

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL

ELIEL RODRIGO PEREIRA

QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO DE CRESCIMENTO LENTO (CAIPIRA)
SUPLEMENTADO COM SELÊNIO ORGÂNICO

MARINGÁ – PR

2020

ELIEL RODRIGO PEREIRA

**QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO DE CRESCIMENTO LENTO (CAIPIRA)
SUPLEMENTADO COM SELÊNIO ORGÂNICO**

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

Orientadora: Professora Dra.
ALESSANDRA APARECIDA
SILVA

MARINGÁ - PR

2020

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

P436q

Pereira, Eiel Rodrigo

Qualidade da carne de franco de crescimento lento (caipira) suplementado com selênio orgânico / Eiel Rodrigo Pereira. -- Maringá, PR, 2020.
63 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Aparecida Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2020.

1. Produção animal agroecológica. 2. Avicultura caipira. 3. Produção animal. 4. Qualidade de carne. 5. Avicultura de corte. I. Silva, Alessandra Aparecida, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.

CDD 23.ed. 636.51

ELIEL RODRIGO PEREIRA

“Suplementação de selênio orgânico na alimentação de frangos de crescimento lento sobre a qualidade objetiva e subjetiva de cortes de peito e coxa”

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

APROVADO em 27 de fevereiro de 2020.

MS8.

Prof^a. Dr^a. **Magali Soares dos Santos Pozza**

Juliana Beatriz Toledo

Prof^a. Dr^a. **Juliana Beatriz Toledo**

pp mmmkapp

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

Alessandra AP Silva

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

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Deus, minha família e amigos.

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 Dra. Alessandra Aparecida Silva, na orientação do trabalho, nas aulas teóricas e práticas.

À Dra. Camila Mottin e a Mestre Maria Inez Souza pela ajuda nas análises sensoriais.

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

Aos meus colegas de profissão e mestrandos Odair Oliveira, Alexandre Gava e Celio Pedro da Silva.

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

À Professora Dra. Magali Soares dos Santos Pozza pela colaboração das análises microbiológicas e sensoriais.

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

EPÍGRAFE

“Sem a natureza não existimos mais, ela é à base da nossa vida”.

“Lutar pela terra, lutar pelas plantas, lutar pela agricultura, porque se não vivermos dentro da agricultura, vamos acabar. Não tem vida que continue sem-terra, sem agricultura”.

ANA MARIA PRIMASESI

RESUMO

O selênio (Se) é um mineral essencial para as aves e pode ser encontrado na natureza nas formas inorgânicas e orgânicas. Uma das importantes funções do Se é a sua atividade antioxidante, podendo estender o tempo de vida de prateleira de carnes e produtos cárneos, mantendo a qualidade dos mesmos. Atualmente cresce o número de pessoas que buscam alimentos saudáveis e potencialmente nutritivos, como a carne de frango caipira. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação com selênio orgânico na qualidade objetiva e subjetiva da carne dos cortes peito e coxa de frangos de corte de crescimento lento. Foram utilizados 96 frangos da linhagem *Label Rouge* abatidos com 72 dias em um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: Controle (ração referência (RR), contendo 0,2 mg de Se inorgânico/kg de ração); S1 (RR + 0,1 mg de Se orgânico/kg de ração); S2 (RR + 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração); S3 (RR + 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração). Foram avaliados os parâmetros objetivos e subjetivos da carne de frango caipira. Os parâmetros objetivos foram pH, perdas por cocção (PPC), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), compostos de tióis livres (Tióis), luminosidade da carne (L^*), cor amarela (a^*), cor vermelha (b^*) da carne. Os parâmetros subjetivos foram aroma, cor característica, sabor, maciez, suculência e aparência geral, além disso foi realizada uma pesquisa de intenção de compra. O período experimental foi dos 50 aos 70 dias de idade dos animais. Os níveis de Se suplementados não afetaram as variáveis de oxidação e qualidade de carne, valor de pH, PPC, TBARS, Tióis, L^* , a^* e b^* , entretanto os cortes avaliados (peito e coxa), tiveram as variáveis valor de pH, Tióis e coloração vermelha da carne (a^*) diferentes. Os níveis de Se suplementados não afetaram as variáveis sensoriais relacionadas à qualidade da carne, aroma, cor característico, sabor, maciez, suculência, aparência geral. Entretanto, os cortes avaliados (coxa e peito) tiveram as variáveis, cor característico, maciez, suculência e aparência geral afetada. Na pesquisa realizada 33% dos voluntários disseram que certamente comprariam a coxa do tratamento S1. Conclui-se que inclusão de Se orgânico na ração de frangos caipira melhora a qualidade da carne de frango e mantém as características sensoriais, pois é importante na proteção da carne contra reações de oxidação. A maioria dos provadores escolheu o corte com menor inclusão de Se orgânico na dieta, sendo o hábito de consumo da maioria dos provadores mensalmente, comprando frangos inteiros em feiras e supermercados por considerarem uma carne com gosto melhor.

Palavras-chave: frango caipira; maciez; oxidação; qualidade da carne.

ABSTRACT

Selenium (Se) is an essential mineral for birds and can be found in nature in inorganic and organic forms. One of the important functions of Se is its antioxidant activity, which can extend the shelf life of meats and meat products, maintaining their quality. Currently, the number of people looking for healthy and potentially nutritious foods is growing, including free-range chicken. Thus, the objective of this work is to evaluate the effect of supplementation with organic selenium on the objective and subjective quality of the meat of the slow-growing broiler breast and thigh cuts. 96 chickens of the Label Rouge slaughtered at 72 days strain were used in a completely randomized design with 4 treatments and 4 repetitions, the treatments were: Control (reference ration (RR), containing 0.2 mg of inorganic Se / kg of ration); S1 (RR + 0.1 mg of organic Se / kg of feed); S2 (RR + 0.3 mg of organic Se / kg of feed); S3 (RR + 0.6 mg of organic Se / kg of feed). The objective and subjective parameters of free-range chicken meat were evaluated, the objective parameters were pH, cooking losses (PPC), substances reactive to thiobarbituric acid (TBARS), free thiols compounds (Thiols), meat luminosity (L^*), yellow color (a^*), and red meat (b^*) and the subjective parameters were aroma, characteristic color, flavor, softness, juiciness and general appearance. In addition, a purchase intention survey was carried out, the experimental period was from 50 to 70 days of age of the animals. The supplemented Se levels did not affect the oxidation and meat quality variables, pH value, PPC, TBARS, Thiol, L^* , a^* and b^* , however the evaluated cuts (chest and thigh), had the pH value variables Different thiols and red meat color (a^*). The supplemented Se levels did not affect the sensory variables related to meat quality, aroma, characteristic color, flavor, tenderness, juiciness, general appearance, however the evaluated cuts (thigh and breast), had the variables, characteristic color, tenderness, juiciness and overall appearance affected. In the survey, 33% of the volunteers said they would certainly buy the thigh from the S1 treatment. It is concluded that the inclusion of organic Se in free-range chicken feed improves the quality of chicken meat and maintains sensory characteristics, as it is important in protecting meat against oxidation reactions. Most of the tasters chose the cut with less inclusion of organic Se in the diet, being the habit of consumption of most tasters monthly, buying whole chickens at fairs and supermarkets because they consider a meat with better taste.

Key words: free-range chicken; tenderness; oxidation; meat quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estudo do efeito de tratamento sobre a intenção de compra dos provadores da coxa de frango caipira.49

Figura 2- Pesquisa de mercado realizada com os provadores do peito de frango caipira.....52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição percentual das rações experimentais para frangos caipira (no período de 50 a 70 dias de idade), com diferentes níveis de inclusão de selênio orgânico.	38
Tabela 2- Estudo do efeito de tratamento sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira.	44
Tabela 3- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira	46
Tabela 4- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira.	48
Tabela 5- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis sensoriais relacionadas à carne de frango caipira.	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1. Selênio na alimentação de frangos.....	14
2.2. Mecanismos de enriquecimento de levedura com selênio.....	16
2.3. Selênio na alimentação de frangos.....	17
2.4. Exigências em Selênio para frango de corte.....	20
2.5. Deposição de Se no músculo de frangos caipira.....	21
2.6. Selênio como antioxidante na carne de frango caipira.....	23
2.7. Selênio na qualidade de carne de frango caipira.....	24
2.8. Determinação do ph e, cama de frango caipira.....	26
2.9. Perdas de peso por cocção em carnes de frango caipira.....	28
2.10. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico- (TBARS) em carnes de frango caipira.....	29
2.11. Determinação da oxidação proteica (Tiois) em cama de frango caipira.....	30
2.12. Cor instrumental L*, a*, b* e sensorial na carne de frango caipira.....	31
2.13. Maciez da carne de frango caipira.....	32
2.14. Suculência da carne de frango caipira.....	33
2.15. Aparência geral da carne de frango caipira.....	35
2.16. Sabor e aroma da carne de frango caipira.....	35
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1. Comitê de ética e localização.....	37
3.2. Animais, instalações e dietas.....	37
3.3. Análises físico químico e sensorial da carne de frango caipira.....	39
3.4. Determinação de pH da carne de frango caipira.....	39
3.5. Avaliação das perdas por cocção da carne de frango caipira.....	39
3.6. Avaliação da cor a carne de frango caipira.....	40
3.7. Avaliação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) da carne de frango caipira.....	40

3.8. Avaliação da concentração de tióis livres (oxidação proteica) da carne de frango caipira.....	41
3.9. Análise microbiológica.....	41
3.10. Análises sensoriais da qualidade da carne de frango caipira.....	42
3.11. Análises estatística.....	42
4. RESULTADOS E DISCUÇÃO	44
5. CONCLUSÃO	54
6. REFERENCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira convencional tem passado por grandes avanços genéticos e nutricionais com a intenção de atender a demanda comercial interna e de exportação, entretanto existe um nicho de mercado com consumidores mais exigentes que buscam carnes com características subjetivas diferenciadas, oriundas de animais criados com maior respeito ao seu hábito natural de vida. Para atender esses consumidores a criação de frangos em sistemas alternativos ou “caipira” tem aumentado cada vez mais, pois traz segurança sanitária, qualidade sensorial da carne, respeito ao meio ambiente e melhor saúde aos consumidores (CRABONE et al., 2005; MADEIRA et al., 2005).

A criação de frangos caipira em sistema semi-intensivo, o que é estabelecido pela normativa vigente ABNT (NBR 16389:2015), possibilita maior exercício físico das fibras musculares, nutrição suplementada à base de frutas e verduras e a possibilidade das aves em capturar insetos nos piquetes de pastagens, consequentemente as características físico-químicas da carne quanto a cor, textura, sabor e pH são diferenciadas dos animais criados no sistema convencional (CASTELLINI, 2002).

A carne de frango é bastante sensível a agentes externos e pode sofrer sérios danos no armazenamento com grandes prejuízos e alterações na qualidade sensorial. Entre os causadores dos danos à carne estão as espécies reativas de oxigênio (EROS). Esses agentes ocorrem devido ao metabolismo celular do O_2 , resultando na formação de moléculas como radicais superóxidos (O_2^-), Hidroperoxila (HO_2), hidroxila (HO) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A membrana celular quando interage com os EROS, resulta na peroxidação lipídica, acarretando em alterações na estrutura e na permeabilidade das membranas (Ferreira et al., 1997). Para diminuir os danos causados à carne no processo de armazenamento e aumentar o tempo de vida de prateleira, é importante a inclusão ou aumento da concentração de alguns nutrientes que tenham características antioxidantes na ração, pois ajudam a proteger a carne, melhorando a qualidade e mantendo os atributos sensoriais como cor, maciez e suculência.

O selênio (Se) é um mineral considerado essencial para os vertebrados e pode ser encontrado na natureza nas formas inorgânicas (solo) ou orgânicas

(vegetais e leveduras). A disponibilidade do mineral no solo vai depender de alguns fatores como pH do solo, potencial de oxidação-redução, composição mineral do solo, taxa de fertilização artificial e precipitação (VAN METER, 2001). As plantas absorvem o mineral do solo como selenito ou selenato e o sintetizam como parte integrante de aminoácidos (Selenometionina e selenocisteína), e podem ser utilizado na alimentação animal (WHANGER, 2002). O selênio orgânico também pode ser sintetizado por leveduras, que posteriormente será fonte de (Se) para a nutrição animal, que é fornecido na forma inativa depois de ser enriquecido com uma mistura de selenocompostos orgânicos no processo de crescimento e fermentação microbiana (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2012).

A alimentação de frangos de crescimento lento suplementados com diferentes níveis de selênio orgânico pode melhorar a qualidade objetiva e subjetiva da carne de frango caipira, podendo gerar um produto saudável, com maior tempo de vida de prateleira além de ser fonte de Se para alimentação humana.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação com selênio orgânico na qualidade objetiva e subjetiva da carne dos cortes peito e coxa de frangos de corte de crescimento lento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Selênio na alimentação de frangos

O selênio (Se) é um micronutriente essencial para o bom funcionamento do organismo das aves, e é parte integral das selenoproteínas e várias enzimas antioxidantes como a glutatinoxidase (GPx), tioredoxinaredutase (TRxR) e iodotironinadesiodinase (DIO), que protegem células dos efeitos nocivos dos radicais livres que são gerados durante o processo de oxidação. O selênio pode ser encontrado na natureza nas formas inorgânicas e orgânicas (DRUTEL et al. 2013),

As formas inorgânicas mais encontradas são selenito de sódio (Na_2SeO_3) e selenato (Na_2SeO_4). As formas orgânicas de Se podem ser encontradas nas plantas quando absorvem o Se inorgânico do solo nas formas de selenito e selenato e o sintetizam em selenoaminoácidos como selenometionina (Sel-Met) e selenocisteína (Sel-Sys). O Sel-Met é o principal componente de selênio em grãos de cereais, legumes e pastagem (WHANGER, 2002). O Se orgânico também pode ser sintetizado por algumas bactérias e leveduras quando são enriquecidas com fontes de selênio inorgânico no processo de fermentação (RUIZ ENCINAR, 2003)

A utilização do Se na dieta é muito importante, entretanto, é essencial que as concentrações fornecidas sejam adequadas a cada espécie e categoria animal, isso por ser considerado essencial e altamente tóxico, quando ingerido em altas concentrações (ROMAN et al., 2014). O Se está envolvido em diversas reações metabólicas, possui capacidade antioxidante, participa na regulação dos hormônios da glândula tireoide, participa das reações contra a ação de alguns metais pesados e xenobióticos como (chumbo, zinco, cobre e alumínio), reduz os riscos de doenças crônicas e melhora a resistência do sistema imunológico (GEIRUS, 2007).

O Se é importante para a saúde humana, alguns estudos comprovam que a deficiência em Se está correlacionada com o aumento de alguns tipos de câncer e pode levar à deficiência de absorção de outros minerais nos ossos e dentes. Também foram verificados grandes índices de cardiomiopatia em pessoas com baixos níveis de ingestão do mineral na dieta (VINCENT, 2012). A principal forma de obtenção de Se pelos humanos é pela dieta, e nesse sentido, para aumentar a ingestão do mineral, uma alternativa é aumentar o consumo de alimentos ricos no nutriente. A carne de frango caipira de animais que receberam suplementação de Se

na dieta pode ser uma alternativa para aumentar o consumo do mineral, pois o Se é acumulado nas selenoproteínas das fibras musculares dos animais, e pode ser considerado um alimento funcional de fácil acesso pelos consumidores (MIRANDA et al, 2015).

Estudando o efeito de diferentes níveis de selenometionina DL (0,05, 0,15, 0,25 mg/kg de ração) e selenito de sódio (0,05, 0,15, 0,25 mg/kg de ração) no desempenho, crescimento, funções imunológicas e concentrações de soro de hormônios tireoidianos em frangos de corte com 42 dias de idade, foi verificado que a adição de Se acima do tratamento controle melhorou a quantidade de soro T3 (nmol/L), sendo que a maior concentração do soro foi nos animais que receberam o tratamento com 0,15 mg/kg de ração de selenometionina (1,06 nmol/L), a relação sérica do hormônio T4/T3 foi diminuída com a adição de Se em relação ao tratamento controle, a menor relação foi com os animais que receberam a dieta 0,25 mg/kg de ração de selenometionina ficando em 15/17 nmol/L (WANG, 2016).

Comparando a dieta sem a suplementação de Se e com diferentes doses de suplementação de Se-levedura (0,15, 0,5, 1,5 mg/kg) e (0,15 mg/kg) de selenito de sódio na ração de frangos de corte aos 7, 14 e 21 dias, observou que o efeito da atividade da GPx(U/ml) do plasma foi maior nos animais que receberam dietas com 0,5 e 1,5 mg/kg de Se-levedura nos dias 7, 14 e 21 e a atividade da GPx(U/ml) nos tecidos do fígado foi maior nos tratamentos 0,5, 1,5 Se-levedura e 0,15 de Selenito de sódio nos dias 14 e 21 em comparação aos demais tratamento (CHEN, 2017).

Avaliando a influência da adição de Se orgânico (Sel-Plex) na ração de frangos de corte aos 40 dias de idade em resposta a produção de proteínas (hsp70), responsáveis pela proteção imunológica, submetidos a estresse térmico e inoculação de *Escherichia coli*, observou que as aves que receberam (Sel-Plex) tiveram maior peso médio (Kg) e menor mortalidade mesmo com estresse causado por *Escherichia coli*. A produção de (hsp70) foi reduzida nos animais que receberam (Sel-Plex) mesmo com estresse calórico e por *Escherichia coli*. Esses dados são importantes, pois quando as aves se encontram em condições desafiadoras de estresse, o seu metabolismo disponibiliza grande parte da energia para a produção de (hsp70) (MAHMOUND, 2005).

2.2. Mecanismos de enriquecimento de levedura com selênio

O selênio orgânico na forma de levedura pode ser encontrado e comumente as leveduras são fornecidas na forma inativa depois de serem enriquecida durante a fermentação com uma mistura de selenocompostos orgânicos de selenometionina. Em geral, os produtos da fermentação contêm até 36% do selênio total na forma de compostos de Se não especificados e a quantidade desses compostos de selênio não especificados podem variar entre diferentes fontes de leveduras que sofreram o processo de enriquecimento com Se (ENCINAR, 2003). O Se-levedura pode ser produzido por diferentes estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* e destina-se a suplementação nutricional como fonte de selênio para todas as espécies animal (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2012).

A fixação do Se na levedura inicia-se com a ligação externa na célula do microrganismo e é baseada em quimissorção. Este processo envolve a formação de ligações iônicas ou complexação de íons de selênio por biopolímeros da parede celular da levedura, tais como grupos ativos de proteínas, fosfolipídios, ou polissacarídeos. A quimissorção do selênio ocorre devido à presença de grupos funcionais que exibem uma carga negativa na superfície da parede celular; por exemplo, fosfodiéster, pontes de sulfeto, resíduos de fosfato de manose, fosfato de carga negativa e grupos hidroxilo.

O acúmulo intracelular do Se ocorre por transporte ativo no interior da célula e necessita de mecanismos específicos. Alguns estudos mostram que o Se pode ser transportado por transportadores de membrana com a presença de enxofre, utilizando a energia derivada da hidrólise de ATP. Provavelmente esse transporte é enzimático e é dependente de sulfato, em que inicialmente o selenato é convertido em APS e catalisada pela sulfarilase ATP e logo depois convertido em PAPSe e em seguida é reduzido a selenito (SeO_3). Usando o NADPH como agente redutor, o selenito pode seguir duas rotas, sendo que na primeira é reduzido em seleneto catalisada pela redutase de sulfato e NAPH como agente redutor.

A segunda rota para redução do selenito tem a participação da glutatona, formando SELÊNIO glutatona (GS-Se-SG), a forma oxidada da glutatona (GSSG). A forma oxidada por ser tóxica, é transportada para o vacúolo ou pode ser convertida novamente em glutatona pela glutationaredutase. A selenoglutationa é convertida em glutationiselenol (GS-Se-H) e depois para seleneto de hidrogênio

(H₂Se). O seleneto de hidrogênio é a principal molécula precursora de todas as proteínas com Se na célula da levedura. O primeiro passo para a formação de proteínas com o Se é a biossíntese do seleneto de hidrogênio em selenohomocisteína (SeHCys), nas etapas seguintes o SeHCys pode ser convertido em selenocistationina (Se-Cystathionine) ou selenometionina (Se-Met). A Se-Met na presença de oxigênio pode ser convertido na sua forma oxidada (Se-Metoxi), ou reduzido em (SeAM) e ser submetido a metilização enzimática resultando a adenosylhomo-selenocisteína (SeAHCys) e conseqüentemente ser hidrolisada novamente em SeHCys. A SeCys é formada pela Se-Cystathionine pela ação da enzima cistationinay-liase e na reação seguinte é convertida em selenometil-selenocisteína (SeMeCys) e γ -glutamyl-semetilcisteína (A) (KIELISZEK, 2015).

A próxima etapa é a incorporação de selenocysteína em proteínas através de um complexo específico Sec-tRNA^{Sec}. O enriquecimento da levedura com selênio é a consequência da formação de muitas proteínas de selênio diferentes onde a selenometionina é a forma básica de Se na levedura, sendo que a selenometionina é a forma mais absorvível de Se no organismo de humanos e animais (KIELISZEK, 2015).

2.3. Selênio na alimentação de frangos

O Se é considerado essencial para as aves, pois participa de várias funções fisiológicas, sendo parte integrante de uma série de selenoproteínas, é constituinte de aminoácidos de selenocisteína e selenometionina, faz parte da constituição de enzimas como a glutathionaperoxidase que é uma importante catalizadora de transformações biológicas de oxirredução, prevenindo o estresse oxidativo da célula, atua na regulação dos hormônios tireoidianos, melhora o sistema imune, auxilia na desintoxicação de metais pesados, sendo também importante nos fatores de produção como ganho de peso diário, peso corporal, conversão alimentar e na melhoria dos aspectos qualitativos da carne (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2012).

O selênio é administrado nos animais via oral, através da ração como complemento mineral, classificado em duas categorias: inorgânicas e orgânicas. As formas inorgânicas podem ser administradas nas rações como suplementação mineral, que conseqüentemente será convertido pelo animal em compostos

orgânicos de selenoproteínas. As formas orgânicas podem ser ingeridas pelos animais através do Se acumulado nos tecidos vegetais na forma de selenometionina e selenocisteína ou através de leveduras enriquecidas com Se.

As taxas de absorção e os mecanismos pelo qual o animal vai absorver vão depender das fontes ingeridas. O selenito, fonte inorgânica, é absorvido a maior parte pelo duodeno pelo processo de difusão passiva, enquanto o selenato, outra fonte inorgânica, é absorvido pelo íleo pelo transporte de íons de cálcio. Já o Se (orgânico) oriundo de selenometionina, é absorvido pelo duodeno pelo processo de bomba de sódio e o Se (orgânico) oriundo de selenocisteína, é absorvido pelo mesmo mecanismo da lisina e arginina (JACQUES, 2001).

Após ser absorvido o Se oriundo da dieta é convertido em seleneto inorgânico e seleneto de hidrogênio (H_2Se) e depois incorporado em selenocisteínas no sítio ativo das selenoproteínas (DANIELS, 1996). O Se inorgânico absorvido e não utilizado sofre processo de metilização e depois é excretado, a principal forma de excreção é pela urina, mas pode ser excretado pela respiração se a quantidade fornecida for excessiva, assim a eficiência de utilização das formas inorgânicas e orgânicas para a síntese de selenoproteínas é semelhante, tendo em vista que a selenometionina melhora o status de Se de maneira mais eficaz, porém a sua biodisponibilidade é menor que a do selenito e do selenato (COMINETTI e COZZOLINO, 2009).

Na nutrição animal em especial para aves, o selênio suplementado na dieta é na maioria das vezes o Selenito de sódio (RUTS, 2005). Em um trabalho utilizando doses de 0,1 mg e 0,5 mg / kg de ração de Se e 150 mg e 300 mg / kg de ração de vitamina E em frangos de corte convencional abatidos aos 21 dias, com a intenção de entender o efeito do Se e da vitamina E no linfócito e na frequência de células Lg A, G e M do plasma, foi constatado que os animais que receberam somente os tratamentos com selênio orgânico foram os que tiveram as menores frequências de células Lg no plasma em relação aos tratamentos sem suplementação ou com suplementação de vitamina E (KHAN, 2008), esses resultados deixam claro a importância da suplementação do mineral na dieta de frangos de corte e seu efeito direto na proteção imune dos animais.

As formas orgânicas podem ser encontradas nos vegetais como parte integrante de proteína sendo as seleniometionina (Se-Met), seleniocisteína (SeCis) ou pode ser sintetizado por leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) na forma de (Se-

lev) tendo em vista que o fornecimento de minerais orgânico para animais domésticos tem se mostrado mais eficiente no combate a radicais livres e na melhoria do desempenho do sistema imunológico (MARTIN, 2011).

Em um experimento comparando o efeito de fontes e doses diferentes de selênio no desempenho produtivo de frangos de corte abatidos aos 42 dias sendo utilizado (A: 0,15 mg de Se inorgânico/kg ração; B: 0,15 mg de Se orgânico/kg de ração; C: 0,15 mg de Se inorgânico + orgânico/kg de ração; D: 0,45 mg de Se inorgânico/kg de ração; E: 0,45 mg de Se orgânico/kg de ração; F: 0,45 mg de Se inorgânico + orgânico/kg de ração) conclui-se que a interação entre fonte e nível de Se pode alterar uma das variáveis mais importantes da produção que é a conversão alimentar (JUNIOR, 2010). Isso demonstra que as diferentes doses e principalmente, as diferentes fontes de Se faz com que as respostas dos animais às suplementações também sejam alteradas, podendo melhorar atributos de produção como a conversão alimentar.

Em outro trabalho com a substituição de Se na forma de selenito de sódio (Na_2SeO_3) por (Se-levedura), o desempenho de frangos de corte foi melhorado com a utilização de Se orgânico na ração, pois elevou o peso médio corporal de frangos de corte convencional abatidos aos 42 dias, os animais que receberam 0,28 mg/kg de ração de Se inorgânico foi de 2.38 kg e animais que receberam 0,2 mg/kg de ração de Se orgânico tiveram peso médio de abate de 2,45 kg (EDENS, 2001).

Outras melhorias foram observadas em um experimento com frangos de corte aos 30 dias de idade submetidos a estresse térmico. Os tratamentos foram (suplementação de 0,46 mg/kg de ração de Se inorgânico, 0,46 mg/kg de ração de Se orgânico e dieta basal com 0,26 mg/kg de ração de Se inorgânico) em que se observou nas aves que receberam o tratamento com a fonte de Se orgânico, a atividade da enzima glutatiónperoxidase no sangue foi melhor (174,63 mU/mg Hb), além da menor concentração hepática da proteína de choque térmico hsp 70 (3,95 ng/mg TP), que são mais frequentes quando o organismo passa por estresse térmico constante (MAHMOUD, 2003 e MAHMOUD, 2005).

Em um experimento com frangos de corte e galinhas poedeiras em duas fazendas separadas, os animais foram criados com a dieta segundo a recomendação do NRC para Se, na terminação alguns animais receberam suplementação com selênio orgânico como Sel-levedura (0,3 ppm). A suplementação com Sel-levedura foi associada à melhora da fertilidade (0,4-4,5%),

eclodibilidade de ovos férteis (1-6%). Como resultado, o número de ovos férteis foi maior no grupo Sel-levedura que nos animais sem suplementação (EDENS, 2003; SEFTON; EDENS, 2004).

Já em outro trabalho, com a finalidade de determinar o impacto supra nutricional de Se dietético na expressão dos genes com RNA mensageiro (mRNA) de selenoproteína nos órgãos relacionados ao sistema imunológico os quais são timo (responsável pela produção de células T), baço (responsável por produção de moléculas do sistema imunológico) e Bursa de Fabricius (órgão de produção primária e manutenção de linfócitos B), utilizou três dietas, sendo uma sem o uso de selênio, ou seja, com deficiência nutricional para o mineral e outras duas doses, uma com 0,3 mg/kg de ração e uma supra dose de 3,0 mg/kg de Se na ração de frangos de corte da linhagem Cobb abatidos aos 42 dias de idade, foi observado que dietas além do necessário aumenta os níveis de Se plasmático na célula e deprime o crescimento das aves, causando a regressão de nove genes no timo e três no baço e revelou que a supra nutrição de Se causa impacto sobre a expressão de oito genes relacionados a inflamação do sistema imune (TANG, 2017).

2.4. Exigências em selênio para frango de corte

Segundo Rostagno (2017) a exigência para as aves é considerada baixa 0,195 mg/kg de Se inorgânico para frangos de 43-46 dias de idade. Porém, experimentos mostram que doses além do recomendado e a utilização de fontes orgânicas melhoram as respostas de defesa antioxidante dos animais com a regulação da atividade da enzima glutathione peroxidase, que é a principal defesa contra a ação de radicais livres na membrana celular, além de diminuir o estresse causado pelo calor (MAHMOUD, 2014). Não há uma resposta clara sobre qual nível de suplementação de Se ideal para frangos caipira de corte, entretanto, uma análise de dados publicados em pesquisas indicam que 0,3 ppm de selênio orgânico na forma de Sel-levedura seria uma dose próxima ao ideal para suplementação dietética de Se para frangos com 21 semanas de idade (SURAI, 2002 e SURAI, 2006).

A deficiência nutricional em Se em frango de corte pode causar diátese exsudativa e acúmulo abdominal de exsudatos verdes devido a menor atividade da enzima glutathione peroxidase além de distrofia muscular, lesão hepática, inibição do

crescimento do hipotálamo, textura macia do coração, lesão no músculo cardíaco, apoptose e / ou autofagia cardiovascular (LOSCALZO, 2014).

Yang (2017) comparando duas dietas sendo uma insuficiente em Se (0,033 mg / kg de ração) e outra (0,23 mg / kg de ração) na forma de selênio de sódio em frangos abatidos aos 25 dias, observou sinais clínicos de diátese exsudativas com coloração esverdeada na pele, acúmulo de exsudatos verdes e textura macia do coração. Também a atividade de marcadores biológicos que indicam lesões no músculo cardíaco foi aumentada 1,5 vezes nos animais com tratamento deficiente em Se. Observou ainda que no grupo com deficiência em Se, profundo dano mitocondrial, vacuolização do retículo citoplasmático, encolhimento de cardiomiócitos, encolhimento nuclear e condensação de cromatina, sinais típicos de apoptose além de maior frequências de genes relacionados a autofagia e apoptose.

2.5. Deposição de Se no músculo de frangos caipira

Segundo órgãos reguladores de saúde como o Instituto de medicina nos EUA e autoridades Europeias, para a segurança de alimentos, a dieta humana de vários países, de maneira geral, tem níveis de Se abaixo do recomendado (55 µg / dia) (INSTITUTO DE CONSELHO DE MEDICINA, ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 2000). Para suprir a necessidade em Se, os consumidores devem dispor de alimentos funcionais, que possam ser fontes do mineral, como exemplo carnes e ovos. Os ovos são considerados uma fonte bem acessível em países desenvolvidos, ótimos compostos bioativos, portanto o seu consumo pode ser considerado como uma valiosa fonte de Se na dieta humana, As concentrações médias de Se encontrado em ovos de galinha são 0,051 µg / g (ZAGRODZKI, 2000), 0,07 µg / g (KRALIK, 2009). A eficiência de deposição de Se no albúmen e na gema de ovos vai depender da concentração e fonte de Se e da espécie animal (SURAI, 2006). Pilarczyk et al (2019), analisando a concentração de selênio na gema e albúmen em galinhas, recebendo uma dieta com 0,2 mg/kg de Se na forma de selenato de sódio mostra que os ovos de galinhas especialmente os criados no sistema caipira são ótimas fontes de Se para a dieta humana, 0,329µg/g, 0.045 µg/g na gema e albúmen respectivamente.

Já o acúmulo de Se nos tecidos musculares dos animais é influenciado por alguns fatores como espécie, idade, sexo, fonte de Se e tempo de duração da dieta.

Com relação à idade, frangos de corte com idade inferior a 49 dias depositam maiores quantidades de Se no peito e na coxa que animais com idade acima de 49 dias, já o acúmulo de Se nos tecidos do peito e coxa com relação ao sexo é maior para os machos que nas fêmeas, o Se na forma de Se-levedura tem maior capacidade de acumulação nos músculos que as outras fontes orgânicas e inorgânicas e as dietas com duração acima de 42 dias são as que têm maior efeito sobre o acúmulo de Se principalmente nos cortes peito e coxa (ZOIDIS, 2014). O Se orgânico (Sel-Met) é absorvido ativamente no intestino através dos mecanismos de transporte de aminoácidos, enquanto que o Se inorgânico é passivamente absorvido, o organismo usa o Sel-Met na síntese de proteína pelo tRNAMet da mesma maneira com que usa a metionina porque não pode discriminar a diferença entre Se-Met e metionina, isso possibilita a construção de reservas de Se no corpo e o Se que não é incorporado nos tecidos é sintetizado em moléculas específicas como a glutatona, seleno-enzima iodotironina (WANG, 2011).

A glutatona (GSH) reduz as formas inorgânicas de Se na sua forma mais simples de hidreto que é o seleneto de hidrogênio (H_2Se), que posteriormente poderá ser utilizado na síntese de diversas selenoproteínas ou metilado através de reações da enzima (metionina α , γ -liase) em metilselenol (CH_3SeH), dimetilselenito ($(CH_3)_2(SeH)$) e trimetilselenônio ($(CH_3)_3SeH^+$). Após a síntese, as selenoproteínas podem seguir diversas rotas, pode ser incorporada a outras proteínas e serem depositadas nos músculos, pode ser convertido em selenocisteína e posteriormente ser convertido em H_2Se e seguir a mesma via que o selenito e através de reação enzimática pela enzima metionina α , γ -liase pode gerar metilselenol. As selenocisteínas da dieta ou da via de selenometionina serão convertidas em H_2Se e conseqüentemente será transformado em selenofosfato pela enzima selenofosfatossintase e incorporado as a diversas proteínas como selenocisteínas. Portanto, o Se na forma de selenocisteína pode ser acumulado na musculatura dos animais especialmente no peito e na coxa no lugar da metionina (MEUILLET et al., 2004; LETAVAYOVÁ et al., 2006).

Comparando o efeito da adição de 0,3 mg/ kg de ração de diferente fontes de selênio (Selenito de sódio, sel-levedura de duas marcas comerciais 01 e 02) no desempenho da produção e parâmetros bioquímicos de frangos de corte, é possível ver que os teores de Se no músculo do peito foi aumentado nas dietas com a dição de Se acima da dieta basal, sendo que a maior concentração de Se no músculo foi

para os animais que receberam as dietas 01 e 02 (0,3; 0,31 mg/kg de ração respectivamente), portanto a suplementação de Se na forma orgânica mostra-se como uma ótima alternativa para o acúmulo de Se no tecido animal e posteriormente uma fonte para a nutrição humana (CHEN, 2014).

2.6. Selênio como antioxidante na carne de frango caipira

A melhoria na atividade oxidativa da carne e conseqüentemente, o aumento do tempo de prateleira dos produtos, é fator fundamental para a indústria avícola, em especial para a carne de frango, pois essa é sensível à oxidação devido ao seu alto teor de ácidos graxos poliinsaturados (ZHAO, 2009). Tendo em vista essa preocupação com os fatores de oxidação da carne, a presença de agentes com propriedades antioxidantes como o Se, tem ganhado considerável atenção, pois pode melhorar a estabilidade oxidativa e aumentar o tempo de prateleira dos cortes cárneos (PEREZ et al., 2010).

As principais fontes alimentares que ajudam a melhorar a estabilidade oxidativa da carne é a vitamina E e o Se, tendo em vista que os níveis mínimos recomendado de vitamina E e Se para a produção de frangos de corte é 50 a 80 mg/kg de ração e 195 mg de Se/ kg de ração respectivamente (COBB, 2008; ROSS, 2009). O Se por fazer parte das selenoproteínas está envolvido diretamente no processo antioxidante, portanto, a suplementação com níveis acima do recomendado para atender as necessidades fisiológicas em sistemas de produção podem proteger a carne de frango de agentes oxidantes bem como aumentar a estabilidade oxidativa e o tempo de prateleira dos produtos (CORINO, 1999).

Comparando o efeito de diferentes dietas 0,0; 0,15; 0,3 mg de Se/kg de ração e uma supra dose de 3,0 mg de Se/kg de ração na dieta de frangos de corte convencionais abatidos com 6 semanas de idade, foi observado que o ácido graxo predominante em todas as dietas foi o ácido linoleico C18:2n-6, rico em Ômega 6. Também pode observar um aumento linear no total de gordura intramuscular do peito (mg/100g) com o aumento da inclusão de Se. Houve diminuição da quantidade de ácidos graxos monoinsaturados e aumento da quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, e não teve diferença entre os ácidos graxos com o aumento da quantidade de Se na dieta. Esse resultado mostra que a suplementação com Se na dieta influencia diretamente a composição de ácidos graxos e a quantidade de

gordura intramuscular do peito, o que é favorável, pois os ácidos graxos poliinsaturados além de serem benéficos para a proteção da carne contra agentes oxidantes trazem benefícios à saúde humana, além de melhorar o sabor e a maciez do produto final (PAPPAS, 2012).

2.7. Selênio na qualidade de carne de frango caipira

O selênio é um micronutriente importante na manutenção da qualidade de carne de frangos, tendo efeito nas características da carcaça como cor, sabor, maciez, suculência e aparência geral. A suplementação com selênio orgânico tem melhorado as características físicas químicas da carne e prolongado o tempo de prateleira de produtos à base de carne de frangos caipira ou convencional (BARANY, 2002).

A cor característica mais intensa devido à presença maior de hemoglobina no músculo de frangos caipira decorrente de maior atividade física e da idade mais avançada ao abate que o convencional, é considerado um fator muito importante comercialmente, tendo em vista que o consumidor ao comprar carne de frangos caipira, procura características peculiares como cor, maciez, aparência geral e suculência. A aparência geral da carne é a primeira característica observada pelo consumidor e a cor é um dos principais atributos de aceitação do produto no momento da compra, a qual pode ser rejeitada se não tiver a pigmentação esperada (GARCIA, 2002).

Castellini (2002) verificou que aves criadas em sistema orgânico apresentaram para coxa, independente da idade, maiores valores de b^* (intensidade de cor amarela) em comparação a frango criados em sistemas convencionais. Fanático (2005) também identificou maior valor de b^* para frangos criados no sistema orgânico em comparação ao sistema convencional.

A criação de frangos de crescimento lento resulta em uma carne com perfil sensorial diferenciada em relação aos frangos convencionais, fator que pode agregar valor ao produto final, tendo em vista atender diferente nicho de mercados. Avaliando as características sensoriais de produtos cárneos de três sistemas de criação de frangos caipira, criados em pomares de maçã e frutíferas distintas, com suplementação de frutas e verduras e dois sistema de criação de frangos convencionais criados em duas fazendas distintas à base de alimentação de milho e

trigo, observou-se que os atributos de textura, sabor e aroma foi influenciado significativamente entre o sistema de criação tipo caipira e o convencional, onde os frangos de crescimento lento apresentaram sabor, textura e aroma mais pronunciado, mostrando a diferença nos perfis sensoriais da carne de frangos de crescimento lento em relação ao convencional (BOIAGO, 2002).

A suplementação com Se na dieta de frangos de corte diminui a perda de água da carne na prateleira, aumenta a concentração do mineral no músculo (ZHOU e WANG, 2011). Haug et al (2007) avaliando a suplementação de 0,3 mg de Se/kg da ração com fontes de selênio inorgânico e selênio orgânico obtido através de leveduras, avaliou-se que o desempenho da produção, as características imunes, resistência a oxidação, aspectos de qualidade da carne e a concentração do mineral no músculo foram melhores em frangos de corte que receberam as dietas com suplementação de Se.

A suplementação com 0,3 mg/kg de ração com fontes de selênio inorgânico (selenito de sódio) e orgânico (selênio-levedura), melhorou a concentração de Se no músculo do peito de frangos de corte, as fontes de selênio orgânico foram as que tiveram maiores concentrações do mineral no músculo do peito 0,64 mg/kg em relação à dieta sem a suplementação 0,09 mg/kg. Portanto, as dietas suplementadas com 0,3 mg/kg de ração com selênio orgânico podem aumentar as propriedades antioxidantes nos cortes do peito de frangos (CHEN 2014).

O Selênio tem importante papel contra a oxidação lipídica da carne, pois é parte integrante das selenoproteínas que estão envolvidas na proteção antioxidante e regulação redox, sendo fundamental para a indústria avícola, pois a carne de frango é bastante sensível à oxidação por ter alto teor de ácidos graxos poli-insaturados. A utilização de dietas com maiores doses de Se pode ser uma alternativa para melhorar a estabilidade oxidativa e o prazo de validade do produto final (PAPPAS, 2008). Segundo Perez (2010), quando analisou diferentes doses de selênio e vitamina E como suplemento na ração para frango de corte abatidos com 61 dias, concluiu que a carne dos animais que receberam as dietas com alto níveis de vitamina E (250 UI/Kg de ração) e maior dose selênio na forma de selenometionina (0,3 mg/kg de ração), foram os animais que tiveram maior concentrações de lipídios (%) no peito, da mesma forma a concentração de ácidos graxos (mg/100g de carne) foi afetada, sendo que foi maior para os tratamentos com

maior dose de selênio e vitamina E, em especial ao ácido palmítico (C 16: 0) que foi 1,3 vezes maior que no tratamento controle.

Chen (2014), avaliando diferentes fontes de selênio no desempenho de crescimento, desempenho de abate, características imunes, resistência de oxidação e qualidade da carne de frangos de corte abatidos aos 42 dias, observou que os animais que receberam como suplementação (0,3 mg/kg de ração) de selênio orgânico (Sel/Plex) na dieta basal recomendada pelo NRC apresentaram maior capacidade antioxidante nos tecidos da carne, tendo em vista a maior concentração da enzima GSH-Px (24,05 (nmol/mgProt), provando que a suplementação de Se diminui a oxidação lipídica.

Em outro trabalho analisando diferentes fontes e doses de selênio na ração de frango de corte abatidos aos 42 dias tendo como tratamentos a dieta basal e as dietas com 0,3 e 0,5 mg/kg de selenometionina e selenito de sódio respectivamente, observa-se que a fonte de selênio orgânico em relação à fonte inorgânica após o sétimo dia de congelamento das carcaças, foi a que melhor proporcionou a atividade da enzima glutathionaperoxidase 0,94 e 0,59 mg TMP kg⁻¹ respectivamente (BOIAGO, 2014).

Boiago (2014) comparando a adição de diferentes níveis de Se orgânico e inorgânico na dieta de frangos de corte caipira, pode observar que a carne não sofreu nenhuma alteração significativa para o parâmetro de cor avaliado, houve somente diferença significativa para o brilho da carne entre as diferentes fontes. As carnes provenientes de animais que receberam as dietas suplementadas com fontes de Se inorgânico estavam com maior brilho apontando que a suplementação de Se não prejudica a qualidade da cor da carne em frangos caipira.

2.8. Determinação de pH em carnes de frango caipira

A musculatura dos animais especificamente, frango de corte, após o abate sofre algumas alterações (post mortem), essas alterações são responsáveis por transformar o musculo em carne, uma das alterações é a mudança de pH, que nos animais vivos tem valores entre 7,2 – 7,5 pois o metabolismo de respiração celular é essencialmente aeróbio, ou seja, com a presença de oxigênio. Após o abate e a sangria, sem a circulação sanguínea, a reação de obtenção de energia das reservas de glicogênio muscular ocorre sem a presença de oxigênio, ou seja, anaeróbia,

fazendo com que haja produção de ácido láctico e redução do pH que pode chegar à 5,7 – 5,9 nas primeiras 6 a 12h pós abate, sendo que nas primeiras 24 horas é onde ocorre o declínio mais acentuado de pH. Essa alteração faz com que a carne se torne mais macia e succulenta, com sabor e odor característico (ZEOLA, 2002).

Após o abate, o músculo continua com a atividade de contração, consumindo as reservas de glicogênio presente nas células. Quando essas reservas terminam, o músculo torna-se rígido em um estado chamado de rigor mortis. Esse estado é o ponto máximo de acidificação da carne, que nos frangos pode acontecer 1 h após o abate.

Se as reservas energéticas no músculo do animal forem baixas, devido a fatores de estresse no momento em que antecede o abate, o pH final pode permanecer estável e com valores igual ou superior a 6,2. Tornando a carne firme com superfícies secas e coloração escura (DFD). No entanto, se a queda de pH for muito rápida com valores de pH menores a 5,8 na primeira hora após o abate, a carne pode se tornar pálidas, flácidas e exsudativas (PSE), com pH final entre 5,3 – 5,6. A queda brusca de pH está ligada a alta temperatura da carne, e a quantidade excessiva de reservas energéticas no músculo, que conseqüentemente aumenta a atividade metabólica e a quantidade de ácido láctico (DRANSFIELD, 1999).

Segundo Castellini (2002), frangos caipira mostram valores mais baixos de pH final (5,8) em relação a frangos criados no sistema convencional (5,92), essa diferença pode estar ligado ao sistema de criação e ao crescimento lento de linhagens caipira, pois as linhagens de crescimento lento tem maior capacidade de estocagem de glicogênio muscular, devido à maior quantidade de fibras vermelhas em relação a fibras brancas na coxa.

Durante a cadeia produtiva, a carne de frango e produtos derivados pode ser contaminada por microrganismos. A contaminação acontece após o abate, no processamento e armazenamento, devido a condições inapropriadas de instalações e manipulações. Os microrganismos contaminadores de carnes são principalmente bactérias do gênero *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter* e *Aeromonas* (LAMBERT, 1991). O desenvolvimento microbiológico vai depender de condições intrínsecas como umidade e pH próximo a neutralidade (LAMBERT, 1991). Os nutrientes existentes na carne são utilizados pelos microrganismos para crescimento e reprodução. Com o desenvolvimento microbiológico, algumas características sensoriais podem ser alteradas, como pH. O pH da carne tende a se alcalinizar

devido à formação de compostos, o que facilita o desenvolvimento microbiológico (ORDONEZ, 2005).

O pH é um dos principais parâmetros de qualidade da carne, sendo que a deterioração causada por contaminação microbiológica, altera a composição de íons de hidrogênio, alcalinizando o meio. O pH 6.4 é o limite crítico para o consumo da carne, pois indica alto nível de contaminação por microrganismos (BRASIL, 2014).

2.9. Perdas de peso por cocção em carnes de frango caipira

A perda de peso por cocção (PPC) é a perda de líquidos após o processamento da carne para o consumo, e está diretamente relacionada com pH e o teor de gordura do material. Sendo assim, a linhagem, idade de abate e o sistema de criação pode influenciar a PPC. Outro fator importante são as diferentes metodologias empregadas no preparo da carne, como o uso de forno, chapa, grelha fritadeiras e micro-ondas.

A metodologia para o cálculo da PPC é simples: tira-se a diferença do peso inicial da amostra pelo peso final após o processamento, tendo grande importância para os parâmetros de qualidade de carne, pois a quantidade de água perdida durante o processo de cocção pode influenciar diretamente na suculência e maciez da carne (SOUZA, 2004).

Segundo Fanatico et al. (2005) animais de crescimento lento apresentam maiores PPC em relação a animais de crescimento rápido, independente do sistema de criação, não existindo influência do sexo sobre esse atributo. Já Castellini et al. (2002), encontrou influência do sistema de criação onde animais criados no sistema orgânico apresentaram maiores PPC.

Takahashi et al. (2012) encontrou diferença na PPC entre diferentes linhagens estudadas e diferença sobre o sexo em aves abatidas com idade superior a 63 dias, sendo que as maiores PPC foram para fêmeas. Segundo Rosa, F,C et al (2006) empregando diferentes metodologias de cocção para o preparo de peito e coxa de frango, observou que a maior PPC foi quando usado micro-ondas, seguido de cozido em água e frito em óleo. A menor perda, foi quando as amostras foram grelhadas seguida de forno convencional.

2.10. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico- (TBARS) em carnes de frango caipira

A carne de frango é bastante sensível à oxidação por ter um alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, por isso, os trabalhos utilizando antioxidantes na alimentação de frangos de corte convencional ou caipira tem ganhado considerável atenção por parte de pesquisadores da área. O Se e a vitamina E são os principais antioxidantes utilizados na dieta, com a intenção de reduzir os danos causados pela oxidação lipídica (Perez, 2010). A peroxidação de ácidos graxos insaturados que acontece na carne é conhecida como peroxidação lipídica. Quando acontece, ocorrem alterações na membrana celular, podendo acontecer perdas de líquidos intracelulares, alterações da função secretora, perdas da seletividade de troca iônica, com liberação de conteúdo celular e liberação de produtos citotóxicos como o malonaldeído (MDA), resultando a morte da célula (FERREIRA, 1997).

Para avaliar o dano celular causado pelo estresse oxidativo através da avaliação do malonaldeído (MDA) produzido pela peroxidação lipídica, alguns estudos mostram a eficiência do método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), esse procedimento foi introduzido por BUEGE e AUST em 1978. Quando o MDA reage com o TBARS forma-se uma coloração avermelhada, que tem a sua absorvância ideal a 535 nm no espectrofotômetro (GOETTEMS, 2013).

Pappas (2012) utilizando quatro diferentes níveis de Se na dieta de frangos de corte observou no primeiro dia de avaliação que aconteceu redução linear na oxidação lipídica com o aumento da concentração de Se na dieta, não foi observado diferença entre os tratamentos na oxidação lipídica da carne após o armazenamento durante sete dias, isso mostra que o selênio diminuiu o processo metabólico de oxidação da carne durante o armazenamento.

2.11. Determinação da oxidação proteica (Tióis) em carnes de frango caipira

As proteínas do tecido muscular assim como os lipídios são suscetíveis a processos oxidativos induzidos por espécies oxidativas de oxigênio (ROS), causando a produção de vários derivados de oxidação. Durante a oxidação os ROS podem atacar a cadeia lateral de aminoácidos e o esqueleto peptídico, levando a formação de compostos carboxílicos, perda de aminoácidos essenciais, menor capacidade de retenção de água e mudanças na cor e textura da carne (KIM, 2012 e SILVA, 2018).

As oxidações ocorrem durante a manipulação ou armazenamento da carne in natura e produtos derivados, reduzindo a qualidade e conseqüentemente perda de valor biológico podendo ocorrer alterações de textura, aumento da gelificação, alterações de emulsificação, viscosidade, solubilidade e reidratação (XIONG, 2000).

Os tióis são compostos orgânicos derivados de álcool através da substituição do átomo de oxigênio pelo enxofre, que toma lugar do oxigênio no grupo hidroxila de um álcool. Os tióis estão amplamente distribuídos em tecidos e células e desempenham um papel crucial em muitos processos fisiológicos como a manutenção do processo redox extracelular, resistência a efeitos nocivos externos, estabilização de estruturas e funções proteicas, sinal intracelular de transdução, regulação de genes, aumento da permeabilidade da barreira encefálica, metabolismo e desintoxicação, sendo que níveis anormais de tióis podem levar à perda da qualidade de produtos de origem animal como a menor maciez da carne e diferença de textura (CHEN, 2014).

Para a homeostasia dos sistemas aeróbios é necessário que exista um equilíbrio entre agentes oxi-redutores e o sistema de defesa antioxidante. Como citado acima, os agentes oxi-redutores são formados a partir do metabolismo de O₂. As células possuem um sistema de defesa em duas linhas, uma delas é composta de glutathiona reduzida (GSH), superóxido-dismutase (SOD), catalase, glutathiona-peroxidase (GSH-Px) e vitamina E, a outra linha tem a função de reparar a lesão ocorrida na célula e é constituída pelo ácido ascórbico, glutathiona-redutase (GSHRd) e pela GSH-Px. Quando um agente oxi-redutor é inativado acontece produção de GSSG e depleção de GSH, quando o sistema está íntegro há equilíbrio entre a produção de GSSG e depleção de GSH, em casos de grandes quantidades de

agentes oxidativos na célula acontece um desequilíbrio e a produção de GSSG é maior que a depleção de GSH então a célula entra em estresse oxidativo.

O excesso de GSSG favorece a formação de pontes dissulfeto (-SS-) em proteínas que possuem grupamento Tiol (-SH). As pontes dissulfeto oxidam essas proteínas, acarretando em prejuízos das suas funções. Em um tecido, quando ocorre a ação excessiva de agentes oxidantes, os grupamentos tióis (R-SH) das células podem ser convertidos em grupamentos dissulfetos (R-SSG) em grandes quantidades, levando à desnaturação das proteínas da membrana. Nesse sentido, em análises laboratoriais, quanto maior a concentração de grupamentos Tióis presentes na amostra, menor foi a oxidação celular ocorrida ou menor é a concentração de agentes oxidantes (FERREIRA, 1997).

2.12. Cor instrumental L*, a*, b* e sensorial na carne de frango caipira

No momento da compra de carne in natura a cor é o principal atributo decisivo para a escolha do produto. O pH da carne post mortem influencia diretamente na coloração da carne independente de idade ou maciez (ZEOLA, 2002).

A quantidade de mioglobina presente no músculo depende da atividade física desempenhada, maturidade fisiológica do animal e dos diferentes tipos de fibra presente no músculo, sabe que a concentração de mioglobina é maior em fibras vermelhas do que em brancas (FELÍCIO, 1999).

O Selênio pode influenciar de maneira positiva na coloração da carne, pois faz parte de proteínas antioxidantes como a glutatinoxidase, melhorando assim a capacidade da célula em se proteger contra agentes oxiredutores, evitando danos causados às células dos tecidos cárneos. Com isso, as características naturais de cor das carnes de frango convencional ou caipira são mantidas.

A coloração da carne é observada através da absorção seletiva da luz pela mioglobina, tipos de fibras musculares, quantidade de proteínas e quantidade de líquido da carne (GAYA e FERRAZ, 2006). Para obtenção dos parâmetros de cor, é utilizado calorímetro, pelo sistema CIElab pelos componentes L*, luminosidade; a*, índice de vermelho; b*, índice de amarelo.

Boiago (2014), comparando diferentes concentrações e diferentes fontes de Se na alimentação de frango de corte, observou que a luminosidade da

carne foi menor para os animais que receberam a dieta com fonte de Se orgânico em comparação ao inorgânico.

Takahashi (2012), avaliando a qualidade da carne de frango de linhagens coloniais em comparação a linhagens industriais, observou que houve diferença entre as linhagens para as características de L^* , b^* e a^* . A linhagem ROSS obteve o menor valor de L^* (carne mais escura) e a linhagem Caipira maior valor (mais clara), sendo que de modo geral as linhagens coloniais tiveram coloração da carne mais clara e com maior intensidade de amarelo em relação às linhagens industriais.

Faria (2009), quando comparou a qualidade da carne das linhagens Paraiso Pedrez e Pescoço Pelado e diferentes condições sexuais e idade de abate, mostrou que as fêmeas apresentam luminosidade mais elevada em comparação aos machos. Já em relação à idade de abate os valores de L^* diminuíram com o aumento da idade de abate. A linhagem teve influência para o valor de a^* sendo que a Paraiso Pedrez teve maior intensidade de vermelho em comparação ao Pescoço Pelado. A linhagem Pescoço Pelado e as fêmeas tiveram maiores média de b^* , o mesmo descrito por Souza (2004) com valores superiores de b^* para linhagens de crescimento lento em relação à de crescimento rápido, esse atributo está relacionado ao comportamento das aves de crescimento lento que tem maior acesso a piquete e maior consumo de forragens ricas em caroteno que consequentemente resultara em uma coloração mais amarela da carne.

2.13. Maciez da carne de frango caipira

A maciez de produtos cárneos é um dos principais atributos dos parâmetros de qualidade da carne. A maciez da carne pode variar decorrente da produção animal e de reações bioquímicas que acontecem post mortem. A maciez pode ser afetada pela linhagem, sexo, idade de abate, sistema de criação, resfriamento da carcaça, queda de pH e pH final (PRICE & SCHWIGERT, 1994).

O Selênio pode influenciar de maneira positiva na maciez da carne, pois faz parte de proteínas antioxidantes como a glutathiona-peroxidase, que ajuda a melhorar a capacidade da célula em se proteger contra agentes oxidantes. O estresse oxidativo faz com que a célula perca suas funções, e o resultado pode ser um

produto com características sensoriais alteradas devido à perda excessiva de água, desnaturação de proteínas e oxidação lipídica. O Selênio como parte integrante de molécula antioxidante, auxilia na proteção contra danos causados às células dos tecidos cárneos. Com isso, as características naturais de maciez das carnes de frango convencional ou caipira são mantidas.

Os métodos de avaliação da maciez podem ser subjetivo ou objetivo. No método subjetivo são usados provadores treinados, ou não, para realizar análise sensorial com escala de pontuação de textura do material. Para o método objetivo a maciez pode ser medida por força de compreensão, força de cisalhamento, de filetado, de tensão, de compreensão-cisalhamento e de penetração (VOSEY, 1976).

Na criação de frango caipira, os animais têm acesso a áreas de piquetes com pastagem, conseqüentemente acontecem maior mobilização e exercício físico que no sistema convencional. Outros aspectos importantes são, idade de abate mais avançada de frango caipira e a dieta diferenciada na criação de frango caipira (Souza, 2004).

Os consumidores consideram a carne de frango de linhagem de crescimento lento, criados em sistema extensivo ou semi-intensivo com mais sabor devido à idade de abate mais avançada e com redução da maciez devido a maior porcentagem de colágeno (ZANUZO & DIONELLO, 2003).

Ponte et al. (2008), analisando a qualidade da carne de frangos recebendo ou não a inclusão de pastagem na dieta descreve que não houve diferença na maciez da carne entre as diferentes dietas, entretanto as aves de linhagem de crescimento lento foram consideradas com carne menos macia em relação as aves de linhagem de crescimento rápido.

2.14. Suculência da carne de frango caipira

A suculência está diretamente relacionada com a capacidade da carne de reter parcialmente ou totalmente água quando sofre aplicações de forças físicas externas, tais como aquecimento, moagem ou pressão (TOLDRA, 2003).

A água presente na carne está localizada na porção intracelular e entre as miofibrilas, devido à distribuição dos elétrons apresenta regiões negativas (O^{-2}) e regiões positivas (H^{+}), ou seja, moléculas polares. Ela pode ser classificada em: água de ligação (4-5%) a qual se prende firmemente ao tecido muscular e é capaz

de manter-se fortemente ligada ao músculo mesmo após a aplicação de forças externas, água de imobilização (8-10%) encontrada nas camadas posteriores a água de ligação. Com o aumento das reações proteicas torna-se mais fraca e removível pelo processo de desidratação e água livre que é a porção de água mais fracamente ligada, mantendo-se ligada apenas pela força de superfície, é o meio onde se processam as reações bioquímicas e o desenvolvimento microbiano e é facilmente removível (FORREST et al.; 1979).

A gordura intramuscular e de cobertura são apontados como um dos fatores que contribuem para a maior suculência e a sua quantidade é influenciado pelo sistema de terminação, genótipo e idade de abate. A carne de frango de crescimento lento, devido ao seu habito de vida, com realização maior de exercícios físicos, é considerada uma carne mais magra em relação à carne de frangos convencionais, e com menor suculência (JUDGE et al., 1989).

Boiago (2014) utilizando diferentes fontes e concentrações de Se para avaliar a qualidade do peito de frango de corte, descreve que os frangos que receberam Se orgânico na alimentação foram os animais com médias menores de força de cisalhamento e conseqüentemente com maior suculência da carne. Essa característica mostra que a adição de Se principalmente orgânico melhorou a proteção antioxidante e evitou danos oxidativos causados à célula, diminuindo a perda de água da célula e melhorando a suculência da carne.

Zanusso (2002) analisando as características sensoriais da carne de frangos com a inclusão de Se encontrou diferença significativa ($p < 0,05$) para suculência no filé de peito de frangos com 22 semanas de idade, sendo que a carne dos animais que receberam Se na dieta foi preferida pelo júri de degustadores que julgaram mais suculentos e com menor sabor indesejável. O Se por melhorar a ação antioxidante de defesa do organismo diminui os danos causados ao tecido e mantém as características de suculência natural da carne.

Culioliet al. (1990) ao avaliarem as características organolépticas da carne de peito de frangos de corte da linhagem JA 57 (Label Rouge) e de uma linhagem comercial, relataram que a carne das aves JA 57 obteve uma menor suculência, entretanto foi à preferida por ser mais firme e ter um sabor mais acentuado.

2.15. Aparência geral da carne de frango caipira

A criação alternativa (caipira) de frango de corte tem aumentado cada vez mais no Brasil, buscando nichos de mercado mais lucrativo e com menos investimento inicial. Nesse sistema de criação as aves ficam alojadas em abrigos contra agentes físicos, tendo acesso livre a áreas de piquete, o que possibilita o consumo de insetos e forragem, além de que a genética para a criação de frangos em sistemas alternativos precisam ser específicas para crescimento lento, tendo uma idade de abate superior aos frangos do sistema convencional (CRABONE et al., 2005). As principais características levadas em consideração pelos consumidores de frango caipira são: Cor, sabor, maciez e aparência da carne, que buscam carnes com sabor mais acentuado, textura mais firme e coloração mais amarela (SANTOS et al., 2005).

Sabrina (2012) analisando a qualidade de frango de corte tipo colonial e industrial não observou nenhuma diferença entre as diferentes linhagens e os diferentes tipos de criação para aparência geral da carne. Diferente do que Varoli Jr. (1999) descreve quando analisou a qualidade da carne de frango de duas linhagens, uma de crescimento lento e outra de crescimento rápido, sendo que a linhagem de crescimento lento obteve maior pontuação para aparência geral do que eu a de crescimento rápido.

2.16. Sabor e Aroma da carne de frango caipira

Os parâmetros sensoriais mais importantes sobre qualidade de carne é o sabor e o aroma. Os frangos de crescimento lento, criados no sistema de produção extensivo ou semi-intensivo apresentam-se com sabor peculiar e textura diferenciada das linhagens de frango convencional. A carne de frango caipira tem se tornado cada vez mais popular e com maior aceitação entre os consumidores, que procuram alimentos com características mais naturais e sabores diferenciados (HOFBAUER et al, 2010., SASAKI et al. 2007).

Os componentes ativos que proporcionam o sabor da carne incluem ácido glutâmico livre, ácido inosínico e o íon potássio (FUJIMURA et al., 1996). O ácido glutâmico é responsável pelo sabor umami, que corresponde ao sabor agradável na carne de frango e outros alimentos. Além disso, é um aminoácido

importante para o bom funcionamento do cérebro e fundamental para originar outras substâncias essenciais para o funcionamento do organismo. O ácido inosínico é importante para o metabolismo dos animais e juntamente com o ácido glutâmico compreende o sabor umami dos alimentos, é amplamente utilizado com intensificador de sabor de produtos alimentícios, sendo obtido através de subprodutos de frango, tem um potencial de intensificador de sabor 50 vezes mais que o ácido glutâmico (FUJIMURA et al. 1995).

Yan (2018) analisando o efeito do monofosfato de inosina exógena no desempenho de crescimento, sabor da carne, atividade enzimática e expressão genica dos tecidos musculares de frangos, descreve que o sabor da carne é descrito pelo conteúdo e as espécies de aminoácidos livres (aspartato, glutamato, glicina, alanina e arginina). OIKE et al, (2006) relatam que esses aminoácidos podem ativar diretamente o canal iônico na via do paladar das células receptoras que determinam o sabor e doçura, melhorando assim o sabor do frango e mantendo assim os músculos macios e saborosos.

Varoli (1999), observou diferença no sabor da carne de frango de crescimento lento em relação ao de crescimento rápido, onde a linhagem de crescimento lento teve pontuação maior para sabor que a de crescimento rápido. Zanuzo (2002) observou diferença no sabor da carne de frango em relação à idade de abate sendo o filé de peito de aves abatidas com 22 semanas foi preferida por degustadores que julgaram maior suculência e menor sabor indesejável que aves convencionais.

Culioli (1990) avaliando as características organolépticas da carne de peito de frango de corte da linhagem (Label Rouge) e de linhagens comerciais mostra que a carne das aves Label Rouge foi a com sabor mais acentuado em relação à carne de linhagens comerciais. O sabor mais acentuado pode ser devido à linhagem ser de crescimento lento, e criados em sistema semi-intensivo, com maior atividade física e maior concentração de mioglobinas no músculo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Comitê de ética e localização

Este experimento foi submetido para aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA-UEM) sob o número 3814200818 em respeito aos princípios da pesquisa biomédica com animais (CIOMS/OMS, 1985) de acordo com o artigo 10 da resolução UEM 032/2006 – CEP. Foi realizado em uma granja comercial, localizada na cidade de Ivaiporã, Paraná (coordenadas geográficas: -24.216982, -51.679478) entre os meses de julho a agosto de 2017.

3.2. Animais, instalações e dietas

O experimento foi realizado em parceria com a empresa Frango Caipira do Campo, no município de Ivaiporã-Pr, o município tem altitude de 692 m, latitude 24 ° 14 ' 52 " S e longitude 51 ° 41 ' 05 " W, o clima no município é quente e temperado com temperaturas médias anuais de 19,8 C° e pluviosidade média anual de 1614 mm. Os animais foram alojados inicialmente em aviário, sendo que as instalações tinham controle de temperatura para manter o conforto térmico dos animais. A dieta dos animais atenderam as exigências nutricionais de acordo com a fase de produção até o início do experimento, após os 30 dias de idade as aves tinham acesso a piquetes de pastagens. Além da dieta balanceada, as aves receberam suplementação com frutas e hortaliças como complemento da alimentação até a idade de 50 dias, após os 50 dias teve início a fase experimental.

Foram utilizadas 96 aves, machos, da genética *Label Rouge*, com peso médio de 2,71kg, distribuídos em 16 boxes de 0,75 x 1,75 m, constituindo as parcelas experimentais. As aves receberam a dieta experimental (Tabela 1) a partir de 50 dias de idade até 70 dias, respeitando a idade mínima para abate de aves de crescimento lento, alojados em box, sem acesso a piquetes, com água e alimento *ad libitum*. Todas as rações receberam no premix (suplemento mineral e vitamínico) 0,2 mg de Se inorgânico via premix.

Tabela 1- Composição percentual das rações experimentais para frango caipira (no período de 50 a 70 dias de idade), com diferentes níveis de inclusão de selênio orgânico.

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho (7,50%)	63,710
Farelo de soja (46%)	30,000
Óleo de soja	2,500
Fosfato bicálcico	2,000
Calcário calcítico	0,700
Sal comum (balanço eletrolítico: cloro, sódio)	0,250
DI-metionina	0,190
¹ Mistura mineral e vitamínico	0,550
² Mistura de selênio orgânico e inerte	0,100
Total	100
Valores calculados (%)	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3,100
Proteína bruta	19,00
Cálcio	0,880
Fósforo disponível	0,480
Metionina + cistina	0,800
Metionina	0,489
Lisina	0,977
Triptofano	0,229
Treonina	0,735

¹Mistura mineral e vitamínica (níveis de garantia por kg da dieta: vit. A - 1.335,000 UI; vit. D3 - 300.000 UI; vit. E - 2.000mg; vit. B1 - 167mg; vit. B2 - 670mg; vit. B6 - 170mg; vit. K3 - 335mg; vit. B12 - 1.670µg; biotina - 7mg; ácido fólico - 67mg; niacina - 4.670mg; selênio - 35mg; antioxidante - 2.000mg; pantotenato de cálcio - 1.870mg; cobre - 1.000mg; cobalto 17mg; iodo - 170mg; ferro 8.335mg; manganês - 10.835mg; zinco - 7.500mg; cloreto de colina 50% - 83.340.

²Mistura de selênio e inerte: 0,3 mg de Se: 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração e 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração) e completadas com inerte (palha de arroz).

Fonte: o autor

As dietas foram compostas de quatro tratamentos e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições sendo que cada repetição era composta por 6 aves, totalizando 96 aves. Para o experimento, as dietas foram: Controle (ração referencia (RR), contendo 0,2 mg de Se inorgânico/kg de ração); S1 (RR + 0,1 mg de Se orgânico/kg de ração); S2 (RR + 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração); S3 (RR + 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração).

3.3. Análises físico químico e sensorial da carne de frango caipira

As análises físico-químicas e sensoriais da carne foram realizadas no laboratório de tecnologia de produtos de origem animal da Universidade Estadual de Maringá.

3.4. Determinação de pH da carne de frango caipira

Para a determinação de pH da carne foram coletadas amostras do peito e da coxa de cada animal, um de cada box (repetição), totalizando 16 animais, 32 peitos e 32 coxas, através da penetração de eletrodo por aparelho medidor em três pontos de cada corte (inicial, mediano e final). Pode-se obter uma média desses três valores em cada músculo, utilizando um medidor de pH portátil para carnes marca Hanna Instruments (modelo HI 99163), previamente calibrado. Os cortes foram escolhidos por serem os mais apreciados pelos consumidores.

3.5. Avaliação das perdas por cocção da carne de frango caipira

Foram avaliadas as análises de perdas por cocção. Para obter os resultados, as amostras foram pesadas *in natura* em balança semi-analítica. O processo de cocção foi feito da seguinte forma: as carnes foram embaladas em papel alumínio e assadas em grill elétrico pré-aquecido a 200° C até atingirem a temperatura interna de 85 ° C e após a cocção as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente até atingirem a temperatura de 20 – 25 °C. Posteriormente, as amostras foram pesadas novamente para a obtenção do valor de perdas por cocção (Honikel, 1987).

3.6. Avaliação da cor a carne de frango caipira

Para a avaliação da coloração da carne do peito e da coxa, foram aferidas seis medidas de cor usando um espectrofotômetro portátil da marca Minolta CM-700, com esfera de integração e ângulo de 10° e iluminante D65. A avaliação de cor foi baseada no sistema CIElab, que avalia a cor pela refletância da luz em três dimensões: L* que representa luminosidade, a* e b* que representam vermelho e amarelo, respectivamente em três diferentes pontos da parte interna e externa da coxa e na parte inferior e superior do músculo *pectoralis major*. A cor foi analisada nas amostras de carne após 30 minutos de exposição ao oxigênio, para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico, seguindo a metodologia descrita por Honikel (1998).

3.7. Avaliação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) da carne de frango caipira

A oxidação lipídica das amostras de carne foi mensurada pela metodologia proposta por Vyncke (1970, 1975), com algumas modificações. Pesou-se, aproximadamente, $5,0 \pm 0,2$ g de carne e homogeneizou-se em 15mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% contendo ácido gálico 0,1% e EDTA 0,1%, em Ultra-Turrax na velocidade de 28000 rpm (marca IKA, modelo T10) por 15 segundos. Após isso, o homogenato foi filtrado com papel filtro qualitativo da marca Qualy® com 12,5 de diâmetro e poros de 3 µm. Em 3mL do filtrado, adicionou-se 3 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02M em tubo de ensaio de vidro com rosca para reação. Os tubos foram agitados e levados ao banho-maria a 100° C por 40 minutos. As leituras de absorbância das amostras foram feitas no espectrofotômetro (ThermoScientific Evolution 201 UV-Visible) a 532 nm e 600 nm. Os valores de TBARS foram calculados a partir de curva de calibração de TEP 1.1.3.3-tetraetoxipropano de 0,024 a 1,20.

3.8. Avaliação da concentração de tióis livres (oxidação proteica) da carne de frango caipira

A concentração de tióis livres nas amostras de carne foi mensurada de acordo com a metodologia do 5,5 - ditiobis (2 - ácido nitrobenzoico) (DTNB), segundo Ellman, (1959). As amostras de carne foram pesadas ($1 \pm 0,1$ g) e homogeneizadas em equipamento Ultra-Turrax (modelo T10, marca IKA) com 25 mL de tampão 5% de SDS a 25.000 rpm por 15 segundos. As amostras foram incubadas em banho a 80-°C por 30 minutos e filtrados em papel de filtro qualitativo da marca Qualy® com 12,5 de diâmetro e poros de 3 μ m. O filtrado foi diluído dez vezes com tampão. A concentração de proteína foi determinada por leitura de absorbância em espectrofotômetro (modelo ThermoScientificEvolution 20) a um comprimento de onda de 280 nm. Uma curva padrão foi elaborada usando uma escala linear de concentrações conhecidas de BSA (albumina de soro bovina) (Sigma-Aldrich). Os valores de tióis livres obtidos após leitura de absorbância a um comprimento de onda de 412 nm e expressados em moles de tióis livres/mg de proteína.

3.9. Análise microbiológica

As amostras foram submetidas a contagem total de bactérias lácticas, aeróbias mesófilas, leveduras e coliformes por meio de diluições decimais e semeadura em triplicata nos meios Ágar De Man Rogosa e Sharpe (MRS), Ágar Padrão para Contagem (PCA), Ágar YM e Ágar MacConkey, respectivamente. Também realizou contagem de coliformes no meio Ágar MacConkey para os produtos fermentados e liofilizados. Todas as placas foram incubadas aerobiamente á 37° C por 48 horas, exceto o meio Ágar YM, incubado aerobiamente a 30° C por 5 dias.

3.10. Análises sensoriais da qualidade da carne de frango caipira

As análises sensoriais foram realizadas após seis meses de congelamento das carcaças, as carcaças foram descongeladas e os cortes utilizados foram o músculo *Pectoralis major* (peito) e a coxa. Foram realizados painéis de degustação, com 100 provadores voluntários e não treinados, em dois dias distintos, sendo um dia para a avaliação sensorial do peito e o outro para a coxa. Os provadores foram convidados através de folders espalhados no campus da Universidade Estadual de Maringá. Cada voluntário recebeu um questionário com pesquisa de mercado e intenção de compra sobre carne de frango caipira e uma tabela com escala hedônica de pontuação de 1 a 9 sendo 1 para desgostei muito e 9 para gostei muito.

Para a análise sensorial os frangos congelados foram descongelados por 24 horas em temperatura de refrigeração (13°C) e obtidos os cortes peitos e coxas dos animais alimentados pelas diferentes dietas (Controle, S1, S2, S3). Peito e as coxas dos diferentes tratamentos de frango caipira foram desossados e assados em grill e envolvidos em papel alumínio até atingirem a temperatura interna de 72° C. Na sequência, foram obtidas as amostras cúbicas de ambos os cortes, de aproximadamente 1 cm³. As mesmas foram envolvidas em papel alumínio, identificados e colocados em estufa para manter a temperatura. As amostras de cada tratamento (Controle, S1, S2, S3), foram oferecidas aos provadores em cabine para análise sensorial com luz de (6500 K) de acordo com (Noronha, 2003). Os avaliadores preencheram formulário onde atestaram aceitar realizar a análise sensorial, foram informados sobre os procedimentos e assim avaliaram os atributos aroma, cor característica, sabor, maciez, suculência e aparência geral e responderam a uma pergunta sobre intenção de compra.

3.11. Análises estatística

Análises de variância (ANOVAs) foram realizadas para as variáveis de oxidação, qualidade e sensorial da carne de frango caipira. Para as variáveis de oxidação e qualidade de carne, as ANOVAS foram realizadas segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um esquema de parcelas

subdivididas, em que o tratamento (Controle, S1, S2 e S3) foi considerado a parcela e o corte cárneo (peito e coxa) foi considerado a sub-parcela. Nesse caso, um modelo contemplando os efeitos fixos de tratamento, corte cárneo e suas interações, além do efeito aleatório de box (unidade experimental) aninhado com tratamento, foi usado nas análises.

Já as variáveis sensoriais foram consideradas como medidas repetidas realizadas pelo mesmo provador, o qual foi incluído na opção SUBJECT da afirmação REPEATED para que fossem consideradas as correlações existentes entre as pontuações dadas para cada atributo nos diferentes tratamentos e cortes cárneos avaliados. Com isso, as ANOVAS foram realizadas segundo um DIC em um esquema fatorial 4 (tratamento) \times 2 (corte cárneo), no qual o modelo contemplava os efeitos fixos de tratamento, corte cárneo e suas interações.

Um efeito foi considerado a um nível de significância de 5% ou menor. Interações significativas foram desdobradas e, quando necessárias discriminadas médias para o fator com mais de dois níveis (tratamento), o teste de Tukey foi aplicado. Na comparação das frequências percentuais do perfil de provadores e das respostas ao questionário da intenção de compra e pesquisa de mercado, o teste do qui-quadrado foi aplicado (Este teste serve para avaliar quantitativamente a relação entre o resultado de um experimento e a distribuição esperada para o fenômeno). As análises de variância e as comparações de frequências foram conduzidas usando respectivamente os procedimentos MIXED e FREQ do software *Statistical Analysis System* (SAS, versão 9.2).

4.0. RESULTADOS E DISCUÇÃO

Na tabela 2 estão apresentados os resultados das análises de variância de oxidação e qualidade de carne de frango caipira alimentados com diferentes níveis de Se orgânico.

Tabela 2- Estudo do efeito de tratamento sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira.

Variável	Tratamento				EP	Valor de <i>P</i>
	Controle	S1	S2	S3		
Valor de pH	6,39	6,19	6,23	6,28	0,073	0,3761
PPC	19,4	17,0	19,1	15,6	2,86	0,7619
TBARS	0,33	0,44	0,16	0,16	0,074	0,0678
Tióis	99,1	101,2	99,2	97,4	6,45	0,9782
<i>L</i> *	50,2	51,3	50,5	48,8	1,82	0,8116
<i>a</i> *	5,3	5,8	5,3	6,3	0,30	0,1782
<i>b</i> *	19,4	18,5	20,8	21,7	1,54	0,5505

EP: erro padrão, Controle: (ração referencia (RR), contendo 0,2 mg de Se inorgânico/kg de ração); S1: (RR + 0,1 mg de Se orgânico/kg de ração); S2: (RR + 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração); S3: (RR + 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração).; PPC: perdas de peso por cocção; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.

Fonte: o autor

Não houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de pH, PPC, TBARS, Tióis, *L**, *a** e *b**. Boiago (2014) analisando a qualidade da carne de frango de corte abatidos com 42 dias, alimentados com diferentes concentrações de selenito de sódio e selenometionina, observou que os valores de pH foram maiores para os animais que receberam na dieta a fonte orgânica. Esse resultado mostra que o Se orgânico diminuiu com eficiência a produção de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que é catalisado pela enzima glutatiónaperoxidase em H_2O e O_2 . Embora não tenha diferença estatística entre os tratamentos para PPC, a dieta com maior concentração de Se orgânico foi a que teve menor porcentagem de perda

de água por cocção (15,6), a PPC está intimamente relacionada com a integridade da célula muscular, mostrando maior eficiência da fonte orgânica de Se para a proteção contra agentes oxidantes na célula.

Não houve diferença para oxidação lipídica da carne dos frangos caipira alimentados com diferentes níveis de Se, porém, as médias de TBARS nos tratamentos com maior acréscimo de Se orgânico na dieta foram menores (S2 e S3), mostrando que o Se orgânico se comporta como um excelente antioxidante a produção de MDA na carne pós 6 meses de armazenamento. Shen (2013) quando avaliou o efeito de diferentes fontes de Se no desempenho da produção e parâmetros bioquímicos de frango de corte, descreve diferença entre fonte de Se orgânico e selenito de sódio na produção de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (MDA) oriundas do processo de oxidação lipídica, onde a produção de TBARS foi menor nos animais que receberam dieta com fonte desse orgânico.

Perez (2010), comparando o efeito da vitamina E e Se orgânico na estabilidade oxidativa da carne de frango, observou uma redução de 41% da produção de (MDA) na carne após seis meses de congelamento quando os animais foram alimentados com uma dieta com alto teor de vitamina E e Se orgânico.

As diferentes concentrações de Se na dieta dos frangos não apresentou diferença nas médias de Tióis livres na carne. A concentração de tióis pode ser influenciado pelo estresse oxidativo que ocorre nos tecidos da carne, porém, mais estudos devem ser feitos com os níveis de Se orgânico usado no presente trabalho para ter uma melhor conclusão sobre o assunto. Edens et al. (2001) sugere uma relação entre a oxidação de tióis e a síntese de anticorpos quando frangos de corte são desafiados por *E.coli* e estresse térmico.

O tratamento S3, com maior concentração de Se orgânico teve menor média para luminosidade em relação aos demais tratamentos. Boiago (2014) também observou uma diminuição no brilho da carne de animais que receberam dieta com Se orgânico. Mahanet al. (1999), relata uma diminuição no brilho da carne de suínos quando os animais receberam a dieta com Se orgânico em comparação aos animais que receberam a dieta com Se inorgânico. Os autores atribuem esse resultado de luminosidade da carne a capacidade de retenção de água, pois a fonte inorgânica provoca maior perda de água e conseqüentemente maior brilho.

A intensidade de cor amarela e vermelha foi maior na carne dos animais que receberam dieta com maior concentração de Se orgânico na ração,

esse resultado pode ser devido a menor oxidação lipídica e proteica com o aumento de Se orgânico na ração. Caoet al. (2001), encontraram diferenças significativas crescentes nos parâmetros de intensidade de luz vermelha e decrescente na intensidade de cor amarela em peitos de frango alimentados com Se orgânico em relação aos frangos que receberam Se inorgânico na dieta. Os autores descrevem que o aumento na intensidade de vermelho pode ser resultado da menor oxidação de gordura e mioglobina.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados das médias dos diferentes tratamentos para as variáveis de oxidação e qualidade de carne de frango caipira alimentado com diferentes níveis de Se orgânico.

Tabela 3- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira

Variável	Corte carne		EP	Valor de <i>P</i>
	Coxa	Peito		
Valor de pH	6,44 ^a	6,10 ^b	0,052	0,0097
PPC	18,1	17,5	2,02	0,8449
TBARS	0,11	0,28	0,052	0,0737
Tióis	88,6 ^b	109,9 ^a	4,07	0,0128
<i>L</i> *	48,9	51,5	1,19	0,1701
<i>a</i> *	9,0 ^a	2,3 ^b	0,21	<0,0001
<i>b</i> *	20,2	20,0	0,96	0,8536

EP: erro padrão; PPC: perdas de peso por cocção; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. ^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes entre os cortes cárneos diferem estatisticamente pelo teste *F* a um nível de significância de 5%.

Fonte: o autor

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para o valor de pH, sendo que o pH mais alto foi para o corte carne coxa (6,44) e o menor valor (6,10) para o corte peito. Boiago (2014) analisando a qualidade da carne de frangos de corte abatidos aos 42 dias, alimentados com diferentes níveis de Selenito de sódio e seleno-metionina, encontrou valores de pH de (5.93) e (6.04) no peito de frango de animais que receberam na dieta selenito de sódio e seleno-metionina respectivamente. Segundo Faria (2009), a menor média de pH para o corte peito em

relação ao corte coxa pode estar relacionado com a menor quantidade de água retida no músculo.

Não houve diferença para oxidação lipídica da carne (TBARS) entre os diferentes cortes. O corte coxa teve média (0,11 mg/kg) e o peito média de (0,28 mg/kg). Silva (2018), encontrou maiores médias de TBARS para o corte coxa (0.24 mg/kg) em relação ao corte peito (0.21mg/kg) quando avaliou a oxidação lipídica e proteica da carne de frangos de corte armazenados durante 120 dias. Segundo o autor a coxa é mais susceptível a ação de oxidação lipídica durante o armazenamento. Isso devido ao maior número de mioglobinas e fosfolípidos na coxa em relação ao peito, podendo contribuir para o aparecimento de ranço durante o armazenamento.

Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de média para os valores de Tióis. A maior média de oxidação proteica foi para o corte peito (109,9nmol/L de cisteína/mg proteína) e a menor média (88,6nmol/L de cisteína/mg proteína) para o corte coxa. Resultado semelhante ao trabalho citado acima onde o autor encontrou médias de (150 nmol/L) para o corte peito e (115 nmol/L) para o corte coxa. A concentração de tióis livres maior no corte peito em relação ao corte coxa pode ser porque os músculos da coxa são mais susceptíveis a oxidação de tióis do que os músculos do peito, devido a maior presença de mioglobinas e maior concentração de Ferro (Fe), o (Fe) reage com maior facilidade com H_2O_2 e catalisa a oxidação dos grupos tióis para produzir ligações dissulfeto.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para os valores de a^* entre os cortes cárneos de frangos alimentados com diferentes níveis de Se orgânico na ração. As maiores médias de coloração vermelha da carne foram para os cortes coxa (9,0) e (2,3) para os cortes peito. A maior média de intensidade de cor vermelha no corte coxa pode estar relacionada com a maior concentração de mioglobinas presente no músculo, tendo em vista que é um músculo com maior taxa metabólica e conseqüentemente, maior irrigação sanguínea. Silva (2018), encontrou valor 3,9 para o corte peito e 4,3 para o corte coxa em carnes de frangos de corte convencional, armazenadas durante 120 dias. O autor relata que a perda de cor vermelha durante o armazenamento pode ser atribuída à oxidação da oximioglobina ferrosa (Fe^{2+}) e metronoblobina férrica (Fe^{3+}), resultando na produção de pró-oxidante que podem induzir a oxidação de lipídeos e proteínas.

Não houve diferença ($p < 0,05$) para a cor amarela (b^*) entre os cortes cárneos de frangos alimentados com diferentes níveis de Se orgânico na ração. A média para coxa foi (48.9) e para peito (51.5). Silva (2018), avaliando a oxidação lipídica e proteica da carne de frango caipira armazenada durante 120 dias, encontrou médias de (38) peito e (33) para coxa. A intensidade de cor amarela da carne de frango pode estar relacionada à quantidade de gordura presente no músculo e as reações de Maillard.

Na tabela 4 estão apresentados os resultados das médias dos diferentes tratamentos para as variáveis das análises sensoriais da carne.

Tabela 4- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis de oxidação e qualidade da carne de frango caipira.

Variável	Tratamento			P	Valor de P	
	Controle	1	2			3
Aroma	6,76	,88	6,72	6,71	0,129	0,4766
Cor característico	6,59	6,88	6,89	6,73	0,125	0,0547
Sabor	6,89	7,11	7,05	6,97	0,129	0,4708
Maciez	7,25	7,57	7,37	7,42	0,120	0,1315
Suculência	6,96	7,24	7,13	7,24	0,117	0,1043
Aparência geral	6,93	7,24	7,12	7,10	0,111	0,0799

EP: erro padrão. Controle: ração comercial com 0,2 mg de Se inorgânico/kg de ração; S1: ração comercial com de total de 0,3 mg de Se (0,2 mg de Se inorgânico e 0,1 mg de Se orgânico/kg de ração); S2: ração comercial com de total 0,5 mg de Se (0,2 mg de Se inorgânico e 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração) e S3: ração comercial com total de 0,8 mg de Se (0,2 mg de Se inorgânico e 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração).

Fonte: o autor

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de aroma e sabor, as diferentes concentrações de Se orgânico na ração dos frangos caipira não mudaram o aroma e o sabor característico da carne. Esse resultado é benéfico, pois mostra que a adição de Se orgânico não altera a presença de substâncias como ácido glutâmico livre, ácido inosínico e o íon potássio, que trazem a característica umami da carne de frango caipira (FUJIMURA et al. (1996).

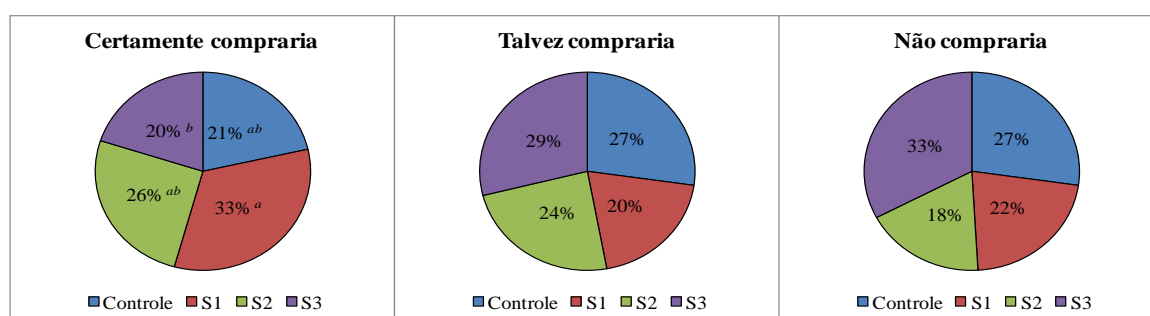
Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de cor característica, embora as médias para cor característica da carne tiveram maior pontuação entre os avaliadores para as amostras que receberam Se orgânicos na ração. É importante que a adição de diferentes concentrações de Se orgânico na ração dos frangos caipira não tenha mudado o parâmetro de cor característica da carne de frango caipira, pois o consumidor busca uma carne diferenciada com coloração amarela e vermelha mais intensa que a carne de frango convencional. Mesmo resultado encontrado por Boiago (2014) utilizando fonte de Se inorgânico e orgânico na ração de frango de corte, não encontrou diferença na intensidade da cor de frango caipira.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de suculência, porém as maiores médias de suculência foram para as amostras dos animais que receberam maiores concentrações de Se orgânico na ração S1, S2, e S3. Esse resultado pode estar relacionado com a maior capacidade de retenção de água após a cocção nos tratamentos com o uso da fonte orgânica na dieta, e maior estabilidade oxidativa, mantendo assim a integridade do conteúdo lipídico na carne (BOIAGO, 2014).

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de aparência geral, embora as maiores médias de aparência geral foram para as amostras de carne dos animais que receberam a fonte de Se orgânico na dieta. O resultado é favorável pois a adição de diferentes concentrações de Se orgânico na ração não alterou a aparência geral da carne de frango de crescimento lento.

Na figura 1 são apresentados os percentuais de intenção de compra dos provadores para a coxa de frango caipira.

Figura 1- Estudo do efeito de tratamento sobre a intenção de compra dos provadores da coxa de frango caipira.



Controle: (ração referência (RR), contendo 0,2 mg de Se inorgânico/kg de ração);

S1: (RR + 0,1 mg de Se orgânico/kg de ração); S2: (RR + 0,3 mg de Se orgânico/kg de ração); S3: (RR + 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração); ^{a,b}Frequências percentuais com letras diferentes entre os tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado a um nível de significância de 5%.

Fonte: o autor

Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado entre os tratamentos para a pergunta, certamente compraria. Na pesquisa realizada, 33% dos voluntários disseram que certamente comprariam o corte cárneo coxa do tratamento S1 e 20% disseram que certamente comprariam o corte coxa do tratamento S3, podemos notar então uma diferença de aceitação entre os diferentes níveis de tratamento, sendo que a maior intenção de compra foi para o tratamento com menor inclusão de selênio orgânico na ração.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste qui-quadrado entre os tratamentos para a pergunta, talvez compraria e não compraria. Esse resultado é favorável, pois não teve nenhum tratamento com percentual de rejeição significativo. Isso significa que a inclusão de Se orgânico nas diferentes concentrações realizada no trabalho não interferiu nas características sensoriais da carne.

Na tabela 5 estão apresentados os resultados das médias dos diferentes cortes cárneos para as variáveis das análises sensoriais.

Tabela 5- Estudo do efeito de corte sobre as variáveis sensoriais relacionadas à carne de frango caipira.

Variável	Corte cárneo		EP	Valor de <i>P</i>
	Coxa	Peito		
Aroma	6,73	6,80	0,147	0,7180
Cor característico	6,44 ^b	7,11 ^a	0,136	0,0010
Sabor	6,88	7,13	0,130	0,1695
Maciez	7,08 ^b	7,73 ^a	0,120	0,0002
Suculência	6,93 ^b	7,35 ^a	0,119	0,0124
Aparência geral	6,90 ^b	7,29 ^a	0,119	0,0203

EP: erro padrão. ^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes entre os cortes cárneos diferem estatisticamente pelo teste *F* a um nível de significância de 5%.

Fonte: o autor

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para o valor de cor característica, a média maior para cor característica da carne foi para os cortes do peito (7,11) e menor para os cortes coxa (6,44).

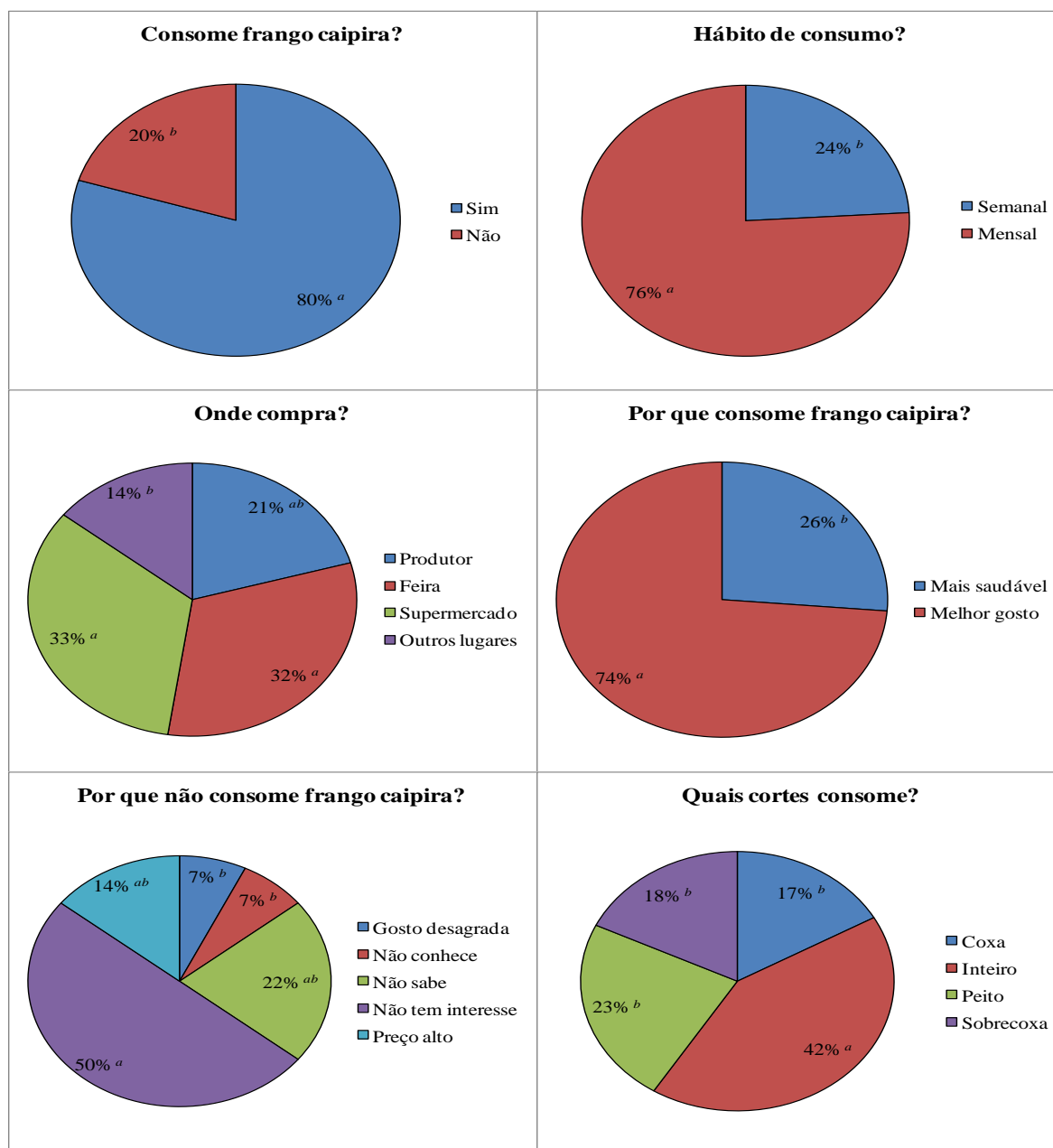
Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para maciez das carnes, sendo que as maiores médias de maciez foram para os cortes do peito (7,73) e (7,08) para os cortes da coxa. O resultado pode estar relacionado ao tipo de fibra que compõe o peito, as fibras do músculo do peito são brancas por conter menor densidade de capilares sanguíneos e menor concentração de mitocôndrias MADEIRA (2005).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para suculência da carne, as maiores médias de suculência foram para os cortes de peito (7,35), e (6,93) para os cortes coxa. O resultado pode estar relacionado ao tipo de fibra muscular considerada vermelha, rica em vascularização e maior concentração de mitocôndrias (MADEIRA, 2005).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de média para aparência geral da carne. As maiores médias de aparência geral da carne foram para os cortes do peito (7,29), e (6,9) para os cortes da coxa. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de aroma e sabor.

A figura 2 mostra o resultado em % da pesquisa de mercado para a carne de frango caipira.

Figura 2- Pesquisa de mercado realizada com os provadores do peito de frango caipira.



^{a,b}Frequências percentuais com letras diferentes entre os tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado a um nível de significância de 5%.

Fonte: o autor

Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado, 80% dos voluntários relataram que consomem carne de frango caipira e apenas 20% disseram não consumir carne de frango caipira. Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado para o hábito de consumo da carne de frango caipira, 76% relataram que

consomem carne de frango caipira semanalmente e 24% disseram comer carne de frango caipira mensalmente. Com relação ao lugar de compra, as maiores % foram para supermercados, feiras e direto com o produtor 33%, 32% e 21% respectivamente não havendo diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado entre eles.

Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado para a pergunta por que consome frango caipira, 74% disseram que consomem carne de frango caipira porque consideram com melhor gosto e 26% dizem consumir porque acham mais saudável. Houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado para o corte de preferência, 42% diz consumir frango caipira inteiro, não houve diferença ($p < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado para a preferência entre os cortes de coxa, peito e sobrecoxa.

CONCLUSÃO

A inclusão de Se orgânico na ração de frangos caipira melhora a qualidade da carne de frango e mantém as características sensoriais, pois é importante na proteção da carne contra a ação de agentes oxiredutores. A maioria dos provadores escolheu o corte com menor inclusão de Se orgânico na dieta, sendo o hábito de consumo da maioria dos provadores mensalmente, comprando frangos inteiros em feiras e supermercados por considerarem uma carne de gosto melhor.

REFERENCIAS

- BASTIANELLI, D. A produção de frangos diferenciados na França: mercado, aspectos organizacionais e regulamentares. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2001, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2001. p.235-254.v
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. <acesso em maio de 2014>.
- BOIAGO, M.M. et. al. Sources and levels of selenium on breast meat quality of broilers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1692-1698, set, 2014.
- PILARCZYK et al. Eggs as a source of selenium in the human diet. **Journal of Food Composition and Analysis** 78 (2019) 19–23 , January 2019.
- CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v.60, n.3, p.219-225, 2002a.
- CAO, X. Z. W. et al. Effects of selenium source and level on performance, immune function and meat quality in AA broilers. In: **ALLTECH'S SEVENTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM**, , Nottingham. Proceedings... Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p.297-304. 2001
- CHEN, Z.D.T. Lu, Z.W. Cai, C. Dong, S.M. Shuang, Bovine serum albumin-confined silver nanoclusters as fluorometric probe for detection of biothiols. **Luminescence** 29.722–727, <https://doi.org/10.1002/bio.2613>. 2014.
- CHEN, J. Wu, J. Li, C. Effect of different selenium sources on production performance and biochemical parameters of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 98. Pag.747–754. 2014.
- CHEN, J. ZHU, L. QIU, H. QUIN, S. Selenium-enriched *Saccharomyces cerevisiae* improves growth, antioxidant status and selenoprotein gene expression in Arbor Acres broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 101. Pag.259–266. 2017.
- COOB et al. Broiler Performance and Nutrition Supplement, Europe, Middle East, Africa Version. **Cobb in Europe Ltd, Essex, UK**. 2008.
- COMINETTI. C. COZZOLINO. S. M .F. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes. v. 8. Pag. 3 a 5. 2009.
- CORINO, C.; Oriani, G.; Pantaleo, L.; Pastorelli, G.; Salvatori, G., Influence of dietary vitamin E supplementation on "heavy" pig carcass characteristics, meat quality, and vitamin E status. **Journal of Animal Science**. v. 77. Pag.1755–1761. 1999.

CRABONE, G, T., MORRI, R, G., SATO, G, S. Fatores relevantes na decisão de compra de frangos caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. Lavras, v. 7, n.3, pag. 312-323, 2005.

CULIOLI, J.; et al. Caractéristiques des carcasses et de la viande dupouletlabel fermier. **Archiv für Geflügelkunde**. v. 53, n. 6, p. 237-245, 1990.

DANIELS, L. A. Selenium metabolism and bioavailability. **Biological Trace Element Research**, 54 (3):185-199, 1996.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A, A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, Savoy, v, 78, n. 5, p. 743-746. May, 1999.

EDENS, F.W. et. al. Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In: Biotechnology in the Feed industry. Proceedings of 17th , Edited by Lyons, T.P. and Jacques, K.A., **Nottingham University Press**, Nottingham, UK, pag. 349-376. 2001.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific Opinion on safety and efficacy of selenium in the form of organic compounds produced by the selenium-enriched yeast *Saccharomyces cerevisiae* NCYC R646 (Selemax 1000/2000) as feed additive for all species. **EFSA Journal**.v. 10(7):pag. 2778. 2012.

FANATICO, A, C. ; PILLAI, P, B. ; CAVITT, L, C. ; OWENS, C , M. ; EMMERT, J, L. Evaluation off slower-growing broiler genotype grow with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 84, p. 1321-1327, 2005.

FARIA, P, B. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.

FEDERAL REGISTER,. Food additive permitted in feed and drinking water: selenium yeast. **Fed.Regist**. 65 (109), 35823– 35824 (June6). 2000.

FELÍCIO, P, E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: SBZ, p 89. 1999.

FERREIRA; A.L.A, MATSUBARA. L.S, Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Ver Ass Med Brasil**.v. 43(1): pag. 61-8 61. 1997.

FORREST, J, C., et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, p. 364. 1979.

FUJIMURA, S., et al. Role of taste-active components, glutamic acid, 5_-inosinic acid and potassium ion in taste of chicken meat extract. **Animal Scienc.Technol**, p. 423–429. 1996.

FUJIMURA, S., et al. Identification of taste-active components in the chicken meat extract by omission test-involvement of glutamic acid, IMP and potassium ion. **Animal Scienc. Technol**, p. 43–51. 1995.

GAYA, L, G. FERRAZ, J, B, S. Aspectos genéticos-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciencia Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n. 1, p. 349-356 jan/fev. 2006.

GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1212-1220, jul-ago, 2007.

GILBERT HF, Mc Lean VM. Molecular and cellular aspects of thiol-disulfide exchange. **Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol**. v. 63 pag.69-172. 1990.

GUCIN I, et al. In Vitro **Antioxidant Properties of Morphine**. **Pharmacol Res**. 2004; 49: 59-66.

HAUG, A.; Eich-Greatorex, S.; Bernhoft, A.; Wold, J. P.; Hetland, H.; Christophersen, O. A.; Sogn, T.,: Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. **Lipids in Health and Disease** vol.6, pag.29. 2007.

HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M. **Free Radicals in Biology and Medicine**. Clarendon Press, New York. 1989.

HOFBAUER, P., F. J. M. Smulders, and M. Vodnansky. A note on meat quality traits of pheasants (*Phasianuscolchicus*). **Eur. J. Wildl. Res**. 56: p. 809–813. 2010.

INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD. Dietary reference intakes: vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. National Academy Press, Washington, DC. pag.284–324. 2000.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL (IPARDES): Caderno estatístico município de Ivaiporã, pag. 1-5, 2019.

JACQUES K. A. et al. Selenium metabolism in animals: the relationship between dietary selenium form and physiological response, In: **Science and Technology in the Feed Industry**, Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium, (T,P, Lyons and K,A, Jacques, eds.), Nottingham University Press, Nottingham, UK, 319-348. 2001.

JUDGE, M., ABERLE, E., FORREST, H. Principles of meat science. Iowa: **Kendall Hunt**, 9. 351. 1989.

JUNIOR P.F. et. al. Diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho de frangos de corte. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 47, n. 5, p. 380-384, 2010.

KIELISZEK. M. et. Al. Accumulation and metabolism of selenium by yeast cells. **Appl Microbiol Biotechnol**, V.39, pag. 5373–5382. 2015.

KIM, Y. H. B., Bødker, S., & Rosenvold, K. Influence of lamb age and high-oxygen modified atmosphere packaging on protein polymerization of long-term aged lamb loins. **Food Chemistry**, 135, 122–126. 2012.

KHAN. Z. M. I. et. Al. The Effect of Selenium and Vitamin E on the Lymphocytes and Immunoglobulin containing Plasma cells in the Lymphoid organ and Mucosa-Associated Lymphatic Tissues of Broiler Chickens. *Anat. Histol. Embryol.* V. 37, pag. 52–59. 2008.

LOSCALZO, J. KESHAN, D, selenium deficiency, and the selenoproteome, **New Engl. J. Med.** v. 370. Pag. 1756–1760. 2014.

MARTIN. E.R.; MAHAN.C.D.; Hill.M.G.; Link.E.J.; Jolliff.S.J. Effect of dietary organic microminerals on starter pig performance, tissue mineral concentrations, and liver and plasma enzyme activities. **Journal Of Science Animal.** v.89. pg. 1042-1055. 2011.

MAHAN, D.C. et al. Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2172-2179, 1999. Available from: <[http://www. Journal of animal science.org/content/77/8/2172.full.pdf](http://www.journalofanimalscience.org/content/77/8/2172.full.pdf)>. Accessed: Feb. 25, 01, 2020.

MAHMOUD, K.Z., EDENS, F.W. Influence of selenium sources on age-related and mild heat stress-related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (*Gallus domesticus*). **Comp. Biochem. Physiol.**, v.136. pg. 921–934. 2003.

MAHMOUD, K.Z.; EDENS, F.W. Influence of organic selenium on hsp70 response of heat-stressed and enteropathogenic *Escherichia coli*-challenged broiler chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part. V. 141. pag. 69 – 75. 2005.

MIRANDA, J., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J., Lamas, A., Franco, C., Cepeda, A. Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. **Nutrients** 7, 706–729. 2015.

MCCORMICK, R. J. Extracellular modifications to muscle collagen: Implications for meat quality. *Poult. Sci.* 78:785-791. SAS. (Statistical Analysis Software). 2006. **The SAS system for Windows** (Release 9.1). SAS Inst. Inc, Cary, NC, USA. 1999.

NAVARRO A, BOVERIS A. The mitochondrial energy transduction system and the aging process. **Am J Physiol.** v. 292 pag. 670-86. 2007.

OIKE, H., M. Wakamori, and Y. Mori. Arachidonic acid can function as a signaling modulator by activating the TRPM5 cation channel in taste receptor cells. **Biochim. Biophys. Acta**, n. 1761: p. 1078–1084. 2006.

PAPPAS, A. C. Zoidis, E. Papadomichelakis G. Fegeros K. Supranutritional selenium level affects fatty acid composition and oxidative stability of chicken breast muscle tissue. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**.v. 96.pag.385–394. 2012.

PEREZ, T, I. et. al. Effects of Vitamin E and Organic Selenium on Oxidative Stability of ω -3 Enriched Dark Chicken Meat during Cooking. **JOURNAL OF FOOD SCIENCE**.Vol. 75, pag. 2. 2010.

PIERRE JL, FONTECAVE M. Iron and Activated Oxygen Species in Biology: The Basic Chemistry. **Biometals**. V. 12. Pag.195-99. 1999.

PRICE, J, F.; SCHEWEIGERT, B, S. Ciencia de la carne y de los Productos Carnicos. 2 ed. Zaragoza: **Acribia**, p. 181. 1994.

PONTE, P, I, P, et al. Pasture Intake Improves the Performance and Meat Sensory Attributes of Free-Range Broilers. **Poultry Science** 87:71–79 doi:10.3382/ps.2007-00147. 2008.

ROSA, F, C, et al. Efeito do método de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte, **Ciência agrotec**. Lavras, v. 30, n. 4, p. 707-714, jul./ago., 2006.

ROSS et al. Nutrition Supplement of Ross Broiler Management Manual. Aviagen, **Midlothian, Scotland, UK**. 2009.

RUIZ E,J, Polatajko A, Vacchina V and Szpunar J, .Methodological advances for selenium speciation analysis in yeast. **Analytica Chimica Acta**. v. 500, pag. 171–183. 2003.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; RECH, C. L. S.; ROSSI, P. 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. p. 257-268. 2005.

SANTOS, A, L., et al., Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 105-108, 2004.

SASAKI, K., M. Motoyama, and M. Mitsumoto. Changes in the amounts of water-soluble umami-related substances in porcine longissimus and biceps femoris muscles during moist heat cooking. **Meat Scienci**, n.77: p. 167–172. 2007.

SEFTON, A.E. and EDENS, F.W. Sel-Plex improves semen quality in broiler breeder males in a cage environment. **Biotechnology in the Feed and Food Industry**. Proceedings of the 20th **Annual Symposium** (Suppl. 1), May 22-26, 2004, Lexington, Kentucky, USA, p. 33. 2004.

SHEN, G. WU, J. LI, C. Effect of different selenium sources on production performance and biochemical parameters of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, n. 98, p. 747–754. 2013.

SILVA, F, A, P; et al. Protein and lipid oxidations in jerky chicken and consequences on sensory quality. **LWT - Food Science and Technology** 97; p 341-348. 2018.

SOUZA, X, R. Característica de carcaça , qualidade da carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistema de produção caipira e convencional. 334 p. Tese (Doutorado em ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2004.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham University Press, Nottingham. 2002.

SURAI, Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press. Nottingham University Press, Nottingham. 2006.

SCHRAUZER, G.N; Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity; **The Journal of Nutrition**.v.130: pg. 1653-1656.2000.

TANG, J. et. al. Supranutritional dietary selenium depressed expression of selenoprotein genes in three immune organs of broilers. **Animal Science Journal**. v. 88, pag. 331–338. 2017.

TAKAHASHI, S, E et al. 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, n. 4, p. 624-632, 2006.

TAKAHASHI, S, E et al. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX, n. 18, periódicos semestrais. 2012.

TOLDRA, F. Muscle foods: water, structure and functionality. **Food Science Technology International**, v. 9, n. 3, p. 173-177, 2003.

VAROLI JR, J.C. Desempenho e qualidade de carcaça de frangos com gene Na. Botucatu, SP. Dissertação (Mestrado). **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, UNESP. 1999.

VOSEY, P. Engineering onessment and critique off instruments used for mat tenderness evaluation. **Journal texture science, Connecticut**, v. 7, n. 1, p. 11-48, Marc. 1976.

WANG, Y. WANG, H. ZHAN, X. Effects of different DL-selenomethionine and sodium selenite levels on growth performance, immune functions and serum thyroid hormones concentrations in broilers. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**.v.100.Pag.431–439. 2016.

WANG Y. X. et al. Comparison of different forms of dietary selenium supplementation on growth performance, meat quality, selenium deposition, and antioxidant property in **Broilers**. **Biological Trace Element Research**. v 143. Pag.261–273. 2011.

YAN, J et al. Effects of exogenous inosine monophosphate on growth performance, flavor compounds, enzyme activity, and gene expression of muscle tissues in chicken. **Poultry Science**, n. 97, n. 1229-1237. 2018.

YANG, J. et. al. Interplay between autophagy and apoptosis in selenium deficient cardiomyocytes in chicken. **Journal of Inorganic Biochemistry**. V.170. pg. 17-25. 2017.

ZANUSSO, J, T.; DIONELLO, N, J, L. Produção avícola alternativa – análise dos fatores alternativos da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 191-194, jul./set. 2003.

ZEOLA, N, M, B, L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 26, n. 304, p.36-56, jun. 2002.

ZOIDIS. E. et. al. Meta-analysis of selenium accumulation and expression of antioxidant enzymes in chicken tissues. **Animal**. V. 8:4, pag 542–554. 2014.

ZHOU, X.; Wang, Y., 2011: Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. **Poultry Science** 90, 680–686.