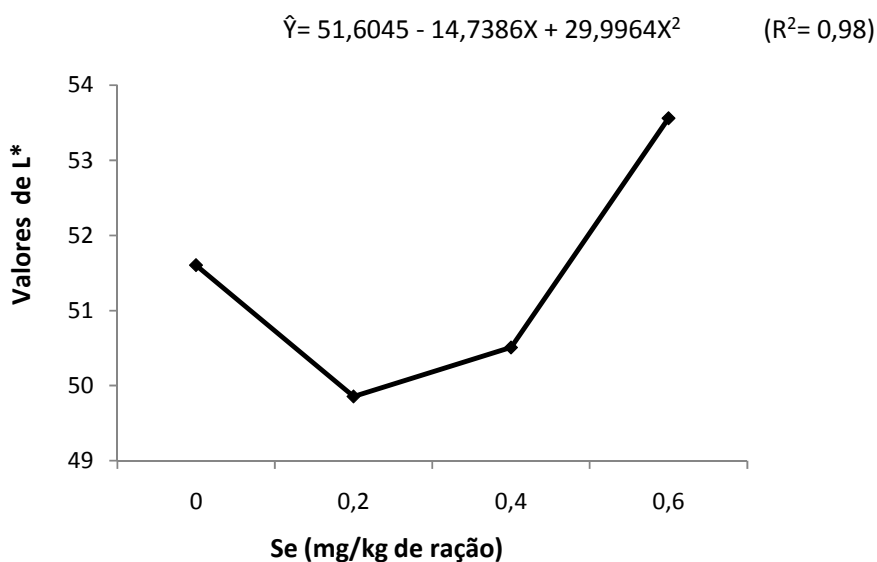
Brossi et al. (2009), afirmam que a suculência da carne pode afetar diretamente a força de cisalhamento. Segundo Offer & Knight (1988) e Anadón (2002), quanto maior a quantidade de água fixada no músculo, maior a maciez da carne. O que de fato ocorreu neste experimento, a força de cisalhamento sofreu efeito linear decrescente, ( $\hat{Y} = 3,33433 - 0,964443X$ ;  $R^2 = 0,41$ ) como mostra a Figura 7.

**Figura 7** - Força de cisalhamento da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico aos 42 dias de idade.



Os valores de L\* apresentaram resposta quadrática ( $P < 0,01$ ) segundo a equação  $\hat{Y} = 51,6045 - 14,7386X + 29,9964X^2$  ( $R^2 = 0,98$ ), em função dos níveis crescentes de selênio orgânico presentes nas rações experimentais (Figura 8).

**Figura 8** - Valores de L\* (luminosidade) da carne do peito de frangos de corte suplementados com diferentes níveis de Se orgânico abatidos aos 42 dias de idade



Para os parâmetros de qualidade de carne perdas de água por cocção e valores de a\* e b\*, não foram observados efeito significativo dos tratamentos.

## Conclusão

A suplementação da ração com selênio orgânico não influenciou o desempenho das aves no período total de criação e também proporcionou melhorias ao rendimento de gordura abdominal e favoreceu parâmetros importantes da qualidade da carne.

## Referências

- ANADÓN, H.L.S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 2002. 171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- ARTHUR, J.R.; NICOL, F.; HUTCHINSON, A.R. et al. The effects of selenium depletion and repletion on the metabolism of thyroid hormones in the rat. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.39, p.101-108, 1990.
- ASSIS, A.P.; SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, W.P. et al. Níveis de selênio orgânico na ração de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: PB – UFPB/ABZ, 2008.
- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**. v.76, p.455-457, 1996.
- BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. Macro e microminerais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 219-234.
- BRIDI, A.M. [2012]. **Importância dos Aspectos Físicos e Químicos na Qualidade da Carne**. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Aspectos.pdf>. Acesso em: 07/01/2012.
- BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; AMAZONAS, E.A. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, p.1296-1305, 2009.
- CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J.; STRAW, M.L. et al. Tissue selenium concentrations of broilers fed diets supplemented with selenized yeast and sodium selenite. **Poultry Science Association**, v.76, p.58, 1997.

- CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v.76, p. 725-787, 1997.
- CLOSE, W.H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FOOD INDUSTRY, 1998, 14, Nottingham. **Anais...** Nottingham: **Alltech's Annual Symposium**, 1998, p. 469- 76.
- DAHLKE, F.; GONZALES, E.; FURLAN, R. et al. Suplementação dietética de selênio para frangos de corte e seus efeitos sobre o empenamento. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p. 27-33, 2005.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, Ithaca, v.78, p.743-746, 1999.
- EDENS, F.W. Sodium selenite versus selenium yeast in diets fed broilers: effects on performance, feathering, meat quality and yields. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 1996, 12, Kentucky, **Anais...** Kentucky: Symposium of biotechnology in the feed and food industries 1996, poster.
- EDENS, F.W., GOWDY, K.M, SEFTON, A.E. Resultados de campo obtidos com frangos de corte suplementados com selênio (Sel-Plex). In: EM CONTATO COM A NATUREZA. APLICAÇÕES PRÁTICAS DE TECNOLOGIAS NATURAIS, 2003, 13, Curitiba **Anais...** Curitiba: Ronda Latino Americana da Alltech, 2003. p.11-16.
- FUNARI Jr., P.; ALBUQUERQUE, R.; ALVES, F. R. et al . Diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho de frangos de corte. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 47, p. 380-384, 2010.
- HADA, F.H. **Envolvimento da proteína, carboidrato, lipídio e selênio sobre as alterações metabólicas e bioquímicas em frangos submetidos ao calor**. 2008. 95f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- HAYASHI, K. Roles of thyroid hormone in growth and protein turnover. **Animal Science and Technology**, v.64, p.938-947, 1993.
- JIANHUA, H.; OHTSUKA, A.; HAYASHI, K. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.84, p.727-732, 2000.
- MENDES, A.A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.79-99.
- MEYER, E.L.S; WAGNER, M.S.; MAIA, A.L. Expressão das iodotironinas desidases nas neoplasias tireoidianas. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.51, p.690-700, 2007.

- MOREIRA, J.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P. *et al.* Efeito de fontes e níveis de selênio na atividade enzimática da glutatona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciencia e Agrotecnologia**, v.25, p.661-666, 2001.
- OBA, A.; ALMEIDA, M.; PINHEIRO, J. W. *et al.* Management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat qualities and DOA (*Death On Arrival*). **Brazilian Archives Biology and Technology**, v.52, p.205-211, 2009.
- OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R. A. **Developments in meat science**. London : Elsevier, 1988. p. 63-171.
- OLKOWSKI, A.A.; CLASSEN, H.L.; Sudden death syndrome in broiler chickens: a review. **Poultry Avian Biological Review**, v.6, p. 95-105, 1995.
- PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; ŽIKIĆ, D. *et al.* Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. **Journal Applied Poultry Research**, v.18, p.403-409, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011, 252p.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L. *et al.* Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2005. p. 257-268.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v.72, p.1146-1150, 1993.
- SWATLAND, H.J. **On line evaluation of meat**. Lancaster : Technomic, 1995. 343p.
- VIARO, R.S.; VIARO, M.S.; FLECK, J. Importância bioquímica do selênio para no organismo humano. **Disciplinarum scientia série: Ciência biológica e da saúde de Santa Maria**, v.2, p.17-21, 2001.

## 5 ARTIGO 2 PARA PUBLICAÇÃO

### **Enzimas digestivas de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com selênio orgânico**

**Resumo:** O trabalho teve como objetivo determinar a influência da idade e de diferentes níveis de selênio orgânico (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg de ração) sobre a atividade enzimática da amilase, protease total, tripsina, quimiotripsina e lipase em frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade. A determinação da atividade enzimática foi realizada aos 21 e 42 dias de vida e foram realizadas no extrato de pâncreas e do conteúdo duodenal das aves. Os resultados mostraram que não ocorreu interação entre níveis de selênio e a idade sobre as enzimas digestivas presentes no duodeno e no pâncreas. A suplementação de selênio orgânico não alterou a atividade das enzimas digestivas avaliadas. Porém, foi observado que aves aos 21 dias de idade as aves apresentaram maior atividade da enzima quimiotripsina, tripsina e proteases no pâncreas e aos 42 dias as aves apresentaram maior atividade da enzima amilase no duodeno. Concluiu-se que o selênio orgânico não afetou as enzimas digestivas, enquanto que a atividade da amilase no intestino foi maior em frangos mais velhos e a atividade de proteases no pâncreas foi maior em aves mais jovens.

**Palavras-chave:** Digestão. Mineral quelado. Nutrição.

### **Digestive enzymes of broilers supplemented with organic selenium.**

**Abstract:** This research was aimed at determining the influence of parameters such like age and different levels of organic selenium (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg Se/kg of feed) over the activity of the enzymes total protease, trypsin, chymotrypsin, and lipase in broilers at the age of 21 and 42 days-old. The determination of the enzymatic activity (amylase, protease and lipase) was performed at the 21st and 42nd days of birth, by assessing the pancreas extract and the duodenal content of the slaughtered birds. The results showed that there has not been any interaction between the levels of Selenium and the age over the digesting enzymes found at duodenum and pancreas. The supplementation with selenium did not change the activity of the digesting enzymes. However, it was observed that 42 days-old birds presented a higher level of amylase in the duodenum, and, at the age of 21 days birds presented higher activity on the enzymes chymotrypsin, trypsin, and total protease. We concluded organic selenium did not affect the digesting enzymes assessed in the experiment. Besides, amylase activity in the intestine of broilers is higher in older birds, as opposed the protease activity in pancreas is higher in younger birds.

**Keywords:** Digestion. Chelated minerals. Nutrition



## Introdução

Nas últimas décadas ocorreram grandes avanços na avicultura, tornando-a um dos segmentos mais desenvolvidos da agropecuária mundial. O êxito na produção avícola é resultado da integração entre o melhoramento genético, sanidade, manejo e nutrição (Strada et al., 2005). Para que a produção de frangos de corte seja cada vez mais eficiente, é necessário que todos esses fatores estejam em perfeita harmonia.

Com relação a nutrição animal, tão importante quanto a qualidade e balanceamento dos ingredientes, é a capacidade do frango em ingerir, digerir e absorver todos os nutrientes que são fornecidos na dieta. O aproveitamento de um nutriente depende da digestão e absorção de nutrientes, o que requer hidrólise enzimática, via secreção de enzimas digestivas ao longo do trato gastrointestinal das aves.

A produção e a secreção dessas enzimas, segundo Moran Jr. (1985), podem ser afetadas por diversos fatores, sendo possível destacar, a composição da dieta, idade, maturação dos órgãos responsáveis pela produção e liberação de enzimas digestivas e a presença de determinados nutrientes na dieta.

Segundo Moraes et al. (2009), a atividade de algumas enzimas são afetadas pela idade do frango, sendo que a atividade da  $\alpha$ -amilase e lipase aumentam até o 14º dia de vida. Segundo Sakomura et al. (2004), isso ocorre devido ao crescimento alométrico do pâncreas nessa idade, sendo provável que haja uma relação entre a atividade enzimática e o tamanho relativo dos órgãos.

Pesquisas voltadas para nutrição avícola têm destacado a importância do micromineral selênio, principalmente na sua forma orgânica, pois são mais biodisponíveis, e atuam com maior eficiência no organismo animal (Cantor et al., 1997; Moreira et al., 2001; Rutz, 2005). O selênio é um micronutriente essencial para o organismo das aves e sua deficiência pode causar necrose hepática, redução no metabolismo de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento (Moreira, 2001).

Assim este trabalho teve como objetivo avaliar a suplementação dietética de selênio orgânico sobre a atividade enzimática da amilase, protease total, tripsina, quimiotripsina e lipase em frangos de corte de diferentes idades.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no galpão experimental da Fazenda Escola e no Laboratório de Análise e Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL)- Paraná, sendo previamente submetido à apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Londrina (CEEA/UEL), sob número 90/09.

Foram utilizados 300 pintainhos de corte machos de um dia de idade, linhagem Cobb 700, distribuídos em 20 boxes, constituindo as parcelas experimentais, as aves foram criadas de acordo com manejo comercial, com água e alimento *ad libitum* durante todo o período experimental de 42 dias, o qual foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1 – 7 dias idade), inicial (8 – 21 dias idade), crescimento (22 – 35 dias de idade) e terminação (36 – 42 dias de idade).

Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de selênio orgânico), com cinco repetições de 15 aves por parcela experimental. As rações experimentais atendiam as exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011), sendo específicas para cada fase, inclusive para os níveis de selênio, fornecido juntamente com o premix vitamínico e mineral utilizado na forma de selenito de sódio (Tabela 1), os níveis de selênio orgânico acrescentados a dieta foram 0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração.

**Tabela 1** - Composição percentual e calculada das rações nas diferentes fases de criação de frangos de cortes criados até os 42 dias de idade.

Ingredientes	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho grão	55,436	57,893	60,740	65,018
Soja farelo 45%	38,013	35,151	31,580	27,683
Óleo de soja	2,307	3,187	4,063	3,987
Fosfato bicálcico	1,931	1,575	1,344	1,120
Calcário	0,788	0,835	0,796	0,722
Sal comum	0,507	0,482	0,457	0,445
Premix vit. mineral <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl	0,308	0,257	0,256	0,281
DL-Metionina	0,184	0,129	0,281	0,257
L-Treonina	0,126	0,091	0,083	0,087

Total	100	100	100	100
Calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	3050	3150	3200
Proteína bruta (%)	21,050	20,240	19,040	17,810
Metionina digestível (%)	0,519	0,449	0,408	0,376
Met. + cist. digestível (%)	0,994	0,817	0,734	0,676
Lisina digestível (%)	1,330	1,151	1,020	0,939
Treonina digestível (%)	0,865	0,748	0,663	0,610
Selênio (%)	0,0037	0,0033	0,0030	0,0023
Cálcio (%)	0,894	0,853	0,794	0,735
Fósforo disponível (%)	0,450	0,428	0,398	0,367

<sup>1</sup>**Pré-Inicial e Inicial:** vit. A 2750,000 UI/g, vit. D3 550,000 UI/g, vit. K3 419,900 mg/kg, vit. B1 380,158 mg/kg, vit. B2 1250,00 mg/kg, vit. B6 600,188 mg/kg, vit. B12 4000,000 mcg/kg, vit. E 8750,000 UI, pantotenato de cálcio 3000,021 mg/kg, niacina 8750,175 mg/kg, ácido fólico 175,00 mg/kg, biotina 17,000 mg/kg, colina 65000,000 mg/kg, metionina 419999,700 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 15000,000 mg/kg, iodo 250,067 mg/kg, selênio 93,750 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg, coccidiostático 125000,000 mg/kg, promot. cresc. gran negativo 6250,000 mg/kg, promot. cresc. gran positivo 125000,000 mg/kg. **Crescimento:** vit. A 2250,000 UI/g, vit. D3 450,000 UI/g, vit. K3 417,950 mg/kg, vit. B1 300,125 mg/kg, vit. B2 1000,00 mg/kg, vit. B6 450,038 mg/kg, vit. B12 3000,000 mcg/kg, vit. E 7000,000 UI, pantotenato de cálcio 2500,083 mg/kg, niacina 7000,058 mg/kg, ácido fólico 140,000 mg/kg, biotina 14,000 mg/kg, colina 55000,000 mg/kg, metionina 379999,531 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 14999,996 mg/kg, iodo 250,000 mg/kg, selênio 75,000 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg, coccidiostático 125000,000 mg/kg, promot. cresc. gran negativo 6250,000 mg/kg, promot. cresc. gran positivo 125000,000 mg/kg. **Acabamento:** vit. A 1000,000 UI/g, vit. D3 200,000 UI/g, vit. K3 180,050 mg/kg, vit. B1 149,858 mg/kg, vit. B2 500,000 mg/kg, vit. B6 249,975 mg/kg, vit. B12 1250,000 mcg/kg, vit. E 3500,000 UI, pantotenato de cálcio 1200,167 mg/kg, niacina 70,000 mg/kg, ácido fólico 70,000 mg/kg, biotina 7,000 mg/kg, colina 45000,000 mg/kg, metionina 300000,125 mg/kg, zinco 12500,000 mg/kg, ferro 12500,000 mg/kg, cobre 3000,000 mg/kg, manganês 15000,000 mg/kg, iodo 250,067 mg/kg, selênio 56,250 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg, antioxidante 1000,000 mg/kg.

O selênio orgânico utilizado foi produzido através da liofilização de biomassa de levedura com selênio bioacumulado desenvolvido pelo departamento de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Federal do Paraná. O produto possuía 994g de biomassa a uma concentração de 599 mg de Se/kg de biomassa seca. Produzida a partir da fermentação de melão de cana (7,5° Brix) e extrato de levedura (5g/L), sendo que o microorganismo utilizado foi *Candida pelliculosa* BARU 05.

Aos 21 e 42 dias de idade, uma ave de cada parcela experimental, sem jejum alimentar foi selecionada ao acaso, pesada, insensibilizada com éter etílico, sacrificada por deslocamento cervical. Imediatamente efetuou-se a coleta do pâncreas e duodeno, que foram limpos de tecidos aderentes e gordura periférica, pesados e congelados em nitrogênio líquido e armazenados a -70 °C até o momento da análise.

A determinação da atividade enzimática (amilase, protease total, tripsina, quimiotripsina e lipase), foram realizadas no extrato de pâncreas e conteúdo duodenal. Todos os ensaios enzimáticos foram realizados em triplicata, acompanhados de controles do substrato, nos quais o volume de extrato enzimático foi substituído pelo tampão da reação (usado como branco de reação para zerar o espectrofotômetro) e de controles dos extratos substituindo o volume de substrato pelo mesmo tampão.

Os extratos enzimáticos foram obtidos por trituração de 500 mg de tecido pancreático ou conteúdo duodenal em graal e pistilo de porcelana com auxílio de areia lavada e 10 mL de tampão salina fosfato de sódio (PBS) 50 mM pH 7,0 (17,0 g NaCl; 0,7 g KCl; 3,8 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 0,7 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> por litro de água deionizada). Os extratos salinos foram centrifugados a 14.000g por 30 minutos e os sobrenadantes foram dialisados contra o mesmo tampão da extração diluído a 10 mM durante 24 horas, alíquotados em porções de 2 mL e armazenados -18 °C até o momento da realização das análises de determinação enzimática. Todos os procedimentos de obtenção dos extratos enzimáticos foram realizados sob refrigeração a 4 °C.

A atividade de amilase foi determinada pelo método espectrofotométrico descrito por Bernfeld (1955). Alíquotas de 100 µL de extrato enzimático foram incubadas com 900 µL de tampão PBS 50 mM pH 7,0 e 500 µL de substrato amido a 1% previamente reduzido com borohidreto de sódio, a 37 °C durante 5 minutos. Uma unidade de amilase foi definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1 mg de glicose por grama de tecido nas condições da reação. A equação de regressão linear utilizada para correlacionar a concentração de glicose (X) e a absorbância a 540 nm (Y) foi  $Y = 1,018X - 0,015$ , com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,996$ .

A atividade de protease total foi determinada conforme descrito por Thys et al., (2004). Alíquotas de 100 µL dos extratos enzimáticos foram incubadas com 100 µL de tampão Tris-HCl 50 mM pH 8,0, contendo 10 mM de CaCl<sub>2</sub> e 100 µL de substrato azocaseína 3mg/mL durante 60 minutos a 37 °C. A reação foi interrompida pela adição de 500 µL de ácido tricloroacético 30%. Após centrifugação a 14.000g durante 10 minutos, foram adicionados 200 µL de NaOH 1,8M a 500 µL do sobrenadante. A intensidade de coloração desenvolvida foi medida a 420 nm. Uma unidade de protease foi definida como a quantidade de enzima necessária para elevar em 0,01 a absorbância medida em 420 nm nas condições da reação.

As atividades de tripsina e quimiotripsina foram determinadas conforme descrito por Erlanger et al., (1961). Alíquotas de 200 µL dos extratos enzimáticos foram

incubadas com 500  $\mu\text{L}$  de tampão Tris-HCl 50 mM pH 8,0, contendo 10 mM de  $\text{CaCl}_2$  a 37  $^\circ\text{C}$ . A reação foi iniciada pela adição de 100  $\mu\text{L}$  do substrato específico 1 mM N-benzoil-D,L-arginina *p*-nitroanilida para tripsina ou N-glutaril-L-fenilalanina-*p*-nitroanilida para quimiotripsina, interrompida após 60 minutos pela adição de 250  $\mu\text{L}$  de ácido acético 30% (v/v) e centrifugada a 14.000g durante 10 minutos.

A atividade de ambas as proteases, tripsina e quimiotripsina, foi determinada por correlação entre a leitura da absorbância a 410 nm (Y) do sobrenadante da centrifugação e a equação de regressão linear ( $Y = 0,0394X - 0,003$ ,  $R^2 = 0,9996$ ) obtida da curva de calibração construída com 0,1 a 0,5  $\mu\text{g/L}$  do cromogênico *p*-nitroanilina liberado pela ação da enzima. Uma unidade de atividade de tripsina e quimiotripsina foi definida como a quantidade de enzima que libera 1  $\mu\text{g}$  *p*-nitroanilina por grama de tecido nas condições da reação. Para a determinação da atividade de tripsina, realizou-se a ativação zimogênio através da adição de 200  $\mu\text{L}$  de solução de enteroquinase antes da adição do substrato específico a 37 $^\circ\text{C}$  durante 30 minutos.

Alíquotas de 300  $\mu\text{L}$  de extrato de lipases foram adicionadas a 700  $\mu\text{L}$  da emulsão do substrato recém-preparada (estável por 1 hora) pela lenta adição (gotejamento) e agitação de 1 mL de uma solução 3mg/mL de palmitato de *p*-nitrofenila em isopropanol, a 10 mL de solução tampão Tris-HCl 50mM pH 8,5 e 0,4% de Triton X-100. A mistura foi incubada a 37  $^\circ\text{C}$  durante 2 minutos e a determinação da atividade de lipases foi correlacionada com a intensidade de cor resultante da liberação *p*-nitrofenol por espectrofotometria em 410 nm (Lima et al., 2004), utilizando coeficiente de extinção molar ( $\epsilon$ ) igual a  $1,5 \times 10^4$ . Uma unidade de atividade de lipases foi definida como  $\mu\text{g}$  de *p*-nitrofenol liberadas pela ação da enzima por 1mL de extrato por minuto nas condições da reação.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de regressão polinomial para os níveis de selênio e submetidos ao teste de T de Student a 5% de significância para comparação das médias utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (Versão 9.1).

## **Resultados e Discussão**

Os resultados obtidos mostraram (Tabela 2) que a suplementação com diferentes níveis de selênio orgânico não influenciaram na atividade enzimática do conteúdo duodenal.

**Tabela 2** - Média das atividades enzimáticas específicas (UA total/min/g tecido) presentes no conteúdo duodenal de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com selênio orgânico em diferentes idades.

Selênio (mg/kg ração)	Amilase	Protease Total	Quimiotripsina	Tripsina	Lipase
0,0	2,124	10,759	0,325	0,619	42,610
0,2	1,580	16,673	0,202	0,758	33,642
0,4	1,938	8,664	0,501	0,524	43,224
0,6	2,058	15,472	0,318	0,623	28,216
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Idade (dias)					
21	1,524 b	13,020	0,204	0,742	41,380
42	2,449 a	11,440	0,462	0,513	35,996
Selênio x Idade	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	60,500	56,564	188,550	66,042	48,591

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ) para o teste T de Student; CV= Coeficiente de variação; NS= Não significativo;

Quanto à idade das aves, pode-se observar que os frangos aos 42 dias de idade apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) atividade da enzima amilase no conteúdo duodenal. O aumento na atividade da amilase aos 42 dias provavelmente ocorreu em função da maior quantidade milho presente na dieta nesta fase.

O alto coeficiente de variação observado pode ser em função de que existe uma grande variação entre as atividades enzimáticas de uma ave para outra, mesmo quando submetidas aos mesmos tratamentos experimentais (Nir et al., 1993; Dunnington & Siegel, 1995; Guimarães et al., 1997; Carelli et al., 2000; Carmo et al., 2003; Sakomura et al., 2004; Moraes et al., 2009).

Para as enzimas presentes no pâncreas, a suplementação com diferentes níveis de Se orgânico não afetou a atividade das enzimas digestivas pancreáticas, já a atividade da quimiotripsina, tripsina e proteases totais presentes no pâncreas foi maior aos 21 dias, em relação às aves com 42 dias de idade (Tabela 3).

Sakomura et al. (2004) afirmam que a atividade da tripsina pancreática aumenta linearmente com a idade das aves até o 15º de vida. Segundo, Nitsan et al. (1991a), Nitsan et al. (1991b), Lima et al. (2003) e Moraes et al. (2009), o aumento da atividade

enzimática no pâncreas coincide com a maior taxa de crescimento do órgão e isso ocorre por volta da segunda semana de vida dos frangos de corte.

A maior atividade enzimática, também pode estar relacionada com a composição da dieta desses animais, com maior quantidade de proteína até os 21 dias de idade, na presença de substrato ocorre maior produção e maior atividade de enzimas como tripsina e quimiotripsina, responsáveis pela digestão de proteínas.

Segundo Monteiro et al. (2006), os níveis de proteína na dieta são capazes de afetar a atividade de determinadas enzimas digestivas em frangos de corte com 21 dias.

**Tabela 3** - Média das atividades enzimáticas específicas (UA total/min/g tecido) presentes no pâncreas de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com selênio orgânico em diferentes idades.

Selênio (Se) mg/kg ração	Amilase	Protease Total	Quimiotripsina	Tripsina	Lipase
0	6,478	54,021	4,527	0,925	36,224
0,2	7,219	56,550	4,140	1,459	28,082
0,4	5,628	51,065	4,135	0,894	39,546
0,6	5,928	59,584	3,777	0,792	33,724
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Idade (dias)					
21	6,992	89,517a	6,514a	1,155a	35,478
42	5,736	20,295b	2,012b	0,822b	34,446
Selênio x Idade	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	41,373	34,489	56,540	56,729	64,319

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ) para o teste T de Student; CV= Coeficiente de variação; NS= Não significativo

Não foram encontradas diferenças significativas para amilase e lipase presentes no pâncreas, os resultados concordam com Lima et al. (2003), que também não encontraram efeito da idade sobre a atividade da amilase em frangos de corte. Esses resultados podem ser justificados uma vez que segundo Nitsan et al. (1991b) a maior atividade enzimática da amilase e lipase ocorre por volta do 8º dia de vida desses animais e reduziu até chegar aos 23º dias mantendo-se constante após esse período.

Apesar de Ballestra et al., (1990), afirmarem que a diferença energética das dietas possa interferir na atividade da lipase pancreática, não foram observadas diferenças na

atividade desta enzima em frangos aos 21 dias e aos 42 dias de idade, visto que estes recebiam rações com 3050 e 3200 kcal/kg, respectivamente.

Não foi observado interação entre a suplementação de diferentes níveis de selênio e a idade das aves.

## Conclusão

A suplementação de selênio orgânico não afetou as enzimas digestivas avaliadas e a atividade da amilase no intestino é maior em frangos mais velhos e a atividade de proteases no pâncreas é maior em aves mais jovens.

## Referências

- BALLESTRA, M.C.; MANAS, M.; MATAIX, F.J. et al. Longterm adaptation of pancreatic response by dogs to dietary fats of different degrees of saturation: olive and sunflower oil. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.487, 1990.
- BERNFELD, P. Amylases a and b. In: Colowick, S. B.; Kaplan, N. O. (Eds). **Methods in Enzymology**. New York; Academic Press, 1955, p. 149 – 153.
- CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J.; STRAW, M.L. et al. Tissue selenium concentrations of broilers fed diets supplemented with selenized yeast and sodium selenite. University of Georgia. **Poultry Science Association**, Athens, v.76, p.58, 1997.
- CARELLI, M.C.S.; MORAES, G.H.K.; OLIVEIRA, M.G.A. et al. Dietary effects of L-glutamic acid combined with vitamin D in the activities of chymo and pancreas amylase of chicks. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 30., 2000, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 2000. p.26.
- CARMO, H.M.; MORAES, G.H.K.; FREITAS, H.T. et al. Development of pancreas lipase and  $\beta$ -amylase of chickens from birth to 21 days of age. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 33., Caxambu, 2003. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 2003. p.140.
- DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. **Poultry Science**, v.74, p.761- 770, 1995.
- ERLANGER, B.F.; KOKOWSY, N.; COHEN, W. The preparations and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 95, p. 271 – 278, 1961.
- GUIMARÃES, V.M.; RIBEIRO, M.; MORAES, G.H.K. Effects of dietary nonessential amino acids and pyridoxine in the chick liver glutamic-oxaloacetate transaminase activities. In:



- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA, 26., 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Bioquímica, 1997. p.26.
- LIMA, A.C.F.; JÚNIOR, J. M. P.; MACARI, M.; MALHEIROS, E. B. Efeito do Uso de Probiótico sobre o Desempenho e Atividade de Enzimas Digestivas de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.200-207, 2003
- LIMA V.M., G.; KRIEGER N.; MITCHELL, D.A. et al. Activity and stability of a crude lipase from *Penicillium aurantiogriseum* in aqueous media and organic solvents. **Biochemical Engineering Journal** v.18, p. 65-71, 2004.
- MONTEIRO, M.P.; MORAES, G.H.K.; FANCHIOTTI, F.E. et al. Alfa-amilase em frangos de corte: efeitos do balanço eletrolítico e do nível protéico da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1070-1076, 2006
- MORAES, G.H.K.; RODRIGUES, A.C.P.; OLIVEIRA, M.G.A.O. et al. Perfil enzimático de a-amilase, lipase e tripsina do pâncreas e crescimento do fígado, intestino e pâncreas de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2188-2192, 2009.
- MORAN JR., E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and the events through perinatal development. **Journal Nutrition**, v.115, p. 665-674, 1985.
- MOREIRA, J.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P. et al. Efeito de fontes e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathiona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.661-666, 2001.
- NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGNA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.34, p.523-532, 1993.
- NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v.70, p.2040-2048, 1991a.
- NITSAN, Z.; EN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z. et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, p.515-523, 1991b.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011, 252p.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L. et al. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2005. p. 257-268.
- SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; Jr. PIZAURO, J.M. et al. Efeito da Idade dos Frangos de Corte sobre a Atividade Enzimática e Digestibilidade dos Nutrientes do Farelo de Soja e da Soja Integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.924-935, 2004.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2369-2375, 2005.

THYS, R.C.S.; LUCAS, F.S.; RIFFEL, A.; BRANDELLI, A. Characterization of a protease of a feather-degrading *Microbacterium* species. **Letters in Applied Microbiology**, v. 39. p. 181 – 186, 2004.

## **6 CONCLUSÃO GERAL**

A suplementação da ração com selênio orgânico não afetou o desempenho das aves no período total de criação e melhorou o rendimento e a qualidade da carne. Além disso, as enzimas digestivas de frangos de corte não foram influenciadas pela suplementação de selênio orgânico. Porém a idade afeta esse parâmetro, sendo que frangos mais velhos possuem maior atividade de amilase e frangos mais jovens possuem maior atividade de enzimas proteolíticas.

**ANEXO**

## ANEXO A

Normas para preparação dos artigos científicos pra submissão a publicação na Revista Brasileira de Zootecnia.

### **Forma e preparação de trabalhos**

#### **Idioma:** inglês

Atualmente, são aceitas submissões de artigos em português, os quais deverão ser obrigatoriamente vertidos à língua inglesa (responsabilidade dos autores) após a aprovação pelo conselho editorial. As versões em inglês deverão ser realizadas por pessoas com fluência na língua inglesa (serão aceitas versões tanto no inglês norte-americano como no inglês britânico). Constitui prerrogativa do corpo editorial da RBZ solicitar aos autores a revisão de sua tradução ou o cancelamento da tramitação do manuscrito, mesmo após seu aceite técnico-científico, quando a versão em língua inglesa apresentar limitações ortográficas ou gramaticais que comprometam seu correto entendimento.

#### **Tipos de Artigos**

**Artigo completo:** constitui o relato completo de um trabalho experimental. O texto deve representar processo de investigação científica coeso e propiciar seu entendimento, com explanação coerente das informações apresentadas.

**Comunicação:** constitui relato sucinto de resultados finais de um trabalho experimental, os quais possuem plenas justificativas para publicação, embora com volume de informações insuficiente para constituir artigo completo. Os resultados utilizados como base para a feitura da comunicação não poderão ser posteriormente utilizados parcial ou totalmente para apresentação de artigo completo.

**Nota técnica:** constitui relato de avaliação ou proposição de método, procedimento ou técnica que apresenta associação com o escopo da RBZ. Quando possível, a nota técnica deve apresentar as vantagens e desvantagens do novo método, procedimento ou técnica proposto, bem como sua comparação com aqueles previamente ou atualmente utilizados. Deve apresentar o devido rigor científico na análise, comparação e discussão dos resultados.

**Revisão (a convite):** constitui abordagem do estado da arte ou visão crítica de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica. Somente poderá ser submetida a convite do corpo editorial da RBZ.

**Editorial:** constitui abordagem para esclarecimento e estabelecimento de diretrizes técnicas e/ou filosóficas para estruturação e feitura de artigos a ser submetidos e avaliados pela RBZ. Será redigida por ou a convite do corpo editorial da RBZ. O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

## **Formatação de texto**

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

Pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos.

As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../NUMERAR LINHAS), com paginação contínua e centralizada no rodapé.

Manuscritos com número de páginas superior a 25 (acatando-se o máximo de 30 páginas) poderão ser submetidos acompanhados de carta encaminhada ao Editor Científico contendo justificativa para o número de páginas excedentes. Em caso de aceite da justificativa, a tramitação ocorrerá normalmente e, uma vez aprovado o manuscrito, os autores deverão arcar com o custo adicional de publicação por páginas excedentes. Caso não haja concordância com a justificativa por parte do Editor Científico, o manuscrito será reencaminhado aos autores para adequação às normas, a qual deverá ser realizada no prazo máximo de 30 dias. Em caso do não-recebimento da versão neste prazo, proceder-se-á ao cancelamento da tramitação (não haverá devolução da taxa de tramitação).

## **Estrutura do artigo (artigo completo)**

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (opcional) e Referências.

Não são aceitos subtítulos. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

## **Título**

Deve ser preciso, sucinto e informativo, com 20 palavras no máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos. Indicar sempre a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé numerada.

## **Autores**

Deve-se listar até oito autores. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/ avaliação do trabalho devem ser mencionadas em Agradecimento.

## **Resumo**

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no resumo.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

A partir da obrigatoriedade de tradução dos manuscritos para a língua inglesa, a versão final (artigo formatado) apresentará somente o resumo em inglês (abstract). Assim, manuscritos submetidos em português deverão conter apenas o RESUMO, o qual será posteriormente vertido para o inglês, e manuscritos submetidos em inglês deverão apresentar somente o ABSTRACT.

## **Palavras-chave**

Apresentar até seis (6) palavras-chave (Key Words) imediatamente após o RESUMO (ABSTRACT), respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

Seguindo-se o padrão de normas para o resumo/abstract, manuscritos submetidos em português deverão conter somente palavras-chave, as quais serão traduzidas posteriormente à aprovação, e artigos em inglês, somente key words.

## **Introdução**

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço, resumindo a contextualização breve do assunto, as justificativas para a realização da pesquisa e os objetivos do trabalho. Evitar discussão da literatura na introdução. A comparação de hipóteses e resultados deve ser feita na discussão.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

## **Material e Métodos**

Se for pertinente, descrever no início da seção que o trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição.

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

## **Resultados e Discussão**

É facultada ao autor a feitura desta seção combinando-se os resultados com a discussão ou em separado, redigindo duas seções, com separação de resultados e discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos, citações pouco relacionadas ao assunto e cotejamentos extensos.

## **Conclusões**

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Resuma claramente, sem abreviações ou citações, as inferências feitas com base nos resultados obtidos pela pesquisa. O importante é buscar entender as generalizações que governam os fenômenos naturais, e não particularidades destes fenômenos.

As conclusões são apresentadas usando o presente do indicativo.

## **Abreviaturas, símbolos e unidades**

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na página da RBZ, link "Instruções aos autores", "Abreviaturas".

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Os autores devem consultar as diretrizes estabelecidas regularmente pela RBZ quanto ao uso de unidades.

## **Estrutura do artigo (comunicação e nota técnica)**

Devem apresentar antes do título a indicação da natureza do manuscrito (Comunicação ou Nota Técnica) centralizada e em negrito.

As estruturas de comunicações e notas técnicas seguirão as diretrizes definidas para os artigos completos, limitando-se, contudo, a 14 páginas de tamanho máximo.

As taxas de tramitação e de publicação aplicadas a comunicações e notas técnicas serão as mesmas destinadas a artigos completos, considerando-se, porém, o limite de 4 páginas no formato final. A partir deste, proceder-se-á à cobrança de taxa de publicação por página adicional.



## **Tabelas e Figuras**

É imprescindível que todas as Tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, evitando a descrição das variáveis constantes no corpo da tabela.

A legenda das figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas nos programas Microsoft® Excel ou Corel Draw® (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

## **Citações no texto**

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

### **Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).**

Somente podem ser utilizadas caso sejam estritamente necessárias ao desenvolvimento ou entendimento do trabalho. Contudo, não fazem parte da lista de referências, por isso são colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da instituição à qual o autor é vinculado.

### **Referências**

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas \_ ABNT (NBR 6023).

As referências devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: no menu Formatar, escolha a opção Parágrafo... RECUO especial, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm.

Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

### **Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva**

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

### **Livros e capítulos de livro**

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

### Teses e dissertações

Recomenda-se não citar teses e dissertações. Deve-se procurar referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Excepcionalmente, se necessário citar teses e dissertações, indicar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, nível e área do programa de pós-graduação, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos.** 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional.** 2004. 334f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

### Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine.** (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

### Artigos

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Distribuição de gorduras internas e de descarte e componentes externos do corpo de novilhos de gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.338-345, 2009.

FUKUSHIMA, R.S.; KERLEY, M.S. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2011. doi: 10.1021/jf104826n (no prelo).

### Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] (CD-ROM).

### Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28 jul. 2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes**. Disponível em: <[http://www.ussoymeal.org/ruminant\\_s.pdf](http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf)> Acesso em: 12 out. 2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21 jan. 1997.

### Citações de softwares estatísticos

A RBZ não recomenda a citação bibliográfica de *softwares* aplicados a análises estatísticas. A utilização de programas deve ser informada no texto (Material e Métodos) incluindo o procedimento específico e o nome do software com sua versão e/ou ano de lançamento.

"... os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o PROC MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.)"