

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CANTAXANTINA EM DIETAS COM MILHO OU
SORGO SOBRE OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS
DE GALOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Juliana Forgiarini

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**CANTAXANTINA EM DIETAS COM MILHO OU SORGO SOBRE OS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE GALOS**

Juliana Forgiarini

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia.**

Orientador: Alexandre Pires Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Forgiarini, Juliana
CANTAXANTINA EM DIETAS COM MILHO OU SORGO SOBRE OS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE GALOS / Juliana Forgiarini.-
2015.
58 p.; 30cm

Orientador: Alexandre Pires Rosa
Coorientador: Paulo Santana Pacheco
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2015

1. Carotenoides 2. Sêmen 3. Galos 4.
Antioxidante 5. Sorgo I. Pires Rosa, Alexandre II.
Santana Pacheco, Paulo III. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Juliana Forgiarini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: julianaforgiarinii@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CANTAXANTINA EM DIETAS COM MILHO OU SORGO SOBRE OS
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE GALOS**

elaborada por
Juliana Forgiarini

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA

Alexandre Pires Rosa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Irineo Zanella, Dr. (UFSM)

Priscila Becker Ferreira, Dr^a. (UNIPAMPA)

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, coragem de enfrentar as dificuldades e oportunidade de realizar minhas conquistas.

A minha mãe Janice Terezinha Forgiarini e ao meu pai Valdomiro Forgiarini que nunca mediram esforços para me ajudar, pela educação, por me apoiarem em minhas decisões. Obrigada por tudo mesmo, amo vocês!

À minha irmã Fernanda Forgiarini, por sempre estar ao meu lado, pela amizade, apoio, conselhos, por dividir comigo os meus sonhos, por ser minha companheira, pelo incentivo e carinho de sempre. Te amo!

A toda minha família, avós, tios (as), primos (as) obrigada por torcerem por mim.

Ao Dargon, pelo amor e carinho, companheirismo e amizade, por ser meu companheiro até na hora de fazer pratos deliciosos. Obrigada, por ser tão especial para mim. Amo você!

À Universidade Federal de Santa Maria, tenho o maior orgulho de ter realizado a graduação e o mestrado em Zootecnia nesta instituição de qualidade, ao Departamento de Zootecnia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos Professores que foram responsáveis pela minha formação, e aos funcionários. Muito obrigada.

Ao orientador Professor Dr. Alexandre Pires Rosa pelos ensinamentos, aprendizado e confiança, por ter me proporcionado oportunidades. Muito obrigada!

Ao Laboratório de Avicultura (LAVIC), e a todas as pessoas que por lá passaram, durante nesses meus seis anos de Laboratório.

A todos os estagiários de graduação, o meu eterno obrigado, sem vocês não existiria Laboratório e experimentos. Aos funcionários do LAVIC, obrigada pela ajuda de vocês.

A todos os colegas da pós-graduação muito obrigada pela ajuda desprendida, e principalmente as grandes amizades conquistadas. Lulu's sem vocês não teria a menor graça, nossa amizade é uns dos bens mais preciosos que ganhei durante esses dois anos, vocês moram no meu coração.

Tai muito obrigada por estar sempre disposta a me ajudar, grande parte do meu trabalho devo a ti. Você é uma amiga muito especial.

A equipe do Laboratório de Embriologia Animal (EMBRYOLAB) e a Professora Dra. Mara Iolanda Batistella Rubin. Muito Obrigada!

Ao CNPq por concessão de bolsa de mestrado. Muito Obrigada!

Às aves que sem entendimento e razão me proporcionaram o aprendizado.

Obrigada a todos que ajudaram direta e indiretamente nas atividades para conclusão deste trabalho realizado. Muito obrigada!

MINHA GRATIDÃO!

“Não me envergonho de corrigir e mudar as minhas opiniões, porque não me envergonho de raciocinar e aprender”.

(Alexandre Herculano)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

CANTAXANTINA EM DIETAS COM MILHO OU SORGO SOBRE OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE GALOS

AUTORA: JULIANA FORGIARINI
ORIENTADOR: ALEXANDRE PIRES ROSA
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de fevereiro de 2015.

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Avicultura (LAVIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito antioxidante da cantaxantina em dietas com ou sem adição de carotenoides para machos reprodutores avícolas. Foram utilizados 48 galos da raça *White Plymouth Rock* da 48^a a 59^a semana de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial, com dois ingredientes (milho ou sorgo), e dois níveis de cantaxantina (0mg/kg ou 6mg/kg), totalizando 4 dietas experimentais com 12 repetições, sendo que, cada ave foi considerada uma repetição. A fase experimental foi dividida em 3 períodos de 28 dias, para avaliar o desempenho das aves. Os parâmetros avaliados foram: peso corporal, consumo alimentar, volume do ejaculado, motilidade, vigor espermático, concentração espermática e fertilidade. Todos os parâmetros avaliados, exceto a concentração espermática, não foram afetados pelas dietas. A concentração espermática foi afetada significativamente pelo ingrediente milho e pela a suplementação de cantaxantina no terceiro período (56^a a 59^a semana de idade). Sugere-se o uso de sorgo nas dietas de reprodutores avícolas sem a necessidade de suplementação de cantaxantina. Pesquisas em reprodução de machos e o uso de novos antioxidantes poderá contribuir em melhores índices reprodutivos na avicultura.

Palavras-chave: Carotenoides. Sêmen. Sorgo. Antioxidante.

ABSTRACT

Master Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

CANTHAXANTHIN IN DIETS WITH CORN OR SORGHUM ON THE REPRODUCTIVE PARAMETERS OF ROOSTERS

AUTHOR: JULIANA FORGIARINI

ADVISOR: ALEXANDRE PIRES ROSA

Date and Venue of Defense: Santa Maria, February 24th, 2015.

This study was carried out at the Poultry Science Laboratory (LAVIC) of Federal University of Santa Maria (UFSM). The objective was to evaluate the antioxidant effect of canthaxanthin on diets with or without addition of carotenoids to breeding males. It was used a total of 48 *White Plymouth Rock* breed hens from the 48th to the 59th week of age in a completely randomized design in a factorial arrangement, with two ingredients (corn or sorghum), and two levels of canthaxanthin (0 mg/kg or 6 mg/kg) totaling four experimental diets with 12 repetitions, being each hen considered a repetition. The experimental phase was divided into 3 periods of 28 days, to evaluate the performance of the hens. The evaluated parameters were: body weight, food consumption, semen volume, sperm motility, sperm vigor, sperm concentration and fertility. All parameters, except the sperm concentration, were not affected by the diets. The sperm concentration was significantly affected by the ingredient corn and by the canthaxanthin supplementation in the third period (56th to 59th week of age). The use of sorghum is suggested in the diets of roosters with no need of canthaxanthin supplementation. Researches in breeding males and the use of new antioxidants may help in better reproductive rates in poultry.

Keywords: Carotenoids. Semen. Sorghum. Antioxidant.

LISTA DE TABELA

Tabela 1-	Composição nutricional dos grãos de milho e sorgo e do farelo de soja....	30
Tabela 2-	Composição das dietas experimentais para galos reprodutores, ofertada durante todo o período experimental.....	31
Tabela 3-	Peso corporal de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	37
Tabela 4-	Consumo alimentar (g/ave/dia) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	38
Tabela 5-	Volume seminal (mL) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	39
Tabela 6-	Motilidade espermática (%) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	40
Tabela 7-	Vigor espermático de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	41
Tabela 8-	Concentração espermática (nº de células X 10 ⁸) reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48 ^a a 59 ^a semanas de idade.....	43
Tabela 9-	Fertilidade de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina na 59 ^a semana de idade.....	44

LISTA DE FIGURA

Figura 1-	Distribuição espacial do aparelho reprodutor do galo (BURROWS & QUINN, 1937).....	16
-----------	---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Carta de Aprovação do Comissão de Ética no Uso de Animais.....	55
Anexo B - Vista interna do aviário experimental.....	56
Anexo C - Galo da raça <i>White Plymouth Rock</i>	56
Anexo D - Temperatura registrada no interior do aviário experimental durante toda a fase experimental.....	57
Anexo E - Animais nas celas de experimentação com respectivas dietas.....	57
Anexo F - Método de massagem dorso-abdominal e coleta de sêmen.....	58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
1.1 Características reprodutivas dos galos.....	15
1.1.1 Anatomia do trato reprodutivo do macho.....	15
1.1.2 Desenvolvimento dos testículos e espermatogênese.....	16
1.2 Efeitos na nutrição sobre a fertilidade de machos.....	17
1.2.1 Radicais livres e antioxidantes.....	18
1.2.2 Oxidação Lipídica.....	20
1.2.3 Carotenoides.....	21
1.2.3.1 Cantaxantina.....	22
1.2.4 Milho na nutrição animal.....	23
1.2.5 Sorgo na nutrição animal.....	24
1.2.5.1 Perfil nutricional do sorgo.....	24
1.3 Efeito da temperatura ambiente sobre a fertilidade de galos.....	25
2 HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	27
2.1 Hipóteses.....	27
2.2 Objetivos.....	27
2.2.1 Objetivo Geral.....	27
2.2.2 Objetivos específicos.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Local e época.....	29
3.2 Instalações e equipamentos.....	29
3.3 Animais.....	29
3.4 Dietas.....	29
3.5 Fases Experimentais.....	31
3.6 Parâmetros Avaliadas.....	32
3.6.1 Peso corporal e Consumo alimentar.....	32
3.6.2 Coleta de sêmen e análises espermáticas	32
3.6.2.1 Volume seminal.....	33
3.6.2.2 Motilidade e Vigor espermático.....	34
3.6.2.3 Concentração espermática.....	34
3.6.3 Fertilidade.....	34
3.7 Delineamento experimental.....	35
3.8 Análise Estatística	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5 CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	54

INTRODUÇÃO

A fertilidade é uma das características de extrema importância para a avicultura moderna. Uma das metas da indústria avícola é a produção de progênie de alta qualidade: tanto no setor de aves de corte quanto no de postura, pois cada pinto produzido possui grande valor econômico (BONGALHARDO, 2013). No entanto, atualmente, ainda não é dada a devida importância à contribuição do macho para o plantel no que se refere a sua capacidade de fertilidade e ao acasalamento. Um dos meios utilizados para avaliar a capacidade fertilizante dos galos é o estudo das características seminais, já que muitos autores encontraram correlações entre características seminais de galos e fertilidade dos ovos (CELEGHINI et al., 2001).

A alimentação contribui com aproximadamente 70% do custo de produção, sendo este o principal fator do custo de criação, uma vez que está associado ao crescimento e à manutenção dos machos reprodutores. Entretanto, manejo nutricional de fêmeas tem recebido maior ênfase, enquanto, a nutrição dos galos tem sido relegada ao segundo plano (ROSA et al., 2010). Apesar de a proporção de machos representarem apenas 10% em relação à das fêmeas, os machos contribuem com 50% da carga genética do plantel e são fundamentais para a fertilidade do mesmo (BORGES et al., 2006). Contudo, as informações atuais sobre os fatores nutricionais que influenciam o desempenho reprodutivo não estão de acordo com a importância dos galos no processo reprodutivo (DANIKOWSKI et al., 2002). Além da nutrição, existem outros fatores que influenciam na fertilidade de machos reprodutores como, ambiente, temperatura, fotoperíodo, manejo e patologias. A produção de espermatozoides e a fertilidade são influenciadas pela alimentação, tanto no período de crescimento, quanto no de produção (ETCHES, 1996).

Por tanto, para reduzir custos na alimentação, sem deixar de lado a qualidade nutritiva da dieta, cada vez mais busca-se ingredientes alternativos, principalmente para a substituição do milho (*Zea mays*), bem como, a inclusão de aditivos não alimentares, como é o caso dos carotenoides, que além de serem pigmentantes possuem atividades antioxidante, protegendo as células contra os processos de oxidação celular.

O sorgo (*Sorghum bicolor L. Mornch*) é uma das opções que as indústrias de rações e/ou produtores, dispõem para utilizar na alimentação animal por ser considerado, juntamente com o milho, os cereais como as principais fontes de energia para a nutrição animal

(RAMSEY et al., 1990). O sorgo possui um nível nutricional semelhante ao milho, apresentando um preço inferior e possuindo uma maior resistência à seca. Entretanto, apesar da maior resistência, o sorgo perde em termos produtivos, e possui um baixo teor de pigmentos, ao possuir menor quantidade de carotenoides. Esse efeito, normalmente, deprecia o valor do ovo, sendo necessária a inclusão de fontes adicionais de pigmentantes (SILVA et al., 2000).

Dentre os aditivos utilizados na avicultura estão os carotenoides, que são conhecidos como precursores de vitamina A, onde possuem importante papel antioxidante, pigmentantes de pró-vitamina e imunomoduladoras, pois removem radicais livres, absorvem e dissipam o excesso de energia destes e reciclam a vitamina E (BÖHM et al., 1997; WILLIAMS et al., 1998). A cantaxantina está entre os carotenoides que apresentam alguma ação antioxidante.

A cantaxantina está incluída no grupo dos carotenoides e, adicionada à dieta dos galos e galinhas, pode exercer seu papel antioxidante de três formas: 1) no embrião – protegendo os tecidos embrionários na incubação, 2) no ovo – protegendo os nutrientes da gema durante o armazenamento para o embrião em desenvolvimento e, 3) nas matrizes pesadas – auxiliando nos mecanismos antioxidantes do sêmen e oviduto e reduzindo o estresse oxidativo dos espermatozoides (ROCHA, 2011).

O plasma seminal e os espermatozoides contêm enzimas e vitaminas, antioxidantes que protegem a membrana espermática rica em ácidos graxos poli-insaturados, da peroxidação (MAKKER et al., 2009). Esta atividade enzimática antioxidante dos espermatozoides se torna menor com o envelhecimento dos galos, o que pode vir a contribuir para o declínio na fertilidade.

Fundamentados na importância dos carotenoides e seu poder antioxidante, e do sorgo como alternativa eficiente ao milho, foi conduzido um experimento com a finalidade de avaliar o desempenho com a suplementação da cantaxantina ou não em dietas a base de milho ou sorgo em reprodutores avícolas sobre o desempenho reprodutivo. O projeto dessa dissertação foi encaminhado à Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foi aprovado (ANEXO A).

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Características reprodutivas dos galos

1.1.1 Anatomia do trato reprodutivo do macho

No sistema reprodutivo dos galos a característica mais marcante é a localização dos dois testículos, dentro da cavidade abdominal, aderidos à parede corporal, não descendo a um saco externo em nenhuma fase do desenvolvimento do animal. Além disso, os testículos apresentam uma coloração variando de branco amarelado nos jovens ao branco puro nos adultos, bem como, um par de pequenos epidídimos e um par de ductos deferentes que desembocam em um pequeno falo na região da cloaca. O macho não tem um órgão copulador, porém um falo que faz contato com a vagina (inversão da cloaca) durante a cópula (RUTZ et al., 2007). O falo do galo é pequeno e não funciona como um órgão penetrante. Segundo Etches (1996), a ereção do falo resulta em ingurgitamento com um fluido semelhante à linfa derivado do corpo vascular paracloacal (uma extensão do falo localizado na parede da cloaca).

O tecido testicular é composto de uma grande massa de túbulos seminíferos, revestidos por células de Sertoli, células germinativas, e células de Leydig. Os testículos estão localizados dentro da cavidade abdominal e está apresenta uma temperatura de 41-43°C e mesmo assim ocorre a espermatogênese (RUTZ et al., 2007). A hipótese que explica a formação espermatogênica nestas condições é a de que poderia haver um resfriamento dos testículos através dos sacos aéreos abdominais propiciando assim uma menor temperatura quando comparada com a temperatura corporal da ave.

Os testículos de galos correspondem em torno de 1% do seu peso vivo das aves (STURKIE e OPEL, 1976) o que representa torno de 14 a 60g, dependendo da raça (GILBERT, 1982). Além de produzir espermatozoides (espermatogênese), os testículos têm a função de produzir e secretar hormônios esteroides (função endócrina), além de exercer papel na atribuição dos caracteres sexuais secundários e no comportamento sexual propriamente dito, como a libido. Os hormônios reprodutivos produzidos pelos testículos são

principalmente os andrógenos, sendo a testosterona o mais importante (SESTI e ITO, 2000). O epidídimo de reprodutores avícolas é rudimentar, e é o responsável pela maturação dos espermatozoides, sendo que o armazenamento destes se dá nos ductos deferentes. Abaixo, a Figura 1, ilustra o aparelho reprodutor de galos.

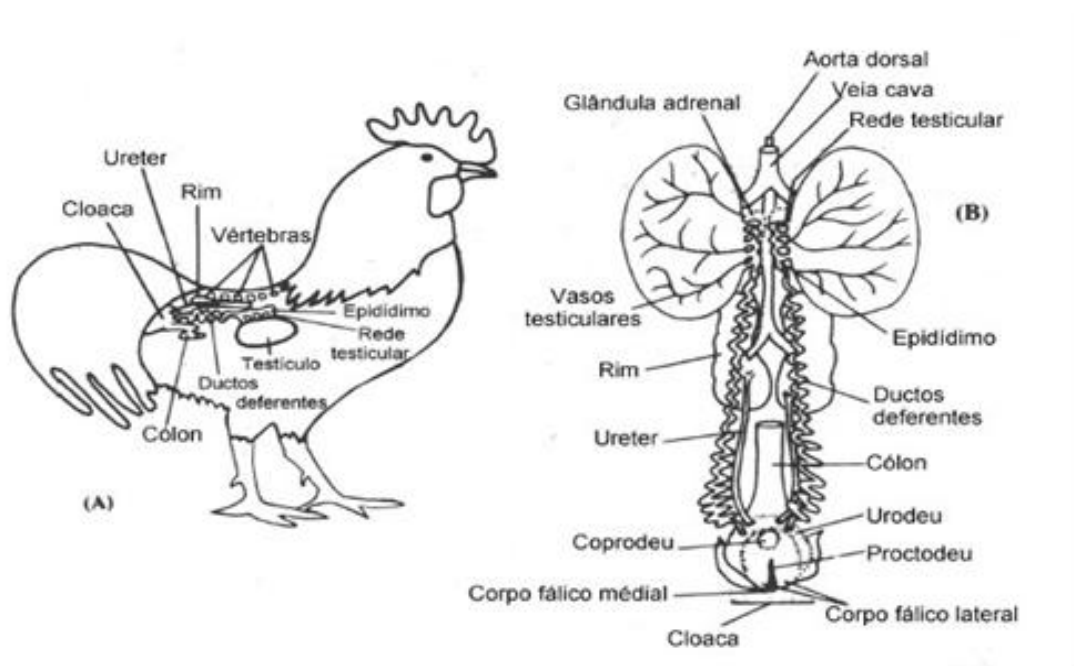


Figura 1 - Distribuição espacial do aparelho reprodutor do galão (BURROWS e QUINN, 1937).

1.1.2 Desenvolvimentos dos testículos e espermatogênese

O desenvolvimento e produção dos espermatozoides ocorre em três fases, sendo cada fase caracterizada pelo aumento no tamanho e peso dos testículos. A primeira fase ou fase pré-puberal (de um dia a 10 ou 12 semanas de idade) tem como principal característica a intensa multiplicação das células de Sertoli, é uma fase de crescimento lento. Na segunda fase ou fase puberal (de 12 a 22 ou 24 semanas de idade) os testículos têm crescimento rápido, e aparecem os primeiros espermatozoides. A produção de espermatozoides atinge o máximo entre 24 e 30 semanas. Na terceira fase ou fase adulta (de 24 semanas em diante) o tamanho dos testículos permanece praticamente o mesmo da 24 a 40 semanas, quando começa a decrescer até 70 semanas de idade (DE REVIERS, 1971 a,b).

Em outro estudo, Adjanohoun (1994) também afirma que a produção de espermatozoides atinge seu máximo entre 24 e 30 semanas de idade e, assim, permanecem até aproximadamente 40 semanas e, então, decrescem à medida que os machos envelhecem.

A espermatogênese é o processo de formação e desenvolvimento dos espermatozoides que ocorre nos testículos. As espermatogônias dão origem aos espermatócitos primários, secundários e espermátides. Estas últimas progressivamente se transformam em espermatozoides, por um processo denominado espermiogênese (RUTZ et al, 2007). As espermatogônias são produzidas continuamente por divisão mitótica nos tubos seminíferos. A evolução de espermatogônias até espermatozoides, por divisão meiótica, dura em torno de 13-14 dias, e o tempo necessário para os espermatozoides passarem através do epidídimo e vasos deferentes de galos é em torno de quatro dias (ETCHES, 1996).

Os espermatozoides de galos diferem dos mamíferos por serem menores e pelo fato de a cabeça do espermatozoide ser estreita e alongada. Segundo Gilbert (1982), no galo, a cabeça do espermatozoide é curvada e mede 12 a 13 μm de comprimento, a peça intermediária da cauda mede cerca de 4 μm de comprimento, e o restante do comprimento do espermatozoide de 100 μm é composto da peça principal da cauda.

Os espermatozoides devem apresentar motilidade e sobreviver no ambiente vaginal para alcançar as glândulas hospedeiras de espermatozoides (criptas que armazenam espermatozoides na galinha durante longos períodos) (RUTZ et. al., 2007). Este armazenamento assegura a disponibilidade espermática e a probabilidade de fertilização.

Para Cerolini et al. (1997), os espermatozoides são células especializadas consistindo de várias estruturas de membrana. Suas propriedades físicas e integridade funcional determinam funções fisiológicas importantes, incluindo motilidade e capacidade fertilizante. Entre os vários nutrientes que exercem efeito sobre a biologia dos espermatozoides estão os lipídeos (KELSO et. al., 1997). Além da função energética, os lipídeos são componentes presentes nas membranas celulares.

1.2 Efeitos da nutrição sobre a fertilidade de machos

Para uma nutrição balanceada das aves, pesquisas na área de nutrição estão sempre em constantes avanços, uma vez que estas mudanças exigem rápidas e frequentes mudanças, sempre na tentativa de aliar um máximo desempenho desses animais com um mínimo custo

no fabrico das rações. Muitas empresas ainda fornecem a mesma ração para machos e fêmeas, entretanto, vários estudos comprovam que as exigências nutricionais destes animais são distintas. Com uma nutrição diferenciada para cada sexo, além da economia, o desempenho reprodutivo e produtivo será maior.

Em seu trabalho Lucca et al., (2011), concluíram que o nível de 2600kcal de energia metabolizável (EM) kg^{-1} é suficiente para atender os parâmetros reprodutivos dos galos e a presença da crista é fundamental para manter a alta fertilidade em aves de 42 e 43 semanas de idade. Celeghini et al., (2001) afirmam que a seleção dos reprodutores na 20ª semana por meio da observação do desenvolvimento da crista é eficaz, por isso, é interessante manter a crista. Já Ferrufno et al., (2009) relatam que ao realizar o corte da crista evita lesões provocadas devido às brigas entre os machos, entre outras justificativas.

Borges et al., (2006) em seu trabalho recomendam o consumo de 16,9 g de proteína/ave/dia, ou rações com 13% de proteína para machos reprodutores na fase de 26 a 61 semanas de idade. Dados estes que vão ao encontro com os de Lucca et. al., (2009), que ao comparar os efeitos de dois níveis de proteína bruta para reprodutores de corte, aliados ou não ao corte da crista sobre o peso corporal, a produção de sêmen, a concentração de células espermáticas e a fertilidade, concluíram que dietas com nível de 12% de proteína bruta é suficiente para manter um bom desempenho reprodutivo. Isto pode estar associado a maior deposição de cristais de ácido úrico nas articulações de machos que recebem dietas ricas em proteína (16%), reduzindo a eficiência de acasalamento.

Rutz et al., (1999) concluíram que o nível dietético de cálcio de 3,5%, comumente utilizado para poedeiras, pode ser utilizado para galos Leghorn, sem detrimento no seu desempenho reprodutivo. No entanto Rosa et al., (2010) recomendam administrar a menor dose de cálcio na dieta (0,90%) e preservar a crista intacta do reprodutor de corte se configuram na melhor relação entre nutrição e manejo, sendo suficiente para manutenção e para os parâmetros reprodutivos.

1.2.1 Radicais Livres e Antioxidantes

Define-se radicais livres (RLs) ou espécies reativas como espécies independentes que contêm um ou mais elétrons não pareados (ROVER JÚNIOR et. al., 2001; LEITE e SARNI 2003). O elétron livre, que caracteriza o radical livre, pode estar centrado em um átomo de

hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, carbono, enxofre ou átomos de metais de transição (ROVER JÚNIOR et. al, 2001).

A presença de elétrons não pareados no átomo ou na molécula aumenta a sua reatividade química. Além disso, essa característica confere-lhes grande instabilidade, por tenderem a acoplar o elétron não pareado com um outro que esteja presente em estruturas próximas à sua formação, comportando-se como receptores (oxidantes) ou como doadores (redutores) de elétrons. Pereira et al., (2009), relatam que o excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes produzidos pelo corpo ou absorvidos da dieta e quando há um desbalanço entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante, ocorre o chamado “estresse oxidativo”.

Segundo Morais et al., (2009), o estresse oxidativo ocorre como um desequilíbrio entre o balanço pró-oxidante/antioxidante, em favor da situação pró-oxidante, promovendo um dano potencial. Os RLs têm efeitos deletérios nas células e está geralmente associado a patologias e morte celular. Estas patologias são derivadas de um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a capacidade antioxidante, associado à inaptidão da célula de restabelecer o equilíbrio. Para se tornarem estáveis, os radicais livres transferem a energia acumulada para as substâncias próximas a eles, principalmente nos ácidos graxos poli-insaturados (PUFA).

Em alimentos, a formação de RLs ocorre pela ação direta de fontes externas de energia, como luz, calor e radiação (VIVAS, 2013). A oxidação lipídica é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis tornando os alimentos impróprios para consumo (RAMALHO e JORGE, 2006).

A mitocôndria é responsável pela produção de energia para manter a motilidade espermática. Durante este processo ocorre a formação de radicais livres. Assim, a presença de glutaciona peroxidase nesta região auxilia na neutralização de RLs, impedindo a peroxidação lipídica e mantendo a qualidade espermática (RUTZ et al., 2007). A Glutaciona peroxidase é um agente antioxidante enzimático produzido pelo organismo, defesa endógena.

Segundo Duarte-Almeida et al., (2006), os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação através da inibição da produção ou dos efeitos deletérios dos RLs. Assim, os antioxidantes têm como função retardar ou inibir a ação oxidante de RLs presentes em alimentos e nos organismos de seres vivos. Alguns antioxidantes são produzidos por nosso próprio corpo e outros – como as vitaminas C, E, A, enzimáticos como a glutaciona peroxidase, superóxido dismutase e os carotenoides são advindos da alimentação. Esse sistema de antioxidantes é de extrema importância para manter a integridade da membrana

espermática e suas propriedades fisiológicas para que processo de fertilização ocorra (RUTZ, 2007).

1.2.2 Oxidação lipídica

Segundo Surai (2010) uma característica reprodutiva específica de aves é a alta concentração de PUFAs na membrana do espermatozoide. A elevada percentagem de PUFAs é uma necessidade, a fim de manter as propriedades específicas de membrana, como maior fluidez e flexibilidade. Do mesmo modo que é uma necessidade, possui também um lado prejudicial pois torna-se o espermatozoide muito susceptível a peroxidação de lipídios e, portanto, a defesa com algum antioxidante é considerada um elemento chave na manutenção da qualidade do sêmen, uma vez que o estresse oxidativo, que é a peroxidação lipídica prejudicam e reduzem a motilidade dos espermatozoides. Böhm et al., (1997) afirma que os carotenoides possuem importante papel antioxidante, pois removem os RLs, absorvem e dissipam o excesso de energia destes e reciclam a vitamina E. A adição de cantaxantina que é um carotenoide com ação antioxidante, pode minimizar a peroxidação lipídica dos espermatozoides.

Em estudo Surai (2002) cita que espermatozoides de galos apresentam um alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs). Para Rutz et al., (2007), as presenças desses ácidos graxos representam um risco para a ocorrência de peroxidação lipídica nas membranas espermáticas e está peroxidação é considerada a causa de redução de fertilidade em reprodutores. Segundo Rodenas et al. (2005) a produção de espermatozoides e a fertilidade dos machos são influenciadas por diversos fatores, dentre eles, a nutrição.

Os lipídeos possuem função energética, e fazem parte das membranas celulares, sendo os fosfolipídios um importante componente lipídico presente nos espermatozoides. Em todas as espécies (MARTIN RILLO et al., 1996), os fosfolipídios são os principais componentes lipídicos dos espermatozoides, caracterizados por conterem grandes quantidades de PUFAs o que sugere que a composição de lipídios e ácidos graxos dos espermatozoides pode ser um fator determinante das taxas de fertilidade.

1.2.3 Carotenoides

Segundo Pereira et al., (2009), os carotenoides são corantes naturais com estrutura química composta por ligações duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por sua função antioxidante. Além disso, os carotenoides são corantes naturais responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelho, utilizados nas indústrias alimentícia, farmacêutica, de cosméticos e ração (VALDUGA et al., 2009).

Os carotenoides são moléculas orgânicas com funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitamina e imunomoduladoras. Os animais e o homem não são capazes de sintetizar esses pigmentos, mas são capazes de fazer algumas alterações fundamentais na sua estrutura química (WILLIAMS et al., 1998). Tais compostos participam ainda de funções vitais, fazendo parte de pigmentos estruturais importantes.

Vários aspectos da ação do carotenoide podem ser considerados benéficos para o desenvolvimento do embrião. Os carotenoides podem aumentar a capacidade antioxidante total disponível para o embrião, protegendo assim os tecidos em desenvolvimento dos efeitos prejudiciais de espécies reativas de oxigênio e radicais livres (STAHL e SIES, 2003).

Os carotenoides associam-se principalmente com os lipídios dos tecidos e células de origem animal, incluindo membranas (BENDICH e OLSON, 1989). Como não são sintetizados pelas aves essas substâncias devem ser ingeridas através da dieta, e a sua concentração na dieta está relacionada diretamente a sua concentração no organismo. Inúmeras experiências comprovam que um dos fatores que influenciam na deposição de carotenoides é a disponibilidade de grupos funcionais que contenham oxigênio, como hidroxila, acetona, éster ou outros grupos, que apresentem características polares (FERREIRA, 2010; SANTOS, 2011).

Os carotenoides são eficientes na interação com oxigênio e são igualmente eficazes para neutralizar os radicais livres. Os carotenoides ao combaterem as espécies reativas de oxigênio, podem interagir de três maneiras diferentes: transferência de elétrons; remoção de íons de hidrogênio ou adição de espécies radicalares (MORAIS, 2006).

No entanto, a atividade antioxidante é altamente dependente de vários fatores, como por exemplo, o tipo de carotenoide e sua ação com o meio. Os carotenoides de forma pura são substâncias muito instáveis, altamente sensíveis à luz, ao oxigênio, ao calor, aos ácidos e álcalis. E também são altamente insaturados e possuem característica hidrofóbica reduzindo

sua biodisponibilidade (BOSCHETTO, 2013). Tais fatores fazem com que o mesmo sofra mudanças oxidativas ou processos de degradação.

1.2.3.1 Cantaxantina

A cantaxantina, que é o carotenoide responsável pela coloração vermelha dos flamingos e de outras espécies de aves, vem sendo muito utilizada na alimentação de aves para aumentar a coloração da carcaça de frangos de corte e da gema dos ovos (GARCIA et al., 2002). E, além de ser um pigmento natural, tem outras funções biológicas relacionadas à sua capacidade de atuar como um potente antioxidante e pró-vitamina A (FERNÁNDEZ JUNIOR et al., 2005). A cantaxantina teve sua primeira versão sintetizada a partir do β -caroteno.

Conforme a *European Commission* (2002), a cantaxantina é absorvida no intestino delgado e transportada pelo sangue ao fígado, onde parte é transformada em substâncias intermediárias precursoras de vitamina A, como 4-oxoretinol, e o restante permanece íntegro transportado pelas lipoproteínas aos depósitos alvos. Beardsworth e Henández (2003) relatam que a atividade pró-vitamina A da cantaxantina têm sido reconhecida e que esta pode ser transformada em vitamina A nas aves quando o nível desta última é limitado na dieta. Entretanto, Surai et al. (2003) afirmam que as dietas das aves são suplementadas com retinol sintético e, portanto, a contribuição dos carotenoides derivados do alimento para a formação de vitamina A é mínima.

Em estudo para avaliar a suplementação de cantaxantina em dietas de matrizes de corte como um meio para melhorar o desempenho reprodutor das aves, Rosa et al., (2012) concluíram que a melhoria na fertilidade e a diminuição na mortalidade embrionária, resultando em maior eclodibilidade provém da adição de cantaxantina na dieta de matrizes de frangos de corte. Em estudo, Vivas (2013) constatou uma diminuição na mortalidade embrionária originária de dieta com suplementação de cantaxantina para matrizes de frangos de corte. A cantaxantina está incluída no grupo dos carotenoides e, adicionada à dieta dos galos e galinhas, pode exercer seu papel antioxidante no embrião, no ovo e nas aves auxiliando nos mecanismos antioxidantes do oviduto e no sêmen, reduzindo o estresse oxidativo.

1.2.4 Milho na nutrição animal

O milho é o cereal mais produzido no mundo, sendo cultivado em quase todos os países do mundo (CONAB, 2013). No Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial de milho, a produção nacional é dispersa em todas as regiões. Sendo que, as maiores regiões produtoras são o Sul, com 37,2% da produção nacional e o Centro Oeste com 30,6%. O total da produção nacional de milho foi de 59.210,30 mil toneladas na safra de 2011/2012 (MAPA, 2012). Grande parte dessa crescente produção do cereal se dá devido à imensa demanda do grão para a alimentação animal, principalmente para animais confinados, como aves e suínos. Relatos de Paes (2006) demonstram que, cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo este percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos.

Entre os cereais utilizados na formulação de dietas para animais, o grão de milho é o ingrediente mais utilizado como fonte energética. Dados de Rostagno et al., (2011) mostram que o valor energético do milho é de 3381Kcal/kg de energia metabolizável para aves. A composição média do milho, em base na matéria seca, é de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra e 4% de óleo (PAES, 2006). A energia do milho provém principalmente do amido encontrado no endosperma do grão, sendo esta considerada a parte mais volumosa deste cereal. Além do endosperma o milho apresenta mais três estruturas físicas: gérmen, pericarpo (casca) e ponta.

Segundo a mesma autora, em geral o amido do milho é composto por 75% amilopectina e 25% amilose. A amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em alfa-1,4 e alfa- 1,6, constituindo uma estrutura ramificada e amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas alfa-1,4, originando uma cadeia linear. Sendo que, a fração de amilopectina é de mais fácil digestão, quando comparada à fração de amilose.

Em todos os cultivares de milho são encontrados grandes quantidades de carotenoides, que são os responsáveis pela cor característica do grão. Segundo Konopka et al., (2004) os carotenoides, estão uniformemente distribuídos, com quantidades significativas na camada de aleurona e no endosperma. No endosperma, especificamente, na camada de aleurona e no endosperma vítreo, estão também presentes os compostos fenólicos e carotenoides, substâncias lipídicas que conferem a cor aos grãos de milho, sendo zeaxantina, luteína, betacriptoxantina, α e β -carotenos, os principais carotenoides nos grãos de milho (PAES, 2006). O β -caroteno é o carotenoide que apresenta maior atividade pró-vitáminica, além de α -

caroteno, β -criptoxantina e zeinoxantina também possuem atividade pró-vitáminica (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

1.2.5 Sorgo na nutrição animal

O sorgo é uma planta que pertence à família Gramínea/Poaceae e o seu nome científico é *Sorghum bicolor (L.) Moench*, é uma gramínea tropical originária da África, no eixo Sudão-Etiópia, tendo sido cultivado, segundo registros arqueológicos, por volta de 3000 anos AC. (VASCONCELOS FILHO et al., 2010). Segundo o mesmo autor, o sorgo chegou ao Brasil através dos escravos africanos, com o nome de milho d'Angola ou milho Guiné, e foi cultivado inicialmente no Nordeste.

O sorgo é o quinto cereal mais importante no mundo. Sua produção vem apresentando no Brasil um crescimento notável nos últimos anos. Isto é o reflexo de uma série de mudanças que ocorreram no agronegócio brasileiro, que criaram as condições tanto para este incremento como para absorção da produção resultante. O aumento da área plantada e produção de sorgo, no Brasil, resultaram da conjugação de vários fatores que alavancaram a demanda por matérias-primas energéticas (METIDIARI, 2000; TSUNECHIRO et al., 2002), como é o caso da produção animal.

No Brasil a estimativa da safra 2013/2014 é de um total de área plantada de 719,3 mil hectares, com uma produtividade de 2.661 kg/ha, produzindo um total de 1.724,5 mil toneladas (CONAB, 2013). Sendo os estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso os três maiores produtores nacionais, onde juntos, concentram em torno de 86% da produção nacional de sorgo.

1.2.5.1 Perfil nutricional do sorgo

O sorgo é uma respeitável fábrica de energia, de enorme utilidade em regiões muito quentes e muito secas (RIBAS, 2003). Desse modo, o sorgo é uma ótima opção para regiões onde há déficit hídrico devido ao seu excelente sistema radicular profundo e ramificado, na

qual aumenta a extração de água do solo, e também pelo fato de que suas folhas possuem um bom sistema de transpiração que evita a perda da água.

Quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico (raiz explora melhor o perfil do solo), murcha menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas (MAGALHÃES et. al., 2008). Segundo relatos de Santos et. al., (2012), do ponto de vista de mercado, o cultivo de sorgo em sucessão as culturas de verão têm contribuído para a oferta sustentável de alimentos de boa qualidade e de baixo custo para alimentação animal.

A composição bromatológica do grão de sorgo se assemelha a do grão de milho. Segundo Rostagno et. al., (2011) a proteína bruta do sorgo é 12,15%, maior que a do milho, mas a energia metabolizável é 0,71%, menor que a do milho. Sendo assim, o sorgo possui conteúdo de nutrientes similares ao milho, constituindo uma ótima opção de ingrediente alternativo. Entretanto, o grão de sorgo contém compostos fenólicos, como: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, sendo os dois primeiros inócuos aos animais.

Os taninos estão concentrados na testa - a testa é um tecido altamente pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo e sua existência é fator determinante da presença de tanino em sorgo - da semente e formam complexos com carboidratos e principalmente proteínas, reduzindo assim sua digestibilidade e piorando a palatabilidade, pois confere ao sorgo sabor adstringente. O tanino pode estar presente no grão de sorgo em menor ou maior concentração, identificando-os como de baixo ou alto tanino (DIAS, 2004). Deve-se ter uma atenção redobrada ao adquirir grãos de sorgo, para que o mesmo seja de baixo tanino, uma vez que este apresenta uma maior digestibilidade e aceitação pelos animais.

Em regiões onde há disponibilidade de sorgo e o preço é vantajoso, o sorgo pode substituir totalmente o milho. No entanto, o grão de sorgo é deficiente em carotenoides, essa deficiência reduz a coloração da gema e da carcaça (MOURA et al., 2009). Contudo, este problema pode ser resolvido pela inclusão de pigmentantes na dieta das aves (ASSUENA et al., 2008).

1.3 Efeito da temperatura ambiente sobre a fertilidade de galos

Segundo Furlan (2006), o ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos e constitui-se em um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso da produção avícola. Muitos são os fatores que podem interferir na produção, tais

como velocidade, umidade e temperatura do ar, temperatura radiante, disponibilidade de água fresca, umidade da cama.

Segundo Checco (2011), a transferência de calor do corpo para o meio ocorre pelos processos sensíveis e latentes. As formas sensíveis consistem dos processos de condução, radiação e convecção e as formas latentes, condensação e evaporação. Só há transferência de calor se houver gradiente de temperatura entre dois corpos. O aumento da taxa respiratória é o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipar o calor corporal em condições de estresse de calor (OLIVEIRA NETO et al, 2000). Em estudo Tinôco (1998), relata que, um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 16 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%.

Entre os fatores que afetam a fertilidade dos machos destacam-se a temperatura ambiente, o fotoperíodo, patologias, manejo e nutrição (RODENAS et al., 2005). Em épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e a estabilidade das vitaminas nos suplementos tende a diminuir no verão (LAGANÁ, et al., 2005). A fertilidade é diretamente afetada pelas variações de temperatura, bem como pelo manejo nutricional. A faixa de temperatura ótima para a espermatogênese é entre 15 a 20°C, mas se na fase reprodutiva ocorrer queda na temperatura (6 a 7°C) e os galos não forem adequadamente suplementados ocorrerá declínio na produção de sêmen e por consequência na fertilidade (LUCCA, 2003). Nos estudos realizados por Adjanohoun (1993), a queda de 6 a 7°C na temperatura ambiente sem suplementação de energia na dieta provocou redução no volume de sêmen.

2 HIPÓTESES E OBJETIVOS

2.1 Hipóteses

Dietas com baixo teor de carotenoides produzirão efeito negativo em parâmetros reprodutivos de galos.

O sorgo poderá ser uma alternativa viável à substituição de milho em dietas para galos reprodutores.

Galos da raça *White Plymouth Rock* alimentados com dietas contendo cantaxantina apresentarão melhor desempenho reprodutivo do que os demais.

2.2 Objetivos

2.2.1 Geral

Avaliar o efeito antioxidante da cantaxantina em dietas com milho ou sorgo sobre os parâmetros reprodutivos de reprodutores avícolas.

2.2.2 Específicos

- Estudar as características seminais de galos da raça *White Plymouth Rock* entre a semana 48^a a 59^a alimentados com dieta à base de grãos de milho ou sorgo contendo ou não níveis de cantaxantina.
- Estudar o efeito antioxidante da cantaxantina sobre o conteúdo seminal dos reprodutores.
- Avaliar o peso corporal dos reprodutores alimentados com dietas a base de milho ou sorgo com ou sem cantaxantina.

- Analisar os parâmetros reprodutivos, tais como volume de sêmen, concentração, motilidade e vigor espermáticos e fertilidade dos reprodutores alimentados com dietas a base de milho ou sorgo com ou sem cantaxantina.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época

O estudo foi conduzido no Laboratório de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de agosto a outubro de 2013.

3.2 Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado em um aviário experimental (Anexo B) para postura com 210m², dotado de 516 gaiolas de postura e 84 gaiolas para machos reprodutores 0,33x0,60x0,60m, sendo que 48 destas foram utilizadas para o experimento. A instalação possui laterais teladas, cortinas e cobertura metálica. Cada gaiola contém um bebedouro tipo taça e comedouro do tipo calha.

3.3 Animais

Neste estudo foram utilizados 48 reprodutores da raça *White Plymouth Rock* (Anexo C) com 48 semanas de idade, previamente selecionados e alojados individualmente em gaiolas. As aves foram submetidas a um programa de iluminação crescente até 17 horas/luz/dia. A temperatura ambiente (Anexo D) foi aferida e registrada diariamente pela manhã por meio de termômetros de máxima e mínima localizados no interior do aviário experimental.

3.4 Dietas

Os reprodutores foram submetidos a quatro dietas que consistiram em: D1- Dieta a base de milho + 0mg/kg de cantaxantina¹; D2- Dieta a base de milho + 6mg/kg de

¹ Cantaxantina foi fornecida através do produto Carophyll Red 10% (60 ppm de cantaxantina) - DSM Nutritional Products Ltd, São Paulo, SP/Brasil.

cantaxantina¹; D3- Dieta a base de sorgo + 0mg/kg de cantaxantina¹; D4- Dieta a base de sorgo + 6mg/kg de cantaxantina¹.

Foram coletadas amostras dos grãos de milho e sorgo, além do farelo de soja, sendo enviadas para o laboratório da CBO em Campinas - SP, para a realização das análises bromatológicas. A concentração de carotenoides foi analisada no laboratório de análises da *DSM Nutritional Products Ltd – Switerland*. A composição nutricional dos principais ingredientes utilizados nas dietas (Tabela 1) no período experimental foram formuladas conforme a composição das dietas e das exigências nutricionais de machos em fase de reprodução (Tabela 2), estão de acordo ainda com estudos anteriores realizados no LAVIC bem como, em trabalhos encontrados na literatura consultada. As dietas (Anexo E) foram isonutritivas e o arraçoamento foi ofertado à vontade com o fornecimento realizado no período da manhã, correspondendo ao horário das 8 horas e 30 minutos.

Tabela 1 – Composição nutricional dos grãos de milho e sorgo e do farelo de soja

Composição Nutricional			
Ingrediente	Grão de Milho	Grão de Sorgo	Farelo de Soja
Umidade (%) ¹	11,37	13,14	12,32
Matéria Seca (%) ¹	88,63	86,86	87,68
Proteína Bruta (%) ¹	7,71	7,48	45,36
Energia Bruta (kcal/kg) ¹	3855	3895	4030
Fibra Bruta (%) ¹	1,4	1,8	5,07
Extrato Etéreo (%) ¹	4,4	1,72	2,02
Matéria Mineral (%) ¹	1,21	1,45	6,23
Cálcio (%) ¹	0,01	0,14	0,3
Fósforo Disponível (%) ¹	0,26	0,23	0,52
Alfa Tocoferol (mg/kg) ²	9,39	4,97	1,06
Luteína (mg/kg) ²	3,8	0,49	-
Zeaxantina (mg/kg) ²	4,25	0,22	-
Cantaxantina (mg/kg) ²	5,45	5,54	-

¹ Análises realizadas no CBO em Campinas – SP

² Análises realizadas na DSM – Basel – Suíça.

Tabela 2 – Composição das dietas experimentais para galos reprodutores, ofertada durante todo o período experimental

INGREDIENTES (%)	DIETA COM MILHO (%)	DIETA COM SORGO (%)
Milho	60,77	-
Sorgo	-	64,64
Farelo de Soja (46% de PB)	15,85	14,43
Farelo de Trigo	10,00	10,00
Fosfato Bicálcico	1,86	1,86
Calcário 38% Ca	0,86	0,95
Sal Comum	0,40	0,40
Premix Vitamínico e Mineral ¹	0,50	0,50
DL-Metionina	0,01	0,02
Caulin	9,74	7,19
Tratamentos		
Controle	0	0
Cantaxantina (mg/kg) ²	0,006	0,006
Composição Calculada:		
Proteína Bruta (%)	14,00	14,00
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2600	2600
Cálcio (%)	0,90	0,90
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45

¹Premix Mineral e Vitamínico: Níveis por kg de produto: Vit. A 2.090.000 UI; Vit. E 7,600mg; Vit. D₃ 332,500 UI; Vit. K₃ 950mg; Ácido Nicotínico 8,500mg; Vit. B₁ 475mg; Vit. B₁₂ 3,800mcg; Vit. B₂ 1,900mg; Vit. B₆ 950mg; Ácido Fólico 237,5mg; Biotina 38mg; Colina 72.000mg; Ácido Pantotênico 3.800mg; Cobre 12.400mg; Ferro 12.000mg; Iodo 160mg; Manganês 14,000mg; Selênio 108mg e Zinco 14,000mg. ² Cantaxantina 10%.

3.5 Fases experimentais

- Fase Pré-Experimental da 42^a a 47^a semana de idade:

Na fase pré-experimental foi realizada a seleção dos galos utilizados no experimento através da avaliação fenotípica, resposta ao estímulo da massagem dorso-abdominal para ejaculação e quantidade de sêmen ejaculado.

- Fase Experimental da 48^a a 59^a semana de idade:

No primeiro dia de experimento foi realizada a pesagem individual dos galos que se repetiu no final de cada período de 28 dias, assim como a pesagem da ração fornecida e

sobras para análise dos parâmetros de peso corporal e consumo alimentar. Para avaliar o desempenho dos galos, a fase experimental foi subdividida em períodos de estudo, compreendendo 28 dias cada, onde: Período I – 48^a a 51^a semana de idade, Período II – 52^a a 55^a semana de idade e Período III – 56^a a 59^a semana de idade. Os parâmetros avaliados foram: peso corporal, consumo alimentar, volume seminal, motilidade e vigor espermático, concentração espermática e fertilidade.

3.6 Parâmetros avaliados

3.6.1 Peso corporal e consumo alimentar

Para análise de peso corporal, foi realizada uma pesagem no primeiro dia do estudo e ao final de cada período, sendo que esta pesagem foi efetuada de forma individual através da suspensão pelas asas dos animais, em uma balança do tipo analógica.

O consumo alimentar dos galos foi mensurado através da pesagem da ração fornecida individualmente, e a pesagem das sobras foi realizada a cada final de período. Pela diferença entre a ração fornecida às aves e as sobras, obteve-se a quantidade de ração consumida por galo a cada final de período.

3.6.2 Coleta de sêmen e análises espermáticas

Os parâmetros seminais foram analisados semanalmente, sendo realizada a coleta de sêmen de todos os galos no quarto dia da 48^a a 59^a semanas de idade das aves. O sêmen foi coletado em tubos tipo *Falcon* de 5mL graduados e recoberto por um papel alumínio e previamente aquecidos em “banho Maria” a 40°C, mantendo assim a integridade das células espermáticas, para estimar os parâmetros espermáticos referentes à volume, motilidade e vigor espermático.

Semanalmente, foram realizadas as coletas de sêmen pelo método da massagem dorso-abdominal (Anexo F), utilizando-se movimentos circulares da região abdominal em direção

ao dorso ocorrendo à intumescência e ereção do falo, sendo necessário comprimi-lo para a coleta do conteúdo seminal. Outra técnica é do método de massagem abdominal citado pela primeira vez por Burrows e Quinn (1937). Esta técnica estimula a ejaculação através de movimentos rápidos e firmes com as mãos ao longo do dorso, na altura das asas, até a cauda. Independentemente do método a ser utilizado, é importante um período de treinamento para condicionar o animal à rotina de coleta a fim de coletar o máximo de conteúdo que a ave é capaz de produzir. Foi desprezado somente o ejaculado que apresentava contaminação por sangue e/ou resíduos cloacais.

Quinzenalmente, os animais foram submetidos a uma limpeza da região pericloacal como o uso de tesoura, para retirada das penas desta região evitando a contaminação do sêmen coletado. Com o mesmo propósito de evitar a contaminação do sêmen com excretas durante a coleta, foi realizado um jejum de 3 horas antes do início da mesma. Dessa forma às 10h30min os comedouros foram cobertos impedindo o acesso dos galos às dietas. As coletas de sêmen foram realizadas a partir das 13h30min, sendo que após a coleta de sêmen os galos voltaram a ter acesso à ração. Para a realização da coleta de sêmen o macho foi contido pelos membros inferiores e o peito apoiado em superfície macia, sobre a gaiola conforme Rosa et al., (1995).

Imediatamente após o sêmen ser coletado foi medido o volume seminal e realizadas análises para motilidade e vigor espermáticos. Para análise de concentração espermática o sêmen coletado foi armazenado em tubos de ensaio, para posteriormente ser realizada a análise no Laboratório de Embriologia Animal (Embryolab) da Universidade Federal de Santa Maria.

3.6.2.1 Volume seminal

A leitura do volume seminal foi realizada através da mediação em tubos tipo *Falcon* graduados, estéreis e individuais, utilizados na coleta seminal.

3.6.2.2 Motilidade e vigor espermático

Para avaliação de motilidade e vigor espermático, o sêmen recém coletado foi pipetado sobre uma lâmina histológica e recoberto por lamínula previamente aquecidas. Em seguida foi realizada análise em microscópio óptico, com aumento de 40x (quarenta vezes).

A motilidade foi avaliada comparando-se a percentagem de espermatozoides móveis e imóveis, registrando a percentagem de espermatozoides móveis. A técnica utilizada para análise de motilidade espermática foi a mesma descrita por Rodenas et al. (2005). O vigor espermático foi classificado através de escore de 0 a 5, como sugere Celeghini et al. (2001), sendo o escore 0 equivalente a imobilidade espermática total e 5 à movimentação intensa, vigorosa, progressiva e com formação de ondas. Para esses parâmetros subjetivos, as análises foram sempre realizadas pela mesma pessoa, minimizando assim a variação de leitura dos dados.

3.6.2.3 Concentração espermática

Para análise de concentração espermática foram armazenadas amostras de 5 µl de sêmen e adicionado a 4 ml de solução de formol citrato em tubos de ensaio. Para determinação da concentração espermática o sêmen foi diluído na proporção de 1:800 em formol citrato e posteriormente foi realizada a contagem de células das amostras com o uso de hemocitometro (Câmara de *Neubauer*) na diagonal com o resultado expresso em número de células por mm³ de sêmen. Para análise final o resultado foi expresso em número de células/ml.

3.6.3 Fertilidade

Foram utilizados 5 reprodutores de cada tratamento, sendo que, os mesmos foram escolhidos ao acaso, totalizando 20 galos. O sêmen foi coletado pelo método de massagem

dorso-abdominal com um auxílio de um tubo graduado tipo *falcon* e posteriormente foi retirado 0,05 mL de sêmen in natura para a inseminação de cada fêmea.

A inseminação artificial foi realizada em 80 fêmeas *Red Rhode Island*, sendo que, cada tratamento teve um total de 20 reprodutoras, por tanto utilizando-se 1 macho para 4 fêmeas. Foram realizadas 2 inseminações, sendo que a segunda foi efetivada 24 horas após a primeira conforme relato de Rosa et. al. (1995). Realizou-se 4 coletas de ovos por dia, sendo que estes foram identificados conforme o tratamento e o galo utilizado, durante 12 dias consecutivos.

Após a coleta diária, os ovos foram selecionados, os ovos considerados incubáveis, ou seja, aqueles sem anomalias no formato, trincas, excessos de sujidades e sem contaminação por sangue. Os ovos foram desinfetados pelo processo de fumigação, onde utilizando-se formol 37% + permanganato de potássio (14ml de formol + 7g permanganato de potássio/m³). Após a desinfecção, os ovos foram armazenados em uma sala com temperatura adequada, ao final de 12 dias de coletas de ovos, os mesmos foram incubados para fim de avaliação de fertilidade dos galos.

3.7 Delineamento Experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2X2 sendo, 2 ingredientes (milho e sorgo) e 2 níveis de cantaxantina (0 e 6mg de cantaxantina/kg de dieta), totalizando 4 dietas com de 12 repetições cada, onde cada ave foi considerada uma repetição.

Modelo Matemático:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = valor da variável testada sob o i-ésimo nível do fator A (ingredientes) e j-ésimo nível do fator B (níveis de cantaxantina);

μ = média geral do experimento para a variável;

A_i = efeito do i-ésimo nível do fator A (ingredientes);

B_j = efeito do j-ésimo nível do fator B (níveis de cantaxantina)

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação A e B; (A= 2 ingredientes – milho ou sorgo - e B= 2 níveis de cantaxantina – 0 e 6 mg de cantaxantina/kg de dieta)

e_{ij} = erro aleatório.

3.8 Análise estatística

Após a obtenção dos dados, foi realizada análise de variância, sendo que os resultados obtidos, quando significativos ao nível de 5%, foram submetidos ao teste de Tukey para comparação de médias. Esses procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis analisadas referentes ao peso corporal, consumo de ração diária, volume seminal, motilidade e vigor espermático e fertilidade estão dispostos nas tabelas a seguir, bem como a discussão dos mesmos.

Não houve efeito significativo dos tratamentos para a variável peso corporal dos galos ao longo dos três períodos de estudo (Tabela 3). Esses resultados demonstram que a elaboração da dieta estava de acordo com as necessidades fisiológicas destas aves, não ocorrendo um aumento de peso significativo para nenhuma das interações analisadas. Em trabalho realizado por Moura et al., (2010) onde avaliaram o efeito da substituição (0; 25; 50; 75 e 100%) do milho pelo sorgo baixo tanino em codornas em postura, não houve diferença significativa no peso corporal das mesmas.

Tabela 3 – Peso corporal de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48ª a 59ª semana de idade.

Fator	Peso Corporal (g)			
	Inicial	Período I (48ª- 51ª sem.)	Período II (52ª-55ª sem.)	Período III (56ª-59ª sem.)
Ingrediente				
Milho	3064,58	3064,58	3091,67	3127,08
Sorgo	3070,83	3091,67	3122,92	3145,83
Cantaxantina (mg/kg)				
0	3081,25	3097,92	3118,75	3139,58
6	3054,17	3058,33	3095,83	3133,33
Interação				
Milho +0 Cantaxantina	3070,83	3075,00	3104,17	3141,67
Milho +6 Cantaxantina	3058,33	3054,17	3079,17	3112,50
Sorgo + 0 Cantaxantina	3091,67	3120,83	3133,33	3154,17
Sorgo + 6 Cantaxantina	3050,00	3062,50	3112,50	3154,17
Fonte de Variação Valor de P,.....			
Ingredientes	0,8912	0,5905	0,5385	0,6808
Cantaxantina	0,5543	0,4324	0,6516	0,8909
Interação	0,7498	0,7092	0,9672	0,6153
Média global	3067,71	3078,12	3107,29	3138,54
CV %	5,13	5,62	5,62	5,00

Além disso, os resultados obtidos neste estudo corroboram com os achados de Santos (2011), que não observou diferença significativa no peso corporal de machos e fêmeas de frangos de corte quando adicionados cantaxantina e 25-OH-D₃ na dieta. Entretanto, Ferreira (2010), trabalhando com adição de cantaxantina e/ou 25-OH-D₃ na dieta de galos, verificou o ganho de peso nos reprodutores que consumiram cantaxantina e 25-OH-D₃, em relação aos que consumiram apenas 25-OH-D₃, no decorrer de alguns períodos de tempo estudados.

Os resultados de peso corporal podem ser relacionados ao consumo alimentar dos reprodutores (Tabela 4), onde nota-se uma tendência similar entre os tratamentos. O consumo alimentar diário não apresentou diferença significativa entre as interações durante os três períodos experimentais. Resultados estes que concordam com o encontrado por Assuena et al., (2008), que ao estudarem a determinação do melhor nível de substituição do milho pelo sorgo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em rações para poedeiras, formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis, não encontraram diferença significativa para o consumo de ração.

Tabela 4 – Consumo alimentar (g/ave/dia) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48^a a 59^a semana de idade

Fator	Consumo Diário (g/ave/dia)		
	Período I (48 ^a - 51 ^a semana)	Período II (52 ^a -55 ^a semana)	Período III (56 ^a -59 ^a semana)
Ingrediente			
Milho	120,86	122,42	127,83
Sorgo	122,51	122,94	130,22
Cantaxantina (mg/kg)			
0	120,86	124,03	128,06
6	121,51	121,33	129,99
Interação			
Milho + 0 Cantaxantina	121,64	123,85	126,87
Milho + 6 Cantaxantina	120,07	120,98	128,80
Sorgo + 0 Cantaxantina	120,08	124,20	129,25
Sorgo + 6 Cantaxantina	122,94	120,95	131,19
Fonte de Variação Valor de P,.....		
Ingredientes	0,7851	0,7897	0,2360
Cantaxantina	0,7879	0,1752	0,3357
Interação	0,3605	0,9312	0,9994
Média global	121,31	122,59	129,03
CV %	6,84	5,52	5,34

O mesmo resultado foi encontrado no trabalho de Garcia et al., (2009) que avaliaram os efeitos da inclusão de semente de urucum moída para poedeiras alimentadas com rações à base de sorgo. Em um estudo, Garcia et al., (2002) avaliando os efeitos de diferentes níveis (0, 12, 24, 36, 48 e 60 ppm) de inclusão de *carophyll* (cantaxantina 10%) na dieta sobre a qualidade dos ovos e o desempenho de poedeiras comerciais, observaram que o consumo das aves não sofreu influência dos tratamentos com cantaxantina.

Para o parâmetro de volume seminal (Tabela 5) a substituição do milho pelo sorgo e, a adição de cantaxantina, não demonstraram diferenças significativas entre as interações analisadas.

Tabela 5 – Volume seminal (mL) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48^a a 59^a semana de idade.

Fator	Volume seminal (mL)		
	Período I (48 ^a - 51 ^a semana)	Período II (52 ^a -55 ^a semana)	Período III (56 ^a -59 ^a semana)
Ingrediente			
Milho	0,68	0,59	0,65
Sorgo	0,65	0,62	0,64
Cantaxantina (mg/kg)			
0	0,71	0,64	0,65
6	0,62	0,57	0,64
Interação			
Milho + 0 Cantaxantina	0,73	0,64	0,66
Milho + 6 Cantaxantina	0,63	0,55	0,64
Sorgo + 0 Cantaxantina	0,69	0,65	0,64
Sorgo + 6 Cantaxantina	0,62	0,59	0,64
Fonte de Variação Valor de P.....		
Ingredientes	0,5910	0,6435	0,8435
Cantaxantina	0,0792	0,1692	0,8745
Interação	0,7797	0,8470	0,8127
Média global	0,66	0,61	0,64
CV %	26,37	30,6	28,17

Conforme Bongalhardo (2013), o volume de sêmen produzido dependerá da linhagem do macho, sendo que em geral, aves de linhagens leves produzem maior volume do que galos de linhagens pesadas, podendo-se obter volumes entre 0,1 a 1,0 mL. Estes dados estão de acordo com os encontrados neste estudo, onde a média de ejaculado foi de 0,63 mL.

Entretanto, dados de volume seminal neste trabalho foi maior que o estudo de Rodenas et al., (2005) e Rutz et al., (1999), onde as médias foram de 0,12 mL e 0,30 mL respectivamente, mas essa diferença pode ser explicada por serem animais de raça/linhagem diferentes, onde o animal maior, mais pesado irá produzir uma maior quantidade de sêmen.

Os espermatozoides necessitam apresentar uma boa motilidade e sobreviver no trato reprodutor da galinha para alcançar as glândulas hospedeiras de espermatozoides (criptas que armazenam espermatozoides na galinha durante longos períodos) (RUTZ et al., 2007). Portanto a avaliação da motilidade espermática é pertinente ao estudo para aferir e melhorar a qualidade do sêmen em machos, uma vez que este armazenamento assegura a disponibilidade espermática e a probabilidade de fertilização do óvulo.

Neste estudo, pode-se observar que nos três períodos de análises, os tratamentos não tiveram influência sobre a motilidade espermática (%) dos reprodutores avícolas (Tabela 6).

Tabela 6 – Motilidade espermática (%) de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48^a a 59^a semana de idade.

Fator	Motilidade (%)		
	Período I (48 ^a - 51 ^a semana)	Período II (52 ^a -55 ^a semana)	Período III (56 ^a -59 ^a semana)
Ingrediente			
Milho	84,01	82,81	86,82
Sorgo	83,38	83,49	86,46
Cantaxantina (mg/kg)			
0	83,80	83,23	86,51
6	83,59	83,07	86,77
Interação			
Milho + 0 Cantaxantina	84,58	82,81	86,67
Milho + 6 Cantaxantina	83,44	82,81	86,97
Sorgo + 0 Cantaxantina	83,02	83,64	86,35
Sorgo + 6 Cantaxantina	83,75	83,33	86,56
Fonte de Variação, Valor de P,.....		
Ingredientes	0,2052	0,3152	0,5879
Cantaxantina	0,6703	0,8157	0,6985
Interação	0,0602	0,8157	0,9382
Média global	83,70	83,15	86,64
CV %	2,01	2,78	2,67

Em relatos de Bakst e Long (2010) um sêmen de boa qualidade deve apresentar uma motilidade espermática maior ou igual a 80%. Neste presente estudo, a motilidade

espermática apresentou uma média de 84,49%, estando de acordo com os dados encontrados no trabalho destes autores. No entanto, Rutz et al (1999) obtiveram uma média bem inferior, 58%. Já Ferreira (2010) obteve um resultado semelhante ao deste trabalho, onde a média da motilidade foi de 92%.

Ao avaliarem a inclusão de 3% de três fontes de óleo (soja, canola, girassol) dois níveis de vitamina E (200 e 400 mg/kg) e o tratamento controle sem óleo nem suplementação de vitamina, Rodenas et al. (2005) verificaram influência das dietas dos galos sobre as características seminais, na 28ª semana de idade, onde o nível de 400mg de vitamina E, a ração suplementada com óleo de girassol promoveu uma maior motilidade espermática ($P < 0,10$), dados estes que divergem com os encontrados neste estudo.

Os resultados de vigor espermático (0 a 5) encontram-se na Tabela 7. Os coeficientes de variação (CV) mantiveram-se em níveis baixos indicando assim a precisão dos dados.

Tabela 7 – Vigor espermático de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48ª a 59ª semana de idade.

Vigor Espermático (escore de 0-5)			
Fator	Período I (48ª-51ª semana)	Período II (52ª-55ª semana)	Período III (56ª-59ª semana)
Ingrediente			
Milho	3,75	3,38	3,54
Sorgo	3,60	3,47	3,62
Cantaxantina (mg/kg)			
0	3,73	3,47	3,59
6	3,62	3,38	3,57
Interação			
Milho + 0 Cantaxantina	3,85	3,44	3,52
Milho + 6 Cantaxantina	3,64	3,33	3,56
Sorgo + 0 Cantaxantina	3,60	3,50	3,62
Sorgo + 6 Cantaxantina	3,60	3,44	3,62
Fonte de Variação			
, Valor de P,.....		
Ingredientes	0,1403	0,3754	0,4217
Cantaxantina	0,2893	0,3754	0,8402
Interação	0,2893	0,8239	0,8402
Média global	3,67	3,43	3,58
CV %	9,15	9,41	9,93

Essas análises apresentaram pouca variação nos períodos avaliados e observou-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$). Assim, pode-se concluir que a adição de

cantaxantina em diferentes ingredientes (milho ou sorgo), não contribuiu para melhorar vigor e a motilidade espermática. Estes resultados corroboram ao estudo de Celeghini et al., (2001) onde ao analisarem correlações lineares entre as características seminais, durante o período de 24 a 71 semanas de idade, demonstraram que a correlação entre a motilidade espermática X vigor espermático foi de $r = 0,87$ ($P < 0,001$), ou seja, as duas avaliações estão inteiramente interligadas, onde a melhora ou piora do vigor espermático está diretamente correlacionada com os resultados da motilidade espermática. No estudo de Ferreira (2010), a adição de Cantaxantina e 25-OH-D3 associados ou isoladamente melhoraram a motilidade (%) e o vigor (0 a 5) espermático de galos reprodutores, divergindo dos resultados encontrados neste estudo.

A avaliação da concentração espermática em uma amostra de sêmen determina o número de espermatozoides presentes em mililitros do conteúdo. Segundo Bongalardo (2013) a concentração espermática e o volume do ejaculado são importantes para determinar o número de fêmeas que podem ser inseminadas por um único macho. Os dados de concentração espermática estão apresentados na Tabela 8.

No terceiro período (56^a-59^a semana de idade dos galos) houve diferença significativa. Entre as interações, a dieta de milho com adição de cantaxantina foi significativa, não diferindo das dietas de milho sem adição de cantaxantina e da dieta de sorgo com suplementação de cantaxantina ($P=0,0496$). Esses resultados podem ser explicados pela diferença de carotenoides no grão de milho em relação ao sorgo, onde no grão de milho há quase 8 vezes mais luteína (mg/kg), 20 vezes mais zeaxantina (mg/kg) e 1,9 vezes mais alfa tocoferol (mg/kg) do que no grão de sorgo (Tabela 1). A zeaxantina e luteína são excelentes antioxidantes lipossolúveis que bloqueiam os RLs (FERREIRA e ABREU, 2007).

Estudos indicam que a ação benéfica da luteína está principalmente ligada a sua alta capacidade antioxidante, devido à alta eficiência em absorver e estabilizar radicais livres (OLSON, 1999). E essa capacidade antioxidante é fundamental para garantir a proteção das células e tecidos contra os danos causados pelo estresse oxidativo (SILVA, 2003). Laganá et al. (2005) afirma que a vitamina E protege, conseqüentemente, células e tecidos dos danos oxidativos induzidos pelos RLs.

Tabela 8 – Concentração espermática (nº de células X 10⁸) reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina da 48^a a 59^a semana de idade

Fator	Concentração espermática (nº de células X 10 ⁸)		
	Período I (48 ^a -51 ^a semana)	Período II (52 ^a -55 ^a semana)	Período III (56 ^a -59 ^a semana)
Ingrediente			
Milho	6,99	6,95	7,12 ^a
Sorgo	7,01	6,97	7,07 ^b
Cantaxantina (mg/kg)			
0	7,01	6,96	7,07
6	6,99	6,96	7,11
Interação			
Milho + 0 Cantaxantina	7,00	6,94	7,10 ^{ab}
Milho + 6 Cantaxantina	6,98	6,95	7,13 ^a
Sorgo + 0 Cantaxantina	7,02	6,98	7,04 ^b
Sorgo + 6 Cantaxantina	6,99	9,96	7,09 ^{ab}
Fonte de Variação	Valor de P,.....		
Ingredientes	0,5963	0,4116	0,0327
Cantaxantina	0,4794	0,8392	0,0776
Interação	0,9852	0,7075	0,0496
Média global	6,99	7,33	7,09
CV %	1,39	1,64	1,08

Letras (a,b) na mesma coluna na interação diferem pelo Teste de *Tukey* a 5% de significância.

A concentração sofre variações devido a fatores extrínsecos, como o método de coleta, a frequência de atividade sexual do reprodutor, o condicionamento, e a fatores intrínsecos, como a idade, o tamanho testicular (CBRA, 2013).

Dados obtidos por Ferreira (2010), onde a adição de cantaxantina e 25-OH-D₃ à dieta, promoveu uma melhora na concentração espermática dos galos submetidos a essa dieta, corroboram com os dados obtidos no terceiro período (56^a-59^a semana) do presente trabalho. Rodenas et al., (2005) em avaliação de concentração espermática de galos entre os tipos de óleo e os níveis de vitamina, nas idades de 28 e 29 semanas, não encontraram interação significativa. Segundo Celegnini et al., (2001) a concentração espermática apresenta correlação significativa de 0,29 com o peso corporal em galos, dados esses que vem de encontro com este trabalho, onde o peso corporal das aves aumentou numericamente (P>00,5) no terceiro período experimental.

A avaliação de fertilidade esta apresentada na (Tabela 9), onde não foi observada efeito das interações sobre este parâmetro.

Tabela 9 – Fertilidade de reprodutores avícolas submetidos a dietas a base de milho ou sorgo com ou sem adição de cantaxantina na 59ª semana de idade.

Fator	Fertilidade (%)
	59ª semana de idade
Ingrediente	
Milho	87,45
Sorgo	84,85
Cantaxantina (mg/kg)	
0	87,25
6	85,05
Interação	
Milho x 0 Cantaxantina	85,14
Milho x 6 Cantaxantina	89,77
Sorgo x 0 Cantaxantina	89,36
Sorgo x 6 Cantaxantina	80,34
Fonte de Variação	
, Valor de P,
Ingredientes	0,5858
Cantaxantina	0,6451
Interação	0,1647
Média	86,15
CV %	5,96

Os resultados para fertilidade neste estudo discordam dos encontrados por Murakami et al., (2013) onde ao avaliar duas fontes de óleo (soja e peixe) e quatro níveis suplementares de vitamina E (0, 150, 250 e 350 mg/kg de ração) em dietas de matrizes de frangos de corte, entre a 42ª e a 56ª semana de idade, concluíram que a adição de níveis crescentes de vitamina E acima das exigências, independentemente da fonte de óleo utilizada, melhorou a fertilidade. Em estudo para avaliar o efeito da cantaxantina nas dietas a base de milho ou sorgo sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte, Vivas (2013) não obteve melhora na fertilidade, resultados esses que vem ao encontro com os encontrados no presente estudo.

5 CONCLUSÕES

A dieta com milho suplementada com cantaxantina influenciou na maior concentração de espermatozoides no terceiro período do estudo (56^a a 59^a semana de idade).

Dietas com baixo teor de carotenoides não produz efeito negativo nos parâmetros reprodutivos, como volume seminal, motilidade espermática, vigor espermático e fertilidade.

A utilização do sorgo não reduziu o peso corporal e o consumo diário dos galos reprodutores. Como isso, pode-se afirmar que o sorgo pode ser uma alternativa viável à substituição de milho em dietas para galos reprodutores, sem que haja prejuízo sobre os parâmetros reprodutivos dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJANOHOUN, E. Fertilidade relacionada aos machos. FACTA. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, 107-115.

ADJANOHOUN, E. Manejo do macho e fertilidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos, SP. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1993. p. 33-46.

ASSUENA, V. et al., Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

BAKST M. R., LONG J. A. Techniques for semen evaluation, semen storage, and fertility determination. 2nd ed. Buffalo, MN: **The Midwest Poultry Federation**, 2010.

BEARDSWORTH, P. M.; HERNÁNDEZ, J. M. Canthaxanthin is more than a safe carotenoid. **World Poultry**, v. 19, p. 14-15, 2003.

BENDICH, A.; OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology – FASEB**, 1989. v. 3, p. 1927-1932. Disponível em: <http://www.faseb.org> . Acesso em: 05 jun. 2013.

BÖHM, F. et al., **Journal of American Chemical Society**; 119:621-622, 1997.

BONGALHARDO, D. C. Produção e preservação do sêmen de galos **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v. 37, n. 2, p. 131-135, abr./jun. 2013. Disponível em: www.cbra.org.br.

BORGES, C. et al. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1978-1984, 2006.

BOSCHETTO, D. L. **Encapsulamento de extrato de semente de uva, astaxantina e bixina utilizando a técnica SEDS**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.

BURROWS, W. H., QUINN, J. P. The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. **Poultry Science.**, 16 (1):19-24, 1937.

CBRA – COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2. ed. Belo Horizonte, CBRA, 1998.

CELEGHINI, E. C. et al. Avaliação das características seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista - **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 177-183, 2001.

CEROLINI, S. et al., Relationship between spermatozoa lipid composition and fertility during aging of chickens. **Biology of Reproduction**, v. 57, p. 976-980, 1997.

CHECCO, M. S. Metabolismos das aves em altas temperaturas **Hy-Line do Brasil**. 2011. Disponível em:
http://www.hyline.com.br/hyline/noticia.php?id_conteudo=2472&id_categoria=3&id_area=1
Acesso 26 dez. 2014.

CONAB **Revista Indicadores da Agropecuária**. Versão Digital. Ano XXI, nº 12, dez 2013. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conab/Main.php?MagID=3&MagNo=205> Acesso 21 jan. 2014.

DANIKOWSKI, S. et al. Influence of high levels of vitamin E on semen parameters of cocks. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 86, p. 376-382, 2002.

DE REVIERS, M. Le développement testiculaire chez le Coq. 1. Croissance pondérale des testicules et développement des tubes séminifères . **Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique**. v. 11, n. 4, p. 519-530, 1971a.

DE REVIERS M.; RICHETIN C.; BRILLARD J-P., Le développement testiculaire chez le Coq. II. Morphologie de l'épithélium séminifère et établissement de la spermatogenèse. **Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique**. v. 11, n. 4, p. 531-546, 1971b.

DIAS, L. T. S. **Efeitos do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e pâncreas em frangos de corte**. 2004, 46 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2004.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

ETCHES, R. J. **Reproducción Aviar**. Zaragoza: Acribia, 1996. 339 p.

EUROPEAN COMMISSION. **Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the use of canthaxanthin in feedingstuffs for salmon and trout, laying hens, and other poultry**. Abril, 2002. Disponível em: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scan/out81_en.pdf. Acesso em 25 jun 2013.

FERNANDES JÚNIOR, A. et al., **Anti-Staphylococcus aureus atividade e sinergismo com drogas antimicrobianas**. Própolis Mem Instituto Oswaldo Cruz 100 p 563-566, 2005

FERREIRA, I. C. F. R.; ABREU, R. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. Bioanálise - **Sociedade Portuguesa de Bio Analistas da Saúde**, Ano IV, n.º 2, Julho/Dezembro. 2007. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2711/1/Publica%C3%A7%C3%A3o_Nacional_Sress%20oxidativo.pdf. Acesso em 26 de novembro de 2014.

FERREIRA, P. B. **Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos**. 2010. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010.

FERRUFNO, R. M. et al. Efeitos da retirada total ou parcial da crista de machos reprodutores de corte. **Agrarian**, v. 2, n. 6, p. 113-123, 2010.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. **Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, v. 7, p. 104-135, 2006.

GARCIA, E. A. et al. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola [online]**. 2002, vol.4, n.1 ISSN 1516-635X.

GARCIA, E. A. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana L.*) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n. 4, p. 689-697, 2009.

GILBERT, A. B. Aves domésticas. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 4. ed. São Paulo: Editora Manole. 1982. pt. 21: cap. 3, p. 488-515.

KELSO, K. A. et al. Effect of dietary supplementation with α Linolenic acid on the phospholipids fatty acid composition and quality of spermatozoa in cockerel from 24 to 72 week of age. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 110, p. 53-59, 1997.

KONOPKA, I., et al., Lipids and carotenoids of wheat grain and flour and attempt of correlating them with digital image analysis of kernel surface and cross-sections. **Food Research International**, v. 37, p. 429-438, 2004.

LAGANÁ, C. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim da Indústria Animal**, v. 63, p. 157-165, 2005.

LEITE, H. P.; SARNI, R. S. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n. 2, p. 60-5, 2003.

LUCCA, W. et al. Different levels of metabolizable energy for broiler breeders of cutting with or without the crest cutting. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 513-518, 2011.

LUCCA, W. et al. Effect of two levels of protein for broiler breeders males with and without retreat of the crest. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 195-200, 2009.

LUCCA, W. **Efeito dos níveis de proteína, energia metabolizável, cálcio e metionina em dietas para galos com ou sem crista**. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2003.

MAGALHÃES P. C. et al., Cultivo do sorgo. 4. ed. **Embrapa Milho e Sorgo, 2008**. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm#sistema. Acessado em: 04 de setembro de 2014.

MAKKER, K.; et al., Oxidative stress & male infertility. **Indian Journal of Medical Research**, v. 129, p. 357-367, 2009.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>. Acessado em: 11 de agosto de 2014.

MARTIN RILLO, S. et al. Bora semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animals**, v. 31, n. 4, p. 519-526, 1996.

MITIDIARI, F. J. Pé no fundo com o sorgo. **Cultivar**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 23, p. 10-11, dez. 2000.

MORAIS, F. L. **Carotenóides: características biológicas e químicas**. 2006. 60 f. Monografia (Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

MORAIS, S. M. et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 1B, p. 315-320, 2009.

MOURA, A. M. A. et al. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia [online]**, v. 39, n. 12, pp. 2697-2702. ISSN 1806-9290, 2010.

MOURA, A. M. A. et al. Características sensoriais de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*, Temminck e Schlegel, 1849) suplementadas com pigmentantes sintéticos e selenometionina. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1594-1600, 2009.

MURAKAMI, A. E. et al. Desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de frangos de corte com dietas suplementadas com vitamina E, óleo de soja e óleo de peixe. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 37, n. 3, p. 285-294, jul./set. 2013. Disponível em: www.cbra.org.br. Acessado em: 22 out. de 2013.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2000.

OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Archives of Latinoamerican Nutrition**, v. 49(1-S):p. 7-11, 1999.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular Técnica 75**, Embrapa, 2006.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição; Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition**. São Paulo, SP, v. 34, n. 3, p. 231-247, dez. 2009.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755, 2006.

RAMSEY, C. B. et al. Effects of grain, marbling and sex on pork tenderness and composition. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 148-154, 1990.

RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.16 p. (**Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26**).

ROCHA, J. S. R. **Efeito da cantaxantina dietética para matrizes pesadas com idade avançada e do período de armazenamento dos ovos sobre a fertilidade, rendimento de incubação, nutrientes da gema e desenvolvimento embrionário.** 2011. 80 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

RODENAS, C. E. O. et al. Características seminais de galos alimentados com ração suplementadas com diferentes óleos e níveis de vitamina E. **Ciência e Agrotecnologia.**, v. 29, p. 160-167, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** Washington, DC: International Life Sciences Institute, 64p. 2001.

ROSA, A. P. et al. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. **Poultry science**, v. 91, n. 3, p. 660-666, 2012.

ROSA, A. P. et al. Níveis de cálcio no desempenho de machos reprodutores de corte com e sem crista. **Ciência Rural [online]**. 2010, v. 40, n. 10, p. 2174-2180. Epub Oct 01, ISSN 0103-8478, 2010.

ROSA, A. P. et al. Influência de diferentes intervalos da inseminação artificial e do estresse do manejo da inseminação na produção e fertilidade de fêmeas avícolas. **Ciência Rural**, v. 25, n. 3, 1995.

ROSTAGNO, H. S. et al., **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p, 2011.

RUTZ, F. et al. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.307-317, jul./set. 2007.

RUTZ, F. et al. Desempenho reprodutivo de galos Leghorn submetidos a diferentes níveis de cálcio dietético. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 5, n. 2, 1999.

ROVER JÚNIOR, L. et al. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutathione associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 112-119, 2001.

SANTOS, C. B. **Uso de Cantaxantina e/ou 25-hidroxicolecalciferol em dietas para matrizes de corte.** 2011. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2011.

SANTOS, C. V. et al. Seleção de Híbridos de Sorgo Granífero Quanto à Precocidade e Produtividade de Grãos em Cultivo de Safrinha. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012.

SAS - STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **User's guide: statistics.** Cary: SAS Institut, version. 8.2, 2013.

SESTI, L. A.; ITO, N. M. K. Enfermidades do sistema reprodutor. In: BERCHIERI JUNIOR, A.; MACARI, A. **Doença das aves.** Campinas: FACTA, p. 81-128, 2000.

SILVA, J. H. V. et al. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1435-1439, 2000.

SILVA, P. C. F. da. **Propriedades antioxidantes in vitro de uva branca e de uva tinta e de seus respectivos vinhos elaborados.** 2003. 138p. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SURAI, A. P. et al. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British poultry science,** v. 44, n. 4, p. 612-619, 2003.

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

SURAI, P. F. Natural antioxidants in poultry nutrition: new developments. In: **Proceedings of the 16th European symposium on poultry nutrition.** 2010. p. 669-675.

STAHL, W.; SIES, H. Atividade antioxidante de carotenóides. **Aspectos moleculares da medicina.** v. 24, n. 6, p. 345-351, 2003.

STURKIE P. D., OPEL H. Reproduction in the male, fertilization and early embryonic development. In: Sturkie PD (Ed.). **Avian Physiology.** 3rd.ed. New York: Springer-Verlag, 1976. Chapter 17.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Encontro nacional de técnicos, pesquisadores e educadores de construções rurais, 3. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 1-86.

TSUNECHIRO, A.; MARIANO, R. M.; MARTINS, V. A. Produção e preços de sorgo no Estado de São Paulo, 1991-2001. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 1, p. 15-24, 2002.

VASCONCELOS FILHO, A. R. B. et al. Composição químico-bromatológica do sorgo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, 2010.

VALDUGA, E. et al. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, v. 32, p. 2429-2436, 2009.

VIVAS, C. E. B. **Uso de dietas a base de milho ou sorgo e cantaxantina sobre o desempenho de matrizes de corte e suas progênies**. 2013. 111f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013.

WILLIAMS, et al., Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. p. 106-108, 1998.

ANEXOS

Anexo A - Carta de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS-UFSM

CARTA DE APROVAÇÃO

A Comissão de Ética no Uso de Animais-UFSM, analisou o protocolo de pesquisa:

Título do Projeto: "Efeitos de dietas com ou sem adição de cantaxantina sobre parâmetros reprodutivos de galos."

Número do Parecer: 036/2014

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Alexandre Pires Rosa

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê.

OBS: Anualmente deve-se enviar à CEUA relatório parcial ou final deste projeto.

Os membros da CEUA-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 07/05/2014.

Santa Maria, 07 de maio de 2014.

A handwritten signature in blue ink that reads "Sonia Lucia Loro".

Prof.ª Dr.ª Vania Lucia Loro
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais- UFSM

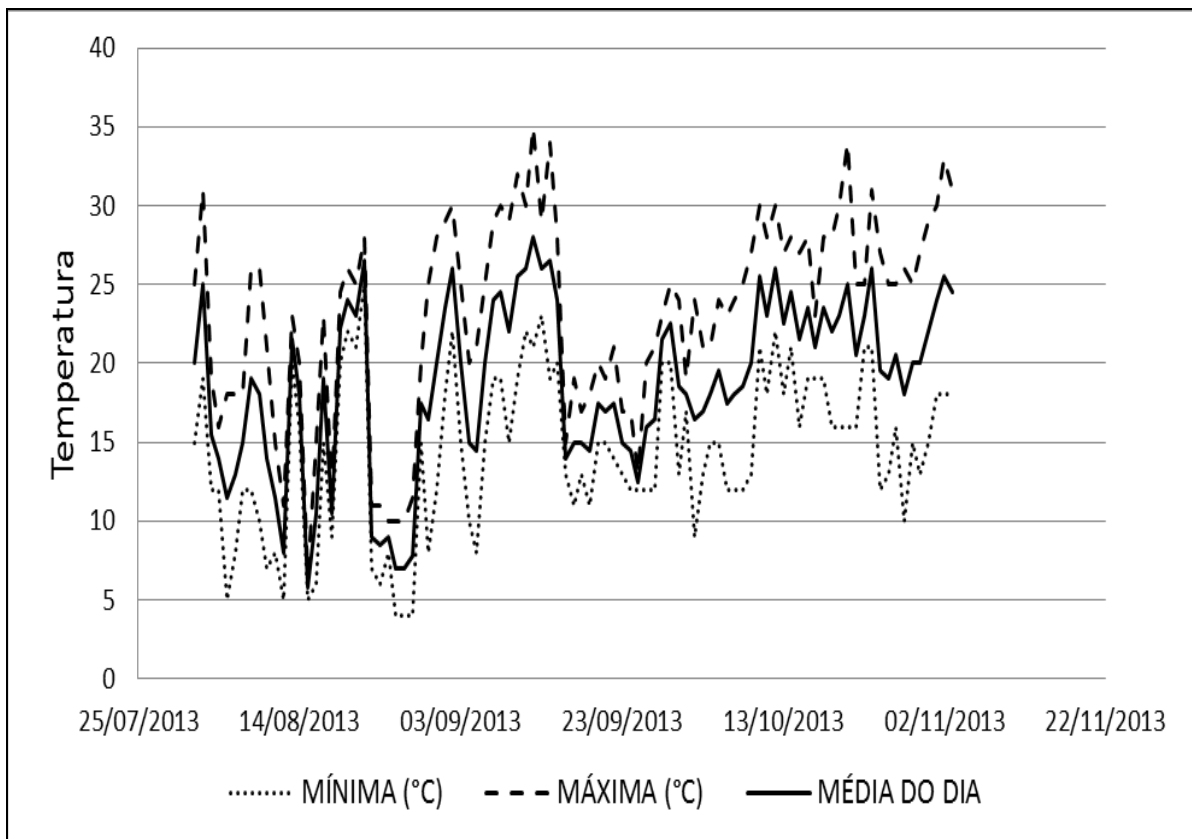
Anexo B - Vista interna do aviário experimental.



Anexo C - Galo da raça *White Plymouth Rock*.



Anexo D - Temperatura registrada no interior do aviário experimental durante toda a fase experimental.



Anexo E - Animais nas celas de experimentação com respectivas dietas.



Anexo F - Método de massagem dorso-abdominal e coleta de sêmen

