

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
Programa de Pós Graduação em Zootecnia



TESE

Arroz integral, selênio orgânico e vitamina E em dietas para frangos de corte e óleo ácido de soja para codornas

Aline Arassiana Piccini Roll

Pelotas, 2016.

ALINE ARASSIANA PICCINI ROLL

**ARROZ INTEGRAL, SELÊNIO ORGÂNICO E VITAMINA E EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE E ÓLEO ÁCIDO DE SOJA PARA CODORNAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área do conhecimento: Nutrição e produção de não ruminantes).

Orientador: Prof. Ph.D. Fernando Rutz

Co-orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier

Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Pelotas, Fevereiro de 2016.

Tese defendida e aprovada no dia ____/____/____ pela comissão
examinadora composta pelos membros:

Prof. Ph.D. Fernando Rutz (UFPEL – PGZ – Presidente)

Prof. Dra. Jaqueline Schneider Lemes (UFSM)

Prof. Dra. Fabiane Pereira Gentilini (IFSul / CAVG)

Prof. Dr. João Carlos Maier (UFPEL/FAEM)

Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello (UFPEL/PPGZ)

*Àqueles que iniciaram minha história, meus avós José e Terezinha,
A meus pais, Carlos e Berenice, e os meus irmãos Ariane e Harryson,
Ao meu maior incentivador e educador, meu marido Victor,
Ao meu filho Arthur pelo amor e sentido da vida.*

DEDICO...

Agradecimentos

A importância de tudo aquilo que engloba a realização de mais esta etapa em minha vida e carreira profissional é difícil de ser expressada em palavras, pois as mesmas são insuficientes para registrar minha imensa alegria e gratidão por poder estar concluindo esse caminho. No entanto, deixarei registrado o meu agradecimento a todos aqueles que de alguma forma estiveram presentes e fizeram parte dessa formação:

Primeiramente a Deus por tudo aquilo que sou e que tenho e por permitir que eu siga em frente com saúde, força, paciência e perseverança;

Aos meus pais, Carlos e Berenice, por terem me dado a liberdade, a confiança e o amor abrindo as portas da sabedoria me apoiando e entendendo a importância da pesquisa na minha vida;

Aos meus avós, José e Teresinha, pela oportunidade, confiança e acolhida com amor para o início dessa trajetória;

Ao meu orientador Prof. PhD. Fernando Rutz, pela orientação, amizade, apoio, paciência e confiança durante a realização deste trabalho;

A minha orientadora Prof. Dra. Ana Cristina Barroeta Lajusticia, por todo o carinho, confiança e ensinamentos transmitidos durante meu PDSE na Universidade Autônoma de Barcelona. Essa etapa foi fundamental no meu amadurecimento pessoal e profissional, meu sincero agradecimento;

Ao Co-orientador: Prof. Eduardo Gonçalves Xavier, pela amizade, colaboração e ensinamentos transmitidos;

Ao Prof. Nelson José Laurino Dionello, pela amizade, pela confiança, ensinamentos e pela oportunidade de trabalho com as codornas;

Ao Pesquisador Jorge Schafhäuser Junior pelo apoio na execução do projeto;

A Empresa Sulina Óleos Vegetais pelo fornecimento do óleo ácido de soja utilizado neste trabalho;

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelo conhecimento transmitido e aos responsáveis pelos Laboratórios da UFPel, onde foram conduzidas as análises do experimento;

Ao funcionário do LEEZO, Jose Ulisses - Seu Juca -, pela amizade e grande colaboração durante a realização deste trabalho;

Aos estagiários, alunos, colegas e amigos da Pós-graduação pelos bons momentos de convivência e a todos que de uma forma ou outra contribuíram para a conquista de mais uma etapa de minha formação profissional, meu sincero agradecimento;

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

A minha família que desde o início de minha formação sempre me deram toda a liberdade e apoio necessários em minhas escolhas;

A meu marido Victor por todo o amor, carinho, força, dedicação, incentivo e conhecimento a mim fornecido durante todo este período. Juntos somos vencedores de mais esta etapa em minha carreira: muito obrigada! Em especial ao meu filho Arthur por todo o amor, carinho, ternura, alegria e descontração em momentos de dificuldades e estresse em estudos e experimentação. Amo muito vocês!

Muito Obrigada!

*“Começas agora aquilo que deseja, pensa que pode, ou que sonhas fazer,
A audácia traz em si o gênio, o poder, a magia”.*

Johann Goethe

Resumo

ROLL, Aline Arassiana Piccini **Arroz integral, selênio orgânico e vitamina E em dietas para frangos de corte e óleo ácido de soja para codornas**. 2016. 140f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

Dois experimentos foram conduzidos para testar os efeitos de diferentes componentes da nutrição de aves sobre o desempenho e qualidade final de carne e ovos. No primeiro experimento com um arranjo fatorial 2x2x2 foram testados os efeitos da inclusão de arroz integral em substituição ao milho em dietas suplementadas ou não com α -tocoferol (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre as variáveis de desempenho e qualidade de carne em frangos de corte. Um total de 200 frangos de corte Cobb foram alimentados a partir dos 21 dias de idade com as seguintes dietas experimentais: T1) milho + 0 mg SeO + 0 VE (controle); T2) milho + 200mg/kg VE + 0 SeO; T3) milho + 0,3 ppm SeO + 0 VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3 ppm SeO; T5) arroz + 0 mg SeO + 0 VE; T6) arroz + 200mg/kg VE + 0 SeO; T7) arroz + 0,3 ppm SeO + 0 VE; T8) arroz + 200mg/kg VE + 0,3 ppm SeO. Os resultados demonstram que o milho pode ser substituído totalmente pelo arroz integral sem perdas de desempenho, exceto a cor da carne que resulta em significativamente mais clara. Por outro lado foi observado uma interação positiva entre SeO e VE sobre as variáveis analisadas principalmente em aves alimentadas com arroz integral. No segundo experimento foi utilizando um delineamento completamente casualizado em que 80 codornas de duplo propósito (*Coturnix coturnix coturnix*) foram distribuídas entre cinco dietas experimentais que continham níveis crescentes de óleo ácido de soja (0; 25; 50; 75; 100%) em substituição ao óleo de soja incluído ao nível de 8% na formulação. Os resultados demonstram que a inclusão de óleo ácido em até 8% da dieta de codornas durante um período de 56 dias não afeta o desempenho e qualidade de ovos, com exceção dos atributos sensoriais cor, odor e sabor residual que aumentaram de intensidade em aves alimentadas com óleo ácido, porém sem causar rejeição do produto.

Palavras-chave: antioxidantes, aves, desempenho, produção de ovos, ácidos graxos livres

Abstract

ROLL, Aline Arassiana Piccini **Brown rice, organic selenium and vitamin E in diets for broilers and soybean acid oil for quails**. 2016. 140p. Thesis (Doctor of Science) – Graduate Program in Animal Science, Faculty of Agriculture Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2016.

Two experiments were carried out to evaluate the effects of different components of poultry nutrition on performance and final quality of meat and eggs. In the first experiment, in a 2x2x2 factorial treatment arrangement the effects of brown rice grain as corn grain replacer in diets supplemented or not with α -tocopherol (VE) and Organic selenium (SeO) on performance and meat quality of broilers was examined. A total of 200 Cobb broilers were fed after 21 days-old with the following experimental diets: T1) corn + 0 mg SeO + 0 VE (control); T2) corn + 200mg/kg VE + 0 SeO; T3) corn + 0,3 ppm SeO + 0 VE; T4) corn + 200mg/kg VE + 0,3 ppm SeO; T5) brown rice + 0 mg SeO + 0 VE; T6) brown rice + 200mg/kg VE + 0 SeO; T7) brown rice + 0,3 ppm SeO + 0 VE; T8) brown rice + 200mg/kg VE + 0,3 ppm SeO. The results showed that corn can be replaced by brown rice without affecting performance, with exception of meat color that decreases significantly. On the other hand, it was observed a positive interaction between SeO and VE on variables, mainly in broilers fed brown rice. In the second experiment was carried out according to a completely randomized design with 80 dual-purpose quails (*Coturnix coturnix coturnix*) receiving 5 concentrations of soybean acid oil (0, 25, 50, 75 and 100%) as a dietary replacer for soybean oil up to 8% in the diet formulation. The results showed that supplementation up to 8% with soybean acid oil during 56 days has no effect on performance and egg quality with the exception of color, odor and aftertaste in sensory analysis that showed higher values on birds fed acid oil but without causing product rejection.

Keywords: antioxidants, birds, performance, egg production, free fatty acids

Lista de Figuras

Figura 1. Dissecção da coxa em componentes teciduais.....	30
Figura 2. Capacidade de retenção de água	61
Figura 3. Perdas por cocção	61
Figura 4. Baterias de gaiolas, gaiola individual e pesagem.....	76
Figura 5. Armazenamento das dietas experimentais	79
Figura 6. Pesagem diária dos ovos	81
Figura 7. Preparo do marcador para o ensaio de digestibilidade	84
Figura 8. Bolsas plásticas para coleta de excretas	84
Figura 9. Preparo das excretas	84
Figura 10. Índice de acidez e coeficientes de extinção específica K232 e K270 das dietas experimentais	86
Figura 11. Baldes com as soluções salinas para gravidade.....	105
Figura 12. Pesagem e espessura da casca	106
Figura 13. Separação e pesagem do albúmen e gema.....	107
Figura 14. Cabines para análise sensorial	108
Figura 15. Cor da gema dos ovos de codornas alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja	116
Figura 16. Atributos sensoriais dos ovos de codornas alimentadas com dietas contendo óleo ácido de soja (OAS) ou óleo de soja refinado (OS). Escala estruturada de 11cm (1= menor intensidade; 11= maior intensidade)	123

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição da dieta inicial dos frangos até os 21 dias de idade	27
Tabela 2. Composição das dietas experimentais de 22 a 42 dias de idade (kg/ton) ..	28
Tabela 3. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso corporal (PC) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou de arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	35
Tabela 4. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre ganho de peso (GP) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	36
Tabela 5. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre consumo médio diário (CMD) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	39
Tabela 6. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a média do índice de conversão alimentar de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	41
Tabela 7. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso (g) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	44
Tabela 8. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso (g) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	45
Tabela 9. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a porcentagem (%) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	46
Tabela 10. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre os composição tecidual da coxa de frangos alimentados com dietas a base de	

milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	47
Tabela 11. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso de vísceras comestíveis de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).....	50
Tabela 12. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) na deposição de selênio (Se), capacidade de retenção de água (CRA) e perdas por cocção (PC) do músculo do peito (Pectoralis major) de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.....	64
Tabela 13. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a perda de peso por gotejamento (Drip Loss) (%) do músculo do peito (Pectoralis major) de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.	68
Tabela 14. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o pH e a cor do músculo do peito (Pectoralis major) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.	70
Tabela 15. Composição das dietas experimentais das codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.	77
Tabela 16. Caracterização dos componentes do óleo ácido de soja (OAS)	78
Tabela 17. Ácidos graxos do óleo de soja refinado.....	78
Tabela 18. Índice de acidez (IA) e coeficientes de extinção específica (K232 e K270) das dietas das codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.	87
Tabela 19. Desempenho produtivo de codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.....	90
Tabela 20. Coeficientes de metabolizabilidade em codornas fêmeas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de	

soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta	92
Tabela 21. Composição das dietas experimentais das codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta	104
Tabela 22. Qualidade de ovos em codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.....	114
Tabela 23. Efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos de codornas (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>) alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.	119
Tabela 24. Resultados dos julgadores para seleção da equipe de avaliação do atributo sabor, aroma e dureza.	121
Tabela 25. Médias \pm desvio padrão dos atributos sensoriais avaliados pelos julgadores.....	122

Sumário

I INTRODUÇÃO GERAL.....	17
II CAPITULO 1	20
DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE MILHO OU ARROZ INTEGRAL SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO ORGÂNICO	21
1 INTRODUÇÃO	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1 Local e período experimental	25
2.2 Animais e instalações	25
2.3 Dietas e delineamento experimental	25
2.4 Variáveis analisadas	29
2.5 Análise estatística	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.1 Desempenho.....	32
3.2 Rendimento de carcaça	42
III CAPITULO 2	52
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE MILHO OU ARROZ INTEGRAL SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO ORGÂNICO	53
1 INTRODUÇÃO	54
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Quantificação do selênio na carne	59
2.2 Análise Instrumental.....	59
2.3 Análise estatística	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1 Quantificação de selênio na carne	63
3.2 Análise instrumental da carne	66
IV CAPITULO 3	71
DESEMPENHO PRODUTIVO E METABOLIZABILIDADE DE CODORNAS ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO ÁCIDO DE SOJA NA DIETA.....	72

1 INTRODUÇÃO	73
2 MATERIAL E MÉTODOS	75
2.1 Local e período experimental	75
2.2 Instalações e equipamentos.....	75
2.3 Animais	76
2.4 Pesagens das aves	76
2.5 Dietas experimentais.....	77
2.6 Preparo das dietas e arraçoamento	78
2.7 Variáveis analisadas - Desempenho.....	79
2.8 Índices de acidez e coeficientes de extinção específica (K232 e K270) nas dietas	81
2.9 Metabolizabilidade	82
2.10 Análise estatística	83
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
3.1 Índice de acidez e coeficientes de extinção específica	85
3.2 Desempenho.....	88
3.3 Coeficientes de metabolizabilidade	91
V CAPITULO 4.....	95
QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO ÁCIDO DE SOJA NA DIETA.....	96

1 INTRODUÇÃO	97
2 MATERIAL E MÉTODOS	101
2.1 Local experimental	101
2.2 Instalações e equipamentos.....	101
2.3 Animais	102
2.4 Pesagens das aves	102
2.5 Dietas experimentais: preparo e arraçoamento	102
2.6 Qualidade de ovos	104
2.7 Análise sensorial dos ovos.....	107
2.8 Tempo de armazenamento dos ovos.....	110
2.9 Análise estatística	110
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
3.1 Efeitos dos óleos ácidos sobre a qualidade dos ovos.....	112
3.2 Efeito da interação dos óleos ácidos com o tempo de prateleira	117
3.3 Efeitos dos óleos ácidos sobre a avaliação sensorial	120
VI CONCLUSÕES GERAIS	125
VII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126

I INTRODUÇÃO GERAL

A população de uma forma geral vem mudando seus hábitos alimentares preocupando cada vez mais com o tipo e qualidade do alimento que consome. Em um âmbito diferente, mas diretamente relacionado estão os produtores e nutricionistas que, dentro da mesma conjuntura, precisam constantemente estar em busca de alimentos alternativos para ofertar aos animais de produção, e que forneçam essa melhor qualidade, se possível ainda, com preços mais acessíveis (PESSÔA et al., 2012). Esses alimentos alternativos devem preferencialmente fornecer equivalente desempenho aos animais mantendo, dentro do possível, as mesmas características de qualidade do produto final.

A incorporação de cereais e óleos na alimentação das aves tem recebido muita atenção por parte de todos os segmentos da estrutura do setor avícola, dentre os cereais, o milho é o principal alimento concentrado utilizado em rações para animais no Brasil, com cerca de 69% da produção destinada para este fim, porém, nos últimos anos, a crescente demanda por este cereal para outros fins, como, por exemplo, a produção de alimentos para humanos ou biodiesel, tem elevado o seu preço (SCHEIBLER et al., 2015).

Em contrapartida, outro cereal, que dependendo do período e conjunturas econômicas pode ter seu valor de mercado reduzido, é o arroz. Apesar de que coprodutos do beneficiamento do arroz, tais como quirera de arroz, farelo de arroz integral e desengordurado sejam comumente utilizados na fabricação de rações (KIEFER; QUADROS, 2006) o mesmo não acontece com o arroz integral descascado. Ressalta-se que em nível nacional o grão integral deste cereal até o ano de 2011 era exclusivamente destinado a alimentação humana.

Tendo em vista que os ingredientes alternativos podem ser limitantes para os nutricionistas no momento de formular as rações, pois a inclusão de determinados ingredientes pode resultar em alterações não desejáveis no produto final (GENEROSO et al., 2008), com a liberação do excedente de produção para a

alimentação animal, os nutricionistas e pesquisadores começaram a buscar resultados de desempenho e qualidade dos produtos na produção animal.

Outros nutrientes que podem ser acrescentados nas rações das aves de produção são os óleos vegetais. Os benefícios provenientes dos óleos nas rações avícolas, seja na produção de frangos de corte ou de aves de postura, quanto ao desempenho das aves, a qualidade da carne e/ou ovos produzidos, vem modificando as regras de utilização desses ingredientes na nutrição dessas aves.

A utilização de óleos e gorduras na alimentação das aves é uma ferramenta muito utilizada pelos nutricionistas para facilitar a digestão e absorção de constituintes não lipídicos dos ingredientes da dieta. Além disso, os óleos vegetais são fontes importantes de ácidos graxos insaturados e são fornecidos as aves através da dieta com o intuito de melhorar a nutrição e a produção destes animais (LARA et al., 2005).

O óleo de soja é comumente utilizado como suplemento lipídico nas dietas comerciais, devido principalmente a questões econômicas e nutricionais. Entretanto, devido a questões ambientais e econômicas, o óleo ácido de soja têm despertado interesse no meio científico. Os óleos ácidos são coprodutos derivados da refinação de óleos e que podem apresentar de 75% a 95% de ácidos graxos presentes nos óleos de que se originam (FREITAS et al., 2005), podendo ser considerados como importantes fontes energéticas alternativas na produção de rações. No entanto, essa fonte alternativa, por apresentar altas concentrações de ácidos graxos livres, que são ácidos graxos que não se encontram ligados ao glicerol, pode resultar em perdas nutricionais, devido a sua menor digestibilidade.

A menor digestibilidade dos óleos ácidos em relação ao óleo original, aliada ao seu elevado grau de acidez (RABER et al., 2009), poderia resultar em perdas produtivas, e no caso das codornas, também perdas de qualidade dos ovos produzidos.

Com relação a produção de frangos de corte, a qualidade do produto final pode ser comprometida devido as transformações bioquímicas que ocorrem após o abate da ave através dos processos de oxidação, que por vezes surgem devido à composição química da mesma, que é rica em proteínas e ácidos graxos poli insaturados (FREITAS et al., 2005).

Esses processos de oxidação podem ser contornados através da utilização de antioxidantes nas rações, sejam eles naturais ou sintéticos. Exemplos de antioxidantes naturais são o selênio orgânico e a vitamina E, que podem ser transferidos a fração adiposa da carne promovendo uma melhora na estabilidade oxidativa da mesma. Além disso, aliado ao efeito antioxidante, também está o fato de poder enriquecer o produto com essa vitamina e com esse mineral, promovendo um alimento enriquecido nutricionalmente (BARROETA et al., 2002).

Com relação ao uso de arroz integral na alimentação de não-ruminantes, praticamente não existem informações científicas sobre o uso desse cereal na alimentação das aves de produção. Em se tratando da utilização de selênio orgânico e vitamina E, os resultados disponibilizados na literatura são contraditórios com respeito aos benefícios trazidos aos animais e aos seus produtos. De forma semelhante, a inclusão de óleos ácidos nas rações para as aves são também inconclusivas, evidenciando certa carência em informações importantes quanto ao uso desses ingredientes, principalmente em codornas de postura.

Neste contexto, com a presente tese objetivou-se nos dois primeiros capítulos avaliar a utilização do arroz integral, do selênio orgânico e da vitamina E na dieta de frangos de corte, e nos dois subseqüentes avaliar a utilização de níveis crescentes de óleo ácido de soja na alimentação de codornas de duplo propósito visando em ambos casos resultados competitivos de desempenho e de qualidade final dos produtos.

II CAPITULO 1

**Desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte alimentados
com dietas a base de milho ou arroz integral suplementadas com
vitamina E e/ou selênio orgânico**

1 Introdução

As dietas avícolas são compostas pela mistura de vários ingredientes, como cereais em grão, farelo de soja, gorduras, vitaminas, minerais e pré-misturas (NRC 1994). Dentre os cereais o milho é o principal alimento concentrado utilizado em rações para animais no Brasil, estando cerca de 69% da produção destinada para este fim, sendo, portanto, o ingrediente mais importante na formulação das dietas, uma vez que é o fornecedor principal de energia (60-65%) na formulação (FIALHO et al., 2002; MAIER et al., 2010).

Porém, atualmente há uma grande demanda por este cereal para outros fins, como por exemplo a produção de alimentos para humanos ou biodiesel. Esta situação tem elevado o preço do milho levando nutricionistas a buscar alimentos alternativos de mais baixo custo na nutrição animal. Por outro lado, encontra-se o arroz que é um cereal utilizado tipicamente para consumo humano. Apesar de que co-produtos do beneficiamento do arroz, tais como quireira de arroz, farelo de arroz integral e desengordurado sejam comumente utilizados nas rações (KIEFER; QUADROS, 2006), o mesmo não acontece com o arroz integral descascado, pois praticamente não há informações científicas sobre o seu uso na alimentação de animais.

Historicamente o arroz é um alimento comum à mesa dos brasileiros, sendo o Brasil o maior produtor e maior consumidor, não asiático, deste cereal, produzindo em torno de 12 milhões de toneladas, valor este próximo ao consumo nacional (SCHEIBLER et al., 2015).

Em certas conjunturas de mercado o preço do arroz tem sofrido quedas importantes em regiões produtoras como é o caso do Estado do Rio Grande do Sul. O aumento de produção e produtividade desta cultura, que se apresenta de modo quase linear nos últimos 30 anos, produz a tendência de mercado em cada vez mais tornar-se seletivo aos produtos de melhor qualidade. Somando-se a este fato, está o arroz importado, principalmente de países do Mercosul, que apresentam, em certos momentos de mercado, cotações inferiores ao custo de produção nacional, competindo assim diretamente com o grão nacional (MIRANDA et al., 2009).

Aliado a isto, também cabe ressaltar que o modo de vida contemporâneo tem levado os consumidores, cada vez mais preocupados com a qualidade do que consomem, a novos hábitos alimentares que muitas vezes acabam reduzindo a participação de arroz no cardápio cotidiano (SCHEIBLER et al., 2015).

No entanto, somente em setembro de 2011, a partir de um portaria interministerial, o governo brasileiro autorizou a utilização do excedente de produção de arroz para a alimentação animal, sendo esta a razão pela qual existam poucos estudos com esse ingrediente na alimentação de frangos de corte.

De acordo com Brenes (1992), a utilização de vários cereais, incluindo o arroz, em substituição ao milho, apresentam restrições devido à presença de polissacáridos não amiláceos que aumentam a viscosidade da digestão e podem reduzir a digestibilidade de alimentos.

Além disso, dependendo da cultivar e o grau de processamento, a relação entre amilose e amilopectina difere de outros cereais amiláceos, o que poderia resultar em modificações no processo digestivo dos animais, tornando-se importante considerar e conhecer alguns fatores como a composição nutricional, a presença de princípios tóxicos e de fatores antinutricionais antes da sua aplicação como ingrediente na alimentação dos animais (SCHEIBLER et al., 2015).

Portanto, o uso desse alimento deve ser considerado e comparado, não apenas no que se refere a custo por tonelada de ração, mas também no desempenho produtivo e mudanças digestivas que possam ocorrer com o uso do grão. Embora não se saiba a sua energia metabolizável, é possível estimar seus valores a partir dos farelos de arroz e quirera (KRABBE et al., 2012). De acordo com a tabela FEDNA (2010), o arroz integral ou arroz moreno, é o produto originado após a retirada da casca externa do grão, uma vez que a casca tem baixo valor nutricional, cujo resultado é um produto pouco estável devido à falta de proteção e a alta insaturação da gordura.

Neste sentido, juntamente com os cuidados já citados, torna-se importante ainda a associação com algum tipo de aditivo com propriedades antioxidantes. Dentro deste contexto, a utilização de vitaminas e minerais nos alimentos para animais deixou de ser utilizada unicamente com a finalidade de evitar deficiências e passou a ter

importância no enriquecimento de alimentos de origem animal destinados ao consumo humano.

A vitamina E, por exemplo, é capaz de neutralizar radicais livres a partir de membranas que protegem os fosfolípidios de reações de oxidação de lipídios (BARROETA et al., 2002). Sendo o α -tocoferol (VE) a forma da vitamina E de maior atividade biológica frequentemente encontrada nos compostos de alimentação para a formulação das dietas, estando seu efeito aumentado quando em associação com selênio orgânico (SEO) através da enzima glutathione peroxidase (ZIAEI et al., 2013).

Sabendo-se que a formulação de dietas à base de arroz pode ter maior quantidade de gordura bruta acrescentada, a fim de alcançar os níveis de energia necessários para as aves, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com VE e/ou SEO, em dietas à base de milho ou grão de arroz integral sem casca sobre o desempenho e características de carcaça e órgãos de frangos de corte.

2 Material e Métodos

2.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido no laboratório de ensino e experimentação Prof. Dr. Renato Rodrigues Peixoto pertencente ao departamento de Zootecnia / FAEM da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), RS, Brasil. Este trabalho foi realizado de acordo com as normas éticas, sendo aprovado (processo nº 23110.008586/2012-51) pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA)/UFPel.

2.2 Animais e instalações

Foram utilizados 200 frangos de corte mistos com machos e fêmeas da linhagem Cobb previamente vacinados contra as doenças de Marek e de Gumboro.

As aves foram inicialmente alojadas em baterias de metal com sistema de aquecimento elétrico, comedouros e bebedouros digital até os 21 dias de idade recebendo uma única dieta experimental (Tabela 1). Aos 22 dias, 3 machos e 2 fêmeas foram transferidos para boxes de 1m² com maravalha de pinus em uma densidade de 2500 cm²/ave quando então começaram a receber as dietas experimentais até os 42 dias de idade (Tabela 2).

2.3 Dietas e delineamento experimental

No período de 21 a 42 dias de idade, as aves receberam oito dietas experimentais num delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2x2 e 5 repetições de 5 aves em cada unidade experimental (3 machos e 2 fêmeas). A dieta basal continha 0,39mg/kg de Se e 15,6mg/kg de VE sendo consideradas adequadas e atendendo as exigências mínimas para frangos de corte de acordo com o National Research Council - NRC 1994.

As dietas foram formuladas com dois níveis de suplementação de SeO (0 e 0,3ppm a partir de selenolevedura, Sel-Plex, Alltech® Inc.); e dois níveis de suplementação de VE (0 e 200mg/kg de acetato de α tocoferol) em dietas a base de milho ou arroz integral consistindo em oito tratamentos:

- T1) milho + 0 SEO + 0 VE (controle);
- T2) milho + 200mg/kg VE + 0 SEO;
- T3) milho + 0,3ppm SEO + 0 VE;
- T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SEO;
- T5) arroz + 0 SEO + 0 VE;
- T6) arroz + 200mg/kg VE + 0 SEO;
- T7) arroz + 0,3ppm SEO + 0 VE;
- T8) arroz + 200mg/kg VE + 0,3ppm SEO.

O arroz integral sem casca foi fornecido pela EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas, RS. Foi utilizada a variedade de arroz BRS Querência com grão do tipo longo-fino desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da EMBRAPA-CPACT, o qual foi secado e descascado em uma planta industrial (SCHEIBLER et al., 2015).

Por se tratar de um lote misto as aves foram distribuídas nas unidades experimentais de forma equilibrada em relação ao número de machos e fêmeas, assim cada box recebeu três machos e duas fêmeas formando a unidade experimental. Os controles de temperatura, ventilação e de mortalidade foram realizados diariamente durante o período experimental.

Tabela 1. Composição da dieta inicial dos frangos até os 21 dias de idade

<i>Ingredientes (%)</i>	<i>Inicial (1 a 21 dias)</i>
Milho	617,99
Farelo de soja (44)	317,29
Óleo de soja	27,53
Fosfato bicálcico	15,71
Calcário	11,64
Sal	3,82
Premix*	6,00
<i>Composição calculada (%)</i>	
EM (kcal/kg)	3050
PB	19,0
Calcio	0,90
Fósforo disponível	0,40
Metionina + cistina total	0,78
Metionina total	0,46
Lisina total	1,05
Colina total	1584
Fibra bruta	3,52
Sódio total	0,18

*(quantidade por kg de produto): Vit. A 1440000UI, Vit. E 2600mg, Vit. D3 320000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 360mg, Vit.B2 1000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina 7000mg, Ác.fólico 150mg, Ác. pantotênico 2400mg, Metionina 240g, Colina 60g, Manganês 20000mg, Zinco 12000mg, Ferro 10000mg, Cobre 1995mg, Iodo 120mg, Selênio 65mg

Tabela 2. Composição das dietas experimentais de 22 a 42 dias de idade (kg/ton)

<i>Ingredientes</i>	22 a 42 dias de idade							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	643,68	643,68	643,68	643,68	-	-	-	-
Arroz	-	-	-	-	611,52	611,52	611,52	611,52
Farelo de soja (44%)	280,8	280,8	280,8	280,8	289,43	289,43	289,43	289,43
Óleo de soja	38,31	38,31	38,31	38,31	62,37	62,37	62,37	62,37
Fosfato bicálcico	15,00	15,00	15,00	15,00	16,52	16,52	16,52	16,52
Calcário	12,37	12,37	12,37	12,37	11,11	11,11	11,11	11,11
Sal	3,84	3,84	3,84	3,84	3,05	3,05	3,05	3,05
Premix*	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
SEO "on top" (ppm)	-	-	0,30	0,30	-	-	0,30	0,30
VE "on top" (mg/kg)	-	200	-	200	-	200	-	200
<i>Composição calculada</i>								
EM/Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta %	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
Calcio %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Metionina+cistina total	0,75	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73	0,73	0,73
Metionina total	0,44	0,44	0,44	0,44	0,46	0,46	0,46	0,46
Lisina total	0,95	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
Colina total	1495	1495	1495	1495	1732	1732	1732	1732
Fibra bruta	3,32	3,32	3,32	3,32	9,97	9,97	9,97	9,97
Sódio total	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

*(quantidade por kg de produto): Vit. A 1440000UI, Vit. E 2600mg, Vit. D3 320000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 360mg, Vit. B2 1000UI, Vit. B6 600mg, Vit. B12 2400mcg, Niacina 7000mg, Ác. fólico 150mg, Ác. pantotênico 2400mg, Metionina 240g, Colina 60g, Manganês 20000mg, Zinco 12000mg, Ferro 10000mg, Cobre 1995mg, Iodo 120mg, Selênio 65mg.

2.4 Variáveis analisadas

2.4.1 Desempenho zootécnico

Foram avaliadas semanalmente as seguintes variáveis de desempenho: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, índice de conversão alimentar.

Para o consumo de ração, foi registrada a quantidade fornecida semanalmente sendo descontadas as sobras presentes nos comedouros ao final de cada semana. Para a determinação do peso vivo, as aves foram pesadas individualmente e então o peso médio foi calculado em cada boxe (unidade experimental).

O cálculo de ganho de peso foi realizado com base na diferença do peso médio das aves do boxe em relação ao peso médio da semana anterior.

A conversão alimentar foi calculada pela fórmula, $CA = CR/GP$, em que CA= conversão alimentar; CR= consumo de ração; GP= ganho de peso.

2.4.2 Avaliação das características de carcaça e dos órgãos

Para avaliação da carcaça e rendimento de cortes foram selecionados apenas os frangos machos com o peso entre 5% acima ou abaixo do peso médio do boxe totalizando oito repetições por tratamento. Os frangos foram pesados individualmente antes dos procedimentos de abate (atordoamento, sangria, depenagem e evisceração).

As aves foram evisceradas e as vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) foram pesadas para o cálculo do peso relativo do órgão, sendo o peso relativo = [(peso do órgão/peso vivo da ave)*100].

A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente na região abdominal e sua porcentagem foi calculada utilizando a mesma fórmula que as vísceras comestíveis. As carcaças foram pesadas para separação dos cortes do peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso permanecendo todas as partes com pele e ossos.

O rendimento de carcaça depenada, eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço e dos cortes foi calculado em relação ao peso vivo ao abate. O rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate através da seguinte fórmula:

$$\text{Peso relativo do corte} = [(\text{peso do corte}/\text{peso vivo da ave}) * 100]$$

Após a pesagem dos cortes, foram selecionadas as coxas direitas para serem analisadas no Laboratório de Carnes e Análise Sensorial do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL para dissecação determinando os seguintes componentes: pele, músculo, gordura, osso e outros (fáceas, tendões, gordura intermuscular) (Figura 1) sendo pesados em balança analítica de precisão 0,01g.



Figura 1. Dissecação da coxa em componentes teciduais

2.5 Análise estatística

O modelo utilizado para análise estatística dos resultados foi:

$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \beta_j + C_k + A\beta_{ij} + AC_{ik} + \beta C_{jk} + E_{ijkl}$, nos quais:

Y_{ijkl} = variável resposta na repetição l , k de Nível C , j de β e nível i de A ,

μ = média geral,

A_i = efeito do cereal ($i = 1,2$),

β_j = efeito do fator nível de vitamina E ($j = 1,2$),

C_k = efeito do fator Se ($k = 1,2$),

(A β C) ijk = efeito da interação A β C a nível i, j, k ,
Eijkl = erro aleatório.

Os dados foram analisados por ANOVA com vitamina E, selênio orgânico e arroz como os fatores fixos utilizando o pacote estatístico R. Para comparação dos tratamentos foi utilizado o procedimento “LSM- least squares means” sendo as médias comparadas através do teste Tukey. As comparações múltiplas de médias dos tratamentos foram realizadas através de contrastes ortogonais. Um valor de probabilidade de $P < 0,05$ foi descrito como sendo estatisticamente significativo.

3 Resultados e discussão

3.1 Desempenho

Conforme pode ser observado na Tabela 3, aos 21 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos para o peso corporal das aves. Este resultado era esperado e desejado pois foi quando as dietas experimentais começaram a ser fornecidas.

Na mesma Tabela 3, a análise de variância indica que não houve efeito dos tratamentos nem interação significativa entre os fatores sobre o peso corporal das aves aos 21, 28, 35 e 42 dias. No entanto, a análise de contrastes ortogonais indicou que aves alimentadas com arroz e suplementadas com SeO e VE (contraste 4) foram mais pesadas que as aves não suplementadas (2692,5 vs. 2573,2g, respectivamente).

A ANOVA também mostrou interação significativa da suplementação de SeO e VE com a dieta a base de arroz em várias respostas dos frangos de corte, como por exemplo ganho de peso, consumo de ração, peso do dorso, coxa, moela e gordura abdominal.

Conforme observado na Tabela 4 a interação tripla ($P=0,03$) no período 21 a 42 dias entre SeO e VE com arroz para ganho de peso indica que a ação do Se foi mais significativa na dieta de arroz principalmente quando não havia suplementação de VE (89,0 vs 82,1g/dia).

De acordo com FEDNA (2010) o arroz integral é um produto pouco estável devido à falta de proteção em virtude da retirada da casca externa e da alta insaturação dos lipídios. Portanto, é possível que a dieta se torne mais suscetível a deterioração através da peroxidação de lipídios e da formação de radicais livres que serão prejudiciais ao desempenho das aves.

Estas interações observadas no presente experimento podem ser explicadas provavelmente pelos mecanismos de defesa antioxidantes existentes nas aves. Segundo Surai (2002), na fisiologia aviária existe um sistema antioxidante responsável pela prevenção de danos causados por radicais livres e produtos tóxicos do seu

metabolismo. Este sistema antioxidante é dado pela interação entre antioxidantes naturais tais como Se, VE e carotenoides. Surai (2002) afirma ainda que existem três níveis de defesa antioxidantes. No primeiro nível ocorre a prevenção da formação de radicais livres pela ação de enzimas antioxidantes tais como a glutathione peroxidase do qual o Se é parte integrante. Um segundo nível de defesa previne e restringe a peroxidação das gorduras através do sequestro dos radicais livres que promovem uma cadeia de reações de peroxidação das gorduras. A VE é o principal e mais efetivo sequestrante destes radicais livres. Existe também um terceiro nível de proteção que inclui o reparo das moléculas danificadas através de enzimas lipolíticas e proteolíticas. Portanto, as interações entre ingredientes da dieta, Se e VE sobre as respostas de desempenho dos frangos parecem estar correlacionadas com as características do arroz integral.

Os contrastes múltiplos de médias mostram que a suplementação com SeO ou VE só teve efeito significativo quando as aves foram alimentadas com arroz (C4 vs C5). Parte desta resposta pode ser explicada pelo maior consumo de ração (Tabela 5) observado nas aves alimentadas com dietas a base de arroz e suplementadas com VE e/ou SeO (155,3 vs 160,9g/dia). As aves suplementadas com SeO e VE consumiram diariamente em média 5,6g de ração a mais que as aves alimentadas com arroz e não suplementadas durante o período de 21 a 42 dias de idade dos frangos.

Os dados apresentados na Tabela 4 mostram que a suplementação de SeO e VE não influenciou o ganho de peso em frangos alimentados com dietas a base de milho. Estes resultados concordam com Kim et al. (2011) em que a suplementação com α -tocopherol ou Se ou ambos não influenciou significativamente o ganho de peso em frangos.

Habibian et al. (2013) verificaram que a inclusão de VE (0, 125, e 250mg/kg), e de Se (0, 0,5, e 1mg/kg) não afetaram o peso corporal e consumo de ração em frangos de corte criados em condições termoneutras ou com estresse por calor, porém observaram melhor conversão alimentar com 125mg/kg de VE.

No entanto, nem todos os trabalhos confirmam esta possibilidade. Souza et al. (2006), não verificaram alteração no consumo em frangos criados até 49 dias com a suplementação de até 200ppm de VE na dieta.

Tabela 3. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso corporal (PC) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou de arroz integral (médias \pm desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	PC (g) 21 dias		PC (g) 28 dias		PC (g) 35 dias		PC (g) 42 dias	
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
		Selênio Orgânico (ppm)							
Milho	0	861,5 \pm 65,8	879,1 \pm 26,4	1526,5 \pm 88,4	1515,2 \pm 60,3	2140,5 \pm 102,6	2127,6 \pm 76,6	2655,0 \pm 138,1	2633,2 \pm 88,7
	200	859,3 \pm 11,0	857,9 \pm 55,2	1482,3 \pm 59,8	1481,2 \pm 66,0	2084,4 \pm 63,80	2100,4 \pm 62,8	2586,0 \pm 83,00	2608,8 \pm 68,1
Arroz	0	848,1 \pm 24,4	860,0 \pm 29,7	1467,0 \pm 93,2	1535,7 \pm 45,1	2054,1 \pm 149,4	2191,2 \pm 48,8	2573,2 \pm 130,5	2729,5 \pm 82,5
	200	866,2 \pm 44,3	857,1 \pm 8,56	1519,4 \pm 57,6	1497,7 \pm 39,2	2163,4 \pm 73,70	2120,2 \pm 34,9	2699,0 \pm 100,0	2649,2 \pm 47,3
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>							
SeO		0,70		0,73		0,41		0,43	
VE		0,88		0,50		0,77		0,79	
Cereal		0,62		0,90		0,53		0,21	
VE*SeO		0,44		0,40		0,22		0,26	
Cereal*SeO		0,79		0,50		0,42		0,41	
Cereal*VE		0,45		0,27		0,23		0,23	
Cereal*VE*SeO		0,97		0,26		0,07		0,06	
<i>Contrastes</i>									
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,61		0,87		0,50		0,20	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,71		0,44		0,37		0,40	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,52		0,27		0,24		0,27	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,53		0,17		0,028		0,028	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,85		0,34		0,42		0,38	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Tabela 4. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre ganho de peso (GP) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	GP (g) 21-28 dias		GP (g) 28-35 dias		GP (g) 35-42 dias		GP (g) 21-42 dias	
		Selênio Orgânico (ppm)							
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
Milho	0	95,0 \pm 9,4	88,1 \pm 5,6	87,7 \pm 4,5	87,4 \pm 4,2	73,5 \pm 10,7	72,2 \pm 3,4	85,4 \pm 7,5	82,6 \pm 2,6
	200	88,7 \pm 7,6	89,0 \pm 5,1	86,0 \pm 4,8	88,4 \pm 5,4	71,6 \pm 7,2	72,6 \pm 5,2	82,1 \pm 3,8	83,3 \pm 3,6
Arroz	0	88,4 \pm 10,2	96,5 \pm 3,9	83,8 \pm 8,0	93,6 \pm 8,7	74,1 \pm 7,5	76,8 \pm 6,9	82,1 \pm 5,2	89,0 \pm 5,1
	200	93,3 \pm 5,1	91,5 \pm 4,9	92,0 \pm 4,0	88,9 \pm 2,5	76,5 \pm 6,1	75,5 \pm 4,3	87,2 \pm 3,4	85,3 \pm 2,0
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>							
SeO		0,90		0,24		0,87		0,61	
VE		0,60		0,60		0,98		0,95	
Cereal		0,37		0,25		0,15		0,10	
VE*SeO		0,85		0,21		0,90		0,50	
Cereal*SeO		0,17		0,54		0,81		0,28	
Cereal*VE		0,50		0,49		0,75		0,43	
Cereal*VE*SeO		0,07		0,04		0,51		0,03	
<i>Contrastes</i>									
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,34		0,24		0,15		0,09	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,69		0,55		0,88		0,59	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,54		0,49		0,89		0,50	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,16		0,01		0,55		0,04	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,09		0,89		0,71		0,26	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Tabela 5. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre consumo médio diário (CMD) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	CMD (g) 21-28 dias		CMD (g) 28-35 dias		CMD (g) 35-42 dias		CMD (g) 21-42 dias		
	VE (mg/kg)	Selênio Orgânico (ppm)							
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
Milho	0	145,2±5,7	139,2±6,6	159,0±6,4	153,7±8,9	181,7±12,4	182,9±8,7	162,0±4,7	158,6±2,18
	200	143,0±9,3	140,3±4,9	157,2±5,9	157,9±5,7	183,1±14,2	182,0±5,8	161,1±4,4	160,1±1,49
Arroz	0	138,1±3,1	140,5±3,4	145,4±10,2	156,3±10,7	182,5±12,5	192,4±4,5	155,3±3,0	163,0±3,49
	200	136,7±4,8	135,6±0,9	153,9±6,6	149,1±2,4	183,7±4,10	199,8±8,4	158,1±2,3	161,5±2,34
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>							
SeO		0,27		0,92		0,06		0,17	
VE		0,34		0,58		0,52		0,59	
Cereal		0,02		0,02		0,04		0,26	
VE*SeO		0,99		0,40		0,78		0,70	
Cereal*SeO		0,18		0,28		0,051		0,001	
Cereal*VE		0,51		0,99		0,55		0,81	
Cereal*VE*SeO		0,34		0,03		0,51		0,11	
<i>Contrastes</i>									
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,03		0,025		0,03		0,37	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,99		0,87		0,36		0,41	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,46		0,69		0,48		0,97	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,86		0,07		0,08		0,002	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,14		0,50		0,85		0,23	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

As respostas obtidas para conversão alimentar são apresentadas na Tabela 6. As aves recebendo dietas a base de arroz de 21 a 42 dias foram 3,5% mais eficientes na conversão alimentar que as aves recebendo dietas a base de milho (1,92 vs 1,85 para aves alimentadas com milho e arroz, respectivamente).

De acordo com Ebling et al. (2015), o arroz pode substituir o milho em dietas para aves principalmente por ser nutricionalmente caracterizado pelo seu elevado conteúdo de amido de alta qualidade que melhora a eficiência de utilização da energia. Estes autores observaram que o arroz polido – em que é retirado o embrião e o pericarpo, juntamente com o arroz parboilizado – que é obtido da gelatinização do grão em água quente a 68°C – produziram melhores resultados que o milho em relação a digestibilidade do amido no íleo e jejuno e também melhor desempenho dos frangos de corte.

Apesar do arroz integral ter uma composição diferente ao arroz parboilizado, já que possui embrião e pericarpo, possivelmente a razão que explica a melhor conversão alimentar e ganho de peso dos frangos de corte alimentados com arroz em comparação com milho seja a mesma de encontrada por Ebling et al. (2015). Por outro lado Weurding et al. (2001) não observaram diferenças significativas na digestibilidade do amido entre milho e arroz integral não polido que foi de 97% em ambos ingredientes. Porém, estes autores mostram que o arroz integral apresenta maior quantidade de amido que o milho (701g/kg de arroz vs. 610g/kg de milho), podendo ser esta uma das causas da melhor conversão alimentar encontrada no presente experimento.

Outro aspecto que pode explicar a melhor conversão alimentar obtida com a dieta a base de arroz pode ter sido a inclusão de óleo de soja realizada para tornar as dietas experimentais isoenergéticas (Tabela 2). No presente experimento as dietas a base de arroz possuíam quase o dobro de óleo de soja na sua formulação (6,2 vs. 3,8%, respectivamente). Os óleos aumentam a absorção de vitaminas lipossolúveis e a eficiência do consumo de energia e reduzem a taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal, que resulta em melhor absorção de todos os nutrientes (GOPINGER et al., 2014; BAIÃO e LARA, 2005). Resultados de Bartov (1983) indicam que o aumento dos níveis de óleo de soja de 0,5 a 3,0% em dietas contendo 10; 59 e 100mg

de acetato de α - tocoferil/kg para perus aumentou significativamente os níveis de α - tocoferol no plasma.

No entanto, para que haja efeito positivo sobre a absorção de VE é necessário levar em consideração a quantidade e o tipo de óleo utilizado na formulação. Em ratos a utilização de óleo de peixe (3,9%) na dieta resultou em redução da concentração de α -tocoferol no sangue (CHAUTAN et al., 1990) e no fígado (FARWER et al., 1994). Por outro lado, lipídios com ácidos graxos de cadeia média e com altas doses de PUFA podem promover a oxidação de tocoferol no intestino de frangos (BJORNEBOE et al., 1990) reduzindo a sua eficiência de absorção.

Outra possibilidade para a melhor conversão alimentar nas aves alimentadas com arroz pode ser devido ao tamanho das partículas que eram muito menores em comparação com as do milho (dados não mostrados), o que proporciona maior superfície para o ataque das enzimas digestivas. De acordo com Weurding et al. (2001) diferentes tamanhos de partículas podem também alterar a forma destas e conseqüentemente a taxa de passagem e a digestão do amido nas aves. O efeito do tamanho da partícula sobre a digestibilidade do amido foi comprovado por Péron et al. (2005) que mostraram que a moagem muito fina era capaz de corrigir a baixa digestibilidade do amido do trigo duro com tamanho de partícula normal. Da mesma forma, Svihus (2014) indica que o pequeno tamanho do grânulo do amido do arroz pode ser um dos fatores que explica a sua alta digestibilidade.

O arroz possui menor teor de amilose que o milho (5 a 12 vs 10 a 20%) o que pode resultar em menor formação de complexos lipídio-amilose (0,1 vs 0,9 a 1,3%) (VANDEPUTTE e DELCOUR, 2004). Dessa forma dietas com arroz podem ser uma boa alternativa, pois o seu amido poderá estar mais disponível para a ação das enzimas digestivas. Ademais, o arroz apresenta menor teor de polissacarídeos não amiláceos totais em comparação com o milho, 0,8 vs 8,1%; respectivamente (CHOCT, 1997).

Estudos em humanos indicam que o amido no arroz branco é altamente digestível resultando em rápido aumento da resposta glicêmica pós-prandial (MILLER et al., 1992; THOMPSON et al., 2012).

Além disso, em comparação com o milho o arroz apresenta a vantagem de ser menos suscetível a proliferação de fungos, pois a casca serve como proteção ao grão (PEREIRA, 1998) e também em função das características de colheita e processamento (BUTOLO, 2002). Ao contrário, o milho é uma das culturas mais predispostas aos fungos e por esta razão, mais suscetível a contaminação por micotoxinas (BRABET et al., 2005).

Em termos práticos não há uma tabela com recomendação do nível máximo de arroz integral a ser incluída na dieta de frangos de corte. Neste experimento foi incluído 61,15% de arroz integral na formulação. Este valor é muito superior ao valor máximo de 45% recomendado por FEDNA (2010) como, por exemplo, para a inclusão de arroz polido na dieta de frangos em crescimento de 18 a 45 dias de idade. Apesar disso, o desempenho dos frangos não foi afetado negativamente no período de 21 a 42 dias de idade e até mesmo pode ter sido melhorado em comparação com a mesma quantidade de milho na dieta.

Da mesma forma, o NRC 1994 somente informa a composição nutricional do farelo de arroz ou do arroz polido e da quirera de arroz. Portanto, fica evidente a carência de informação existente sobre o arroz integral na nutrição de frangos de corte.

A ANOVA dos efeitos principais indicou que o SeO e a VE não melhoraram a conversão alimentar das aves (Tabela 6). Segundo Surai (2002), a VE pode ser reciclada no organismo a partir do ascorbato. É possível que a regeneração ou reaproveitamento da VE no organismo a partir do ascorbato nas aves que não receberam suplementação tenha reduzido as diferenças em relação as aves suplementadas.

Tabela 6. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a média do índice de conversão alimentar de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	IC 21-28dias		IC 28-35 dias		IC 35-42 dias		IC 21-42 dias	
		Selênio Orgânico (ppm)							
		0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3
Milho	0	1,53±0,11	1,58±0,11	1,81±0,05	1,75±0,06	2,50±0,31	2,53±0,20	1,90±0,13	1,92±0,04
	200	1,61±0,05	1,57±0,06	1,83±0,06	1,78±0,08	2,58±0,38	2,51±0,16	1,96±0,11	1,92±0,06
Arroz	0	1,58±0,24	1,45±0,02	1,73±0,05	1,67±0,04	2,47±0,17	2,51±0,23	1,89±0,12	1,83±0,07
	200	1,46±0,06	1,48±0,08	1,67±0,02	1,67±0,04	2,41±0,22	2,64±0,05	1,81±0,05	1,89±0,04
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>							
SeO		0,53		0,04		0,48		0,91	
VE		0,86		0,85		0,74		0,83	
Cereal		0,049		<0,0001		0,72		0,02	
VE*SeO		0,74		0,28		0,83		0,54	
Cereal*SeO		0,42		0,63		0,33		0,71	
Cereal*VE		0,26		0,16		0,99		0,41	
Cereal*VE*SeO		0,14		0,47		0,37		0,10	
<i>Contrastes</i>									
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,045		<0,0001		0,77		0,03	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,71		0,19		0,80		0,78	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,85		0,52		0,66		0,49	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,07		0,049		0,67		0,30	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,37		0,48		0,76		0,51	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

3.2 Rendimento de carcaça

A análise fatorial mostrou apenas um efeito principal significativo sobre as variáveis de cortes específicos (Tabelas 7 e 8).

O peso do dorso foi maior nas aves alimentadas com arroz (Tabela 8). Porém, os resultados demonstram através da análise de interação que o efeito do arroz depende da suplementação de VE na dieta. Neste caso foi observado que a suplementação de VE aumenta o peso médio do dorso em aves alimentadas com arroz, mas não em aves alimentadas com milho (502,9 vs. 446,6g). Este efeito também foi observado na análise de contrastes ortogonais em que a suplementação com SeO ou VE proporcionou dorsos menos pesados em aves alimentadas com dietas a base de milho. Esta interação é difícil de explicar, porém o corte do dorso apresenta grande quantidade de ossos, pele e gordura subcutânea da região abdominal e cloaca. Possivelmente a VE tenha facilitado o processo de deposição e preservação destes tecidos em aves alimentadas com arroz.

A análise de contrastes múltiplos de médias também corrobora os resultados da análise fatorial apresentando um efeito altamente significativo da substituição do milho por arroz na dieta (contraste 1) sobre o peso do dorso. As aves alimentadas com arroz produziram em média dorsos mais pesados que as aves alimentadas com milho (C1- 496,7 vs. 465,1g).

Em termos de crescimento relativo das partes em relação ao peso corporal, tanto a análise fatorial como a de contrastes ortogonais identificaram um efeito altamente significativo do arroz sobre a percentagem de dorso na carcaça dos frangos (Tabela 9). Neste caso as aves alimentadas com arroz tiveram em média maior percentagem de dorso em comparação com as aves alimentadas com milho (19,0 vs. 18,2%).

Com exceção de uma interação tripla encontrada para peso de coxa (Tabela 7), todos os outros tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos. Na interação tripla observa-se que a suplementação de VE e SeO em dietas com milho reduziu o peso da coxa, enquanto que em dietas a base de arroz a suplementação aumentou o peso deste corte. Esta interação também é difícil de

explicar, mas é possível que esteja afetada pelo peso corporal das aves amostradas no abate, pois no rendimento percentual dos cortes nenhum efeito significativo dos fatores principais ou da interação foram observados (Tabela 9).

Estes resultados concordam com SOUZA et al. (2006), que não observaram diferença entre os níveis de suplementação de VE sobre o rendimento de carcaça, peito e pernas aos 42 dias de idade. Da mesma forma (EBLING et al., 2015) concluíram que a falta de diferença significativa da VE sobre cortes específicos pode ser devido a que esta não atua diretamente no crescimento e deposição proteica.

Porém é sabido que a comparação de resultados de rendimento de cortes é dificultada pela grande variação existente nos padrões de corte realizados nos diferentes estudos.

A análise fatorial indicou que nem os efeitos principais do arroz, da VE e do SeO, nem a interação entre estes fatores foram significativas sobre a composição tecidual da coxa, tanto em termos absolutos como relativos (Tabela 10). Da mesma forma a análise de contrastes ortogonais também não detectou nenhuma diferença significativa entre as médias dos tratamentos para esta variável. Portanto, parece que os componentes teciduais da coxa não foram sensíveis aos tratamentos. Porém, possivelmente outros cortes poderiam acusar diferenças significativas, principalmente no dorso em que o aporte de gordura é maior.

Tabela 7. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso (g) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	Peso carcaça		Coxa		Sobrecoxa		Peito	
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
Selênio Orgânico (ppm)									
Milho	0	2636,5±204,5	2554,7±103,6	141,0±11,2	134,5±9,4	161,0±18,4	159,7±16,7	795,7±95,9	791,3±54,6
	200	2456,2±314,8	2543,5±210,4	125,2±16,6	131,2±13,8	147,5±23,2	160,7±11,9	754,2±142,4	802,7±96,0
Arroz	0	2516,5±169,0	2625,5±140,8	129,5±11,8	139,2±7,7	156,0±16,8	155,7±14,3	791,2±77,6	815,2±81,5
	200	2602,7±128,7	2658,0±103,5	136,7±8,6	135,2±6,6	152,5±11,7	157,5±13,5	825,7±70,3	850,2±71,9
Efeito									
SeO			0,30		0,49		0,30		0,30
VE			0,99		0,16		0,38		0,66
Cereal			0,92		0,43		0,65		0,12
VE*SeO			0,39		0,91		0,22		0,55
Cereal*SeO			0,85		0,43		0,65		0,96
Cereal*VE			0,10		0,05		0,51		0,27
Cereal*VE*SeO			0,14		0,03		0,57		0,56
Contrastes									
C1) T1 T2T3T4 vs T5T6T7T8			0,26		0,43		0,65		0,13
C2) T2 T6 vs T3 T7			0,36		0,14		0,18		0,68
C3) T3 T7 vs T4 T8			0,87		0,36		0,81		0,47
C4) T5 vs T6 T7 T8			0,16		0,10		0,91		0,29
C5) T1 vs T2 T3 T4			0,12		0,02		0,45		0,72

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Tabela 8. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso (g) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	Peso carcaça		Asa		Dorso	
		Selênio Orgânico (ppm)					
		0	0,3	0	0,3	0	0,3
Milho	0	2636,5±204,5	2554,7±103,6	108,2±8,9	106,2±5,4	499,5±62,4	467,5±40,1
	200	2456,2±314,8	2543,5±210,4	100,7±5,3	107,5±8,6	441,7±61,9	451,5±34,0
Arroz	0	2516,5±169,0	2625,5±140,8	103,0±9,7	105,7±6,5	479,0±40,3	502,0±43,4
	200	2602,7±128,7	2658,0±103,5	107,4±8,7	107,7±4,5	493,7±42,3	512,2±45,5
<i>Efeito</i>							
SeO		0,30		0,29		0,68	
VE		0,99		0,98		0,30	
Cereal		0,92		0,92		0,01	
VE*SeO		0,39		0,39		0,43	
Cereal*SeO		0,84		0,84		0,18	
Cereal*VE		0,10		0,10		0,04	
Cereal*VE*SeO		0,14		0,14		0,33	
<i>Contrastes</i>							
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,26		0,44		0,01	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,36		0,12		0,31	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,87		0,75		0,86	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,16		0,99		0,22	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,12		0,56		0,02	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Tabela 9. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a porcentagem (%) das partes da carcaça de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	Coxa		Sobrecoxa		Asa		Dorso		Peito	
		Selênio Orgânico (ppm)									
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
Milho	0	5,35±0,3	5,27±0,4	6,10±0,4	6,24±0,4	4,10±0,2	4,15±0,1	18,9±1,3	18,3±1,4	30,1±2,2	30,9±1,8
	200	5,12±0,5	5,15±0,3	5,99±0,5	6,33±0,3	4,14±0,4	4,23±0,3	17,9±0,8	17,7±0,7	30,5±2,9	31,5±1,6
Arroz	0	5,24±0,4	5,30±0,1	6,12±0,5	5,92±0,4	4,14±0,2	4,03±0,2	18,9±1,2	19,1±1,4	31,4±1,5	31,0±2,0
	200	5,26±0,3	5,09±0,2	5,85±0,2	5,92±0,5	4,12±0,3	4,05±0,1	18,9±1,2	19,2±1,5	31,7±1,9	31,9±1,8
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>									
SeO		0,64		0,41		0,92		0,76		0,43	
VE		0,13		0,54		0,64		0,29		0,30	
Cereal		0,99		0,06		0,24		0,009		0,16	
VE*SeO		0,76		0,29		0,74		0,65		0,70	
Cereal*SeO		0,86		0,18		0,22		0,33		0,33	
Cereal*VE		0,68		0,56		0,66		0,23		0,91	
Cereal*VE*SeO		0,33		0,86		0,98		0,86		0,75	
<i>Contrastes</i>											
C1) T1 T2T3T4 vs T5T6T7 T8		0,97		0,06		0,25		0,01		0,15	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,45		0,31		0,68		0,59		0,84	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,20		0,77		0,58		0,67		0,31	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,88		0,24		0,51		0,81		0,93	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,24		0,62		0,49		0,09		0,29	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Tabela 10. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre os composição tecidual da coxa de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias ± desvio padrão).

Item	SeO (ppm)	VE (mg/kg)	Peso em gramas (g)					Porcentagem das partes (%)				
			Pele	Músculo	Gordura	Osso	Outros	Pele	Músculo	Gordura	Osso	Outros
Milho	0	0	16,9±3,4	67,0±6,1	4,5±2,2	28,4±3,6	13,7±5,1	12,9±2,1	51,3±2,9	3,52±1,9	21,8±3,1	10,3±3,2
	0	200	13,5±3,1	59,0±11,4	4,3±2,0	30,5±4,8	11,5±3,0	11,2±1,3	49,4±4,2	3,55±1,5	25,8±3,9	9,8±3,0
	0,3	0	15,8±2,7	61,28±7,4	4,5±2,1	29,1±6,4	13,7±7,3	12,7±1,7	49,4±5,0	3,58±1,5	23,7±5,7	10,9±5,4
	0,3	200	15,2±3,3	61,04±5,3	3,3±1,6	26,2±3,3	14,7±6,0	12,5±1,8	50,7±3,3	2,74±1,1	21,7±1,4	12,2±4,6
Arroz	0	0	14,7±1,3	62,3±6,9	4,4±1,6	27,6±3,4	12,7±2,1	12,1±1,3	51,0±3,3	3,59±1,3	22,7±2,6	10,4±1,4
	0	200	16,7±5,1	62,6±7,8	5,4±2,0	29,28±2,4	14,7±3,0	13,1±3,5	48,4±3,3	4,14±1,3	22,8±2,7	11,4±2,2
	0,3	0	16,7±3,3	65,9±7,1	3,8±1,4	29,7±3,3	12,1±2,4	11,0±2,4	51,2±4,4	2,99±1,2	23,1±2,6	9,4±1,8
	0,3	200	13,7±2,6	64,1±3,5	5,1±3,7	29,3±6,3	12,7±3,2	13,0±2,1	52,0±2,4	4,19±3,0	23,7±4,8	10,3±2,6
<i>Efeito</i>			<i>Probabilidade</i>									
SeO			0,93	0,86	0,42	0,72	0,86	0,94	0,41	0,45	0,79	0,77
VE			0,14	0,17	0,68	0,94	0,77	0,19	0,53	0,58	0,45	0,44
Cereal			0,82	0,38	0,36	0,72	0,73	0,98	0,60	0,38	0,89	0,57
VE*SeO			0,50	0,42	0,78	0,11	0,67	0,52	0,08	0,90	0,13	0,60
Cereal*SeO			0,62	0,22	0,96	0,21	0,19	0,32	0,25	0,90	0,32	0,14
Cereal*VE			0,31	0,37	0,09	0,63	0,43	0,66	0,72	0,15	0,74	0,78
Cereal*VE*SeO			0,10	0,18	0,57	0,50	0,30	0,05	0,96	0,40	0,08	0,56
<i>Contrastes</i>												
C1) T1 T2T3T4vsT5T6T7 T8			0,80	0,37	0,37	0,74	0,77	0,99	0,61	0,39	0,85	0,59
C2) T2 T6 vs T3 T7			0,38	0,29	0,41	0,76	0,90	0,38	0,28	0,38	0,49	0,71
C3) T3 T7 vs T4 T8			0,12	0,69	0,93	0,29	0,61	0,16	0,44	0,77	0,59	0,36
C4) T5 vs T6 T7 T8			0,42	0,53	0,66	0,33	0,81	0,75	0,74	0,80	0,71	0,97
C5) T1 vs T2 T3 T4			0,12	0,03	0,59	0,91	0,84	0,40	0,34	0,74	0,20	0,63

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Na Tabela 11 são apresentados as médias para as vísceras comestíveis e gordura abdominal. A ANOVA indicou uma interação significativa entre Arroz e VE para o peso do fígado. Os frangos recebendo dietas de arroz suplementadas com VE produziram fígados mais pesados que aqueles recebendo o mesmo cereal, porém não suplementado (43,2 vs. 40,8g, respectivamente).

A mesma Tabela 11 mostra um efeito altamente significativo do arroz em comparação com o milho. As aves alimentadas com arroz produziram em média moelas menos pesadas que as aves alimentadas com milho (24,8 vs. 32,9g, respectivamente). No entanto, uma análise mais detalhada dos dados mostra ainda que a suplementação de VE aumenta o tamanho da moela em dietas de arroz comparadas com as não suplementadas (25,9 vs. 23,7g, respectivamente).

Sahin et al. (2003) verificaram um aumento nos pesos relativos do fígado, coração e moela com a adição de vitamina C e E (250mg/kg) em rações para frangos estressados por calor. Estes autores atribuíram estas diferenças a atividade anti-estresse da vitamina C e E que reduz o efeito das altas temperaturas sobre os tecidos viscerais.

Esta também poderia ser uma possível razão para os resultados encontrados no presente experimento que foi conduzido no mês de dezembro, em que as temperaturas máximas oscilaram entre 21,4°C e 39,7°C com média de 30°C de acordo com dados obtidos na estação meteorológica da EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas, RS. Portanto, há indícios de que as aves tenham passado estresse por calor durante a execução do experimento e de que a VE tenha atuado reduzindo este efeito deletério sobre os órgãos internos conforme proposto por Sahin et al. (2003).

Por outro lado, Souza et al. (2006) e Ebling et al. (2015) em frangos de corte não estressados pelo calor, não observaram efeitos da VE sobre o peso absoluto e relativo dos órgãos linfóides (baço, bolsa cloacal e timo), digestivos (fígado, moela e intestino) e coração das aves, aos 21 e 45 dias de idade.

A redução do peso da moela nas aves alimentadas com arroz (Tabela 11) pode ser explicada pela granulometria da ração. Apesar de que estes dados não foram analisados, o arroz apresentava partículas muito mais finas que o milho. Este fator

não foi controlado no experimento, porque o arroz foi disponibilizado moído pelo fornecedor.

Nir et al. (1994) observaram que dietas elaboradas com partículas finas tem uma taxa de passagem mais rápida do estômago para o duodeno e para o intestino delgado provocando atrofia da moela e uma leve hipertrofia do intestino delgado.

De forma semelhante, Ribeiro et al. (2002) encontraram uma associação linear positiva entre o aumento do tamanho da partícula da dieta com o aumento do peso da moela. O maior trabalho mecânico da moela quando recebe dietas com granulometria média ou grossa faz com que ocorra maior desenvolvimento da massa muscular.

A Tabela 11 mostra ainda que houve uma maior deposição de gordura abdominal em aves alimentadas com arroz em comparação com aquelas alimentadas com milho (59,8 vs. 50,1g, respectivamente). Porém, neste caso a ANOVA mostra uma interação significativa ($P=0,03$) em que as aves suplementadas com SeO em dietas com arroz apresentam maior quantidade de gordura abdominal que aves não suplementadas (61,7 vs. 57,9g, respectivamente).

Conforme pode ser observado nas tabelas apresentadas, as variáveis de desempenho não foram afetadas pela suplementação isolada de SeO. Estes resultados concordam com outros estudos em que também não foram observados efeitos significativos de diferentes fontes de Se sobre diversas variáveis de desempenho e deposição de Se em tecidos (PAYNE e SOUTHERN, 2005; YOON et al., 2007; WANG e XU, 2008; MEDEIROS et al., 2012; BRIENS et al., 2013; RAO et al., 2013; CHEN et al., 2014; COULOIGNER et al., 2015).

Por outro lado, Choct et al. (2004) reportaram que o aumento da concentração de Se orgânico na dieta de frangos de corte ocasionou considerável melhor conversão alimentar, rendimentos de carcaça e peito, além de menor perda por gotejamento, quando fornecido na forma orgânica.

Yang et al. (2012) observaram que a adição de 0,3mg/kg de SeO a uma dieta basal resultou em melhor ganho de peso diário e conversão alimentar e menor mortalidade comparado a suplementação com Se inorgânico.

Tabela 11. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o peso de vísceras comestíveis de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral (médias \pm desvio padrão).

Item	VE (mg/kg)	Coração		Fígado		Moela		Gordura	
		Selênio Orgânico (ppm)							
		0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3
Milho	0	10,4 \pm 1,37	11,0 \pm 1,85	44,8 \pm 6,5	41,7 \pm 3,7	35,3 \pm 6,7	32,9 \pm 2,5	51,1 \pm 16,2	43,3 \pm 10,0
	200	11,9 \pm 2,73	10,4 \pm 4,69	38,5 \pm 4,6	40,8 \pm 3,7	31,3 \pm 3,9	32,2 \pm 2,4	60,4 \pm 20,7	45,6 \pm 11,0
Arroz	0	11,1 \pm 1,66	11,6 \pm 2,35	40,9 \pm 5,7	40,8 \pm 5,4	23,5 \pm 1,9	23,8 \pm 3,0	58,7 \pm 7,40	58,3 \pm 12,3
	200	11,1 \pm 1,48	11,4 \pm 1,42	42,5 \pm 3,8	43,9 \pm 4,9	26,1 \pm 4,0	25,6 \pm 2,4	57,1 \pm 12,6	65,0 \pm 14,7
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>							
SeO		0,98		0,89		0,65		0,27	
VE		0,79		0,59		0,83		0,22	
Cereal		0,52		0,63		<0,0001		0,01	
VE*SeO		0,38		0,16		0,47		0,92	
Cereal*SeO		0,49		0,66		0,77		0,03	
Cereal*VE		0,66		0,02		0,01		0,63	
Cereal*VE*SeO		0,45		0,43		0,30		0,27	
<i>Contrastes</i>									
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,54		0,63		<0,0001		0,01	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,85		0,64		0,80		0,10	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,66		0,54		0,68		0,35	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,80		0,45		0,30		0,79	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,50		0,03		0,04		0,80	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Outros estudos também comprovaram a eficiência da suplementação de Se sobre o peso corporal de frangos de corte (DLOUHA et al., 2008; HEINDL et al., 2010; ROZBICKA-WIECZOREK et al., 2012).

Apesar de vários trabalhos na literatura registrarem um efeito benéfico da adição de VE e SeO sobre o desempenho de frangos, o presente trabalho indicou que não ocorre uma melhora consistente da adição de nível extra de VE e SeO sobre o desempenho e características de carcaça destes animais.

Com os resultados do presente estudo conclui-se que o milho pode ser substituído totalmente pelo arroz integral sem perdas de desempenho existindo uma interação positiva entre SeO e VE sobre as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça principalmente em aves alimentadas com arroz integral.

III CAPITULO 2

Qualidade de carne de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral suplementadas com vitamina E e/ou selênio orgânico

1 Introdução

O modo de vida contemporâneo tem levado os consumidores, cada vez mais preocupados com a qualidade do que consomem, a novos hábitos alimentares que muitas vezes acabam reduzindo a participação de alguns ingredientes no cardápio cotidiano. Essas mudanças nos hábitos alimentares da população acabam atingindo a cadeia produtiva do agronegócio, levando nutricionistas a buscar alimentos alternativos nas formulações das rações, com o objetivo de enriquecer o produto final ou simplesmente reduzir os custos de produção com o uso de novos ingredientes que até então não eram utilizados na alimentação dos animais como é o caso do arroz integral.

Neste sentido, o setor produtivo precisa conhecer os fatores desses novos alimentos que possam interferir nas características físicas e químicas da carne, pois estes determinam sua qualidade e aceitabilidade pelo consumidor (MARTÍNEZ-CEREZO et al., 2005).

Dentre os fatores que podem influenciar essas características, estão os processos oxidativos, que são distúrbios no estado de equilíbrio entre os sistemas pró-oxidantes e antioxidantes, que resultam em danos oxidativos em lipídios, proteínas, carboidratos e ácido nucléicos (JORDÃO Jr. et al., 1998). De acordo com Cominetti et al. (2011) a oxidação lipídica é a principal reação em cadeia que envolve a formação de radicais livres.

A oxidação lipídica provoca alterações nas características organolépticas da carne que reduzem sua qualidade. A oxidação além de promover o sabor indesejável de ranço, quando afeta os pigmentos do músculo promove alterações de cor, aparência e aceitabilidade da carne resfriada (*in natura*). Com o intuito de evitar esses acontecimentos com as características físicas e de qualidade da carne, surgiu como tratamento preventivo a suplementação com vitaminas com características antioxidantes na dieta dos animais (MORRISSEY et al., 1994).

De acordo com Mahan e Kim (1999) a qualidade da carne está diretamente relacionada com a utilização de vitamina E (VE) e selênio (Se) na dietas das aves. A vitamina E, na forma de alfa-tocoferol, pode exercer um efeito estabilizador da cor

retardando a oxidação da mioglobina (FAUSTMAN et al., 1998). Por outro lado, o selênio, na sua forma orgânica (SeO), tem sido reconhecido e amplamente utilizado pela indústria avícola como um aditivo que permite melhorar a estabilidade oxidativa e, conseqüentemente, melhorar o produto final. Por esta razão a utilização de vitaminas e de selênio na formulação das dietas para animais deixaram de ser feitas unicamente com a finalidade de evitar deficiências e passou a ter importância no enriquecimento de alimentos de origem animal destinados ao consumo humano (SURAI, 2002).

A vitamina E tem sido suplementada na dieta das aves por apresentar função antioxidante no sistema biológico (COLNAGO et al., 1984; RICE e KENNEDY, 1988; FINCH e TURNER, 1996).

A forma da vitamina E que possui maior atividade biológica e é frequentemente encontrada na formulação de rações é o α -tocoferol, que nas membranas celulares neutraliza os radicais livres protegendo os fosfolípidos das reações de oxidação de lípidios (BARROETA et al., 2002). Este efeito na redução da oxidação aumenta em associação com selênio através da enzima glutathiona peroxidase (ZIAEI et al., 2013).

A associação destes dois antioxidantes, a VE e o Se, suplementados nas rações dos animais têm demonstrado influenciar a manutenção do sistema antioxidante (JORDÃO et al., 1998; BOIAGO, 2006).

A capacidade antioxidante do selênio deve-se ao fato deste mineral compor o sítio catalítico da enzima glutathiona peroxidase (GSH-Px). A GSH-Px é responsável pela redução do peróxido de hidrogênio e hidroperóxido em água e álcool, respectivamente, a partir da glutathiona reduzida (GSH) (COMINETTI et al., 2011). Assim, essa enzima apresenta uma atuação importante na proteção celular referente às mudanças oxidativas (JORDÃO et al., 1998).

Por outro lado, a função antioxidante da vitamina E é sequestrar os radicais livres, inibindo as reações em cadeia de peroxidação lipídica (JORDÃO et al., 1998), e quando suplementada na dieta é incorporada na membrana celular protegendo-a contra o ataque de radicais livres (SCHAEFER et al., 1995 apud SOARES, 1998).

Neste sentido, a suplementação com VE nas dietas das aves, através da inibição da oxidação dos ácidos graxos da carne e do aumento da estabilidade à deterioração oxidativa, melhora a qualidade dos produtos cárneos, aumentando a concentração desta nos tecidos (SKLAN et al., 1983; AJUYAH et al., 1993; BUCKLEY et al., 1995), e, sob condições de refrigeração e/ou congelamento, promove a inibição da perda da coloração e do sabor durante o armazenamento (MORRISSEY et al., 1998; BOU et al., 2009).

Como nos frangos de corte o estresse oxidativo pode ocorrer por consequências nutricionais como contaminações com toxinas fúngicas nas rações (FRANKIC et al., 2008) ou insuficiência no aporte de antioxidantes na dieta (SAHIN et al., 2003; LIN et al., 2006), além do estudo referente ao uso da VE também torna-se interessante verificar os efeitos de selênio orgânico (SeO) como fonte de antioxidantes na dieta.

A incorporação nas rações de antioxidantes que possuem a capacidade de se transferir à fração gordurosa da carne, pode aumentar a estabilidade oxidativa, além de enriquecer o alimento sob o ponto de vista nutricional (LIU et al., 1995).

Com relação as características organolépticas da carne, a cor em um primeiro momento pode parecer o fator mais importante para o consumidor na escolha do produto (ZEOLA et al., 2007). A coloração da carne é influenciada, entre outros fatores, pela alimentação, devido a maior ou menor existência de carotenoides que, por sua vez, estimulam o aumento dos níveis de mioglobina nos músculos (MORENO et al., 2008). As velocidades das reações de glicólise post-mortem e o pH determinam a coloração da carne, em condições normais, quanto maior o pH final, mais escura se apresenta a carne (TERLOUW, 2005).

O potencial hidrogeniônico (pH) da carne é considerado um dos mais importantes parâmetros de qualidade, pois o mesmo está relacionado com interferências nos demais parâmetros (BONAGURIO, 2003). De acordo com Cezar e Sousa (2007), a velocidade de queda do pH e o seu valor final afetam a coloração, a suculência, o sabor e a capacidade de retenção de água, assim como a conservação da carne.

Após sua aquisição, a maciez é um dos principais critérios de avaliação e apreciação da carne (COSTA et al., 2008). A maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne é mastigada e é através da análise de força de cisalhamento (FC) que essa característica é avaliada (SILVA et al., 2008).

Segundo ALVES et al., (2005) a maciez da carne pode ser mensurada de duas maneiras, uma subjetiva, através de um painel sensorial, e outra objetiva, através do uso de um texturômetro.

PARDI et al. (2001) relataram que as características de maciez, a firmeza e as sensações tácteis, se relacionam intimamente com o pH, ao grau de gordura de cobertura e às características do tecido conjuntivo e da fibra muscular, assim como com a capacidade de retenção de água (CRA).

A CRA nas estruturas do músculo influencia a perda de peso por cocção (PC), que é uma medida de qualidade que está associada ao rendimento da carne no momento do consumo (MONTE et al., 2012) e que pode influenciar as características de qualidade, como a cor, a força de cisalhamento ou a suculência da carne (BONAGURIO, 2003).

No momento da cocção ocorrem perdas que são ocasionadas pelo encolhimento das fibras musculares e determinadas pelo método, tempo e temperatura utilizados durante o cozimento, visto que as altas temperaturas provocam a desnaturação das proteínas, e, portanto, uma redução considerável da CRA (LAWRIE, 2005). A CRA é uma característica definida como a capacidade da carne de reter água após a aplicação de forças externas, como aquecimento, corte, moagem e pressão (MUCHENJE et al., 2009).

O aspecto geral no momento da aquisição do produto ou no momento do preparo evidencia a importância da avaliação da CRA, pois a mesma influencia a aparência da carne antes do cozimento, o seu comportamento durante o preparo e a sua suculência durante a mastigação (PARDI et al., 2001; LAWRIE, 2005; MORENO et al., 2008). A alimentação dos animais têm influência nessa característica, pois já foi relatado que os animais alimentados com dietas contendo altos níveis de proteína, apresentam aumento na CRA da carne (VIPOND et al., 1995; SAÑUDO et al., 1998), provavelmente, devido ao estado de gordura da carcaça (SILVA SOBRINHO, 2001).

Sabendo-se que a formulação de dietas à base de arroz pode ter maior quantidade de gordura bruta acrescentada, a fim de alcançar os níveis de energia necessários para as aves, com o presente estudo objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com α -tocoferol (VE) e selênio orgânico (SEO) em dietas à base de milho e de arroz integral sobre a quantificação de selênio na carne, o pH, a capacidade de retenção de água (CRA), a perda por cocção (PC), a perda de peso por gotejamento (PG) e a cor do músculo do peito (*Pectoralis major*) de frangos de corte.

2 Material e Métodos

Para avaliação da qualidade da carne foram utilizadas as amostras de peito obtidas da avaliação de cortes específicos em frangos machos de acordo com os tratamentos e dietas experimentais listados na seção de material e métodos do Capítulo 1. Este trabalho foi realizado de acordo com as normas éticas, sendo aprovado (processo nº 23110.008586/2012-51) pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEAA)/UFPEL.

2.1 Quantificação do selênio na carne

A análise de quantificação do Selênio foi conduzida no laboratório de análises químicas da Universidade Federal de Santa Maria através do método HG-AAS = espectrometria de absorção atômica com geração de hidretos.

Após o abate, as amostras de peito sem pele dos frangos de corte machos foram mantidas sob refrigeração (4°C) até 48h para a análise do pH, da capacidade de retenção de água e perdas por cocção. As amostras restantes foram congeladas a -18°C e após 60 dias de armazenamento foram descongeladas sob refrigeração (5°C) para a avaliação do teor de Se, perdas por gotejamento e cor.

2.2 Análise Instrumental

Para a análise instrumental, quatro peitos foram escolhidos aleatoriamente em cada grupo de tratamento, totalizando 20 amostras que foram identificadas e congeladas a -20°C para posterior análise.

Os cortes foram descongelados em geladeira convencional à temperatura de 4°C. Os peitos descongelados foram desossados e separados, de forma que os filés do lado direito da carcaça permaneceram crus e os filés do lado esquerdo da carcaça foram submetidos as análises citadas a continuação.

2.2.1 pH

O pH foi medido utilizando-se um pH-mêtro digital Marte MB 10 com eletrodo de penetração, com a inserção direta do eletrodo no músculo do peito (10°C).

2.2.2 Cor

As amostras foram descongeladas durante um período de 24h sob refrigeração a 4°C para subsequente determinação da cor através do colorímetro Chroma Meter CR-300 (Minolta, Osaka, Japão) usando as leituras de L*, a* e b*, onde L* = luminosidade, a* = componente vermelho-verde e b* = componente amarelo-azul do sistema de cores CIELAB. Três pontos distintos do músculo (*Pectoralis major*) foram medidos para obter um valor médio para a cor desse músculo.

2.2.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

A análise de capacidade de retenção de água foi realizada e avaliada utilizando o método de pressão (SIERRA, 1973). Das amostras foram retiradas e pesadas 5 gramas de carne moída e colocadas entre dois papéis circulares de filtro e placas de acrílico, onde receberam uma pressão exercida por um peso de 2.250kg durante 5 minutos. Após este processo, foram pesadas novamente utilizando uma balança digital para calcular a perda de água (Figura 2). Os resultados foram expressos em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial.



Figura 2. Capacidade de retenção de água

2.2.4 Perdas por cocção (PC)

Para determinar a perda por cocção, as amostras cruas foram pesadas, envoltas em papel alumínio e grelhadas em Grill elétrico (Black & Decker, modelo 1600 GS, Brasil) até que a temperatura interna da amostra alcançasse os 85°C (Figura 3). A medida foi determinada como a porcentagem de perda de peso da amostra à temperatura ambiente e a diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu à perda de água na cocção.



Figura 3. Perdas por cocção

2.2.6 Perda por gotejamento (Drip loss)

A análise das perdas por gotejamento, ou “Drip loss”, foi levada a cabo com amostras cruas do músculo *Pectoralis major* pesando 5 gramas, que foram tomadas a partir de uma sonda de 1cm de diâmetro em ângulo reto em relação às fibras musculares.

As amostras foram condicionadas sob refrigeração (4°C) durante 5 dias em tubos de plástico que permitiam o gotejamento. A diferença de peso correspondente a perda de gotejamento foi expressa como percentagem do peso inicial da amostra (BERRI et al., 2008). Foram apresentados e considerados para o cálculo somente o 1º e o 5º dia de perda por gotejamento.

2.3 Análise estatística

O modelo matemático utilizado para análise estatística dos resultados foi:

$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \beta_j + C_k + A\beta_{ij} + AC_{ik} + \beta C_{jk} + E_{ijkl}$, nos quais:

Y_{ijkl} = variável resposta na repetição l , k de Nível C , j de β e nível i de A ,

μ = média geral,

A_i = efeito do fator fonte de energia ao nível ($i = 1,2$),

β_j = efeito do fator nível de vitamina E ($j = 1,2$),

C_k = efeito do fator Se ao nível ($k = 1,2$),

$(A\beta C)_{ijk}$ = efeito da interação $A\beta C$ a nível i, j, k ,

E_{ijkl} = erro aleatório.

Os dados foram analisados por ANOVA com vitamina E, selênio orgânico e arroz como os fatores fixos utilizando o pacote estatístico R. Para comparação dos tratamentos foi utilizado o procedimento “LSM- least squares means” sendo as médias comparadas através do teste Tukey. As comparações múltiplas de médias dos tratamentos foram realizadas através de contrastes ortogonais. Um valor de probabilidade de $P < 0,05$ foi descrito como sendo estatisticamente significativo.

3 Resultados e discussão

3.1 Quantificação de selênio na carne

A Influência da VE e de SeO na deposição de Se na carne do peito de frangos é apresentada na Tabela 12. A quantidade de Se no peito foi maior ($P < 0,0001$) com a inclusão “on top” de 200mg/kg de VE (Tabela 12). Por outro lado, a suplementação sozinha de 0,3ppm de Se, na forma orgânica (SeO), nas dietas não afetou significativamente a recuperação de Se na carne ($P = 0,93$). Entretanto, uma interação ($P = 0,06$) foi encontrada entre a inclusão de VE e SeO na dieta com a quantidade de Se recuperada na carne. A interação pode ser explicada porque com a adição de VE na dieta houve um aumento de Se na carne de peito principalmente na presença de SeO.

Suchý et al. (2014) em uma revisão bibliográfica, sobre o uso de selênio na nutrição de aves, resume muito bem a relação existente entre VE e Se no sentido de que a VE poupa Se, indicando que é possível obter reposta positiva mesmo havendo quantidade insuficiente de uma destas substâncias. Segundo a revisão, a necessidade de Se diminui inversamente em relação aos níveis de VE, o que prova o efeito poupador da VE sobre a necessidade de Se, ou que a deficiência de Se aumenta a necessidade de VE. Portanto, o efeito sinérgico entre VE e SeO poderia estar influenciando os resultados encontrados no presente experimento.

Couloigner et al. (2015) estudaram a cinética de deposição de diferentes fontes de Se no músculo de peito e nas penas em frangos de corte até os 21 dias de idade. Estes autores verificaram que aos sete dias de idade a quantidade de Se no músculo do peito reduziu significativamente -15% e -37% em relação ao dia de nascimento dos pintinhos com a suplementação de 0,2mg Se/kg na forma orgânica e inorgânica, respectivamente. Aos 21 dias de idade a quantidade de selênio no músculo do peito manteve-se igual ao do nascimento com as aves alimentadas com SeO e reduziu nas aves que receberam suplementação com Se inorgânico ou em aves não suplementadas.

Tabela 12. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) na deposição de selênio (Se), capacidade de retenção de água (CRA) e perdas por cocção (PC) do músculo do peito (*Pectoralis major*) de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.

Item	VE (mg/kg)	Selênio Orgânico (ppm)					
		0		0,3		0,3	
		Se (mg/kg)		CRA (%)		PPC (%)	
Milho	0	0,0394	0,0490	82,91	82,61	27,72	26,56
	200	0,0782	0,1122	82,53	82,88	25,83	27,62
Arroz	0	0,0674	0,0264	80,18	83,62	28,16	28,13
	200	0,1180	0,1184	83,17	83,01	27,97	27,07
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>					
SeO		0,93		0,20		0,92	
VE		<,0001		0,38		0,49	
Cereal		0,14		0,71		0,24	
VE*SeO		0,06		0,26		0,49	
Cereal*SeO		0,02		0,22		0,61	
Cereal*VE		0,25		0,34		0,89	
Cereal*VE*SeO		0,62		0,10		0,21	
<i>Contrastes</i>		Se (mg/kg)		CRA (%)		PPC (%)	
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,14		0,71		0,24	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,001		0,77		0,68	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,001		0,85		0,10	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,14		0,005		0,72	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,006		0,82		0,39	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral. C2) suplementação de VE vs SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

A redução de Se no peito poderia ser explicada em parte pela mobilização do Se do músculo através do *turnover* de proteínas liberando a selenometionina incorporada nas proteínas musculares (PAYNE e SOUTHERN, 2005; COULOIGNER et al., 2015). Por outra parte, o rápido crescimento do músculo do peito entre 14 e 21 dias de idade também poderia explicar a leve redução de Se no peito encontrado no trabalho de Couloigner et al. (2015) nas aves alimentadas com SeO. É importante enfatizar que este resultado contraria totalmente registros anteriores na literatura referentes a carne de aves, carne suína, carne bovina, ovos e leite (SURAI, 2006). Um possível erro analítico do selênio por geração de hidretos poderia justificar uma menor deposição de selênio no músculo das aves que receberam selênio orgânico, comparativamente a selênio inorgânico nas dietas.

Portanto, é possível que no presente experimento, a maior quantidade de Se encontrado nos tratamentos suplementados com VE se deva mais ao efeito poupador desta, evitando a depleção de Se no músculo que se encontra em pleno desenvolvimento, do que propriamente dito a partir da suplementação de SeO durante 21 dias na dieta de crescimento dos frangos.

O'Grady et al. (2001) verificaram que a inclusão de SeO na dieta com ou sem a adição de VE não afetou os níveis de Se no músculo em bovinos de corte. De acordo com os autores, as quantidades basais de Se nas dietas podem reduzir o efeito da suplementação com SeO na dieta. Entretanto, no presente estudo, embora o premix mineral e vitamínico suprisse as necessidades básicas de Se das aves, era esperado que a suplementação "on top" com SeO pudesse incorporar Se muito mais facilmente na carne, pois este se encontra na forma de selenometionina que ocupa o lugar da metionina na síntese proteica, sendo armazenada nos músculos e tecidos dos animais (SURAI, 2002).

Por outro lado, Ziaei et al. (2013) explicou que o Se é um elemento traço adicionado em quantidade muito pequena na forma de pó, o qual pode não se misturar apropriadamente podendo causar um excesso de consumo em alguns animais e deficiências em outros. Esta pode ser uma possível explicação alternativa para a falta de efeito do fator principal SeO na dietas. De qualquer forma, os resultados não eram esperados, pois há estudos que confirmam a possibilidade de enriquecer a carne com Se através de suplementação de SeO na dieta (CANTOR et al., 1982; PAYNE e SOUTHERN 2005).

Uma interação significativa entre milho e arroz com a inclusão de SeO foi observada. Nas dietas a base de milho a inclusão de SeO produziu um aumento de Se na carne, não ocorrendo o mesmo nas dietas com arroz (Tabela 12).

Usando contrastes múltiplos de médias foi observado que a adição de VE comparada com a suplementação isolada de SeO (T2 T6 vs T3 T7) produziu carne com maior quantidade de Se (Tabela 12). Este resultado indica sinergismo entre VE e Se.

O Se apesar de estar envolvido em muitas funções fisiológicas, é parte integrante da enzima glutatona peroxidase (GPx), o qual tem efeitos antioxidantes

(PAYNE e SOUTHERN, 2005). A VE na membrana celular e o Se como componente da GPx previne a peroxidação do colesterol e dos ácidos graxos, reduzindo a produção de radicais livres (PACKER, 1991; SALMAN et al., 2007), que resulta em melhor qualidade de carne (ZIAEI et al., 2013). Esta interação sugere uma economia simultânea entre VE e Se (ZIAEI et al., 2013).

Resultados do presente experimento confirmam este efeito através do contraste 3 (T3 T7 vs T4 T8), que analisa a influência de suplementação de VE em combinação com SeO. Adicionando VE em dietas contendo SeO resultou em maiores níveis de Se na carne.

O contraste 5 (T1 vs T2 T3 T4), que examina o efeito da suplementação de SeO e/ou VE em dietas a base de milho também indica que adicionar SeO e VE aumenta os níveis de Se na carne. Efeitos similares não foram observados nas dietas a base de arroz (T5 vs T6 T7 T8). Possivelmente estes resultados possam ser explicados pela maior quantidade de Se e VE presentes no arroz integral comparado ao milho. Isto levanta a hipótese de que dietas a base de arroz integral necessitam menor suplementação de Se e VE. Por outro lado, moléculas bio-ativas com atividade antioxidante foram reportadas no arroz (TIAN et al., 2004; KIM et al., 2011), que pode ter influenciado o maior conteúdo de Se na carne das aves alimentadas com dietas de arroz não suplementadas em comparação com dietas de milho também não suplementadas.

3.2 Análise instrumental da carne

A análise de variância indicou que não houve efeito significativo da suplementação “on top” de VE e de SeO e da substituição de milho por arroz na dieta sobre a capacidade de retenção de água e perdas por cocção (Tabela 12). Também não foram encontradas interações duplas ou triplas para estas duas variáveis respostas.

Quando uma força externa foi aplicada as amostras de carne, o efeito da suplementação combinada de SeO e VE versus as dietas não suplementadas,

mostraram um maior capacidade de retenção de água (Tabela 12) apenas nas aves alimentadas com dietas a base de arroz (T5 vs T6 T7 T8).

O pH do músculo post-mortem tem uma forte influência na qualidade da carne, incluindo capacidade de retenção de água e cor (YOUNG et al., 2004). Quanto maior o pH, maior a CRA (BARBUT, 1997; ZHANG e BARBUT, 2005; BERRI et al., 2008). Existe uma forte correlação entre baixo pH com a cor pálida do músculo do peito (FLETCHER, 1999) e uma menor CRA (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999). Entretanto esta hipótese não foi comprovada no presente estudo, uma vez que a melhor CRA (T5 vs T6 T7 T8) não mostrou diferenças significativas no pH e na cor da carne.

Apesar de que as dietas experimentais eram isocalóricas as dietas com arroz continham o dobro de óleo comparada com a dieta a base milho (Tabela 2). Possivelmente esta diferença influenciou a composição da gordura da carne e, conseqüentemente, a CRA. De acordo com Lemes et al. (2014), a CRA tem uma alta correlação com a quantidade de gordura que resulta em redução da perda de água.

Os resultados da Tabela 13 mostram que nenhum dos fatores analisados individualmente influenciaram a perda por gotejamento (sem o uso de uma força externa). Além disso, não houve interação entre os fatores estudados. A avaliação dos contrastes múltiplos de médias mostrou que a perda por gotejamento não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 13). Esses resultados não concordam com os de Choct et al. (2004), que observaram que aves alimentadas com SeO mostraram uma redução na PG.

Tabela 13. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre a perda de peso por gotejamento (Drip Loss) (%) do músculo do peito (*Pectoralis major*) de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.

Item	VE (mg/kg)	Selênio Orgânico (ppm)			
		Dia 1		Dia 5	
		0	0,3	0	0,3
Milho	0	6,09	5,46	8,85	8,11
	200	4,29	5,98	7,80	9,33
Arroz	0	6,68	5,51	9,92	9,90
	200	5,47	4,76	8,51	8,80
<i>Efeito</i>		<i>Probabilidade</i>			
SeO		0,78		0,72	
VE		0,28		0,43	
Cereal		0,84		0,30	
VE*SeO		0,35		0,38	
Cereal*SeO		0,33		0,86	
Cereal*VE		0,82		0,36	
Cereal*VE*SeO		0,53		0,50	
<i>Contrastes</i>					
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,84		0,30	
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,58		0,42	
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,92		0,96	
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,24		0,48	
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,48		0,71	

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

Na Tabela 14 é apresentado o contraste significativo encontrado neste estudo que foi o contraste dois (T2 T6 vs T3 T7), mostrando que a suplementação de SeO produziu carne com maior pH, comparado com a suplementação com VE, sem afetar a cor ou PG.

Aves alimentadas com SeO mostraram maiores valores de pH no primeiro dia ($P=0,001$) de avaliação. Por outro lado, a inclusão de VE e a substituição de milho por arroz não alteraram o pH da carne. Não houve interação entre SeO, VE e a substituição de milho por arroz sobre o pH da carne.

Na Tabela 14 observa-se ainda, que a substituição do milho por arroz nas dietas influenciou a cor da carne para a escala L ($P=0,05$), a^* ($P=0,01$) e b^* ($P<0,0001$). Para definir a cor da carne são necessários três parâmetros: L*) efeito da luminosidade, variando de zero (preto) a 100 (branco); a^*) índice de vermelho, que varia de $a^*>0$ (vermelho) a $a^*<0$ (verde); b^*) índice de amarelo, que varia de $b^*>0$ (amarelo) a $b^*<0$ (azul) (LEMES et al., 2014).

Foi observado uma interação tripla para a escala b^* . Nas dietas a base de milho suplementadas com a combinação de SeO e VE houve uma redução no valor de b^* . Nenhuma outra variável foi afetada. Entretanto, nas dietas com arroz todos os valores de b^* foram baixos. O contraste comparando todas as dietas com milho contra as dietas com arroz (T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8) mostraram tendências na escala L* e uma diferença altamente significativa na escala b^* ($P<0,0001$).

O uso do arroz reduz a pigmentação da pele, mas não influencia o valor nutricional da carne para o consumidor, além disso, no caso da pigmentação ser necessária, pigmentantes sintéticos e naturais podem ser usados.

Com os resultados do presente estudo conclui-se que o milho pode ser substituído totalmente pelo arroz integral sem perdas de qualidade da carne, entretanto, ocorre redução da intensidade da coloração amarela da carne do peito dos frangos de corte. A interação de VE e SeO aumenta o conteúdo de Se, aumentando a CRA nas dietas formuladas com arroz sem influenciar a PG e PC.

Tabela 14. Influência da vitamina E (VE) e selênio orgânico (SeO) sobre o pH e a cor do músculo do peito (*Pectoralis major*) de frangos alimentados com dietas a base de milho ou arroz integral.

Item	VE (mg/kg)	Selênio Orgânico (ppm)											
		0		0,3		0		0,3		0		0,3	
		pH Dia 1		pH Dia 5		L*		a*		b*			
Milho	0	5,93	5,97	6,07	6,08	50,2	48,1	4,3	4,8	5,0	6,1		
	200	5,91	5,99	6,02	6,08	48,7	48,2	5,3	5,0	6,3	3,8		
Arroz	0	5,90	6,05	6,06	6,12	51,5	49,6	5,7	5,9	0,5	0,3		
	200	5,89	5,97	6,08	6,17	49,9	49,9	5,6	5,9	1,4	1,3		
Efeito		Probabilidade											
SeO		0,01		0,05		0,12		0,58		0,28			
VE		0,59		0,89		0,38		0,49		0,59			
Cereal		0,87		0,14		0,05		0,01		<,0001			
VE*SeO		0,84		0,49		0,25		0,64		0,03			
Cereal*SeO		0,44		0,44		0,81		0,88		0,44			
Cereal*VE		0,42		0,31		0,90		0,35		0,07			
Cereal*VE*SeO		0,35		0,87		0,89		0,56		0,03			
Contrastes													
C1) T1 T2 T3 T4 vs T5 T6 T7 T8		0,87		0,14		0,09		0,10		0,000			
C2) T2 T6 vs T3 T7		0,03		0,20		0,55		0,88		0,91			
C3) T3 T7 vs T4 T8		0,60		0,57		0,90		0,22		0,47			
C4) T5 vs T6 T7 T8		0,19		0,17		0,74		0,42		0,52			
C5) T1 vs T2 T3 T4		0,56		0,82		0,18		0,92		0,49			

T1) milho + 0mg/kg VE + 0ppm SeO (control); T2) milho + 200mg/kg VE + 0ppm SeO; T3) milho + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T4) milho + 200mg/kg VE + 0,3ppm SeO; T5) arroz + 0ppm SeO + 0mg/kg VE; T6) arroz + 0ppm SeO + 200mg/kg VE; T7) arroz + 0,3ppm SeO + 0mg/kg VE; T8) arroz + 0,3ppm SeO + 200mg/kg VE.

C1) efeito da substituição do milho pelo grão de arroz integral sem casca. C2) suplementação com VE vs suplementação com SeO. C3) efeito da suplementação de VE em combinação com SeO. C4) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com arroz. C5) efeito da suplementação de SeO e/ou VE nas dietas com milho.

IV CAPITULO 3

Desempenho produtivo e metabolizabilidade de codornas alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja na dieta

1 Introdução

As dietas de codornas normalmente são formuladas a base de milho e farelo de soja, que podem proporcionar a quantidade suficiente de energia necessária para suprir as exigências das aves. No entanto, o aporte de óleos vegetais tem sido uma ferramenta muito utilizada pelos nutricionistas, pois além de promover a redução da pulverulência aumenta a densidade nutricional das rações possibilitando uma melhora no desempenho e na conversão alimentar das aves (LARA et al., 2005).

A busca por gorduras de qualidade a preços competitivos tem sido a principal preocupação da indústria brasileira de produção animal. Entre as gorduras, o óleo ácido de soja é especialmente interessante por ser um produto de custo mais baixo que o óleo original e possuir um valor energético potencial. Além disso, é resíduo da indústria que precisa ser reciclado com o objetivo de reduzir a carga sobre o meio ambiente (VIEIRA et al., 2002).

Os óleos ácidos são co-produtos derivados da refinação de óleos podendo apresentar de 75% a 95% de ácidos graxos presentes nos óleos de que se originam (FREITAS et al., 2005) e que tem despertado interesse por sua possível utilização como fontes energéticas alternativas na produção de ração animal. Estes óleos são caracterizados por apresentarem grande quantidade dos ácidos graxos na forma de ácidos graxos livres (AGL: 40-90%) (VIEIRA et al, 2002; FREITAS et al., 2005). Estes ácidos são conhecidos pela sua baixa digestibilidade devido à falta de monoglicerídeos (MG) suficientes para promover a absorção (RABER et al., 2009).

Embora a utilização da energia a partir de dietas ricas em TG seja considerada superior em comparação com as dietas ricas em AGL, alguns estudos tem reportado que os AGL não são os responsáveis por essa ineficiência. De Groote (1968) trabalhando com dietas ricas em AGL, que foram adequadamente estabilizados por antioxidantes, não encontraram nenhum efeito negativo sobre o desempenho do pintinho, independentemente do conteúdo de AGL. Da mesma forma, Lewis e Payne (1963) e Waldroup et al. (1995) trabalhando com dietas suplementadas com diferentes níveis de AGL, não encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte. Treat

et al. (1960) em estudo alimentando galinhas poedeiras com dietas com níveis elevados em AGL, não observaram efeitos adversos sobre a produção de ovos.

Mais recentemente, Vieira et al. (2002) estudando a inclusão de óleo ácido de soja (OAS) em substituição total ou parcial ao óleo de soja, não encontraram diferenças no desempenho de frangos que receberam 8% de inclusão de óleo na dieta. Os mesmos autores relatam que a deficiência de resultados de energia metabolizável confiáveis desses óleos, pode ser uma provável causa do reduzido uso do OAS nas rações das aves visando redução de custos com a formulação.

Sabendo-se que a velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal das codornas é mais rápido com relação a outras aves, isto poderia afetar a digestibilidade dos nutrientes da dieta (SAKAMOTO et al., 2006), consequentemente aumentando a deficiência no aproveitamento e utilização de alguns nutrientes e reduzindo assim o desempenho produtivo dos animais. Segundo Sakamoto et al. (2006), a digestibilidade de nutrientes e o seu valor energético são influenciados pelo rápido tempo de passagem da digesta pelo intestino das codornas, de 1 a 1,5 horas, contra 3 a 5 horas em galinhas, sendo que as codornas são capazes de aproveitar melhor a energia provinda da fibra da ração devido ao maior tamanho relativo do ceco.

Logo, como a utilização do óleo nas dietas reduz a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, seria possível melhorar a absorção de todos os ingredientes da dieta nesses animais (BAIÃO e LARA, 2005).

Os alimentos alternativos tem sido estudados na sua maioria em rações para frangos de corte e galinhas de postura (MURAKAMI e FURLAN, 2002). Ademais, a falta de literatura sobre a utilização do OAS na dieta de codornas, a inconsistência na composição dos ácidos graxos desses ingredientes e a incerteza quanto aos seus valores energéticos e econômicos, expõe uma lacuna dentro da nutrição dessas aves.

Diante do exposto, com o presente trabalho objetiva-se caracterizar o óleo ácido de soja e investigar o seu potencial de utilização na nutrição de codornas através do desempenho produtivo e da metabolizabilidade das dietas.

2 Material e Métodos

2.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia/FAEM/ UFPEL. Este trabalho foi realizado de acordo com as normas éticas, sendo aprovado (processo nº 23110.001433/2015-25) pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEAA)/UFPEL.

2.2 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado em uma sala climatizada com temperatura controlada de $23^{\circ}\text{C}\pm 1$. As gaiolas eram distribuídas em seis andares, suspensas e dispostas em linhas sobrepostas (Figura 5).

As gaiolas continham comedouro individual do tipo calha, colocado externa e longitudinalmente na frente da gaiola, além do bebedouro do tipo *nipple* localizado no fundo de cada gaiola.

A iluminação da sala foi feita com lâmpadas fluorescentes e controlada por relógio timer para fornecer 17 horas de luz diárias. A climatização foi feita através de aparelho de ar condicionado do tipo spliter e o sistema de ventilação feito através de janelas reguláveis. As temperaturas e umidades, do interior da sala foram obtidas através de um termohigrômetro digital localizado no centro da bateria de gaiolas. Os registros foram realizados pela manhã em torno de 8h, ou seja, antes da coleta dos ovos e arraçoamento das aves.

2.3 Animais

Foram utilizadas 80 codornas *Coturnix coturnix coturnix*. Antes de dar início ao experimento todas as codornas foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas gaiolas experimentais. Esta pesagem teve como objetivo o acompanhamento do peso corporal das codornas por tratamento a cada ciclo experimental. As aves utilizadas neste experimento são oriundas da 17ª geração de um programa de melhoramento por peso corporal de uma linhagem de codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) que são selecionadas pelo peso corporal aos 21 dias de idade (DIONELLO et al., 2008).

2.4 Pesagens das aves

As aves foram pesadas no primeiro dia antes de iniciar-se a experimentação e foram pesadas ao final de cada período de 28 dias. Para a pesagem das aves foi utilizada uma balança analítica de precisão (0,01g). As aves foram pesadas individualmente, com a utilização de um balde com tampa (polietileno/ 1L) para facilitar o manejo durante a pesagem (Figura 4).



Figura 4. Baterias de gaiolas, gaiola individual e pesagem

2.5 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja com a composição nutricional formulada para atender as exigências de manutenção e produção de ovos de acordo com as exigências da linhagem (Tabela 15).

Tabela 15. Composição das dietas experimentais das codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.

<i>Ingredientes (kg)</i>	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS
Soja Farelo 46%	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
Milho grão	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Óleo de soja	8,0	6,0	4,0	2,0	0,0
Óleo ácido de soja	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Núcleo*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Calcário	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Fosfato bicálcico	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Inerte	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
DL-Metionina	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
L-Lisina HCL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sal comum	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Total</i>	100	100	100	100	100

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75%OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja

*Núcleo de postura (MIGCODOR) níveis de garantia/Kg de produto: Ácido Fólico (mín) 16mg; Ácido Pantotênico (mín) 200mg; Bacitracina de Zinco 600mg; Biotina (mín) 1,4 mg; Cálcio (mín-máx) 150-200g; Cobalto (mín) 3mg; Cobre (mín) 240mg; Colina (mín) 30g; Ferro (mín) 1.000mg; Fósforo (mín) 45g; Iodo (mín) 28mg; Manganês (mín) 1400g; DL-Metionina (mín) 10g; Niacina (mín) 840mg; Sódio (mín) 30g; Selênio (mín) 3mg; Vit. A (mín) 200000UI; Vit. B1 (mín) 40mg; Vit. B2 (mín) 120mg; Vit. B12 (mín) 430mcg; Vit. B6 (mín) 55mg; Vit. D3 (mín) 42000UI; Vit. E (mín) 540UI; Vit. K3 (mín) 50mg; Zinco (mín) 1800mg.

A análise da composição do óleo ácido foi realizada pelo laboratório *CBO Análises Laboratoriais- Campinas, São Paulo* (Tabela 16). Em virtude de não ter sido realizada a análise do óleo de soja refinado utilizado neste estudo, foi feita uma revisão de literatura da composição em ácidos graxos majoritários presentes no óleo de soja, para termos de ilustração (Tabela 17).

Tabela 16. Caracterização dos componentes do óleo ácido de soja (OAS)

Acidez em Ácido Oleico (% m/m)	64,68
Extrato Etéreo (%)	95,77
<i>Composição em ácidos graxos (%)</i>	
Gorduras Insaturadas	71,22
Gordura Poli-insaturada	46,36
Gordura Monoinsaturada	24,86
Gorduras Saturadas	24,55
<i>Ácidos graxos majoritários (g/100g)</i>	
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	41,54
Ácido Oleico (C18:1n9c)	23,83
Ácido Palmítico (C16:0)	15,56
Ácido Esteárico (C18:0)	6,45

Tabela 17. Ácidos graxos do óleo de soja refinado

Ácido Graxo (g/100g)	OAS	Óleo de soja refinado			
		Machado 2008	Cunha 2008	Aued-Pimentel 2009	ANVISA
Ácido Linoleico	41,54	54,2	46,48	48,11-54,65	44,0-62,0
Ácido Oleico	23,83	23,1	34,77	22,57-25,82	19,0-30,0
Ácido Palmítico	15,56	11,3	12,52	10,27-12,17	7,0-14,0
Ácido Esteárico	6,45	3,5	4,89	2,67-4,77	1,4-5,5

2.6 Preparo das dietas e arraçoamento

Os ingredientes de cada uma das dietas experimentais foram pesados em balança digital. Durante o preparo das dietas, os micro ingredientes, DL-Metionina e L-Lisina, foram pré-misturados aos ingredientes: fosfato bicálcico, calcário, sal, inerte e núcleo. Esta pré-mistura foi acrescentada ao misturador tipo Y com capacidade para 5 kg, juntamente aos demais ingredientes.

O óleo de soja e o óleo ácido de soja foram misturados previamente ao farelo de soja, sendo o óleo ácido pré-aquecido em banho-maria para facilitar a sua mistura, evitando assim a formação de grumos. O tempo de batida da mistura foi de 12 minutos.

Em cada mistura de ingredientes eram preparados 5 kg de ração, volume suficiente para alimentar as aves durante um período de 7 dias. Após a mistura a ração foi acondicionada em baldes de polietileno (Figura 5) identificadas com cada tratamento correspondente, tampados e estocados na sala do biotério da UFPel, onde estavam alojadas as aves. A quantidade de ração distribuída para cada ave foi de 50 g de ração/ave/dia durante cada período de 28 dias. As sobras de ração foram registradas a cada final de ciclo produtivo.



Figura 5. Armazenamento das dietas experimentais

2.7 Variáveis analisadas - Desempenho

2.7.1 *Peso corporal (g)*

As aves foram pesadas individualmente no início do período experimental e ao final de cada ciclo.

2.7.2 *Consumo de ração (g)*

O consumo de ração foi calculado através da fórmula:

$$CRP = RFP - S, \text{ onde:}$$

CRP: consumo total de ração no período (g)

RFP: ração fornecida no período (g)

S: sobras de ração (g) recolhidas de cada gaiola

O consumo médio diário de ração por ave foi calculado com base no consumo total através da seguinte fórmula:

$$CMR = (CRP/2)/X, \text{ onde:}$$

CMR= consumo médio de ração (g/ave/dia)

2= número de aves alojadas por gaiola

X= número de dias no período

2.7.3 Produção de ovos (%)

A produção de ovos por gaiola foi registrada diariamente. Para a obtenção do total de ovos produzidos por unidade experimental, foi realizado o somatório do número de ovos coletados de cada gaiola nos dois períodos avaliados.

Para calcular o percentual de ovos produzidos em cada período foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Produção (\%)} = (TO \times 100)/Y, \text{ onde:}$$

TO = total de ovos produzidos durante o período

Y = número de aves (100% de produção para cada gaiola durante o período avaliado)

2.7.4 Peso médio dos ovos (g)

Diariamente os ovos eram identificados, coletados e pesados individualmente (Figura 6), obtendo-se, portanto, o peso médio dos ovos de cada tratamento no período.

$$PMO (g) = PTO/NTO, \text{ onde:}$$

PMO= peso médio dos ovos

PTO= peso total dos ovos no período

NTO= número total de ovos no período



Figura 6. Pesagem diária dos ovos

2.7.5 Quilo de ovos (kg)

A quantificação dos quilos de ovos produzidos foi calculada a partir do somatório do peso diário dos ovos obtidos no período.

2.7.6 Conversão alimentar por quilo de ovo

A conversão alimentar por quilo de ovos foi obtida a partir da relação entre o consumo total de ração e os quilos de ovos produzidos no período.

2.8 Índices de acidez e coeficientes de extinção específica (K232 e K270) nas dietas

Os índices de acidez (IA) foram utilizados para avaliar a estabilidade lipídica, segundo normas da Association of Official Analytical Chemists (AOCS-1997). O IA foi avaliado por titulação das amostras com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01N até o aparecimento de coloração rósea, indicando o ponto de viragem.

A qualidade do óleo foi avaliada seguindo a metodologia descrita pela AOCS (1997) utilizando-se dos coeficientes de extinção específica a 232nm (*K232*) e a 270nm (*K270*), onde em 232nm são verificados a presença de compostos primários de oxidação, como peróxidos, hidroperóxidos e dienos conjugados; e em 270nm são

verificados a presença de compostos secundários de oxidação, como álcoois, cetonas e aldeídos.

2.9 Metabolizabilidade

Para o ensaio de digestibilidade das rações experimentais foi utilizado o marcador óxido férrico (Fe_2O_3) que é um indicador do início e o término da coleta marcando as excretas que são realmente provenientes da ração que se deseja avaliar. O método de coleta total de excretas compreendeu um período de cinco dias de controle de consumo de ração e de coleta total de excretas em bolsas plásticas alocadas abaixo das gaiolas (Figura 8).

O marcador foi previamente preparado sendo adicionado na concentração de 3% na ração (Figura 7). As excretas foram coletadas diariamente as 9 horas da manhã, antes do arraçoamento, as mesmas após serem identificadas, foram pesadas e reservadas em bolsas plásticas sob refrigeração.

Ao término do quinto dia de coleta, as amostras foram depositadas em bandejas de alumínio (Figura 9), pesadas (para obtenção do peso fresco), homogeneizadas e congeladas a -20°C para posterior análise.

Para as análises das excretas as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente por 24h. Após o descongelamento as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C durante 72 horas, sendo revolvidas diariamente para facilitar e garantir sua completa secagem.

Posteriormente, as amostras de excretas e a ração experimental foram moídas em moinho tipo Willey, em peneira crivada de 1 mm de diâmetro, e submetidas à análise bromatológica.

As determinações de matéria seca e proteína bruta foram realizadas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995), onde foram avaliados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e corrigida para nitrogênio (N) da matéria seca, da proteína bruta e do extrato etéreo.

O cálculo do coeficiente de metabolizabilidade (CM) para a coleta total de excretas foi feito de acordo com a seguinte equação:

$$CM(\%) = \frac{\text{Quantidade de nutriente da ração} - \text{Quantidade de nutriente da excreta}}{\text{Quantidade de nutriente da ração}} \times 100$$

2.10 Análise estatística

Os dados foram analisados de acordo com um delineamento experimental completamente casualizado sendo cada gaiola com duas aves considerada a unidade experimental. Foi realizada a análise de medidas repetidas usando o pacote “nlme - Linear and Nonlinear Mixed Effects Models” do pacote estatístico R de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + d_i + h_{ij} + w_k + d_{wik} + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

μ = média geral,

d_i = efeito fixo da dieta ($i = 1$ a 5 dietas),

h_{ij} = efeito aleatório da gaiola dentro da dieta (tratamento;

$j = 1$ a 8, número de gaiolas por tratamento),

w_k = efeito fixo do período de postura ($k = 1$ a 2),

d_{wik} = interação entre dieta e período de postura (tratamento \times período),

e_{ijk} = erro aleatório (erro residual).

A interação tratamento (dieta) \times (período) foi considerado efeito fixo. Após realizar ANOVA foi utilizado o procedimento “LSM-least squares means” sendo as medias comparadas através do teste Tukey com um nível de significância $P < 0,05$.

Para estimar a associação existente entre os níveis de substituição do óleo de soja pelo óleo ácido de soja sobre as variáveis estudadas foi utilizada análise de regressão polinomial.



Figura 7. Preparo do marcador para o ensaio de digestibilidade



Figura 8. Bolsas plásticas para coleta de excretas



Figura 9. Preparo das excretas

3 Resultados e discussão

3.1 Índice de acidez e coeficientes de extinção específica

Na Tabela 18 e Gráfico 4 são apresentados os resultados das análises de índice de acidez e os coeficientes de extinção específica (K232 e K270) das dietas contendo óleo ácido de soja.

Foi observado um aumento linear do índice de acidez, K232 e K270 ($P < 0,001$), com o incremento de OAS na dieta das aves (Gráfico 4).

A variável K232 é principalmente um indicativo da conjugação de dienos e também da presença de compostos carbonílicos (CLODOVEO et al., 2007). Enquanto que K270 é um dos marcadores usado para avaliar a formação de compostos secundários da oxidação (GHARBY et al., 2015).

A oxidação dos óleos passa através de dois estágios: na primeira há formação de hidroperóxidos e um segundo estágio em que há uma proliferação dos hidroperóxidos que são transformados em compostos secundários da oxidação (GHARBY et al., 2015), tais como aldeídos e cetonas, ocasionando sabor e odor desagradáveis aos óleos e gorduras,

Ambos k232 e k270 permitem avaliar a evolução oxidativa com base na relação $A_{272\text{ nm}}/A_{232\text{ nm}}$: quanto maior o valor da absorvência a 232 nm, mais elevado será o conteúdo em peróxidos, correspondendo, portanto, ao início do processo de oxidação; pelo contrário, quanto maior for o valor de absorvência a 272 nm, maior será o teor de produtos secundários presentes (SILVA et al., 1999).

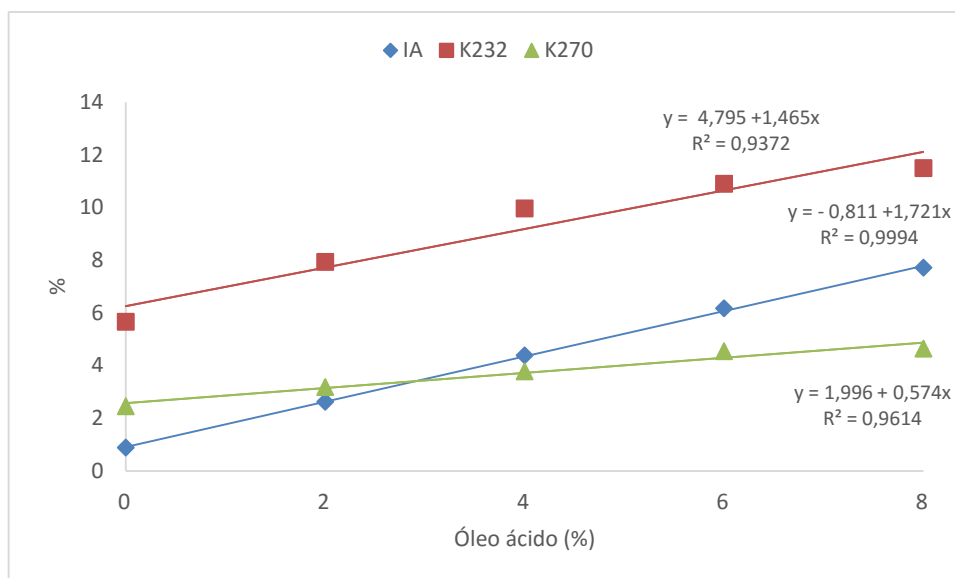


Figura 10. Índice de acidez e coeficientes de extinção específica K232 e K270 das dietas experimentais

De acordo com Raber et al. (2009) a baixa qualidade do OAS comparada com o seu óleo de procedência é devida a elevada concentração de AGL e menor proporção da gordura total na forma de triglicerídios, que por sua vez proporcionam um maior grau de acidez ao OAS. Segundo Leeson e Summers (2001) os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides dos alimentos.

Tabela 18. Índice de acidez (IA) e coeficientes de extinção específica (K232 e K270) das dietas das codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.

Item	Dietas					EPM	Probabilidade				
	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS		Dietas	Dias	Dietas vs dias	Linear	Quadrática
IA	0,88	2,62	4,38	6,17	7,71	0,55	<,0001	0,16	0,02	<,0001	<,0001
K232	5,66	7,93	9,96	10,9	11,5	0,50	<,0001	0,83	0,08	<,0001	<,0001
K270	2,45	3,18	3,78	4,54	4,64	0,20	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75%OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja
 IA= índice de acidez
 EPM= erro padrão da média

3.2 Desempenho

No presente estudo os maiores índices de acidez das dietas com níveis crescentes de OAS não provocaram mudanças nas variáveis produtivas, que foram semelhantes aos do tratamento controle.

Os resultados médios de consumo diário de ração, porcentagem de produção, peso médio do ovo e a conversão alimentar por quilo de ovos são apresentados na Tabela 19.

A análise de variância e o teste F para o ajustamento das equações de regressão mostraram não haver nenhum efeito significativo da utilização do OAS em níveis crescentes em até 8% em substituição ao óleo de soja na dieta das codornas sobre as variáveis de desempenho.

A falta de diferenças significativas nas variáveis produtivas entre as dietas com níveis crescentes de OAS (AGL), é positiva no sentido de justificar o uso deste subproduto em codornas de postura.

Cabel et al. (1988) registraram que a degradação dos ingredientes e a formação de radicais livres em casos mais severos podem provocar sintomas de doenças como encefalomalácia, diástase exsudativa, distrofia muscular, necrose dos tecidos em frangos.

Neste sentido os níveis similares de produção alcançados são um indicativo de que os mecanismos antioxidantes foram capazes de manter a homeostase e saúde nas aves, apesar de que a composição de produtos da peroxidação de lipídios da dieta aumentava conforme os níveis de inclusão de óleo ácido de soja nas dietas.

A análise realizada no OAS utilizado na presente pesquisa demonstrou que a acidez do produto era de apenas 64,68%, ou seja, 35,32% de seu total poderia ser composto por misturas de mono, di e/ou triglicerídeos (Tabela 16). Estes resultados concordam com Vieira et al. (2002) que ressaltaram que embora o OAS seja normalmente considerado composto apenas por AGL, os autores encontraram uma proporção de até 30% do total do óleo que não estava na forma livre (AGL).

Os resultados produtivos mesmo com a inclusão de óleo ácido foram satisfatórios em comparação com outros trabalhos.

No presente estudo foi encontrada uma média de produção de ovos/período de 85% que é considerado um bom resultado tratando-se de codornas com 30 semanas de idade que foram selecionadas por peso corporal durante por 17 gerações (peso médio= 380g).

Eichener et al. (2004) não encontram diferenças no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves alimentadas com OAS. Vila e Esteve-Garcia, (1996) verificaram que o crescimento de frangos não foi afetado pelo consumo de rações compostas por lipídios com alto conteúdo de AGL. Pardío et al. (2001) não constataram perdas de desempenho e relataram ganho de peso em frangos de corte com a inclusão de OAS na dieta por um período de sete semanas.

Bornstein e Lipstein (1963) encontraram redução de no máximo 9% de absorção do OAS referente ao OS, indicando que o valor energético total das duas fontes é bastante próximo. Mais recentemente, Roll et al. (2014) não verificaram diferenças no consumo, ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte alimentados com óleo ácido de palma (AGL= 88,6%), embora a digestibilidade dos ácidos graxos saturados tenha sido menor em comparação com uma dieta com óleo de palma nativo (TG= 79,7%).

Porém estudos indicam prejuízos com a utilização de óleos ácidos na nutrição de aves, como exemplo, Gaiotto et al. (2000) que substituindo o óleo de soja em proporções iguais pelo OAS, sem fazer correções para os níveis de energia das dietas, constataram perdas no desempenho das aves comparadas com as que receberam dietas com o óleo de soja.

Wiseman et al. (1991) verificaram redução no conteúdo de energia metabolizável aparente de fontes de gordura para aves à medida que o nível de saturação ou de AGL foi aumentado.

Tabela 19. Desempenho produtivo de codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta

Item	Dieta					EPM	Probabilidade				
	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS		Dieta	Período	Dieta vs período	Linear	Quadrática
PESO (g)	379	376	383	385	392	2,75	0,67	0,01	0,34	0,06	0,13
CMD(g/ave)	44,0	44,1	43,9	43,9	43,8	0,06	0,53	<,0001	0,52	0,13	0,32
GP (g)	4,20	0,40	-1,6	5,00	2,30	1,90	0,82	0,007	0,30	0,95	0,79
PROD (%)	85,5	87,8	87,1	84,1	81,3	1,32	0,70	0,0003	0,07	0,19	0,23
PMO (g)	12,9	13,6	14,0	13,3	13,5	0,19	0,72	0,007	0,87	0,55	0,42
CA (kg/kg)	3,51	3,26	3,27	3,35	3,60	0,07	0,62	0,0004	0,04	0,58	0,20

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75%OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja

CMD= consumo médio diário; GP= ganho de peso; PROD= produção de ovos; PMO= peso médio do ovo; CA= conversão alimentar

EPM= erro padrão da média

Vieira et al. (2002) em um experimento com frangos de corte avaliando dietas que continham OAS e óleo degomado de soja (ODS), observaram um melhor aproveitamento da energia pelas aves que foram alimentadas com as dietas que continham ODS.

Da mesma forma, Lara et al. (2005) encontraram um menor ganho de peso e consumo de ração em frangos alimentados com OAS em comparação aos que receberam óleo de soja na dieta, embora a conversão alimentar não tenha sido afetada. Sklan (1979) também observou uma redução na capacidade de absorção dos frangos que foram alimentados com óleo ácido, relatando que essas aves apresentaram menor proporção de micelas no intestino delgado.

No presente estudo, foram encontradas médias de consumo em torno de 44 g/dia, representando um consumo de 8g/dia a mais com relação aos dados de Oliveira (2003) que relatam que a codorna da linhagem europeia consome em torno de 36 g/dia de ração na fase de produção. Cabe ressaltar que as codornas utilizadas para este experimento representam a 17ª geração de codornas de corte melhoradas geneticamente para o maior ganho de peso, pesando em média 380g.

3.3 Coeficientes de metabolizabilidade

Na Tabela 20 são apresentados os resultados referentes aos coeficientes de metabolizabilidade das cinzas (CMCZ), da gordura bruta (CMGB), da matéria seca (CMMS) e da proteína bruta (CMPB). Com exceção do CMGB, todos os demais coeficientes não apresentaram diferenças significativas.

A análise de regressão comprovou efeito quadrático dos níveis crescentes de inclusão de OAS em substituição ao OS na dietas das aves sobre o coeficiente de metabolizabilidade da gordura bruta ($CMGB = 94,31 - 1,186x + 0,018x^2$, $R^2=0,28$, $P=0,02$).

O CMGB é reduzido até o nível de 50% de inclusão de OAS, sendo aumentado a partir deste nível. Com o aumento do nível de OAS na ração, houve redução

significativa na digestibilidade da gordura, confirmando a importância do nível de acréscimo de OAS sobre esta variável.

No presente estudo, observa-se (Tabela 20) que o CMGB foi de 93,48% para o OAS, ao passo que para a OS foi de 93,89%, o que mostra uma semelhante eficiência das codornas de corte na utilização do OAS comparado com o OS.

Tabela 20. Coeficientes de metabolizabilidade em codornas fêmeas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta

Item	Diets					EPM	Probabilidade	
	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS		Linear	Quadrática
CMCZ	30,16	28,26	24,69	28,17	31,39	1,57	0,83	0,43
CMGB	93,89	91,74	88,85	89,94	93,48	0,71	0,61	0,02
CMMS	72,48	70,57	69,04	69,37	73,55	0,71	0,85	0,054
CMPB	47,67	42,96	28,41	36,23	54,58	3,55	0,90	0,08

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75% OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja.

CMCZ= coeficiente de metabolizabilidade de cinzas; CMGB= coeficiente de metabolizabilidade da gordura bruta; CMMS= coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca; CMPB= coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta.

EPM= erro padrão da média

O efeito quadrático na redução do CMGB do OAS denota uma semelhança de digestibilidade do óleo ácido em relação ao OS, e ao contrário do esperado indica que a mistura de óleo não favoreceu a digestibilidade da gordura, conforme é relatado na literatura.

Desse modo, Renner e Rill (1961), reportaram que os ácidos graxos saturados (AGS), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), tiveram uma absorção de 30% e 20%, respectivamente, quando utilizaram uma mistura contendo 50% de ácidos graxos insaturados (AGI), sendo que essa absorção viu-se aumentada para 51% (C16:0) e 36% (C18:0) quando foi aumentando para 62% a quantidade de AGI da mistura. Os mesmos autores ao elevarem a proporção de AGI para 76%, observaram uma absorção de 84% para o ácido graxo palmítico e 76% para o ácido graxo esteárico.

Evidenciando a importância da maior proporção de ácidos graxos insaturados com relação aos saturados nas gorduras para um melhor aproveitamento das mesmas.

Em resumo, o produto comercial OAS utilizado neste estudo apresentou em sua composição 24,55% dos lipídios na forma de AGS e 71,22% dos lipídios na forma de AGI, sendo que destes 46,36% eram de ácidos graxos poli-insaturados e 24,86% de ácidos graxos monoinsaturados. A elevada concentração de AGI do OAS pode ter facilitado a absorção dos lipídios da dieta de forma geral, melhorando assim a utilização da gordura das dietas pelas aves reduzindo a diferença no aproveitamento das gorduras entre as dietas testadas.

A relação de AGL com TG intactos é importante pois os AGL são absorvidos com menor eficiência do que aqueles provenientes de TG. Isso acontece em razão dos MG serem essenciais para a incorporação de ácidos graxos insolúveis no complexo micelar. Quando os AGL são fornecidos como única fonte de lipídios não existe MG suficientes e a absorção fica prejudicada (BLANCH et al., 1995), evidenciando que os AGL necessitam de MG para serem absorvidos na forma de micelas, juntamente com sais biliares. Leeson & Summers (2001) registram que entre 50 a 78% dos TG da dieta são hidrolisados a 2-monoglicerídeos e absorvidos nessa forma.

Cabe ressaltar que a maioria dos estudos encontrados na literatura foram realizados com frangos de corte. De acordo com Silva et al. (2012), as codornas apresentam aproveitamento e exigências diferente daquelas para frangos de corte e galinhas poedeiras, assim como o tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo das codornas é mais acelerado, variando de 60 a 90 minutos. A taxa de passagem pelo aparelho digestório também está relacionada com outras variáveis como, por exemplo, a quantidade de alimento ingerido, a composição da dieta, o aspecto físico do alimento entre outros (REZENDE et al., 2008).

Todos estes fatores podem ter influência sobre a ausência de diferenças significativas nas variáveis de desempenho e metabolizabilidade encontradas no presente estudo com a utilização de níveis crescentes de óleo ácido na dieta dessas aves. Somando-se a esses fatores, o curto período de suplementação (56 dias), aliado as características anatômicas das codornas em termos de tamanho e comprimento

dos órgãos do trato gastrointestinal, de particularidades fisiológicas e às vezes, de hábitos alimentares podem explicar os resultados contraditórios da literatura em geral.

Por outro lado as diferentes técnicas de processamento das gordura e óleos em diferentes regiões, podem gerar produtos com diferentes composições químicas. Isto poderia explicar os resultados divergentes encontrados na literatura em relação ao óleo ácido.

Com os resultados do presente estudo conclui-se que o desempenho das codornas de corte em postura não é afetado de forma negativa pelo acréscimo de OAS na dieta das aves e que a digestibilidade da gordura apresenta-se com um ajuste quadrático, ocorrendo perda de eficiência com a mistura dos óleos ao nível de 50%, indicando ausência de sinergismo entre as misturas de óleos. Conclui-se ainda, que no nível de substituição de 100% do óleo de soja pelo óleo ácido de soja, os parâmetros avaliados mostram-se equivalentes aos do tratamento controle.

Observou-se que o índice de acidez e a presença de compostos característicos originados na degradação das gorduras aumentou linearmente com a inclusão de OAS em até 8%, sendo que o armazenamento das rações por um período de sete dias não alterou essas variáveis.

V CAPITULO 4

**Qualidade de ovos de codornas alimentadas com níveis crescentes de
óleo ácido de soja na dieta**

1 Introdução

A avicultura é um importante segmento agropecuário que tem evoluído muito nos últimos anos. Um dos setores deste segmento que vem despertando cada vez mais o interesse por parte dos nutricionistas e por técnicas de produção que possibilitem uma melhoria da eficiência de produção das aves, é o setor de aves de postura, cujos ovos produzidos são considerados um alimento de alto valor biológico (RODRIGUES et al., 2005).

A coturnicultura, ou seja, a criação de codornas, é um setor da avicultura que possibilita um rápido retorno do capital investido com baixo investimento e utilização de pequenas áreas, devido ao rápido e precoce amadurecimento das aves, e que vem se destacando nos últimos anos e despertando grande interesse também por parte do consumidor como uma alternativa para a alimentação rica em vitaminas, minerais e proteínas de alta qualidade (SEIBEL et al., 2010).

O ovo de codorna consiste em uma excelente fonte de nutrientes possuindo em sua composição em torno de 6,5 mg de proteína, 40 mg de vitaminas, 112 mg de fósforo, 1,85 mg de ferro e 31 mg de cálcio em 50g de produto (REDDER, 2005).

Entretanto, deve-se associar a rica fonte de nutrientes contidos nos ovos de codorna com processos tecnológicos que propiciem melhora nas características físico-químicas e organolépticas com uma maior vida útil do produto, possibilitando ainda, uma possível redução nos custos de produção com a utilização de alimentos alternativos aos comumente adicionados nas formulações das dietas das aves.

A utilização de estratégias nutricionais com o intuito de melhorar a composição e qualidade dos produtos de origem animal destinado a alimentação da população, constitui-se em um elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana (BARRETO et al., 2006).

No entanto, os ingredientes alternativos são limitantes para os nutricionistas no momento de formular as rações, pois a inclusão de determinados ingredientes podem resultar em alterações não desejáveis no produto final. Além disso, nos últimos anos estas aves vem sofrendo constantes processos de melhoramento genético visando à

melhor produção de carne ou de ovos como é o caso das aves utilizadas no presente estudo, que representam a 17ª geração do melhoramento das codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*). Portanto é importante lembrar que os valores tabelados devem ser tomados com precaução e deve haver constante atualização por parte dos nutricionistas e produtores (VILLELA, 1998).

O emprego do óleo na ração das aves é feito quando se deseja elevar o nível de energia, melhorar a conversão alimentar, proporcionar o aumento da absorção das vitaminas lipossolúveis e a eficiência do consumo de energia. Para isto podem ser utilizadas diferentes fontes lipídicas, tais como o óleo de soja (BAIÃO e LARA, 2005).

Os óleos vegetais são fontes importantes de ácidos graxos insaturados e podem ser fornecidos as aves através da dieta para melhorar a nutrição e produção dos animais. A utilização de óleos e gorduras na alimentação das aves é uma ferramenta muito utilizada pelos nutricionistas por favorecer o incremento calórico das rações, melhorar a palatabilidade e facilitar a digestão e absorção de constituintes não lipídicos dos ingredientes (SANTOS et al., 2009).

Os suplementos lipídicos mais comuns utilizados nas dietas comerciais são os óleos de soja e milho, principalmente devido a questões econômicas e nutricionais (MELUZZI et al., 2001). Os óleos vegetais são ricos em ácidos graxos insaturados que são suscetíveis a oxidação (FAITARONE, 2010), destacando-se o ácido linoléico responsável pelo aumento do tamanho dos ovos (ALBINO e BARRETO, 2003).

Entretanto, a literatura apresenta dados conflitantes com relação ao uso de ácido linoleico (AL) no incremento do peso dos ovos. Enquanto alguns autores registram um aumento no peso dos ovos com a utilização de AL (SCRAGG et al., 1987) outros autores não encontraram benefícios com relação aos níveis de AL na dieta das aves (SUMMERS & LEESON, 1983). GROBAS et al. (2001) indicaram claramente que o incremento do peso dos ovos está associado com o conteúdo total de gordura na dieta em vez do conteúdo de AL.

A maioria dos estudos encontrados na literatura foram conduzidos avaliando a utilização de diferentes fontes e níveis de óleos sobre a utilização da gordura e energia dessas fontes. Estudos relacionando os óleos ácidos com o desempenho de codornas e qualidade dos ovos são praticamente inexistentes. Da mesma forma Senköylü et al.

(2004), relataram a deficiência de estudos referentes ao desempenho e peso dos ovos de poedeiras com a utilização de subprodutos do refino de óleo de soja, como o óleo ácido. Os autores avaliaram a utilização de óleo ácido na dieta de poedeiras e não encontraram efeito significativo com relação as características dos ovos e de desempenho das aves.

Senköylü et al. (2004) concluíram que o peso dos ovos é susceptível de ser afetado pela ingestão de energia a partir dos lipídios absorvidos da dieta. Assim como Rodrigues et al. (2005) observaram aumento na produção de ovos quando o nível de adição de óleo de soja na ração foi de 8%. Contrariamente às observações de Brugalli et al. (1998) e Muramatsu et al. (2005), que não encontraram efeito dos níveis de óleo sobre a produção de ovos.

Segundo Muramatsu et al. (2005) os níveis elevados de óleo na dieta das aves podem piorar a qualidade da casca e portanto essa prática deve ser realizada com cautela. Esse fato se deve a uma possível interferência no metabolismo mineral, principalmente sobre a retenção de cálcio, através da formação de sabões insolúveis durante a digestão (HESTER, 1999).

De acordo com Ormenese et al. (2004), a alimentação fornecida as aves determina as alterações que podem ocorrer nos ovos com respeito as suas características qualitativas e sensoriais. Dessa forma, as características de qualidade e sensoriais dos ovos não devem ser alteradas negativamente em função da inclusão de ingredientes não convencionais nas rações para aves (MOURA et al., 2009). Devendo ser avaliada a qualidade da fonte lipídica considerando a composição em ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e ácidos graxos poli-insaturados (AGP) (MILINSKI et al., 2003).

Os óleos ácidos são coprodutos derivados da refinação de óleos podendo apresentar de 75% a 95% de ácidos graxos presentes nos óleos de que se originam (FREITAS et al., 2005) e que tem despertado interesse por sua possível utilização como fontes energéticas alternativas na produção de ração animal.

Entretanto, estes óleos são caracterizados por apresentarem grande quantidade dos ácidos graxos na forma de ácidos graxos livres (AGL: 40-90%) (VIEIRA et al, 2002; FREITAS et al., 2005), que são conhecidos pela sua baixa digestibilidade devido

à falta de monoglicérides (MG) suficientes para promover a absorção (RABER et al., 2009). Neste sentido, quando os AGL são fornecidos como única fonte de lipídios, o déficit em MG pode prejudicar a incorporação dos ácidos graxos insolúveis no complexo micelar e a absorção tornar-se prejudicada (BLANCH et al., 1995).

Karunajeewa et al. (1986) avaliaram a inclusão de 2% de borra acidulada de canola e observaram um aumento no tamanho dos ovos, os autores atribuíram esse aumento ao teor de ácido linoleico da borra acidulada. Entretanto, PARDÍO et al. (2005) demonstraram que os maiores níveis de inclusão da borra de soja na dieta de galinhas mantiveram os parâmetros de qualidade dos ovos podendo ser comparados com os ovos procedentes da dieta controle.

De acordo com FERREIRA et al. (2000) o homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais dos alimentos e bebidas. Assim, a análise sensorial é utilizada para medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e como elas são percebidas pelos sentidos da visão, olfato e gustação (CARVALHO et al., 2005).

A deficiência na literatura com resultados relacionados a utilização de OAS na dieta de codornas, sobretudo sobre as características de qualidade e sensoriais dos ovos, nos conduz a busca de respostas quanto às características sensoriais de aroma, sabor e cor dos ovos de codornas alimentadas com rações com elevados níveis de AGL.

Portanto, com o presente estudo objetivou-se avaliar o efeito da substituição total e parcial do óleo de soja pelo óleo ácido de soja em níveis crescentes de inclusão de AGL de até 8% na dieta de codornas sobre a qualidade interna e externa, análise sensorial e tempo de prateleira dos ovos.

2 Material e Métodos

2.1 Local experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia/FAEM/ UFPEL, no período de junho a setembro de 2015. Este trabalho foi realizado de acordo com as normas éticas, sendo aprovado (processo nº 23110.001433/2015-25) pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA)/UFPeI.

2.2 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado em uma sala climatizada com temperatura controlada de $23^{\circ}\text{C}\pm 1$. As gaiolas eram distribuídas em seis andares, suspensas e dispostas em linhas sobrepostas.

As gaiolas continham comedouro individual do tipo calha, colocado externa e longitudinalmente na frente da gaiola, além do bebedouro do tipo *nipple* localizado no fundo de cada gaiola.

A iluminação da sala foi fornecida com lâmpadas fluorescentes e controlada por relógio timer para fornecer 17 horas de luz diárias.

A climatização foi controlada através de aparelho de ar condicionado do tipo splitter e o sistema de ventilação monitorado através de janelas reguláveis. As temperaturas e umidades, do interior do aviário foram obtidas através de um termohigrômetro digital localizado no centro da bateria de gaiolas. Os registros foram realizados pela manhã em torno de 8h, ou seja, antes da coleta dos ovos e arraçamento das aves.

2.3 Animais

Foram utilizadas 80 codornas de corte em postura da linhagem *Coturnix coturnix coturnix* com 180 dias de idade, distribuídas em 40 gaiolas, na razão de 2 aves por gaiola (unidade experimental), totalizando 5 tratamentos com oito repetições cada.

Antes de dar início ao experimento todas as aves foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas gaiolas experimentais. Esta pesagem teve como objetivo o acompanhamento do peso corporal das codornas por tratamento a cada ciclo experimental.

2.4 Pesagens das aves

As aves foram pesadas no primeiro dia antes de iniciar-se a experimentação e foram pesadas ao final de cada período de 28 dias. Para a pesagem das aves foi utilizada uma balança analítica de precisão (0,01g). As aves foram pesadas individualmente, com a utilização de um balde com tampa (polietileno/ 1L) para facilitar o manejo durante a pesagem.

2.5 Dietas experimentais: preparo e arraçoamento

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja com a composição nutricional formulada para atender as exigências de manutenção e produção de ovos de acordo com as exigências da linhagem em estudo.

As aves foram alimentadas com os tratamentos que resultaram da formulação de uma dieta basal feita com milho e farelo de soja atendendo as exigências nutricionais das aves (Energia Metabolizável 2.900 kcal/kg e Proteína Bruta 22%) de acordo com SILVA et al. (2012), ao qual se acrescentaram níveis crescentes de até 8% de óleo ácido de soja em substituição ao óleo de soja refinado.

Na Tabela 21 é apresentada a composição das dietas com a proporção do óleo ácido e refinado de soja, de forma a produzir níveis crescentes de ácidos graxos livres (AGL).

Os ingredientes de cada uma das dietas experimentais foram pesados em balança digital. Durante o preparo das dietas, os micro ingredientes, DL-metionina e L-lisina, foram pré-misturados aos ingredientes: fosfato bicálcico, calcário, sal, inerte e núcleo. Esta pré-mistura foi acrescentada ao misturador tipo “Y” com capacidade para 5 kg, juntamente aos demais ingredientes.

O óleo de soja e o óleo ácido de soja foram misturados previamente ao farelo de soja, sendo o óleo ácido pré-aquecido em banho-maria para facilitar a sua mistura com o farelo de soja, evitando assim a formação de grumos. O tempo de batida da mistura foi de 12 minutos.

Em cada batida de ingredientes foram preparados 5 kg de ração, volume suficiente para alimentar as aves durante um período de 7 dias. Após a mistura a ração foi acondicionada em baldes de polietileno identificadas com cada tratamento correspondente, tampados e estocados na sala do biotério da UFPel, onde estavam alojadas as aves.

A quantidade de ração distribuída para cada ave foi de 45 g de ração/ave/dia e as sobras de ração foram registradas no final de cada período de 28 dias.

Tabela 21. Composição das dietas experimentais das codornas (*Coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta

<i>Ingredientes (kg)</i>	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS
Soja Farelo 46%	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
Milho grão	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Óleo de soja	8,00	6,00	4,00	2,00	0,00
Óleo ácido de soja	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00
Núcleo*	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Calcário	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Fosfato bicálcico	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Inerte	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
DL-metionina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina HCL	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sal comum	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>Total</i>	100	100	100	100	100

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75%OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja.

*Núcleo de postura (MIGCODOR) níveis de garantia/Kg de produto: Ácido Fólico (mín) 16mg; Ácido Pantotênico (mín) 200mg; Bacitracina de Zinco 600mg; Biotina (mín) 1,4 mg; Cálcio (mín-máx) 150-200g; Cobalto (mín) 3mg; Cobre (mín) 240mg; Colina (mín) 30g; Ferro (mín) 1.000mg; Fósforo (mín) 45g; Iodo (mín) 28mg; Manganês (mín) 1400g; DL-Metionina (mín) 10g; Niacina (mín) 840mg; Sódio (mín) 30g; Selênio (mín) 3mg; Vit. A (mín) 200.000UI; Vit. B1 (mín) 40mg; Vit. B2 (mín) 120mg; Vit. B12 (mín) 430mcg; Vit. B6 (mín) 55mg; Vit. D3 (mín) 42000UI; Vit. E (mín) 540UI; Vit. K3 (mín) 50mg; Zinco (mín) 1800mg.

2.6 Qualidade de ovos

Cerca de 240 ovos em cada período foram usados para avaliar os parâmetros de qualidade incluindo peso do ovo, gravidade específica, altura de albúmen, unidades Haugh, peso da gema, peso da clara, peso da casca e espessura da casca.

2.6.1 Peso dos ovos

Ao final de cada ciclo experimental, cada ovo produzido por gaiola foi identificado, coletado e pesado individualmente.

2.6.2 Gravidade específica

Os ovos foram colocados em baldes com soluções salinas, de menor para maior concentração de cloreto de sódio (NaCl), com intervalo de 0,004, que variaram de 1046 a 1090, totalizando 12 soluções. Os ovos foram retirados ao flutuarem anotando-se, assim, o valor respectivo de densidade correspondente à solução do recipiente (Figura 11). Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com densímetro de petróleo. A gravidade específica foi medida no mesmo dia da postura, sendo que os ovos trincados ou de casca mole não foram analisados.



Figura 11. Baldes com as soluções salinas para gravidade

2.6.3 Peso da casca

Após a quebra de cada ovo para a análise da qualidade interna, as cascas foram lavadas para remoção completa do albúmen aderido a membrana interna. Depois foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 24 horas e, estando secas, as avaliações do peso e da espessura foram realizadas. A pesagem individual das cascas foi realizada em balança digital com precisão de 0,01g.

2.6.4 Espessura da casca

Esta variável foi mensurada no ponto central da casca de cada ovo produzido nos últimos três dias de cada ciclo experimental. Para esta avaliação foi utilizado um micrômetro digital (Figura 12).



Figura 12. Pesagem e espessura da casca

2.6.5 Altura de albúmen

Após a realização da gravidade específica, cada ovo foi quebrado individualmente e o seu conteúdo depositado sobre um recipiente de superfície nivelada (placas de petri sobre a bancada do laboratório). A mensuração da altura do albúmen foi realizada utilizando-se de uma régua específica para esta medida.

2.6.6 Unidade Haugh

A unidade Haugh foi obtida a partir da relação logarítmica entre o peso do ovo e a altura do albúmen, determinou-se a unidade Haugh (UH), sendo estes dados submetidos à fórmula exemplificada abaixo, de acordo com (SILVA et al., 2000).

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37}), \text{ onde:}$$

H = altura do albúmen espesso (mm)

W = peso do ovo (g)

2.6.7 Cor da gema

Para a avaliação da coloração da gema foram utilizados dois métodos. O primeiro com uso do leque colorimétrico de Roche onde se realiza a comparação visual da cor da gema com as cores existentes no leque, que contém escores de tonalidades que vão de um a 15. E o segundo através de um colorímetro de triestímulo

(cor, tonalidade e brilho) fazendo uso do aparelho Minolta, que foi previamente calibrado em superfície branca. Foram avaliados os valores de croma L, que nos fornece a luminosidade com uma variação do branco (L=100) ao preto (L=0), de croma a^* , que caracteriza a coloração do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$) e os valores de croma b^* , que caracteriza a coloração do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

2.6.8 Peso da gema e do albúmen

Após a separação do albúmen da gema do ovo, ambos, gema e albúmen, foram pesados individualmente em uma balança digital com precisão de 0,01g (Figura 13).



Figura 13. Separação e pesagem do albúmen e gema

2.7 Análise sensorial dos ovos

A análise sensorial dos ovos ocorreu no último ciclo produtivo, onde os ovos foram coletados durante 5 dias, identificados conforme o tratamento correspondente e encaminhados para o Laboratório de Carnes e Análise Sensorial do Departamento de Zootecnia-UFPEL, onde foram armazenados, sob refrigeração, até o momento da avaliação.

As avaliações sensoriais foram realizadas em cabines individuais (Figura 14), com ausência de ruídos e odores, em horários previamente estabelecidos, excluindo uma hora antes e duas horas após o almoço, de acordo com o método citado em

MORAES (1985). A composição do painel de provadores constituiu-se de 10 pessoas, de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias e previamente treinadas.



Figura 14. Cabines para análise sensorial

A seleção de candidatos para comporem o painel treinado foi seguida através da adaptação da metodologia citada por SEIBEL et al. (2010).

Inicialmente foi realizada a seleção de um grupo de julgadores, através de testes discriminativos, onde os julgadores foram instruídos a reconhecer os atributos sabor, aroma e dureza percebidos nas amostras servidas.

Após o período de treinamento, os julgadores realizaram três sessões de avaliação. Em cada uma delas os ovos foram cozidos em água fervente durante sete minutos e após atingirem a temperatura ambiente, foram descascados com o auxílio de um descascador de ovos de codornas, mantendo-se assim um padrão de aparência e integridade dos mesmos.

As amostras foram servidas em copinhos plásticos descartáveis, codificadas com números de três dígitos aleatórios, acompanhadas de biscoito água e sal, água mineral à temperatura ambiente (para remoção do sabor residual) e grãos de café (para remoção do odor) entre as amostras.

Em todas as sessões os julgadores foram distribuídos em cabines individuais e orientados a avaliar uma amostra de cada vez da esquerda para a direita. Para evitar

confundimentos nas respostas, nas cabines dos provadores foi acesa a luz vermelha para impedir a discriminação visual das amostras pela cor.

Na primeira sessão, a avaliação realizada foi através dos atributos sensoriais dos ovos em escala estruturada, utilizando um delineamento de blocos ao acaso usando uma escala estruturada de 11cm em que dois tratamentos foram avaliados (OAS vs. OS).

Os julgadores em suas cabines individuais receberam uma ficha para avaliar os atributos de cor (intensidade de cor amarela e brilho), odor (característico a ovo), sabor (ácido, residual, rancificado e característico de óleo) através de escalas estruturadas de 11 cm, ancorada nos extremos à esquerda pelo termo “pouco ou ausente” e à direita pelo termo “forte ou muito forte”.

Os julgadores foram instruídos a indicar com um traço vertical sob a linha da escala, o ponto que melhor represente a intensidade percebida de cada característica (STONE & SIDEL, 1998).

Na segunda sessão de avaliação foi realizado o teste discriminativo Teste duo-trio. Procedimento que permite detectar diferença sensorial entre uma amostra e um padrão. Aos julgadores foram apresentados simultaneamente o padrão e duas amostras codificadas. O julgador deve identificar a amostra igual ao padrão (IAL, 2008).

Para a terceira sessão de avaliação, foi utilizado o Teste triangular. Procedimento que é semelhante ao teste anterior, porém neste caso são apresentados simultaneamente três amostras codificadas, sendo duas iguais e uma diferente. O julgador deve identificar a amostra diferente.

A probabilidade de acertos é $P= 1/3$. Da mesma forma que o teste da sessão anterior, a interpretação do resultado se baseia no número total de julgamentos versus o número de julgamentos corretos.

2.8 Tempo de armazenamento dos ovos

Foram utilizados 400 ovos de codornas armazenados por até 28 dias com temperatura controlada de $23^{\circ}\text{C}\pm 1$ provenientes das aves que foram alimentadas durante 8 semanas com as dietas experimentais.

As análises da qualidade interna dos ovos foram realizadas nos períodos zero, sete, 14, 21 e 28 dias de armazenamento.

As variáveis estudadas foram as mesmas relacionadas no item de qualidade de ovos (peso dos ovos, pesos da gema e clara, peso e espessura da casca, altura de albúmen, unidades Haugh, pH da gema e clara e cor da gema).

2.9 Análise estatística

Os dados foram analisados de acordo com um delineamento experimental completamente casualizado sendo cada gaiola com duas aves considerada a unidade experimental. Foi realizada a análise de medidas repetidas usando o pacote “nlme - Linear and Nonlinear Mixed Effects Models” do pacote estatístico R de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + d_i + h_{ij} + w_k + d_{wik} + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

μ = média geral;

d_i = efeito fixo da dieta ($i = 1$ a 5 dietas);

h_{ij} = efeito aleatório da gaiola dentro da dieta (tratamento;

$j = 1$ a 8, número de gaiolas por tratamento);

w_k = efeito fixo do período de postura ($k = 1$ a 2,);

d_{wik} = interação entre dieta e período de postura (tratamento \times período);

e_{ijk} = erro aleatório (erro residual).

A interação tratamento (dieta) \times (período) foi considerado efeito fixo. Após realizar ANOVA foi utilizado o procedimento “LSM-least squares means” sendo as médias comparadas através do teste Tukey com um nível de significância $P < 0,05$.

Para estimar a associação existente entre os níveis de substituição do óleo de soja pelo óleo ácido de soja sobre as variáveis estudadas foi utilizada análise de regressão polinomial.

Da mesma forma para estimar o efeito do tempo de armazenamento sobre as variáveis de qualidade de ovos foi utilizada análise de regressão polinomial.

Para a avaliação da análise sensorial, na seleção dos julgadores, no teste duo-trio e no teste triangular foi utilizado distribuição binomial em que a probabilidade de acertos é de 50% ($P= 0,5$). A interpretação do resultado se baseia no número total de julgamentos versus o número de julgamentos corretos (sucessos) utilizando um nível de confiabilidade de 0,95%.

Os resultados do efeito do tipo de óleo sobre atributos sensoriais dos ovos em escala estruturada foram avaliados através de teste t de Student para dados pareados. Todas as análises foram realizadas no software R sendo as diferenças significativas ao nível de probabilidade de 5 % ($P < 0,05$).

3 Resultados e discussão

3.1 Efeitos dos óleos ácidos sobre a qualidade dos ovos

Os resultados da qualidade de ovos das codornas alimentadas com níveis crescentes de AGL, são apresentados na Tabela 22. Pode-se observar que o peso do ovo (PO), a unidade Haugh (UH), gravidade específica (GE), pesos da clara, gema e casca e espessura da casca (EC), não foram afetados ($P>0,05$) com a inclusão de níveis crescentes de OAS na dieta das aves.

Alterações na qualidade interna e externa dos ovos são esperadas com dietas ricas em AGL, visto que estes poderiam interferir na absorção e disponibilidade dos nutrientes da dieta, reduzindo a metabolizabilidade dos ingredientes. Entretanto a qualidade obtida com o óleo ácido foi comparável aos resultados de qualidade dos ovos do tratamento controle.

Os ovos em todas as dietas estudadas apresentaram ótima qualidade interna, com valores médios de unidades Haugh acima de 94 (Tabela 22).

As perdas de dióxido de carbono através dos poros da casca dos ovos de codornas são menores comparados aos de galinhas, devido à espessura das membranas da casca dos ovos de codornas serem maiores. Isto permite a manutenção da altura de albúmen (YANNAKOPOULOS e TSERVENI-GOUSHI, 1986).

A percentagem e peso de gema dos ovos não diferiu ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de OAS na dieta das codornas (Tabela 22). De acordo com Balvane (1970), as dietas deficientes em ácido linoléico afetam o peso dos componentes dos ovos de galinha, reduzindo em até 10g o peso dos mesmos, sendo a gema a parte mais afetada.

O OAS utilizado no presente estudo continha em sua composição 41,5% de ácido graxo linoleico -ômega 6- (Tabela 17). Foram observados na literatura diferentes níveis de linoleico em óleo de soja refinado a saber: 54,2% (Machado et al., 2008), 46,5% (Cunha, 2008), 48,1 a 54,6% (Aued-Pimentel, 2009) e 44 a 62% (Anvisa, 2016).

Portanto, poderia ser esperado uma redução no tamanho do ovo no presente experimento tendo em vista a menor quantidade de linoleico presente no óleo ácido.

Entretanto, a literatura apresenta dados conflitantes com relação ao uso de ácido linoleico no incremento do peso dos ovos. Enquanto Scragg et al. (1987) reportam um aumento no peso dos ovos com a sua utilização, Summers e Leeson (1983) não encontraram benefícios.

Karunajeewa et al. (1986) em estudo incluindo 2% de borra acidulada de canola e óleo de girassol em dietas formuladas com sorgo, atribuíram o aumento do tamanho dos ovos ao alto teor de ácido linoleico da borra acidulada. Por outro lado, Butolo (2002) constatou a presença de 50%, 6% e 54% de ácido linoléico nos óleos de algodão, linhaça e soja, respectivamente, no entanto, os autores não encontraram diferenças significativas para o peso da gema dos ovos entre os diferentes óleos utilizados.

Grobas et al. (2001) indicaram claramente que o incremento do peso dos ovos está mais associado com o conteúdo total de gordura na dieta do que com conteúdo de ácido linoleico.

Tabela 22. Qualidade de ovos em codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes (%) de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.

Item	Diets					EPM	Probabilidade				
	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS		Diets	Período	Dieta vs período	Linear	Quadrática
PO (g)	13,74	14,06	13,87	13,57	13,69	0,12	0,84	0,009	0,25	0,52	0,62
GE (g/ml)	1075,5	1075,1	1076,5	1073,7	1074,9	0,53	0,70	0,0006	0,052	0,58	0,71
ALB (mm)	6,13	6,29	6,07	5,71	6,32	0,06	0,006	0,002	0,93	0,61	0,20
UH	96,43	96,98	96,10	94,51	97,37	0,27	0,005	0,001	0,97	0,70	0,14
GE (g/ml)	1075,5	1075,1	1076,5	1073,7	1074,9	0,53	0,70	0,0006	0,052	0,58	0,71
Clara (g)	7,23	7,38	7,31	7,03	7,04	0,09	0,76	<,0001	0,41	0,31	0,41
Gema (g)	4,65	4,86	4,77	4,70	4,71	0,04	0,66	0,24	0,36	0,73	0,74
PC (g)	1,24	1,28	1,25	1,23	1,23	0,014	0,91	0,053	0,13	0,52	0,53
EC (mm)	0,287	0,295	0,296	0,292	0,299	0,002	0,85	0,43	0,45	0,26	0,51
<i>Colorimetria</i>											
L*	60,74	60,15	61,15	60,02	59,22	0,24	0,26	0,29	0,06	0,07	0,06
a*	-5,29	-4,77	-4,89	-4,43	-4,03	0,08	0,0001	0,09	0,009	<,0001	<,0001
b*	42,01	43,83	43,56	45,35	45,63	0,37	0,054	0,058	0,32	0,0005	0,002
Leque	4,82	5,43	5,43	5,80	6,17	0,08	<,0001	0,04	0,002	<,0001	<,0001

OS= 100% óleo de soja; OAS25= 25% OAS + 75%OS; OAS50= 50% OS+ 50% OAS; OAS75= 75% OAS + 25% OS; OAS= 100% óleo ácido de soja
 PO= peso do ovo; GE= gravidade específica; ALB= altura de albúmen (mm); UH= unidade Haugh; PC= peso da casca; EC= espessura da casca
 EPM= erro padrão da média

Os valores da gravidade específica (GE) dos ovos de codorna não foram influenciados pelos níveis crescentes de acréscimo de OAS na dieta das aves (Tabela 22), permanecendo em média 1,075 nos tratamentos estudados, sendo esses valores maiores do que os encontrados por Nowaczewski et al. (2010) que obtiveram 1,059; 1,052; 1,046 de gravidade específica para as 9, 25 e 31 semanas de idade das codornas, respectivamente. Esse resultado denota a boa qualidade dos ovos das codornas deste estudo.

Verifica-se que os valores de gravidade específica dos ovos de codorna, que apresentam boa qualidade, são inferiores aos valores dos ovos poedeiras comerciais, mesmo que de qualidade inferior ($GE < 1,074$) (ROSA e AVILA, 2000).

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) no peso e espessura da casca dos ovos das aves arraçadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja, apesar de que no presente experimento foi utilizado um nível de inclusão de óleo 1% acima do recomendado por Rostagno et al. (2011), que é de no máximo 7% na dieta de galinhas poedeiras.

Segundo Muramatsu et al. (2005) os níveis elevados de óleo na dieta das aves podem piorar a qualidade da casca e portanto essa prática deve ser realizada com cautela. Esse fato se deve a uma possível interferência no metabolismo mineral, principalmente sobre a retenção de cálcio, através da formação de sabões insolúveis durante a digestão (HESTER, 1999).

Não houve diferença entre a dieta com OS e aquelas com níveis crescentes de OAS nos parâmetros pesos de albúmen, gema e casca, as porcentagens de albúmen, gema e casca (Tabela 22).

As aves alimentadas com as rações com níveis crescentes de OAS produziram ovos com gemas mais pigmentadas em comparação àquelas alimentadas com a ração controle (Tabela 22), fato relacionado à maior porcentagem de pigmentos do OAS.

Assim, as diferenças significativas encontradas na pigmentação da gema entre o OS e os diferentes níveis crescentes de OAS estudados e avaliados, tanto pelo leque colorimétrico (escore visual) como pelo colorímetro de triestímulo (cor,

tonalidade e brilho), indicam que os carotenoides presentes no OAS foram transferidos de forma linear para a gema do ovo, resultando em gemas com colorações mais alaranjadas com o maior nível de OAS.

A colorimetria da gema dos ovos (Tabela 22) demonstrou haver um efeito linear ($P < 0,001$) e quadrático ($P < 0,0001$), para a variável a^* (intensidade da cor vermelha) e linear ($P < 0,0005$) e quadrático ($P < 0,002$) para a variável b^* (intensidade da cor amarela), Não havendo diferenças para a variável L (luminosidade).

Com a utilização do leque colorimétrico de Roche as duas análises, de variância e regressão, apontaram diferenças significativas com relação a tonalidade da cor da gema (Tabela 22). A ANOVA apontou efeito significativo para a variável resposta “dieta” ($P < 0,0001$), “período” ($P < 0,04$) e interação “dieta vs. período” ($P < 0,002$) revelando que a coloração da gema foi se tornando mais intensa com a utilização de níveis crescentes de OAS na dieta. A análise de regressão apontou um aumento na intensidade da cor amarela nas gemas de forma linear ($P < 0,0001$) e quadrática ($P < 0,0001$) com o uso de maiores níveis de OAS na ração (Figura 15).

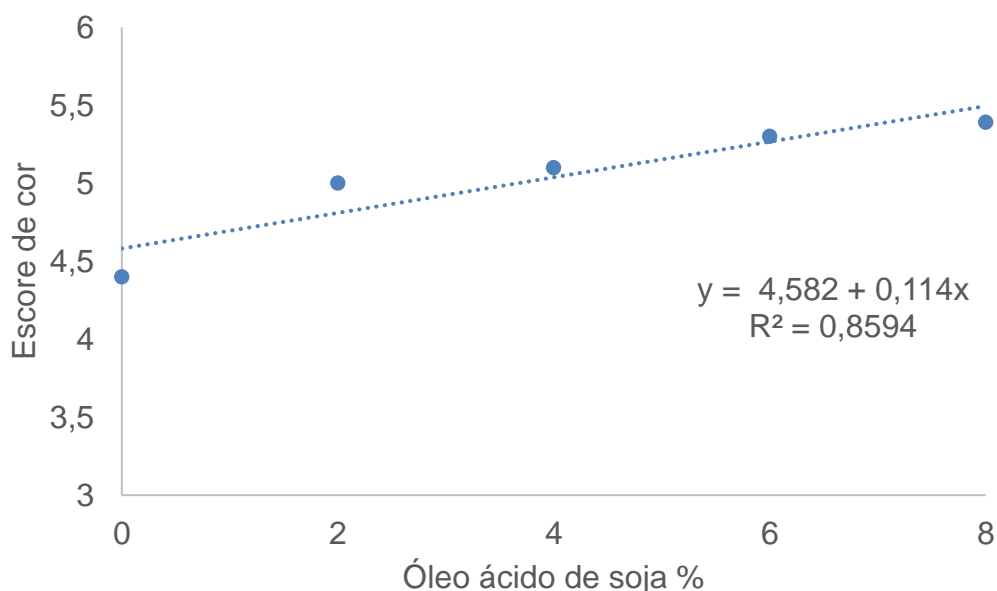


Figura 15. Cor da gema dos ovos de codornas alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja

A deposição de pigmento nos tecidos é dependente de alguns fatores como a quantidade presente na dieta, a taxa de deposição em determinado tecido e a capacidade de digestão, absorção e metabolização da ave (KLASSING, 1998).

Os pigmentos sofrem o ataque hidrofílico das esterases intestinais, essa etapa é limitante no aproveitamento dos mesmos quando estes se encontram esterificados aos ácidos graxos de cadeia longa, Os carotenoides livres são absorvidos com os ácidos graxos que estão dissolvidos nas micelas, sendo transportados pelas lipoproteínas no sangue (SILVA et al., 2000).

Neste contexto, em se tratando de ovos de codornas, onde na sua maioria são consumidos inteiros (cozidos ou em conservas), em parte devido ao seu reduzido tamanho, a coloração da gema não se torna uma característica que deva despender preocupação.

Entretanto, esse resultado referente ao aumento da intensidade da coloração alaranjada na gema dos ovos com a utilização de OAS na dieta das codornas é um dado interessante para a produção de ovos de poedeiras comerciais em que esta variável adquire uma relevância muito maior.

De acordo com Osawa et al. (2006), o teor de pigmentos dos óleos brutos é bem elevado, podendo apresentar um valor de carotenoides entre 40 e 50 mg/kg.

3.2 Efeito da interação dos óleos ácidos com o tempo de prateleira

Na Tabela 23 são apresentados os resultados encontrados para o tempo de armazenamento dos ovos nos períodos avaliados (zero, sete, 14, 21 e 28 dias).

De forma semelhante aos resultados encontrados para a análise de qualidade de ovos, no período de armazenamento dos ovos não foram encontradas diferenças para nenhuma das variáveis analisadas com relação ao tipo de óleo acrescentado nas rações. Com exceção da coloração da gema, onde os maiores teores dos carotenoides presentes nas dietas com OAS (Tabela 21), contribuíram de forma direta no aumento do escore de classificação da pigmentação da gema do ovo, aumentando a intensidade da cor amarela (b^*), de forma linear ($P=0,01$) e quadrática ($P=0,03$), e a

intensidade da cor vermelha (a^*), também de forma linear e quadrática (ambos $P < 0,0001$) de acordo com o nível de inclusão de OAS na dieta (Tabela 23).

Na mesma Tabela 23, observa-se que a análise de variância apontou efeito significativo para os valores de a^* ($P < 0,004$) e b^* ($P < 0,04$). Ocorrendo o mesmo com o uso do escore visual através do leque de Roche, onde os níveis crescentes de OAS na dieta influenciaram de forma significativa ($P = 0,002$) o aumento da coloração da gema dos ovos, apresentando aumento linear e quadrático (ambos $P < 0,0001$).

Já está bem documentado que a medida em que os ovos vão sendo estocados a temperatura ambiente, ocorrem perdas significativas da qualidade dos mesmos. Após a postura, a perda de qualidade dos ovos ocorre de forma inevitável ao longo do tempo, podendo ser mais expressiva dependendo de fatores como contaminações microbiológicas, elevação de umidade e temperaturas de refrigeração superiores a 8°C (BARBOSA et al., 2008).

De acordo com Santos et al. (2009) a altura do albúmen denso e índice da gema são fatores de qualidade interna que estão relacionados com a diminuição de peso dos ovos, devido a evaporação de água para o meio externo durante o armazenamento.

Da mesma forma, neste trabalho foram encontradas perdas significativas ($P < 0,001$) de qualidade dos ovos durante o armazenamento nas variáveis: gravidade específica, altura de albúmen, perda de peso da gema e clara, assim como o pH da gema e clara (Tabela 23).

O pH de ovos frescos e de boa qualidade devem apresentar pH neutro, com gema centralizada, clara consistente, densa e alta, límpida e transparente (MURAKAMI et al., 1994). Neste estudo o pH dos ovos foi mantido dentro dessa neutralidade, não havendo diferenças entre os níveis crescentes de acréscimo de OAS nas dietas com o OS. Entretanto, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,0001$) com relação ao período (Tabela 23).

Tabela 23. Efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos de codornas (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja (OAS) em substituição ao óleo de soja (OS) na dieta.

Item	Diets					EPM	Probabilidade				
	OS	OAS25	OAS50	OAS75	OAS		Diets	Tempo	Diets vs Tempo	Linear	Quadrática
PO (g)	15,28	15,29	15,69	15,33	15,81	0,10	0,84	0,28	0,45	0,20	0,44
GE (g/cm ³)	1,069	1,071	1,070	1,066	1,069	0,07	0,64	<,0001	0,73	0,37	0,44
ALB (mm)	4,85	4,84	4,67	4,54	5,12	0,10	0,25	<,0001	0,60	0,88	0,44
UH	88,63	88,31	87,24	86,51	89,68	0,58	0,18	<,0001	0,48	0,92	0,39
PEP (g)	0,13	0,13	0,12	0,14	0,11	0,01	0,81	<,0001	0,90	0,65	0,88
PEP (%)	0,87	0,86	0,72	0,97	0,71	0,07	0,70	<,0001	0,82	0,70	0,90
Clara (g)	6,94	6,95	7,25	6,77	7,35	0,09	0,69	<,0001	0,66	0,38	0,67
Clara %	45,2	45,3	45,6	44,0	46,4	0,44	0,75	<,0001	0,81	0,65	0,90
Gema (g)	4,96	4,96	5,12	5,05	5,15	0,04	0,70	<,0001	0,33	0,13	0,33
Gema%	32,6	32,5	32,9	33,1	32,6	0,26	0,97	0,01	0,21	0,83	0,96
PC (g)	1,30	1,31	1,29	1,25	1,27	0,01	0,87	0,30	0,99	0,26	0,49
EC (mm)	0,299	0,304	0,300	0,299	0,299	0,002	0,99	0,26	0,79	0,88	0,93
<i>Colorimetria</i>											
L*	65,7	64,97	65,4	64,97	64,81	0,30	0,84	<,0001	0,48	0,39	0,70
a*	-5,44	-4,85	-4,67	-4,29	-4,21	0,08	0,004	0,002	0,71	<,0001	<,0001
b*	48,6	51,32	50,84	52,62	51,92	0,48	0,04	<,0001	0,67	0,01	0,03
Leque	4,31	4,76	4,97	5,33	5,32	0,08	0,002	<,0001	0,36	<,0001	<,0001
<i>pH</i>											
Gema	6,23	6,12	6,17	6,23	6,22	0,038	0,78	<,0001	0,89	0,68	0,53
Clara	9,51	9,56	9,53	9,53	9,52	0,008	0,20	<,0001	0,46	0,90	0,85

PO= peso do ovo; GE= gravidade específica; ALB= altura de albúmen; UH= unidade Haugh; PEP= perda de peso; PC= peso da casca; EC= espessura da casca

EPM= erro padrão da média

Os valores de unidade Haugh (Tabela 23) permaneceram entre 86 e 89 até os 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$) corroborando com os resultados de Souza e Souza (1995) que estocando ovos de codornas por 21 dias a 23°C observaram que os mesmos perderam a classificação de muito bom após 12 dias de armazenamento.

Os carotenoides e xantofilas, além de pigmentantes, são caracterizados também como importantes antioxidantes, portanto, no presente estudo, os maiores níveis de acidez das dietas, com o aumento dos níveis de inclusão de OAS, não influenciaram as características de qualidade dos ovos das codornas armazenados por até 28 dias em temperatura ambiente (23°C), provavelmente devido a maior concentração desses pigmentos presentes no OAS em comparação aos OS. Esta hipótese estaria de acordo Freitas et al. (2011) que concluíram que os antioxidantes e conservantes das rações podem ter favorecido a preservação da porcentagem de gema em relação ao ovo inteiro.

3.3 Efeitos dos óleos ácidos sobre a avaliação sensorial

Com relação a análise sensorial, na ficha de teste dos candidatos a julgadores foi realizado o somatório das respostas certas e erradas de cada indivíduo para a verificação da dificuldade dos candidatos quanto à habilidade de perceber e descrever atributos (Tabela 24).

Os julgadores foram selecionados de acordo com uma distribuição binomial com base na probabilidade de sucessos (acertos) em função das alternativas disponíveis. Probabilidades maiores que 0,05 indicam baixa habilidade na detecção de sensações. Por este critério o julgador 11 não foi selecionado para compor o conjunto de julgadores.

Tabela 24. Resultados dos julgadores para seleção da equipe de avaliação do atributo sabor, aroma e dureza.

Julgador	Atributo						total		Probabilidade
	sabor ¹		aroma ²		dureza ³		AC	erros	
	AC	erros	AC	erros	AC	erros			
1	4	0	8	2	4	0	16	2	<0,001
2	4	0	7	3	4	0	15	3	0,003
3	4	0	9	1	4	0	17	1	<0,001
4	4	0	9	1	4	0	17	1	<0,001
5	4	0	7	3	4	0	15	3	0,003
6	4	0	10	0	4	0	18	0	<0,001
7	4	0	9	1	4	0	13	5	0,03
8	4	0	7	3	2	2	13	5	0,03
9	4	0	9	1	4	0	17	1	<0,001
10	4	0	7	3	4	0	15	3	0,003
11	2	2	5	5	4	0	11	7	0,12

¹Doce, salgado, ácido, amargo.

²Café, macela (*Achyrocline satureioides*), erva-mate, canela, óleo soja, lavanda, chocolate, cítrico, maionese, margarina, ovo cozido.

³Caramelos com quatro graus diferentes de dureza.

AC= acertos

Na Tabela 25 estão apresentadas as médias dos atributos sensoriais para os dois tratamentos em escala estruturada de 11cm (1= menor intensidade; 11= maior intensidade). Os resultados demonstraram, ao nível de 5% de probabilidade, que a substituição de OS por OAS na dietas de codornas aumentou a intensidade da cor, odor característico a ovo e sabor residual.

O aumento na intensidade da cor nos ovos de codornas alimentados com 8% de OAS foi observado em todas as análises de qualidade interna em ovos crus e cozidos, mostrando que houve consistência das análises realizadas tanto com o uso de colorímetro Minolta como em avaliações subjetivas através do leque de Roche ou da escala estruturada de intensidade.

De acordo com HAMILTON (1992), o comprimento dos ácidos graxos e o grau de saturação das gorduras são determinantes na absorção dos pigmentos. Segundo o autor, os ácidos graxos de cadeia curta saturados e de cadeia longa insaturados, melhoram a absorção de luteína.

Portanto, a explicação mais provável para o aumento na cor (P=0,02) se deve ao maior valor de pigmentos presentes no óleo ácido em comparação ao óleo refinado

de soja (PARDIO et al., 2001; PARDIO et al., 2005; PINHEIRO et al., 2013) que passam da dieta para a gema do ovo.

Por outro lado, o aumento na intensidade do sabor residual (P=0,02) e até mesmo do rancificado (P=0,06) observados pelos julgadores pode ser devido a maior quantidade de produtos da decomposição dos hidroperóxidos existente na dieta com óleo ácido, que possivelmente tenham sido transferidos ao ovo ocasionando sabor e odor mais acentuados ao paladar.

Tabela 25. Médias \pm desvio padrão dos atributos sensoriais avaliados pelos julgadores

<i>Atributo</i> ¹	OAS	OS	Probabilidade
Cor	4,70 \pm 1,97	2,65 \pm 2,01	0,02
Brilho	4,89 \pm 2,25	4,93 \pm 2,90	0,51
Odor	5,61 \pm 1,90	4,30 \pm 1,51	0,02
Dureza	6,54 \pm 2,41	5,60 \pm 1,97	0,15
Sabor ácido	3,40 \pm 3,68	2,63 \pm 2,76	0,07
Sabor residual	4,71 \pm 2,05	3,26 \pm 2,26	0,02
Sabor rancificado	2,61 \pm 3,20	1,14 \pm 2,29	0,06
Sabor característico a óleo	5,48 \pm 2,55	4,17 \pm 2,25	0,08

OAS= óleo ácido de soja; OS= óleo de soja

¹Escala estruturada de 11 cm (1= menor intensidade; 11= maior intensidade)

Na Figura 16 estão apresentadas as médias dos atributos sensoriais avaliados pelos julgadores nas amostras de ovos de codornas alimentadas com dietas com óleo ácido de soja (OAS) ou óleo refinado de soja (OS).

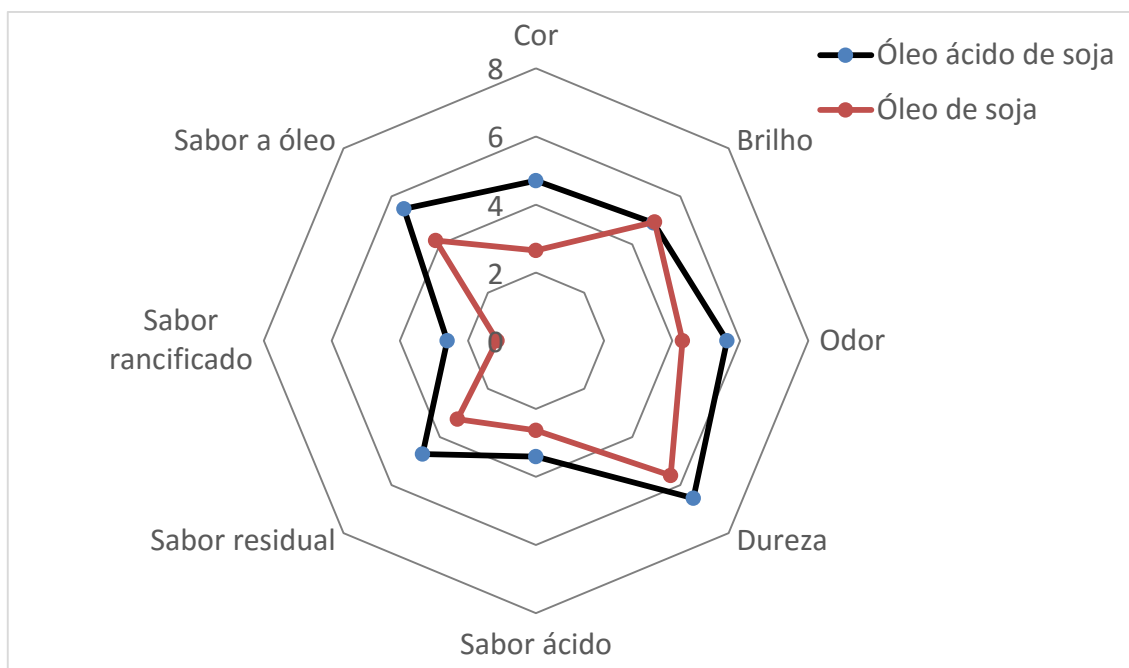


Figura 16. Atributos sensoriais dos ovos de codornas alimentadas com dietas contendo óleo ácido de soja (OAS) ou óleo de soja refinado (OS). Escala estruturada de 11cm (1= menor intensidade; 11= maior intensidade)

As diferenças entre tratamentos também foi comprovada pelo teste discriminativo “duo-trio” em que os julgadores foram capazes de reconhecer qual das duas amostras era diferente ao padrão, pois o número de acertos foi oito em dez julgamentos ($P=0,04$ (distribuição binomial), tamanho= 10, probabilidade= 0,5).

Estes resultados não foram confirmados no teste triangular, em que a probabilidade de sucesso ao acaso diminui para $1/3$. Neste caso, os julgadores tiveram dificuldades de reconhecer a amostra diferente apresentando um número de acertos de apenas três em 10 possibilidades ($P=0,26$ (distribuição binomial) tamanho=10, probabilidade=0,33).

No entanto, apesar de haver diferenças significativas entre o OAS e o OS, em ambos tratamentos os atributos atingiram valores normais não havendo indício de rejeição do produto por parte dos julgadores.

Com os resultados obtidos no presente estudo conclui-se as variáveis de qualidade interna e externa dos ovos não foram afetadas pelos maiores níveis de inclusão de OAS na dieta das codornas, apresentando características equivalentes as

do grupo controle (OS), com exceção da intensidade de cor da gema que aumentou de forma linear com a inclusão de OAS na dieta das aves.

Da mesma forma, os ovos armazenados em temperatura ambiente de 23°C por 28 dias não apresentaram alterações nas variáveis de qualidade interna com a inclusão de OAS na dieta, sendo alterada somente a intensidade de cor da gema. A qualidade interna dos ovos viu-se reduzida de forma linear em todos os tratamentos durante o tempo de prateleira.

VI Conclusões gerais

Com os resultados das avaliações realizadas com os frangos de corte, conclui-se que o milho pode ser substituído totalmente pelo arroz integral descascado não ocorrendo perdas de desempenho, com exceção da coloração da carne, que se vê reduzida de forma significativa com a inclusão do arroz na dieta dos frangos. Observou-se que existe uma interação positiva entre Selênio orgânico e vitamina E sobre as variáveis de desempenho e qualidade de carne, principalmente em aves alimentadas com arroz integral descascado.

Com relação aos resultados das avaliações realizadas com as codornas de corte, conclui-se que no nível de inclusão de 100% de óleo ácido de soja, os parâmetros avaliados mostraram-se equivalentes aos do tratamento com óleo de soja refinado, havendo somente alteração na coloração da gema dos ovos, que aumentou de forma linear com o aumento dos níveis de inclusão de óleo ácido de soja nas dietas. Observou-se que os atributos sensoriais cor, odor e sabor residual aumentaram de intensidade com a utilização de óleo ácido de soja na dieta das aves e que os Julgadores treinados foram capazes de discriminar ovos produzidos com 8% de óleo ácido de soja. Entretanto, não foram encontradas diferenças importantes que possam levar a rejeição do consumo de ovos de codornas produzidos com óleo ácido de soja.

VII Referências Bibliográficas

AJUYAH, A. O.; AHN, D. U.; HARDIN, R. T.; SIM, J. S. Dietary Antioxidants and Storage Affect Chemical Characteristics of ω -3 Fatty Acid Enriched Broiler Chicken Meats. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 43-46, 1993.

ALBINO, L.F.T; BARRETO, S.L.T. **Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 289p., 2003.

ALVES, D. D.; TONISSI, R. H.; GOES, B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ANVISA: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/48299.htm> (acessado em 09/02/2016).

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16ed. Washington, 1094p. 1995.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 17ed. Washington, 1094p. 1997.

AUED-PIMENTEL, S.; KUMAGAI, E. E.; KUS, M. M. M.; CARUSO, M. S. F.; TAVARES, M.; ZENEBON, O. Ácidos graxos trans em óleos vegetais refinados poli-insaturados comercializados no estado de São Paulo. **Brasil. Ciênc Tecnol Aliment**, v. 29, n. 3, p. 646-51, 2009.

BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C. Oil and fat in broiler nutrition, **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 3, p. 129-141, 2005.

BALVANE, D. Essential fatty acid in poultry nutrition. **World's Poultry Science**, v. 26, p. 442-460, 1970.

BARBOSA, V. M.; CANCADO, S. V.; BAIÃO, N. C.; LANA, A. M. Q.; LARA, L. J. C.; SOUZA, M. R. Effects of relative air humidity in the hatchery and breeder hen age on the incubation yield. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 3, p. 741-748, 2008.

BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 355-358, 1997.

BARRETO, S. C. S.; Zapata, J. F. F.; Freitas, E. R.; Fuentes, M. D. F. F.; NASCIMENTO, R. D.; Araújo, R. S. R. M.; Amorim, A. D. G. N. Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1767-1773, 2006.

BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; CASTRO, A. **Nutrición vitamínica óptima en ponedoras**. p. 133-167. In: Barroeta A, Calsamiglia S, Cepero R, Lopez BC,

Hernández, J. M. Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. ed. España: Pulso. 208p., 2002.

BARTOV, I. Effect of various dietary factors and age on plasma α -tocopherol concentration of turkeys. **Poultry science**, v. 62, n. 4, p. 635-641, 1983.

BERRI, C.; BESNARD, J.; RELANDEAU, C. Increasing Dietary Lysine Increases Final pH and Decreases Drip Loss of Broiler Breast Meat. **Poultry Science**, v. 87, p. 480-484, 2008.

BJORNEBOE, A.; BJORNEBOE, G. E.; DREVON, C. A. Absorption, transport and distribution of vitamin E. **Journal Nutrition**, v. 120, n. 3, p. 233-42, 1990.

BLANCH, A.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; PUCHAL, F. The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition: apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks. **Poultry Science**, v. 74, p. 1335-1340, 1995.

BOIAGO, M. M. **Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 150p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2003.

BORNSTEIN, S.; LIPSTEIN, B. Some unusual waste vegetable oils as fat supplements in practical broiler rations. **World's Poultry Science Journal**, London, v.19, p.172-184, 1963.

BOU, R.; CODONY, R.; TRES, A.; DECKER, E. A.; GUARDIOLA, F. Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, n. 9, p. 800-822, 2009.

BRABET, C.; SALAY, E.; FREITAS-SILVA, O.; ALVES, A. F.; MACHINSKI JR, M.; VARGAS, E. A.; ZAKHIA-ROZIS, N. Gestão integrada de micotoxinas na cadeia produtiva do milho destinado à alimentação de Frangos de corte no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 2, p. 439-451, 2005.

BRENES, A. Influencia de la adición de enzimas sobre el valor nutritivo de las raciones en la alimentación aviar. **Selecciones avícolas**, Salamanca, p. 787-794, 1992.

BRIENS, M.; MERCIER, Y.; ROUFFINEAU, F.; VACCHINA, V.; GERAERT, P. A. Comparative study of a new organic selenium source v. seleno-yeast and mineral

selenium sources on muscle selenium enrichment and selenium digestibility in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 4, p. 617-624, 2013.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.; ROLL, V. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 4, n. 3, 1998.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3122-3130, 1995.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 430p., 2002.

CABEL, M.C.; WALDROUP, W.; SHERMER, W.D. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v. 67, n. 12, p.1725-1730, 1988.

CANTOR, A. H.; MOOREHEAD, P. D.; MUSSER, M. A. Comparative effects of sodium selenite and selenomethionine upon nutritional muscular dystrophy, selenium-dependent glutathione peroxidase, and tissue selenium concentrations of turkey poults, **Poultry Science**, v. 61, p. 478-484, 1982.

CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; BOTELHO, R. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 805-809, 2005.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Agropecuária Tropical, 232p., 2007.

CHAUTAN, M.; CALAF, R.; LEONARDI, J.; CHARBONNIER, M.; ANDRE, M.; PORTUGAL, H.; NALBONE, G. Inverse modifications of heart and liver alpha-tocopherol status by various dietary n-6/n-3 polyunsaturated fatty acid ratios. **Journal of lipid research**, v. 31, n.12, p. 2201-2208, 1990.

CHEN, 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**, v. 98, n. 4, p. 747-754, 2014.

CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed milling international**, v. 191, p. 13-26, 1997.

CHOCT, M.; NAYLOR, A. J.; REINKE, N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. **British Poultry Science**, v. 45, n. 5, p. 677-83, 2004.

CLODOVEO, M. L.; DELCURATOLO, D.; GOMES, T.; COLELLI, G. Effect of different temperatures and storage atmospheres on Coratina olive oil quality. **Food Chemistry**. v.102, p.571-576, 2007.

COLNAGO, G. L.; JENSEN, L. S.; LONG, P. L. Effect of selenium and vitamin E on the development of immunity to coccidiosis in chickens. **Poultry Science**, v. 63, n. 6, p. 1136-1143, 1984.

COMINETTI, C.; BORTOLI, M. C.; ABDALLA, D. S. P.; COZZOLINO, S. M. F. Estresse oxidativo, selênio e nutrigenética. **Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.**, v. 36, n. 3, p. 131-153, 2011.

COSTA, R. G.; CARTAXO, F. Q.; SANTOS, N. M. dos; QUEIROGA, R.C.R.E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.497-506, 2008

COULOIGNER, F.; JLALI, M.; BRIENS, M.; ROUFFINEAU, F.; GERAERT, P. A.; MERCIER, Y. Selenium deposition kinetics of different selenium sources in muscle and feathers of broilers. **Poultry Science**, v. 94, n. 11, p. 2708-2714, 2015.

CUNHA, M. E. D. **Caracterização de biodiesel produzido com misturas binárias de sebo bovino, óleo de frango e óleo de soja**. Dissertação (86p), UFRGS, 2008.

DE GROOTE, G. Energetic evaluation of unstabilized and stabilized fish meals in terms of metabolizable energy and net energy for maintenance and growth. **Feedstuffs**, 1968.

DIONELLO, N.J.L; CORREA, G.S.S; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; SANTOS, G.G. Estimativas da trajetória genética do crescimento de codornas de corte utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 60, n. 2, 2008.

DLOUHA, G.; SEVCIKOVA, S.; DOKOUPILOVA, A.; ZITA, L.; HEINDL, J.; SKRIVAN, M. Effect of dietary selenium sources on growth performance, breast muscle selenium, glutathione peroxidase activity and oxidative stability in broilers. **Czech Journal of Animal Science**, v. 53, p. 265–269, 2008.

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

EBLING, P. D.; KESSLER, A. M.; VILLANUEVA, A. P.; PONTALTI, G. C.; FARINA, G.; RIBEIRO, A. M. L. Rice and soy protein isolate in pre-starter diets for broilers. **Poultry science**, v. 94, n. 11, 2744-2752, 2015.

EICHENER, G.; VIEIRA, S.L.; VIOLA, E.S. Desempenho, rendimento de carcaça e umidade de cama de frangos de corte consumindo dietas formuladas com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p. 62, 2004.

FAITARONE, A.B.G. **Fornecimento de fontes lipídicas na dieta de poedeiras e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos, perfil de ácidos graxos e colesterol na gema**. 2010. Tese. 108f. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP.

FARWER, S. R.; DER BOER, B. C.; HADDEMAN, E.; KIVITS, G. A.; WIERSMA, A.; DANSE, B. H. The vitamin E nutritional status of rats fed on diets high in fish oil,

linseed oil or sunflower seed oil. **British Journal of Nutrition**, v. 72, n. 1, p. 127-145, 1994.

FAUSTMAN, C.; CHAN, W. K.; SCHAEFER, D. M.; HAVENS, A. Beef color update: the role for vitamin E. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1019-1026, 1998.

FEDNA **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos** (3ª edición). 2010. C. de Blas, G.G. Mateos y P. García-Rebollar. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 502p., 2010.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; SILVA, M.A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M.M. **Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos. Manual: Série qualidade**. Campinas, SP.: SBCTA, 2000

FIALHO, E.T.; DE LIMA, J. A. F.; DE OLIVEIRA, V.; SILVA, H. O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 1, p. 105-11, 2002.

FINCH, J. M.; TURNER, R. J. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. **Research in veterinary science**, v. 60, n. 2, p. 97-106, 1996.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. **Poultry Science**, v. 78, p. 1323–1327, 1999.

FRANKIC, T.; SALOBIR, J.; REZAR, V. The effect of vitamin E supplementation on reduction of lymphocyte DNA damage induced by T-2 toxin and deoxynivalenol in weaned pigs. **Animal feed science and technology**, v. 141, n. 3, p. 274-286, 2008.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; SANTOS, A.L. dos. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 241-246, 2005.

FREITAS, L., PAZ, I., GARCIA, R., CALDARA, F., SENO, L., FELIX, G., LIMA, N., FERREIRA, V., CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Agrarian**, América do Norte, v. 4, n. 11, p. 66-72, 2011.

GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; LAFIGLIOLA, M. C. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, p. 219-227, 2000.

GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T.; BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

GHARBY, S.; HARHAR, H.; BOUZOUBAË, Z.; ELMADANI, N.; CHARROUF, Z. The Effect of Storage Conditions and Roasting Kernels on Extra Virgin Argan Oil Quality. **J. Mater. Environ. Science**, v. 6, n. 1, p. 254-263, 2015.

GOPINGER, E., MORAES, P. D. O., CATALAN, A. A. D. S., XAVIER, E. G., CASTRO, M. L., & SCHAFHAUSER JÚNIOR, J. Whole rice in japanese quails' diet. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 4, p. 363-367, 2014.

GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; LÁZARO, R.; DE BLAS, C.; MATEOS, G.G. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolk of two strains of laying hens. **Poultry Science**. Savoy, v. 80, p. 1171-1179, 2001.

HABIBIAN, M.; GHAZI, S.; MOEINI, M.M.; ABDOLMOHAMMADI, A. Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, p. 741-752, 2013.

HEINDL, J.; LEDVINKA, Z.; ENGLMAIEROVA, M.; ZITA, L.; TUMOVA, E. The effect of dietary selenium sources and levels on performance, selenium content in muscle and glutathione peroxidase activity in broiler chickens. **Czech J. Animal Science**, v. 55, n. 12, p. 572-578, 2010.

HESTER, P.Y. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura Industrial**, v.90, n.1072, p. 20-30, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª Edição Digital, São Paulo, 1020p., 2008.

JORDÃO Jr., A. A.; CHIARELLO, P. C.; BERNARDES, M. S. M.; VANNUCCHI, H. Lipid peroxidation and ethanol: role of vitamin-E and glutathione. **Medicina, Ribeirão Preto**, v. 31, p. 434-449, 1998.

KARUNAJEEWA, H.; THAM, S. H.; HOFMANN, A.; HARRIS, P. The effects of rice by-products, acidulated soapstock and sunflower seeds on the laying performance of induced moulted hens. **Arch. Geflügelkd**, v. 50, p. 193-197, 1986.

KIEFER, C.; QUADROS, A. R. B. Avaliação técnico-econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em dietas de suínos. **Ceres**, v. 53, n. 305, 2006.

KIM, D. J.; OH, S. K.; YOON M, R.; CHUN, A.; CHOI, I. S.; LEE D, H.; LEE J, S.; YU K, W.; KIM, Y. K. The change in biological activities of brown rice and germinated brown rice. **Journal Korean Society of Food Science Nutrition**, v. 40, p. 781-789, 2011.

KLASSING, K. C. **Comparative avian nutrition**. New York: CAB International, 350p., 1998.

KRABBE, E. L.; BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. **Uso do grão de arroz na alimentação de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. (Comunicado Técnico 503).

LARA, L. J.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; FIUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 792-798, 2005.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Tradução de JANE MARIA RUBENSAM. 6ª.ed., 384p., 2005

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. Ontario, University Books, 4 ed., 413p., 2001.

LEMES, J. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; GONZAGA, S. S.; MARTINS, L. S.; ESTEVES, R. M. G.; LEHMEN, R. I. Características da carcaça e da carne de cordeiros Corriedale manejados em duas alturas de milho. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 161-170, 2014.

LEWIS, D.; PAYNE, C.G. Fats and amino acids in broiler rations. 3. Supplementation with different levels and types of fat. **Br. Poultry Science**, v. 4, p. 13-18, 1963.

LIN, H.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 144, n. 1, p. 11-17, 2006.

LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of animal science**, v. 73, n. 10, p. 3131-3140, 1995.

MACHADO, E. R.; DOBARGANES, M. C.; ABRANTES, S. M. P. Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 28, n. 4, p. 786-92, 2008.

MAHAN, D. C.; KIM, Y. Y. The role of vitamins and minerals in the production of high quality pork. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 12, p. 287-294, 1999.

MAIER, J. C.; NUNES, J. K.; PEIXOTO, R. R. **Nutrição e Alimentação Animal**. Pelotas, UFPel, 254p., 2010.

MARTÍNEZ-CEREZO, S.; SAÑUDO, C.; PANEA, B.; OLLETA, J. L. Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb. **Meat Science**, v. 69, p. 795-805, 2005.

MEDEIROS, L.G.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; PINHEIRO, J.W.; DA SILVA, C.A.; SOARES, A.L.; PISSINATI, A.; DE ALMEIDA, M. Performance, broiler carcass and meat quality characteristics, supplemented with organic selenium. **Sêmima-Ciências Agrárias**, v. 33 (Supl. 2), p. 3361-3370, 2012.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Effect of different vegetable lipid sources on the fatty acid composition of egg yolk on hen performance. **Arch. Geflügelkd**, v. 65, p. 207-213, 2001.

MILINSK, M. C.; MURAKAMI, A. E. ; GOMES, S. T. M. ; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. **Food Chem**, v. 83, p. 287-292, 2003.

MIRANDA, S. H. G.; SILVA, G. S.; MOTTA, M. A. S. B.; ESPOSITO, H. O. M. A cadeia agroindustrial orizícola do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, v. 27, n. 52, p. 75-96, 2009.

MONTE, A.L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 5ª ed. Campinas: Unicamp, 85p., 1985.

MORENO, G.M.B; LOUREIRO, C.M.B.; SOUZA, H.B.A. Características qualitativas da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v. 381, p. 76-90, 2008.

MORRISSEY, P. A.; BUCKLEY, D. J.; SHEEHY, P. J. A.; MONAHAN, F. J. Vitamin E and meat quality. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, p. 289-295, 1994.

MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P. J. A.; GALVIN, K.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v. 49, p. S73-S86, 1998.

MOURA, A. M. A. D.; FONSECA, J. B.; MELO, E. D. A.; LIMA, V. L. A. G. D.; SANTOS, P. A. D.; SILVA, Q. J. D. Características sensoriais de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica* temminck e schlegel, 1849) suplementadas com pigmentantes sintéticos e selenometionina. **Ciência e Agrotec.**(Impr.), v. 33, n. 6, p. 1594-1600, 2009.

MOURA, A. M. A. D.; OLIVEIRA, N. T. E. D.; THIEBAUT, J. T. L.; MELO, T. V. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 578-582, 2008.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A; RAATS, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, v. 112, p. 279-289, 2009.

MURAKAMI, A. E., & FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. **Simpósio Internacional de Coturnicultura**, v.1, p.113-120, 2002.

MURAKAMI, A.E.; BARRIVIERA, V.A.; SCAPINELLO, C.; BARBOSA, M.J.; VALÉRIO, S.R. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a

qualidade interna do ovo de codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) para consumo humano. **Revista Unimar**, v.16, supl.1, p. 13-25, 1994.

MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; JARDIM FILHO, R.M.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 1, p. 43-48, 2005.

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v. 73, n. 6, p. 781-791, 1994.

NOGUEIRA, M. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Science agric.** (Piracicaba, Braz.) [online], v. 61, n.1, 2004.

NOWACZEWSKI, S.; KONTECKA, H.; ROSIŃSKI, A.; KOBERLING, S.; KORONOWSKI, P. Egg Quality of Japanese Quail Depends on Layer Age and Storage Time. **Folia biologica** (Kraków), v. 58, p. 201-207, 2010.

NRC - National Research Council, **Nutrient requirements of poultry**, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.

O'GRADY, M. N.; MONAHAN, F. J.; FALLON, R. J.; ALLEN, P. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. **Journal Animal Science**, v. 79, p. 2827-2834, 2001.

OLIVEIRA, L.Q.M. **Parâmetros produtivos e níveis nutricionais de cálcio para codorna européia na fase de postura**. Brasília: Universidade de Brasília, 2003. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, 2003.

ORMENESE, R.C.S.C.; MISUMI, L.; ZAMBRANO, F.; FARIA, E.V. Influência do uso de ovo líquido pasteurizado e ovo desidratado nas características da massa alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 255-260, 2004.

OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G.; RAGAZZI, S. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. **Química nova**, v. 29, n. 3, p. 593-599, 2006.

PACKER, L. Protective role of vitamin E in biological system, *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 53, p. 1050-1055, 1991.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2ª ed. Universidade Federal de Goiânia. Goiânia, GO. 623p., 2001.

PARDIO, V. T.; LANDIN, L. A.; WALISZEWSKI, K. N.; PÉREZ-GIL, F.; DÍAZ, L.; HERNÁNDEZ, B. The effect of soybean soapstock on the quality parameters and

fatty acid composition of the hen egg yolk. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p.148-157, 2005.

PARDIO, V.T.; LANDIN, L.A.; WALISZEWSKI, K.N.; BADILLO, C.; PEÉREZ-GIL, E. The effect of acidified soapstocks on feed conversion and broiler skin pigmentation. **Poultry Science**, v. 80, p. 1236-1239, 2001.

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

PEREIRA, J.; CRUZ, R.; SOARES, N. F. F.; SOARES, P.C. Efeito da armazenagem sobre o beneficiamento do arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 23, n. 1, p. 28-32, 1998.

PÉRON, A.; BASTIANELLI, D.; OURY, F. X.; GOMEZ, J.; CARRÉ, B. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broilers fed on a pelleted diet. **British poultry science**, v. 46, n. 2, p. 223-230, 2005.

PESSÔA, G. B. S.; TAVERNARI, F. D. C.; VIEIRA, R. A.; ALBINO, L. F. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 755-774, 2012.

PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; DA SILVA, C. A.; OBA, A.; BALARIN, M. R. S.; BRUNELLI, S. R. Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Sêmima: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6-Supl2, p. 3959-3970, 2013.

RABER, M. R.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSELER, A. M.; ARNAIZ, V. Suplementação de glicerol ou de lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

RAO, S.V. R.; PRAKASH B.; RAJU M.V.L.N.; PANDA A.K.; POONAM S.; MURTHY O.K. Effect of supplementing organic selenium on performance, carcass traits, oxidative parameters and immune responses in commercial broiler chickens. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, p. 247-252, 2013.

REDDER, E. Compare o ovo de codorna com o de galinha. **Revista Saúde é vital**. São Paulo, p. 27, abril, 2005.

RENNER, R. & HILL, F.W. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick. **The Journal of Nutrition**, v. 74, p. 254-258, 1961.

REZENDE, M, J.; FLAUZINA, L, P.; MCMANUS, C.; DE OLIVEIRA, L. Q. M. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2008.

RIBEIRO, A. M. L.; MAGRO, N.; PENZ JR, A. M. Corn particle size on broiler grower diets and its effect on performance and metabolism. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2002.

RICE, D. A.; KENNEDY, S. Assessment of vitamin E, selenium and polyunsaturated fatty acid interactions in the aetiology of disease in the bovine. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 47, n. 2, p. 177-184, 1988.

RODRIGUES, E. A.; CANCHERINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; DE LAURENTIZ, A. C.; DA SILVA FILARDI, R.; DUARTE, K. F.; CASARTELLI, E. M. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 207-212, 2005.

ROLL, A. P.; VILARRASA, E.; BARROETA, A. C. Proporções de mono e diglicerídeos e ácidos graxos livres de óleo de palma na dieta de frangos de corte. **Anais.. XIII Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos - AveSui 2014** (13 a 15 de maio de 2014) - Florianópolis - SC, Brasil.

ROSA, P. S.; AVILA, V. S. **Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. T.; LOPES, D. C.; EUCLIDES, R. F. **Brazilian tables for poultry and swine. Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements**. 3rd ed. Brazil: UFV Viçosa, 2011.

ROZBICKA-WIECZOREK, A. J.; SZARPAK, E.; BRZÓSKA, F.; ŚLIWIŃSKI, B.; KOWALCZYK, J.; CZAUDERNA, M. Dietary lycopenes, selenium compounds and fish oil affect the profile of fatty acids and oxidative stress in chicken breast muscle. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 663, p. 127, 2012.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; ONDERCI, M.; GURSU, M.F.; ISSI, M. Vitamin C and E can alleviate negative effects of heat stress in Japanese quails. **J. Food Agric. Environ.**, v. 1, p. 244-249, 2003.

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G.; FRANCO, J.R.G.; BRUNO, L.D.G.; FURLAN, A.C. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SALMAN, M.; SELÇUK, Z.; ÖHAKAN, M. Effect of vitamin E and selenium on performance, plasma and tissue Gsh-Px activity in broilers, **JIVS**, v. 3, n. 25-34, 2007.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. 29-64, 1998.

SCHEIBLER, R. B.; RIZZO, F. A.; DE SOUZA, A. P. B.; LOURENÇO, L. A.; PINHEIRO, L. A.; FIOREZE, V. I.; SCHAFFHÄUSER JR, J. Replacement of corn grain

by brown rice grain in dairy cow rations: Nutritional and productive effects. **Animal Feed Science and Technology**, v. 208, p. 214-219, 2015.

SCRAGG, R.H.; LOGAN, N.B.; GUEDES, N. Response of egg weight to the inclusion of fat in layer diets. **British Poultry Science**, v. 28, p. 15-21, 1987.

SEIBEL, N. F.; SCHOFFEN, D. B.; QUEIROZ, M. I.; SOUZA-SOARES, L. D. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 884-889, 2010.

SENKÖYLÜ, N.; AKYÜREK, H.; SAMLI, H. E.; YURDAKURBAN, N. Performance and egg weight of laying hens fed on the diets with various by-product oils from the oilseed extraction refinery. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 3, n. 1, p. 38-42, 2004.

SIERRA, I. **Producción de cordero joven y pesado en la raza Raza Aragonesa**, Trabajos del I.E.P.G.E. n. 18, p. 28, 1973.

SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A produção animal na visão dos brasileiros. Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 425-446, 2001.

SILVA, F. A.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F. G. P.; LACERDA, P. B.; VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 775-790, 2012.

SILVA, J. H. V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L. F. T. Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SILVA, N. V.; SILVA, J. H. V.; COELHO, M. S.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAÚJO, J. A.; AMÂNCIO, A. L. L. Características de carcaça e carne ovina: Uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de Influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 103-110, 2008.

SKLAN, D. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: synthesis of monoglycerides in the intestine. **Poultry Science**, v. 58, p. 885-889, 1979.

SKLAN, D.; TENNE, Z.; BUDOWSKI, P. The effect of dietary fat and tocopherol on lipolysis and oxidation in turkey meat stored at different temperatures. **Poultry Science**, v. 62, n. 10, p. 2017-2021, 1983.

SOARES, A. L. **Ação de ácido fólico e vitamina E na oxidação lipídica e aroma de requeijado em filés de peito de frango**. Londrina. 1998. 105f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina.

SOUZA, H.B.A.; SOUZA P.A. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna armazenados durante 21 dias. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 6, p. 7-13, 1995.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *Rev. Port. Cienc. Vet.*, v. 101, p. 87-94, 2006.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Quantitative Descriptive Analysis: Developments, Applications, and the Future. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 48-52, 1998.

SUCHÝ, P.; STRAKOVÁ, E.; HERZIG, I. Selenium in poultry nutrition: a review. **Czech Journal of Animal Science**, v. 59, n. 11, p. 495-503, 2014.

SUMMERS, J. D. & LEESON, S. Factors influencing early egg size. **Poultry Science**, v. 62, n. 7, p. 1155-1159, 1983.

SURAI, P. F. **Selenium in nutrition and health**. Vol. 974. Nottingham: Nottingham University Press, 2006.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham University Press, Bath, England 615p. 2002.

SVIHUS, B. Starch digestion capacity of poultry. **Poultry Science**, v. 93, p. 2394-2399, 2014.

TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience a brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, v. 94, n. 1/2, p.125-135, 2005.

THOMPSON, S. V.; WINHAM, D. M.; HUTCHINS, A. Bean and rice meals reduce postprandial glycemic response in adults with type 2 diabetes: a crossover study. **Nutr. Journal**, v. 11, p. 1-7, 2012.

TIAN, S.; NAKAMURA, K.; KAYAHARA, H. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 52, p. 4808-4813, 2004.

TREAT, C. M.; REID, B. L.; DAVIES, R. E.; COUCH, J. R. Effect of animal fat and mixtures of animal and vegetable fats containing varying amounts of free fatty acids on performance of cage layers. **Poultry Science**, v. 39, p. 1550-1555, 1960.

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. From sucrose to starch granule to starch physical behaviour: a focus on rice starch. **Carbohydrate polymers**, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.

VIEIRA, S. L.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. Utilização da energia de dietas de frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, v. 4, p.127-139, 2002.

VILA B.; GARCIA E. E. Studies on acid oils and fatty acids for chickens. III. Effect of chemical composition on metabolizable energy of by-products of vegetable oil refining. **British Poultry Science**, v. 37, p. 131-144, 1996.

VILLELA. J.L. **Criação de codornas**. Coleção Agroindústria, v. 14, 91p. Cuiabá: SEBRAE/MT. 1998.

VIPOND, J.E.; MARIE, S.; HUNTER, E.A. Effects of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 2, p. 23, 1995.

WALDROUP, P. W.; WATKINS, S. E.; SALEH, E. A. Comparison of two blended animal-vegetable fats having low or high free fatty acid content. **J Appl. Poultry Research**, v. 4, p. 41-48, 1995.

WANG, Y. B.; XU, B. H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 144, n. 3, p. 306-314, 2008.

WEURDING, R. E.; VELDMAN, A.; VEEN, W. A.; VAN DER AAR, P. J.; VERSTEGEN, M. W. Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. **The Journal of Nutrition**, v. 131, n. 9, p. 2329-2335, 2001.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F.; CRAIGON, J. Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chickens. **Poultry Science**, v. 70, p. 1527-1533, 1991.

YANG, Y.R.; MENG, F.C.; WANG, P.; JIANG, Y.B.; YIN, Q.Q.; CHANG, J.; ZUO, R.Y.; ZHENG, Q.H.; LIU, J.X. Effect of organic and inorganic selenium supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property of broilers. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, p. 3031-3036, 2012.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, London, v. 27, n. 2, p. 171-176, 1986.

YOON, I.; WERNER, T. M.; BUTLER, J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, n. 4, p. 727-730, 2007.

YOUNG, J. F.; KARLSSON, A. H.; HENCKEL, P. Water-Holding Capacity in Chicken Breast Muscle Is Enhanced by Pyruvate and Reduced by Creatine Supplements. **Poultry Science**, v. 83, p. 400-405, 2004.

ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BARBOSA, J. C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1058-1066, 2007.

ZHANG, L.; BARBUT, S. Rheological characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD chicken breast meat. **Br. Poultry Science**, v. 46, p. 687-693, 2005.

ZIAEI, N.; POUR, E. E. The effects of different levels of vitamin-E and organic selenium on performance and immune response of laying hens. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 24, p. 3884, 2013.