



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

MESTRADO PROFISSIONAL EM AGROECOLOGIA

MARIA INES SOUSA

ENRIQUECIMENTO, DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS
DE CORTE DA LINHAGEM PESCOÇO PELADO LABEL ROUGE
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO

MARINGÁ - PR
2019

MARIA INES SOUSA

ENRIQUECIMENTO, DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS
DE CORTE DA LINHAGEM PESCOÇO PELADO LABEL ROUGE
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Área de concentração: Agroecologia.

Orientadora: PROF.^a. DR.^a. ALESSANDRA APARECIDA SILVA

MARINGÁ - PR
2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

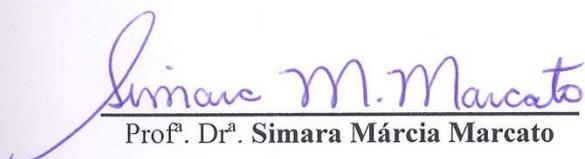
S725e	<p>Sousa, Maria Ines</p> <p>Enriquecimento, desempenho e qualidade da carne de frangos de corte da linhagem pescoço pelado Label Rouge suplementados com selênio organico / Maria Ines Sousa. -- Maringá, PR, 2019. 31 f.tabs.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Aparecida Silva. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2019.</p> <p>1. Frango de corte - Ração - Antioxidantes. 2. Oxidação lipídica. 3. Frango de crescimento lento. 4. Frango de corte - Ração - Micromineral. I. Silva, Alessandra Aparecida, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p>CDD 23.ed. 636.51</p>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

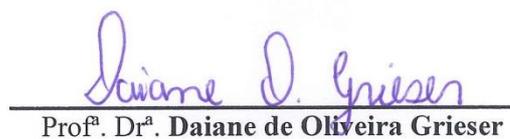
MARIA INES SOUSA

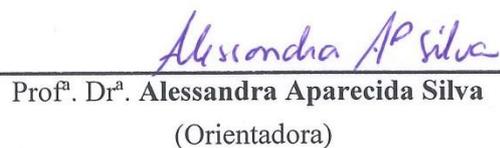
**Enriquecimento e qualidade da carne de frangos caipira
suplementados com selênio orgânico**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2019.


Prof.^a. Dr.^a. **Simara Márcia Marcato**


Prof.^a. Dr.^a. **Daiane de Oliveira Grieser**


Prof.^a. Dr.^a. **Alessandra Aparecida Silva**
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

A Deus, pela força que me proporcionou no decorrer desse projeto.

Ao meu esposo, Juvenil Alves de Oliveira, por estar ao meu lado sempre que precisei.

Ao meu filho, Hudson Sousa de Oliveira, que sempre me apoiou.

*Acredite em si próprio e chegará um dia em que os outros
não terão outra escolha senão acreditar com você.*

Cynthia Kersey

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), por meio do Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional em Agroecologia, pela atenção e apoio a mim dedicado.

À Professora Dr^a. Alessandra Aparecida Silva, pela paciência na orientação do trabalho.

À Empresa Granja Frango do Campo e a todos seus colaboradores que auxiliaram nesse trabalho.

À Dr^a. Camila Mottin, que dedicou horas de trabalho no laboratório ao meu lado, ensinando suas experiências não deixando que eu desanimasse.

Ao Professor Dr. Adalfredo Rocha Lobo Júnior, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Professora Dr^a. Daiane de Oliveira Grieser, pelo carinho e dedicação nos momentos que precisei.

À Professora Dr^a. Magali Soares dos Santos Pozza, por dispor do seu tempo ensinando-me quando precisei.

À Professora Dr^a. Simara Marcia Marcato, pela atenção e carinho.

Ao Professor Dr. Ivanor Nunes do Prado, por ter disponibilizado o laboratório para nossas análises.

Ao Médico Veterinário, Eric Waltez Vieira Messias, sem ele eu não teria iniciado esse projeto.

Aos técnicos do laboratório e seus auxiliares que estiveram sempre à disposição para que realizássemos as análises.

Aos acadêmicos Ana Cecília Czulniak Piazza, Diogo Pifani, Jaqueline Paula Damico, José Eurípedes Suliano de Lima, Lucas Figueira, Paula Lopes, Túlio Felix José Gonçalves, pela disposição e dedicação para que este trabalho fosse realizado.

**ENRIQUECIMENTO, DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE
FRANGOS DE CORTE DA LINHAGEM PESCOÇO PELADO LABEL ROUGE
SUPLEMENTADOS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

RESUMO

O objetivo deste trabalho é suplementar selênio orgânico e verificar o desempenho produtivo e a qualidade da carne de frango de corte caipiras. Foram utilizados 96 machos, *Label Rouge*, peso médio de 2,71 kg, com 50 dias de idade recebendo quatro níveis de suplementação de selênio orgânico, totalizando: 0; 0,3; 0,5 e 0,8 mg Se/kg de ração. As aves foram criadas em sistema intensivo por 20 dias e, posteriormente, foram abatidas. Foram mensurados os parâmetros de carcaça e coletadas amostras de carne para as análises de pH, perdas por cocção, cor, oxidação lipídica e proteica ao longo dos dias de maturação 1, 4, 8, 12 e 16 dias. O desempenho teve efeito linear para as variáveis (ganho de peso, conversão alimentar e fator de produção), evidenciando que quanto maior o nível de inclusão, melhor foram os resultados. Com relação aos parâmetros de qualidade de carne, os valores de pH não foram alterados pelos tratamentos (níveis de selênio suplementado), no entanto foram diferentes entre os cortes cárneos estudados (coxa e peito) e os tempos de maturação; essas diferenças possivelmente são pelos tipos de fibras musculares predominantes nos cortes. Nos tempos de maturação houve efeito quadrático na coxa e linear no peito, essas alterações são consideradas normais pelo desenvolvimento de bactérias durante o armazenamento. Na variável perdas por cocção não foram observadas diferenças nos tratamentos e nos cortes cárneos. Observou-se efeito linear entre os dias de maturação. De modo geral, o período de maturação acelera o processo de perda de água em função da proteólise. A luminosidade (L^*) foi alterada pelos tratamentos, onde se observou que no tratamento 0,3 foi mais clara e 0,8 mais escura. Carnes com maior dispersão da luz podem indicar maior deterioração. A L^* também foi alterada pelos cortes cárneos e essa diferença é determinada pelo tipo de fibra muscular predominante em cada corte. A L^* teve efeito quadrático nos tempos de maturação, os pigmentos de cor se oxidam com o passar dos dias. Com relação à variável intensidade de vermelho (a^*) não houve diferenças entre os tratamentos e tempos de maturação, somente entre os cortes cárneos, claramente justificado pelo tipo de fibra presente em cada corte. Na variável intensidade de

amarelo (b*) não foram observadas diferenças entre os tratamentos e cortes cárneos, pôde-se observar efeito quadrático entre os tempos de maturação, efeito esperado pela oxidação dos pigmentos de cor ao longo do armazenamento. O valor de oxidação lipídica foi alterado pelos tratamentos, onde se observou que no tratamento 0,3 mostrou-se mais oxidada e 0,8 foi menos oxidada. Para essa variável houve interações no corte cárneo e o período de maturação da carne, pois com o aumento dos desafios aumenta-se a oxidação, ao mesmo tempo as fibras tipo I vermelha possui maior capacidade oxidativa. Houve interação tripla (tratamentos x corte cárneo x período de maturação) para oxidação proteica, assim não foram observadas diferenças marcantes entre os tratamentos; as diferenças entre os cortes cárneos e o período de maturação ocorrem pelos mesmos motivos que na oxidação lipídica. Conclui-se que, ao avaliar o efeito da suplementação com uso de 0,8 mg/kg, o selênio orgânico melhorou o desempenho produtivo, enriquecimento de selênio no músculo, rendimento da carcaça, qualidade da carne e, consequentemente, a extensão da vida útil desse produto.

Palavras-chave: antioxidantes, frango de crescimento lento, micromineral, oxidação

ENRICHMENT, PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF LABEL ROUGE FREE RANGE BROILER WITH ORGANIC SELENE SUPPLEMENTATION

ABSTRACT

The objective of this work is to supplement organic selenium and to verify the productive performance and quality of the meat of free range broiler. We used 96 males, *Label Rouge*, mean weight of 2.71 kg and with 50 days receiving four treatments: 0, 0.3, 0.5 and 0.8 mg Se/kg of feed. The broilers were raised in an intensive system for 20 days and later slaughtered. Carcass parameters were measured, and meat samples were collected for analysis of pH, cooking losses, color, lipid oxidation and protein oxidation along ageing days 1, 4, 8, 12 and 16 days. The performance had a linear effect between the variables (weight gain, feed conversion and factor of production), showing that the higher the inclusion level, the better the results. Regarding the meat quality parameters, the pH values were not altered by the treatments, however they were different between the meat sections studied and the ageing times, these differences possibly are due to the types of muscular fibers present in each cut. In ageing times there was a quadratic effect in the leg and linear in the breast, these changes are considered normal due to the development of bacteria along the storage. In the variable losses by cooking no differences were observed between the treatments and between the meat cuts. However, a linear effect was observed between days of ageing. In general, the ageing time accelerates the process of water loss as a function of proteolysis. The lightness (L^*) was altered by the treatments, where it was observed 0.3 treatment was clearer and 0.8 was darker. Meat with greater light scatter may indicate more deterioration. L^* was also altered by meat cuts, this difference is determined by the type of muscular fiber predominant in each cut. L^* had a quadratic effect at ageing times, the color pigments are sensitive to storage, and oxidize with the passage of days. Regarding the variable redness (a^*), there were no differences between treatments and ageing times, only between the meat cuts, clearly justified by the type of fiber present in each cut. In the variable yellowness (b^*) no differences were observed between the treatments and meat cuts, however we can observe a quadratic effect between ageing times, expected effect due to the oxidation of color pigments throughout the storage. The lipid oxidation value was altered by the treatments, where it was observed that 0.3 treatment was more oxidized and 0.8 was less oxidized. For this variable there were flesh-eating interactions and the ageing time of the meat, because with the increase of the challenges oxidation increases, at the same time the oxidative fibers tend to oxidize more. There was triple interaction (treatments x meat cut x ageing time) for protein oxidation. No marked differences were observed between the treatments, the differences between the meat cuts and the ageing time occur for the same reasons as in the lipid oxidation. It was concluded that, when evaluating the effect of supplementation with 0.8 mg/kg, organic selenium improved the productive performance, enrichment of selenium in the muscle, carcass yield, meat quality, and consequently the extension of the shelf life of this product.

Key words: antioxidants, slow-growing broiler, micromineral, oxidation

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para frangos caipiras (no período de 50 a 70 dias de idade), com diferentes níveis de inclusão de selênio orgânico	36
Tabela 2. Resultado das análises de quantificação de selênio nas amostras de ração e da carne do peito de frangos caipiras	41
Tabela 3. Valores médios de desempenho de frangos de corte caipiras suplementados com níveis de selênio orgânico	42
Tabela 4. Resultado das análises de quantificação de selênio nas amostras de ração e da carne do peito de frangos caipiras	43
Tabela 5. Estudo do efeito de tratamento sobre as variáveis de desempenho de frangos caipiras	46
Tabela 6. Valores de probabilidade para o teste F da análise de variância aplicada para as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frangos caipiras	47
Tabela 7. Estudo da interação entre tratamento, corte cárneo e tempo de maturação (P=0,0157) sobre a concentração de tióis (nmol de cisteína/mg de proteína) na carne de frangos caipiras.	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estudo da interação entre corte cárneo e tempo de maturação sobre os valores de pH da carne de frangos caipiras..... 44
- Figura 2.** Estudo do efeito principal de tratamento ($P=0,0196$) sobre a oxidação lipídica (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, TBARS) da carne de frangos caipiras 45
- Figura 3.** Estudo da interação entre corte cárneo e tempo de maturação sobre a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, A; $P=0,0002$) e valores de pH (B; $P=0,0298$) da carne de frangos caipiras 49

1 1. INTRODUÇÃO

2 A criação de aves caipiras vem se destacando nos últimos anos, motivado pelo
3 avanço na preferência pelos consumidores diferenciados, sendo uma opção para pequenos
4 e médios produtores, possibilitando atender a um mercado caracterizado por pessoas que
5 vivem nas cidades e estão dispostas a pagar mais por produtos que proporcionem uma
6 alimentação natural e saborosa (TEIXEIRA, 2013).

7 Esses sistemas produzem alimentos diferenciados, otimizam o valor nutricional e
8 contribuem para a preservação do meio ambiente, praticados em pequenas propriedades
9 rurais (FIGUEIREDO et al., 2001).

10 Os frangos de corte caipira apresentam desempenho inferior aos frangos
11 industriais criados em sistemas convencionais. Porém, as características sensoriais
12 diferenciadas de sua carne possibilitam agregar valor comercial ao produto (FERREIRA et
13 al., 2015), motivando a sua produção. Nesse sistema, o crescimento das aves é menos
14 intenso, o bem-estar e o comportamento social e alimentar são respeitados, e o uso de
15 promotores de crescimento é proibido conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas
16 (ABNT NBR 16389) de 2015. Nesse sentido, torna-se necessário adotar critérios
17 importantes, principalmente nutricionais, na produção visando melhorar o desempenho,
18 rendimento de carcaça e, ainda, melhorar a qualidade da carne.

19 A alimentação das aves deve ser de forma adequada e balanceada para evitar
20 gastos excessivos e comprometimento no desempenho produtivo. As pesquisas em
21 nutrição de frangos de corte caipira estão em busca de ajustes que forneçam às aves os
22 nutrientes adequados. Os animais criados nesse sistema têm acesso livre a piquetes de
23 pastagens e suplementação com concentrado, frutas e hortaliças.

24 A qualidade sensorial e nutricional da carne de frango caipira é de grande
25 importância no momento da compra, ressaltando essas características que a cadeia
26 produtiva do frango de corte caipira tem como desafio em oferecer produtos de qualidade,
27 boa suculência, maciez, cor e sabor agradáveis e que mantenham esses produtos por um
28 longo período, além de seguros, isentos de contaminações microbiológicas e físico-
29 químicas (OLIVO et al., 2001). Portanto, essa atividade tem se apresentado como uma
30 excelente proposta para atender esses consumidores que buscam por um produto
31 diferenciado (MILLER, 2003).

32 Essa atividade vem crescendo a cada ano, e assim fortalecem a cadeia produtiva,
33 tornando-se cada vez mais tecnificadas, ao adotar um sistema de criação conhecidos como
34 *free range*.

35 Entre os diversos minerais que podem influenciar no desempenho está o selênio
36 (Se). A suplementação com Se no concentrado deve ser realizada, pois os solos nacionais
37 e, conseqüentemente, as pastagens e grãos são pobres nesse nutriente (BERTECHINI &
38 FASSANI, 2001).

39 O Se é um micromineral essencial e quando utilizado em dietas de aves tem
40 melhorado o desempenho e a qualidade da carne de frango (BOIAGO, 2013), e também de
41 suínos (RUTZ & MURPHY, 2009). Tradicionalmente, o selênio é suplementado na forma
42 inorgânica, que possui baixa biodisponibilidade dificultando a absorção. Mais
43 recentemente, pesquisas estão sendo realizadas para investigar a utilização da forma
44 orgânica, por esta apresentar maior biodisponibilidade, diminuir a perda nas excretas e
45 melhorar sua eficiência metabólica. Outro ponto importante para ser estudado é as doses a
46 ser suplementadas, em especial, nas aves caipiras (SURAI, 2014; BERTECHINI, 2012;
47 PERIC, 2009).

48 O termo quelatos referem-se a reações entre sais (contendo minerais), que estão
49 complexados com substâncias orgânicas como aminoácidos ou peptídeos e que por isso
50 são mais biodisponíveis, sendo facilmente absorvidos e retidos pelo organismo animal
51 (RUTZ & MURPHY, 2009).

52 A suplementação adequada com Se melhora o desempenho, de forma indireta, pois
53 possui comprovada ação sobre o sistema imune das aves e a qualidade da carne atua na
54 regulação tiroídiana (BROWN & ARTUR, 2001), diminuindo os radicais livres defendendo
55 o organismo contra infecções (SURAI, 2000).

56 A deficiência de Se pode causar necrose hepática, redução na síntese de proteínas,
57 diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o
58 crescimento (FARIA & JUNQUEIRA, 2000).

59 Esse micromineral participa da síntese de anticorpos e pode proteger as
60 membranas das células de defesa contra toxinas externas e radicais livres, sendo um potente
61 antioxidante que possibilita melhorias na saúde. Ainda, o consumo de selênio na dieta dos
62 animais e seu acúmulo na carne pode aumentar a vida útil do produto, diminuindo a
63 velocidade das reações oxidativas (SURAI, 2000).

64 Animais criados ao ar livre precisam de mais energia que está relacionada com o
65 aumento no consumo de oxigênio que contribui na formação de radicais livres, além de
66 possuírem maior composição de ácidos graxos poli-insaturados na musculatura,
67 necessitando de fontes antioxidativas (PERIC, 2009).

68 A oxidação lipídica das carnes é a principal causa da perda da qualidade de carnes
69 e produtos cárneos. A rancidez se inicia logo após a morte do animal que envolve a
70 formação de radicais livres que afetam a textura, o sabor, a cor e o valor nutritivo da carne.
71 Os principais substratos envolvidos na oxidação são os ácidos graxos poli-insaturados que
72 compõem os fosfolipídios das membranas celulares e triacilgliceróis. A carne de frango
73 por sua composição rica em ácidos graxos torna-se mais susceptível a sofrer processos
74 oxidativos, cujo o controle é importante, podendo ser feita com a adição de vitaminas e
75 minerais na dieta dos animais (SOARES et al., 2009).

76 Há poucos dados científicos sobre a utilização de minerais na dieta de frangos
77 caipiras, bem como sobre a qualidade de carne. Carnes enriquecidas com selênio orgânico,
78 além de ter maior tempo de vida útil, podem proporcionar maiores níveis deste mineral na
79 dieta dos consumidores. E assim, diante do apresentado, o objetivo deste trabalho é a
80 suplementação com selênio orgânico e verificar no desempenho produtivo e qualidade da
81 carne de frango de corte caipiras.

82

83 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

84 **2.1 Panorama geral da avicultura caipira**

85 A avicultura alternativa inicialmente foi caracterizada por aves criadas restritamente
86 no fundo do quintal, sem seleção genética e sem nutrição balanceada. Na atualidade, vem
87 surgindo outra perspectiva, uma criação com normas de manejo produtivo, obtendo êxito em
88 linhagens e melhoramento genético. Essas normas especificam que a dieta deve ser feita com
89 alimentos de origem vegetal, já o controle sanitário e o manejo seguem as mesmas exigências
90 da criação de frango industrial (SAKOMURA et al., 2004)

91 No Brasil, a linhagem *Label Rouge* se destaca, sendo oriunda da França e inicialmente
92 se fixou no país através da marca comercial Caipira Francesa Sasso. As aves dessa linhagem
93 são rústicas, de crescimento lento e aptidão para produção de carne, apresentando pele de cor
94 amarela, bico, pernas e pés patas de cor amarela forte, penas vermelhas e de pescoço pelado. O
95 uso dessa linhagem aumentou quatro vezes em 20 anos, sendo comercializada, principalmente,
96 como carcaça inteira, no entanto, a tendência é aumentar a comercialização de cortes para
97 atender o mercado consumidor (CASTELLINI et al., 2008).

98 A criação de frangos de corte caipira está regulamentada no Brasil pelo Ministério da
99 Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do ofício-circular DOI/DIPOA nº
100 007/99 (BRASIL, 1999), que define as condições de manejo gerais. É proibido o uso de
101 promotores de crescimento, produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal em sua

102 alimentação. A partir do 28º dia de idade os frangos devem ter acesso a piquetes com, no
103 mínimo, 3 m² de área disponível para cada ave alojada. A idade mínima de abate é de 85 dias,
104 sendo necessário o uso de linhagens de crescimento lento específicas para este tipo de criação.

105 O dossiê técnico da ABNT NBR 16389, 2015 regulamentou que a densidade máxima
106 é de 35 kg/m² dentro do galpão e na área externa deve ter, no mínimo, 0,5 m² por ave alojada,
107 e ainda determina o abate dessas aves com idade mínima de 70 dias.

108 O sistema de semi-confinamento permite à ave o acesso a uma área de pastejo, além
109 de se alimentarem de capins; pode ter acesso a frutas, hortaliças, insetos e sementes. E, ainda,
110 recebe concentrado, ou seja, dieta balanceada de forma a suprir suas necessidades nutricionais
111 e permitir bom desempenho produtivo (BRASIL, 1999).

112 Há diversos outros sistemas alternativos de produção de frango caipiras,
113 principalmente na Europa, com diversas denominações, como orgânico, *free range*, campestre,
114 natural, e com variadas exigências em relação à linhagem, idade de abate, alimentação e área
115 de acesso externo, conforme as normas e especificações de cada país (SAVINO et al., 2007;
116 FARIA et al., 2009).

117 Nos EUA, o acesso a piquetes é suficiente para que um frango seja denominado *free*
118 *range*, (BAILEY & COSBY, 2005). Na China existe uma diversidade de frangos alternativos,
119 como, por exemplo, o *three yellow*, proveniente de linhagem rústica de crescimento lento, o
120 qual leva mais de 100 dias para atingir 1,2 a 1,5 kg de peso vivo (YANG & JIANG, 2005). Já
121 aqui no Brasil, o sistema alternativo de frangos de corte, denomina-se caipira na região Sudeste,
122 colonial na região Sul e capoeira na região Nordeste. Figueiredo et al. (2001) e Takahashi et al.
123 (2006).

124

125 **2.2 Selênio**

126 O selênio é um micromineral que foi isolado e identificado em 1817. É considerado
127 um elemento essencial, ou seja, não é produzido pelo organismo e deve ser suplementado via
128 dieta, participando de diversas funções vitais no organismo, como no sistema produtivo,
129 reprodutivo e, principalmente, no sistema imune, sendo considerado como um agente
130 imunomodulador (SURAI, 2000).

131 No entanto, este elemento deve ser adicionado na dieta com cautela, quando
132 suplementado em concentrações traço e contribui para o crescimento e desenvolvimento normal
133 do organismo, entretanto em doses elevadas torna-se tóxico, sendo o intervalo pequeno entre a
134 exigência e a toxicidade (HAMILTON, 2004).

135 Esse mineral colabora para diversas funções fisiológicas do organismo como parcela
136 integrante das selenoproteínas (KARADAS & SURAI, 2004; KOHRLE et al. 2005). Segundo
137 Seixas & Kehrig (2007), foram identificadas 11 selenoproteínas: glutathione peroxidase celular,
138 glutathione peroxidase plasmática, glutathione peroxidase hidropéroxido fosfolipídica, glutathione
139 peroxidase gastrointestinal, selenoproteínas P e W, iodotironina deiodinase tipos I, II e III,
140 tioredoxina redutase e selenofosfato sintetase. As selenoproteínas são compostas de cerca de 20
141 proteínas eucarióticas e a expressão destas proteínas individuais é caracterizada por sua alta
142 especificidade pelos tecidos. A família da glutathione peroxidase (GSH-Px) corresponde às
143 selenoproteínas mais bem caracterizadas e o nível de atividade desta enzima no fígado ou no
144 plasma é indicado pela oferta de selênio no organismo (KARADAS & SURAI, 2004).

145 A GSH-Px é uma enzima antioxidante que preserva as células dos danos causados pela
146 ação de radicais livres, inibindo a ação do peróxido de hidrogênio e os hidropéroxidos (LIN &
147 SHIAU, 2005). As diversas barreiras antioxidantes presentes no organismo atuam apenas
148 quando existe aporte nutricional adequado como, por exemplo, o Se. O estresse oxidativo e a
149 produção de radicais livres é considerada um mecanismo patológico-bioquímico envolvido na
150 iniciação ou progressão de inúmeras doenças, principalmente as degenerativas (KARADAS &
151 SURAI, 2004).

152 As demais selenoproteínas exercem outros papéis no organismo. As selenoproteínas P
153 e W participam no controle da oxidação e, ainda, no metabolismo muscular. A selenofosfato
154 sintetase tem o papel de incorporar a selenocisteína pelas selenoproteínas. A tioredoxina
155 redutase protege o organismo contra o estresse oxidativo e as iodotironinas deiodinases estão
156 ligadas com a regulação e formação dos hormônios tireoideanos. Além destas funções, o selênio
157 também contribui para reprodução, aumentando a qualidade espermática, sendo a enzima
158 glutathione peroxidase hidropéroxido fosfolipídica, responsável pela integridade do flagelo do
159 espermatozoide (HOLBEN & SMITH, 1999; KOHRLE et al., 2005; SEIXAS & KEHRIG,
160 2007).

161 Para o adequado funcionamento das selenoenzimas glutathione peroxidase, elas
162 dependem da captação de Se via dieta. Essas proteínas estão relacionadas em funções
163 fisiológicas do sistema de defesa como diferenciação, transdução de sinal e regulação da
164 produção de citocinas pró-inflamatórias (URSINI, 2000), e na regulação da síntese de
165 leucotrienos, tromboxanos e prostaglandinas, responsáveis pela modulação de reações
166 inflamatórias (KOHRLE et al., 2000). Segundo Karadas & Surai (2004), a deficiência de Se
167 está associada ao comprometimento tanto da imunidade natural quanto adquirida.

168 E ainda, o Se contribui para a proteção contra a intoxicação por metais pesados como
169 cádmio e mercúrio. Também em conjunto com vitamina E, o SE provoca efeito aditivo na
170 prevenção da peroxidação dos lipídeos das membranas, e tornando-se essencial para evitar a
171 distrofia muscular (WATANABE, 1997).

172

173 **2.3 Fontes de selênio, absorção e metabolismo**

174 Esse microelemento encontra-se na natureza em duas formas químicas: orgânica e
175 inorgânica. O selênio inorgânico pode ser observado em diferentes fontes na forma de selenito,
176 selenato e seleneto. Na forma orgânica são encontrados na selenometionina e selenocisteína,
177 derivados de alimentos vegetais e animais (SURAI et al., 2006).

178 A principal fonte de selênio na dieta para as aves está na forma inorgânica, como
179 selenito de sódio, normalmente incluídos como suplementação mineral, uma vez que a
180 quantidade de selênio existente nos ingredientes da dieta não é suficiente para atender os
181 requerimentos do animal. Os níveis de selenito de sódio na ração apresentam-se limitados pela
182 sua toxicidade e interações com outros minerais (SAAD, 2009; UDEN et al., 2004;
183 CECCANTINI, 2014).

184 O mineral na forma inorgânica tem baixa eficiência na sua absorção e retenção no
185 organismo e, conseqüentemente, possui diminuída deposição nos produtos de origem animal,
186 como leite, carne e ovos e pobre habilidade de sustentar reservas de selênio no corpo. No
187 entanto, o mineral orgânico apresenta-se mais biodisponível para o animal, pela sua absorção
188 e metabolização serem diferentes da forma inorgânica (SURAI, 2000).

189 O Se orgânico quando consumido, via dieta, é absorvido pelos carreadores intestinais
190 de aminoácidos através do transporte passivo. Esse modo diferenciado de absorção evita
191 competição entre os minerais pelo mesmo mecanismo de absorção, além de apresentar menor
192 risco de toxicidade (SCHRAUZER, 2000). Também está envolvido no metabolismo,
193 favorecendo a fixação no organismo. Após a absorção intestinal, a forma orgânica pode ser
194 metabolizada e aproveitada pelos animais como aminoácidos (EKHOLM et al., 1991) e não
195 excretada, como normalmente ocorre com a forma inorgânica, especialmente o selênio
196 associado a metionina (SeMet), que, de forma similar à metionina, pode ser incorporado a
197 proteínas pelo mesmo códon AUG, pois o tRNA não diferencia a metionina da SeMet
198 (DANIELS, 1996).

199 A maior biodisponibilidade dos minerais orgânicos deve-se à ligação com
200 aminoácidos, como a metionina e cisteína, formando moléculas denominadas de
201 selenometionina ou selenocisteína, respectivamente encontradas naturalmente nas plantas

202 (KELLY & POWER, 1995), e pode ser biossintetizada pelas leveduras, como *Saccharomyces*
203 *cerevisiae*, que contém níveis elevados de selênio ligado a aminoácidos (BURK, 1976).

204 Esses nutrientes, ligado a proteínas/aminoácidos, apresentam melhor digestibilidade e
205 disponibilidade. O aumento da digestibilidade está associado à maior solubilidade, melhor
206 estabilidade no lúmen e ao tipo de ligação que serve como um carregador eficiente para o
207 mineral atravessar a mucosa intestinal. Uma vez absorvido, há também um maior potencial de
208 retenção, visto que existe menor possibilidade de excreção quando incorporado em moléculas
209 de proteína (DOWNS et al., 2000; LENG et al., 2003).

210 Pesquisas relacionadas ao Se de fonte orgânica e inorgânico apontam que após
211 suplementação com a fonte orgânica ocorreu maior deposição de Se na carne de frango de corte
212 (SPEARS et al., 2003; YOON et al., 2007; GOMES et al., 2011). Há relatos que evidenciam
213 que o Se inorgânico é menos ativo, sendo assim a oxidação é acelerada no organismo (SUCHÝ
214 et al., 2014).

215

216 **2.4 Importância do selênio na suplementação de frangos caipiras**

217 Com intuito de promover aves mais resistentes e produtivas, o sistema imunológico
218 deve ser eficiente em enfrentar com seus próprios recursos uma imensa variedade de agentes
219 agressores oriundos do meio e do próprio sistema de criação. Assim, o selênio ocupa posição
220 de destaque por desempenhar funções indispensáveis na regulação do metabolismo,
221 promovendo uma resposta imune eficaz, neutralizando os radicais livres e defendendo o
222 organismo contra infecções (SURAI, 2000).

223 O Se pode auxiliar na manutenção e equilíbrio do organismo atuando no regulamento
224 de inúmeras funções do corpo, mantendo o equilíbrio e reduzindo as reações oxidativas (SURAI
225 & FISININ, 2014). Também desempenha funções fundamentais a fim de manter a saúde dos
226 animais ao regular o metabolismo e auxiliar o sistema de defesa imunológico na diminuição
227 dos radicais livres (SURAI, 2000).

228 Considerando a importância desse mineral nas dietas, torna-se necessária a inclusão
229 de Se na formulação das rações, sendo que com o selênio inorgânico (selenito de sódio) deve-
230 se manter certo controle pela sua toxicidade (RUTZ et al., 2004; FARIA & JUNQUEIRA,
231 2000).

232 Deniz, Gezen & Turkmen (2005) trabalharam com três grupos de frangos os quais
233 receberam dieta basal (grupo controle), ou 0,3 mg Se/kg de dieta como selenito de sódio (grupo
234 2), ou na forma de extrato de leveduras (grupo 3). O período da suplementação foi de 42 dias e

235 os autores observaram que o selênio na forma de extrato de leveduras melhorou a conversão
236 alimentar e desempenho dos frangos.

237 Surai (2000) analisou 300 pintainhos, machos Cobb-500, com 14 dias de idade, alojados
238 em 60 gaiolas experimentais de metabolismo, onde receberam dez tratamentos com seis
239 repetições de cinco aves cada. Os tratamentos foram constituídos de suplementação de Se em
240 três níveis - 0,150; 0,300; 0,450 ppm, e três fontes, sendo uma inorgânica (selenito de sódio –
241 45,6%) e duas orgânicas (fonte A 2000 ppm e fonte B 1000 ppm) e um tratamento controle
242 negativo sem suplementação. Fontes orgânicas suplementares de Se em substituição a fontes
243 inorgânicas, em frangos de corte, mostraram-se melhores quanto à retenção aparente e à
244 deposição tecidual e plasmática desse mineral.

245 Payne e Southern (2005), ao estudarem diferentes fontes de Se em frangos de corte aos
246 49 dias, também observaram para a fonte orgânica maior taxa de retenção quando comparada à
247 fonte inorgânica. O mesmo fato foi observado por Yoon et al. (2007).

248

249 **2.5 Qualidade da carne de frangos de corte tipo caipira e selênio como agente antioxidante**

250 A produção de carne de frango com qualidade depende do controle, desde o manejo
251 até o abate, de todos os fatores envolvidos e suas interações (BERRI, 2001). O conhecimento
252 da influência desses fatores pode determinar a adoção de medidas para manutenção de
253 características ou para desenvolver atributos desejáveis (FARIA et al., 2009).

254 O manejo pré-abate, incluindo apanha, jejum, transporte, tempo de descanso, pendura,
255 imobilização, atordoamento e abate do animal, exerce grande influência sobre as reservas de
256 glicogênio muscular, responsável pelo desenvolvimento das reações bioquímicas *postmortem*,
257 que determinam a qualidade da carne. O estresse sofrido pelas aves nesta fase pode
258 comprometer as características organolépticas e as propriedades funcionais das proteínas
259 (BRESSAN, 1998).

260 O termo qualidade é um conceito complexo, pois varia conforme a região geográfica,
261 classe socioeconômica, cultura do consumidor e com o estágio de desenvolvimento tecnológico
262 do setor. Esse conceito pode variar de acordo com o mercado a que o produto se destina, e como
263 o Brasil é um país extenso, há preferências diferentes para cada região (BLISKA, 2000).

264 O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor. A maioria dos
265 fatores que influenciam a qualidade de carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua
266 produção. Fatores como idade, sexo, linhagem, nutrição, manejo, transporte, temperatura,
267 ambiente e tempo de jejum, reconhecidamente afetam a composição da carcaça dos animais
268 (CONTRERAS & CASTILLO, 2001).

269 Segundo Fletcher (2002), os principais atributos de qualidade da carne de aves são
270 aparência, textura, suculência, sabor e propriedades funcionais. E entre esses, a aparência e a
271 textura são os parâmetros mais importantes que influenciam o consumidor na seleção inicial e
272 na satisfação final do produto.

273 Alguns consumidores se interessam por esse tipo de carne por acreditarem que esses
274 produtos apresentam qualidade sensorial superior e que o sabor seja melhor que o da carne de
275 aves criadas confinadas (FANATICO et al., 2006). Além disso, embora o desempenho de aves
276 de crescimento lento possa ser menos eficiente do que o de aves de crescimento rápido, essas
277 são mais adaptadas para sistemas alternativos de produção, bem como a qualidade de sua carne
278 é mais apropriada para mercados especializados ou “gourmet” (CASTELLINI et al., 2002).

279 O frango caipira possui uma carne rica em proteínas e fonte de energia, vitaminas,
280 minerais e gordura. Possui altos teores de vitamina B, especialmente niacina (músculo escuro)
281 e riboflavina (músculo claro). É importante ressaltar que a carne de frango, um produto úmido
282 com aproximadamente 70% de água é uma boa fonte de proteínas e energia (ácidos graxos),
283 fazendo dela um excelente meio para o desenvolvimento de microrganismos e de processo
284 oxidativos, em especial na presença de oxigênio. Desta forma, o tempo e método de
285 armazenamento (maturação) podem levar a uma diminuição da qualidade, acelerando o
286 processo de decomposição (LEONEL, 2004).

287 No intuito de conservar a qualidade da carne por mais tempo, a utilização de Se
288 orgânico na nutrição de aves vem sendo estudado. Pesquisas mostram que a suplementação com
289 selênio aumenta a concentração deste mineral na musculatura, principalmente nos peitos de
290 frangos, além de melhorar características da carne como perda por gotejamento e aumento da
291 vida útil, por promover maior estabilidade oxidativa. O enriquecimento da carne de frango com
292 esse mineral pode levar à prevenção de algumas doenças em quem a consome (RUTZ et al.,
293 2004).

294 A peroxidação lipídica pode ser diminuída afetando a qualidade da carne no decorrer
295 do seu armazenamento. Pesquisas apontam que provavelmente existem diferenças nas espécies
296 em relação ao metabolismo do Se nos músculos. O exemplo da ação GSH-Px no músculo de
297 frango, peru e pato, mostrando que níveis de Se similar na dieta indicou que a ação de GSH-Px
298 em músculos de pato foi inúmeras vezes maior que em galinhas ou peru (KARADAS & SURAI,
299 2004).

300 Segundo Oliveira et al. (2014), a suplementação de Se nas dietas de frangos tem sido
301 um método utilizado pela indústria avícola para melhorar a estabilidade oxidativa e aumentar a

302 vida útil das carnes. Estudos mostram que a utilização de selênio na sua forma orgânica
303 contribuiu mais para a melhoria da qualidade da carne de frango do que sua forma inorgânica.

304 Medeiros et al. (2012) verificaram que a suplementação de selênio orgânico aumentou
305 de forma linear o pH da carne de peitos de frangos e reduziu a perda de água por pressão e força
306 de cisalhamento. Péric et al. (2009) e Oliveira et al. (2014) encontraram menores índices de
307 perda de peso por gotejamento na carne de frangos alimentados com selênio orgânico. Gomes
308 et al. (2011) observaram que a substituição do selênio inorgânico pelo orgânico apresentou
309 melhorias quanto à retenção aparente e à deposição tecidual e plasmática desse mineral.

310 As selenoenzimas também favorecem o processo de maturação e conservação das
311 propriedades da carne. DeVore & Greene (1982) observaram que a enzima GSH-Pxs manteve
312 viável durante o processo de *rigor mortis*; documentaram também haver correlação positiva
313 entre os níveis de selênio no músculo e a atividade da GSH-Px da carne.

314 E, ainda, a correlação entre a ingestão de selênio e a incidência de doenças em humanos
315 é uma linha de pesquisa em expansão no ramo da medicina. Trabalhos apontam que os índices
316 selenêmicos adequados e a atuação da glutathiona peroxidase estão inversamente relacionados
317 com o surgimento de doenças como cânceres, problemas cardíacos, neurológicos.

318

319 **2.6 Tipos de fibra muscular**

320 As fibras musculares estão classificadas em três tipos, podendo ser identificadas
321 conforme seu metabolismo e contração. Tipo I representa contração lenta e oxidativa (SO), tipo
322 IIA contração rápida e oxidativa (FOG) e tipo IIB - contração rápida e glicolítica (FG). A
323 quantidade de fibras está relacionada ao fator genético e ambiental (PETER et al., 1972;
324 BANKS, 1992).

325 As fibras FG e FOG de cor branca, geralmente presente no músculo do peito, possuem
326 poucas mitocôndrias e a densidade de capilares sanguíneos são bem reduzidos. Já os músculos
327 vermelhos, presentes na coxa e sobrecoxa são mais vascularizados têm maior quantidade de
328 mitocôndrias em suas fibras, sendo SO e FOG. Outra diferença entre elas está no teor de
329 gordura, o peito é carne magra com 1,4% de gordura e a coxa apresenta mais gordura, cerca de
330 5,1% (GALVÃO, 1992).

331 A composição muscular é algo importante a observar considerando as fibras
332 musculares esqueléticas, que se diferenciam pelas características contráteis e metabólicas.
333 Enzimas glicolíticas estão em abundância nas fibras brancas, o glicogênio é usado como
334 substrato energético. Essas possuem rápida contração. As enzimas oxidativas se encontram nas
335 fibras vermelhas. A gordura é substrato energético, possui pigmento mioglobina, tem contração

336 lenta, e são classificadas como tipo I. Quanto à fibra intermediária sua dimensão intermediário,
337 entre a branca e a vermelha, usa tanto a gordura quanto o glicogênio como substrato isso irá
338 depender da demanda da atividade usado no músculo, e são classificadas como IIA
339 (GONZALES & SARTORI, 2002).

340 Diversos fatores influenciam no tipo de fibra muscular predominante, como manejo,
341 alimentação e tipo de exercício, lembrando que essa categoria animal tem acesso a piquete.
342 Dentre os fatores genéticos podemos destacar a classe sexual, os machos apresentam a
343 concentração de fibras vermelhas devido a ações hormonais (MADEIRA et al., 2006).

344 Possíveis danos que ocorrem nas proteínas de carnes vermelhas e brancas são causados
345 por oxidação no decorrer da armazenagem (XIONG, 2000; XIONG & DECKER, 1995).
346 Pesquisadores observaram que após seis meses de congelamento, as coxas de frango
347 (metabolismo oxidativo), quando comparadas com peito desenvolvem o processo oxidativo
348 mais rapidamente, pela maior presença de gordura na composição da fibra vermelha (SOYER
349 et al., 2010).

350 A capacidade de oxidação da musculatura esquelética pode mudar conforme exercícios
351 nas aves e algumas observações foram iguais em humanos e outros mamíferos que aumentam
352 a musculatura de tamanho quando submetidos a intenso exercício (SANDUSKY & HEATH,
353 1988).

354 Um estudo foi desenvolvido comparando a atividade da glutathiona peroxidase, o teor
355 de selênio total e solúvel em dois músculos de frangos, perus, patos (músculos das pernas e
356 peito), avestruzes (bife e filé) e cordeiros (músculos *Psoas maior* e *Longissimus dorsi*).
357 Observaram que os músculos de patos apresentaram maior atividade de GSH-Px (4,8 UI/g; 3,0
358 UI/g), seguidos de cordeiros (1,8 UI/g; 1,4 UI/g), perus (1,2 UI/g; 0,6 UI/g), frangos (1,0 UI/g;
359 0,7 UI/g) e avestruzes (0,9 UI/g; 0,8 UI/g). A GSH-Px apresentou maior atividade nos músculos
360 oxidativos do que nos glicolíticos. O teor de selênio foi maior nos músculos de patos (0,149
361 mg/kg; 0,139 mg/kg), seguido por cordeiros (0,171 mg/kg no músculo *Psoas maior* e 0,086
362 mg/kg no músculo *Longissimus dorsi*), frangos (0,117 mg/kg; 0,109 mg/kg), avestruzes (0,106
363 mg/kg; 0,103 mg/kg) e perus (0,110 mg/kg; 0,07 mg/kg). O nível de selênio também foi maior
364 nos músculos oxidativos (coxas) de cordeiros e perus em relação aos glicolíticos (peito) das
365 mesmas espécies (DAUN & AKESSON, 2004).

366 Nesse contexto, fica evidente que há diferenças na atividade de glutathiona peroxidase
367 e no teor de selênio entre diferentes músculos da mesma espécie e entre as diferentes espécies.
368 Tal aspecto implica atenção diferencial quanto à estabilidade oxidativa e valor nutricional dos
369 diferentes produtos cárneos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira**. ABNT NBR 16389, 2015.

BAILEY, J. S.; COSBY, D.E. Salmonella prevalence in Free-range and certified organic chickens. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 11, p-2451-2453, 2005.

BANKS, W. J. Tecido muscular. In: **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1992.

BERRI, C.; WACRENIER, N.; MILLET, N.; LE BIHAN-DUVAL, E. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. **Poultry Science**, v.80, p.833-838, 2001.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2012.

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.

BLISKA, F. M. M. Qualidade na cadeia produtiva da carne bovina: elaboração e implementação de um sistema de controle. **Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 9-10, p. 12- 16, 2000.

BOIAGO, M. M. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v. 65, n. 1, p. 241-247, 2013.

BRASIL. **Ofício Circular DOI/ DIPOA N° 007/99, DE 19 DE 1999**. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, 1999. CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: *Biotechnology*.

BRESSAN, M.C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. 1998. 201p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

BROWN, M. K.; ARTHUR, R. J. Selenium, selenoproteins and human health: a review. **Public Health Nutrition**.v.4, p. 593-599, 2001.

BURK, R.F. Selenium in man. In: Trace Elements in Human Health and Disease (A.S. Prasad and D. Oberleas, eds.). Academic Press, New York, pp. 105-133. 1976.

CASTELLINE, C.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; MARTINO, G. Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. **World's Poultry Science Journal**. v. 64, p. 500-512, 2008.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. **Italian Journal of Food Science**, v. 14, n. 4, p. 401-412, 2002.

CECCANTINI, M. Selenohidroximetionina: inovador antioxidante. **Agroindústria**, n.133, p. 20-24, 2014.

CONTRERAS CASTILLO, C. J. Qualidade de carcaça e carne de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., São Pedro, 2001. **Anais...** Campinas: ITAL, 2001.

DANIELS, L.A. Selenium metabolism and bioavailability. **Biological trace element research**, v.54, p.185-199, 1996.

DAUN, C.; AKESSON, B. Comparison of glutathione peroxidase activity, and total and soluble selenium content in two muscle from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. **Food Chemistry**, v. 85, p. 295-303, 2004.

DENIZ, G.; GENZEN, S. S.; TURKMEN, I. I. Effects of two supplemental dietary selenium sources (mineral and organic) on broiler performance and driploss. **Revue Medicine Veterinaire**, v. 156, p. 423-426, 2005.

DEVORE, V.R.; GREENE, B.E. Glutathione peroxidase in post-rigor bovine semitendinosus muscle. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1406-1409, 1982.

DOWNS, K. M.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. Selenium source effect on broiler carcass characteristics, meat quality and drip loss. **Journal of Applied Animal Research**, v.18, n. 1, p. 61-72, 2000.

EKHOLM, P. et al. Transport of feed selenium to different tissues of bulls. **British Journal of Nutrition**, v.66, p.49-55, 1991.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; CAVITT, L.C.; EMMERT, J.L.; MEULLENET, J.F.; OWENS, C.M. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: sensory attributes. **Poultry Science**, v. 85, p. 337-343, 2006.

FARIA, D. M.; JUNQUEIRA, O. M. *Enfermidades nutricionais* In: MACARI, M.; BECHIERI JR, A. *Doenças das aves*. Campinas: FACTA, 2000.

FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C.; SOUZA, X. R.; RODRIGUES, E. C.; CARDOSO, G. P.; 1998.

FERREIRA, A.S. **Demanda domiciliar por alimentos orgânicos no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, p.110, 2015.

FIGUEIREDO, E. A P.; PAIVA, D. P.; ROSA, P. S.; AVILA, S.; V. S.; ALAMINI, D. J. D. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: Conferência de Ciência e Tecnologia Avícola, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002.

GALVÃO, M. T. E. L. **Utilização da carne de frango e da carne mecanicamente separada em produtos cárneos**. In: BERAQUET, N. J. *Industrialização da carne de frango*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1992.

GOMES, F. A.; BERTECHINI, A. G.; DARI, R. L.; BRITO, J. A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; SILVA, L. A. Effect of sources and levels of selenium on physiological traits in broilers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 633-640, 2011.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI,

M.; FURLAN, R. L; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 279-297.

HAMILTON, S. J. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. **Science of the Total Environment**, v. 326, n. 1-3, p. 1-31, 2004.

HOLBEN, D. H.; SMITH, A. M. The diverse role of selenium within selenoproteins: a review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 7, p. 836-843, 1999.

IHNAT, M. I. L. A. N.; MILLER, H. J. Analysis of foods for arsenic and selenium by acid digestion, hydride evolution atomic absorption spectrophotometry. **Journal Association of Official Analytical Chemists**, v. 60, p. 813–825, 1977.

KARADAS, F., SURAI, P. F. Interações entre Selênio e Vitamina E: Será que 1+1 é igual a mais de 2? In: **Simpósio Brasileiro Alltech**, 2004.

KELLY, M.P.; POWER, R.F. Fractionation and identification of the major selenium compounds in selenized yeast. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 237, 1995.

KOHRLE, J.; BRIGELIUS-FLOHÉ, R.; BÖCK, A.; GÄRTNER, R.; MEYER, O.; FLOHÉ, L. Selenium in biology: facts and medical perspectives. **Biology Chemistry**, v.381, n. 9-10, p. 849-864, 2000.

LEONEL, F. R. **Vitamina E nos parâmetros quantitativos e qualitativos da carne de frango submetidas ou não à irradiação em diferentes períodos de armazenamento**. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FCAV Universidade Estadual Paulista, 2004.

LIN, Y.H.; SHIAU, S.Y. Dietary selenium requirements of juvenile e grouper, *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture**, v.250, p.356-363, 2005.

MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semi-confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.2322-2332, 2006

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

MILLER, R. Assessing consumes preferences and attitudes towards meat and meat products.

Brazilian Journal of Food technology, v.6, p. 67-80, 2003.

OLIVEIRA, T.F.B. et al. Effect of different sources and levels of selenium on performance, meat quality, and tissue characteristics of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, n. 1, p. 15-22, Mar. 2014.

OLIVO R., et al. Food & Nutrition Press, Inc. Tiurnbull, Connecticut. **Journal of Food Biochemistry**, v. 25, p. 271-283, 2001.

PAYNE, R. L.; SOUTHERN, L. L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. **Poultry Science**, v. 84: p. 898-902, 2005.

PERIC, L.; MILOSEVIC, N.; ŽIKIC, D.; KANACKI, Z.; DZINIC, N.; NOLLET, L.; SPRING, P. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 403–409, 2009.

PETER, A. P.; HATFIELD, E. E.; OWENS, F. N.; GARIGUS, U. S. Effects of aldehyde treatments of soybean meal on in vitro ammonia release, solubility and lamb performance. **Journal of Nutrition**, v. 101, p. 605, 1971.

RUTZ, F., ANCIUTI, M.A., RECH, J.L., ROSSI, P. Impacto dos minerais orgânicos sobre o desempenho animal. In: Anais do Simpósio Brasileiro Alltech: Re-imaginando a indústria de alimentação animal. Biotecnologia Nutricional na Indústria de Alimentação Animal. p. 74-82. 2004.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: Congresso Internacional sobre uso da levedura na alimentação animal, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009.

SAAD, M. B. **Efeito da suplementação de selênio orgânico na resposta imunológica de frango de corte**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; Jr. PIZAURO, J.M. 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.

- SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, M.A.N. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.578-583, 2007.
- SANDUSKY, C. L.; HEATH, J. L. Growth characteristics of selected broiler muscles as affected by age and experimental pen design. **Poultry Science, Savoy**, v.67, p.1557- 1567, 1988.
- SCHRAUZER, G. N. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 1653-1656, 2000.
- SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A. O selênio no meio ambiente. **Ecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 2, p. 264-276, 2007.
- SOARES, A. L.; MARCHI, D. F.; MATSUSHITA, M.; GUARNIERI, P. D.; DROVAL, A. A.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M.; Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n.6, p. 1513–1518, 2009.
- SOYER, A. et al. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. **Food Chemistry**, v.120, p. 1025-1030, 2010.
- SPEARS, J. W. et al. Efficacy of a novel organic selenium compound (zinc l.selenomethionine, available Se) in broiler chicks. LATIN AMERICAN CONGRESSO ANIMAL NUTRITION, 1., 2003, Cancun. **Proceedings...** Cancun: LACAN, 2003.
- SUCHÝ, P.; STRAKOVÁ, E; HERZIG, I. Selenium in poultry nutrition: a review. **Czech Journal of Animal Science**, v. 59, n. 11, p. 495–503, 2014.
- SURAI, P.F. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. **British Poultry Science**, v.41, n. 2, p. 235-243, 2000.
- SURAI, P. F.; FISININ, V. I. Selenium in poultry breeder nutrition: An update. **Animal Feed Science and Technology**, v. 191, p. 1-15, 2014.
- SURAI, P. F. Selenium in Nutrition and Health. Nottingham University Press, Nottingham, 2006.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.624-632, 2006.

TEIXEIRA, L. F. A. **Criação de frango e galinha caipira**: sistemas alternativos de criação de aves/Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 310p.

URSINI, F., **The world of glutathione peroxidases**. J. Trace Elem. Med. Biol., 14:116, 2000.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, p. 185-207, 1997.

YANG, N.; JIANG, R.S. Recent advances in breeding for quality chickens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 61, p. 373-381, Sept. 2005.

YOON, I.; WERNER, T. M.; BUTLER, J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, p. 727-730, 2007.

XIONG, Y.L. **Protein oxidation and implications for muscle food quality**. In: Decker E, Faustman C.; Clemente, J. L. B. Antioxidant in muscle foods, 2000.