

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós Graduação em Zootecnia



Dissertação

Características reprodutivas de galos alimentados com dietas com diferentes níveis de arroz integral sem casca em substituição ao milho

Tamiris Barbosa Beck

Pelotas, 2014

Tamiris Barbosa Beck

Características reprodutivas de galos alimentados com dietas com diferentes níveis de arroz integral sem casca em substituição ao milho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do conhecimento: Produção Animal).

Orientador: Prof^a. Ph.D. Denise Calisto Bongalhardo

Co-orientadores: Pesquisador Dr. Jorge Shafhaüser Jr.

Pelotas, 2014

Banca examinadora:

Prof^a. Ph.D. Denise Calisto Bongalhardo - Presidente

Prof. Dr. Marcos Antônio Anciuti – CAVG / IFSul.

Prof^a. Dr^a. Fernanda Medeiros Gonçalves – UFPEL

Prof^a Dr^a.Débora Cristina Nichelle Lopes – UFPEL

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo que me tem concedido nesta vida. Pela saúde, e pela felicidade das pessoas que me cercam.

Aos meus pais, Marco Antônio Beck (*in memoriam*) e Maria da Graça Alves Barbosa, pelo apoio e amor. E também a toda a minha família, que de uma forma ou de me apóiam, em especial a minha tia Maria Margarida Melo. Amo muito vocês!

Ao meu “Garotinho” pelo apoio, carinho, amor e paciência ...

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia da UFPel, pela oportunidade. E também a todos os funcionários e professores do Departamento, em especial ao Prof. Rutz, Grazi e Norma.

A minha orientadora, Denise Calisto Bongalhardo, pela orientação, ensinamentos, amizade, confiança. Pela oportunidade e também por ter me recebido tão bem em seu laboratório.

Ao meu co-orientador, Jorge Shafhaüser Jr., pela amizade e pelo apoio durante este período.

Ao Prof. Marcos Ancuti, pela amizade, apoio, auxílio, e por permitir a utilização da estrutura do CAVG, e também ao coordenador do aviário, Sérgio e de mais funcionários do CAVG.

A Prof^a. Fernanda pelo “empréstimo dos galos” e permitir que realizássemos o trabalho com os animais após o término do seu experimento.

A toda a equipe de trabalho, pela amizade e também auxílio no manejo dos animais e trabalho no laboratório: Amauri, Carol Oreques, Géssica, Cristiéle, Verônica, Camila Gotuzzo, Rosana, Joyce, Natália, Diego e Ulisses.

A todos os colegas e amigos do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFPel do Departamento de Zootecnia, onde não citarei nomes para não esquecer ninguém. Levarei no coração cada um de vocês; foram muitos estudos para as provas e muitas risadas nestes dois anos.

As minhas amigas Cris Lascombe, Sabrina Bom, Camila, Vivi, Katarina, e Rudolf pela grande amizade de sempre, apoio e atenção nesta etapa.

A CAPES, pela bolsa de estudos no mestrado.

A todos que de alguma maneira me apoiaram e acreditaram em mim. Aos que contribuem na caminhada tornando-me uma pessoa melhor.

Eu agradeço !!

*Ninguém é tão sábio que nada tenha para aprender, nem tão toco que nada tenha
para ensinar*
(Blaise Pascal)

Resumo

BECK, Tamiris Barbosa. **Características reprodutivas de galos alimentados com dietas com diferentes níveis de arroz integral sem casca em substituição ao milho**. 2014. 54f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da substituição do milho por arroz integral sem casca (AISC) na dieta de galos sobre as características do sêmen fresco (volume, concentração, motilidade, integridade da membrana, capacidade de penetração espermática), características físicas (peso dos testículos, comprimento e altura de crista), e desempenho zootécnico (peso corporal e ganho de peso semanal) de galos Cobb após as 77 semanas de idade. Utilizou-se 24 machos, alojados no aviário experimental do *Campus Pelotas - Visconde da Graça-CAVG/IFSul*. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, sendo cada semana considerada uma medida repetida e cada galo uma unidade experimental. As dietas tinham a mesma composição nutricional, diferindo nos níveis de substituição do milho pelo AISC em 0% (T1), 43,18% (T2), 79,65% (T3), 100% (T4). O período de coletas de sêmen foi de 5 semanas, uma a cada semana, através de massagem dorso-abdominal. A motilidade espermática, volume seminal, concentração espermática, integridade da membrana espermática, teste de penetração espermático, peso dos testículos e a altura de crista, não foram afetados significativamente ($p > 0,05$) pela substituição do milho pelo AISC, assim como o desempenho zootécnico (peso corporal e ganho de peso semanal). O comprimento de crista foi afetado significativamente ($p < 0,05$) pela substituição do milho pelo AISC entre os níveis de 0 e 43,18%, e 0 e 100%. Estes resultados demonstram que o milho pode ser substituído pelo AISC sem prejudicar a qualidade do sêmen fresco e o ganho de peso de galos adultos. Além disso, os resultados indicam que galos com mais de 77 semanas de idade são capazes de produzir esperma de qualidade.

Palavras-chaves: Desempenho reprodutivo. Galos Pesados. Ingrediente alternativo. Qualidade espermática.

Abstract

BECK, Tamiris Barbosa. **Reproductive characteristics of roosters diets with different levels of whole rice brown replacing corn.** 2014. 54f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The objective of this study was to evaluate the effects of replacing corn by whole rice brown (WRB) in roosters diet on the characteristics of fresh semen (volume, concentration, motility, viability, ability to penetrate perivitelline membrane), physical characteristics (testicles weight, comb length and height), and growth performance (body weight and weekly weight gain) Cobb roosters after 77 weeks of age. We used 24 male, housed in experimental avian Campus Pelotas - Viscount of Grace-CAVG/IFSul. It was used a completely randomized design with four treatments and six replications, each week considered a repeated measure and each rooster an experimental unit. The diets had the same nutritional composition, differing levels of substitution of corn by AISC at 0% (T1), 43,18% (T2), 79,65% (T3), 100% (T4). The period of semen collection was 5 weeks, one at each week, through back-abdominal massage. Sperm motility, volume, sperm concentration, viability, ability to penetrate perivitelline membrane, testes weight and the crest height were not affected significantly ($p > 0.05$) by replacing corn with WRB, as well as growth performance (body weight and weekly weight gain). The length of comb was significantly affected ($p < 0.05$) by replacing corn with WRB between levels 0 and 43,18%, and 0 and 100%. These results demonstrate that corn may be replaced by WRB without impairing the quality of the fresh semen and gain weight in adult roosters. Besides, the results shows that rooster with more than 77 weeks are capable to produce a good sperm quality.

Keywords: Alternative ingredient. Heavy rooster's. Reproductive performance. Sperm quality.

Lista de figuras

Figura 1. Anatomia do grão de milho.	2222
Figura 2. Estrutura do grão do arroz.	24
Figura 3. Galos pesados alojados em boxes individuais.....	3232

Lista de tabelas

Tabela 1.	Porcentagem do constituinte total indicado nas estruturas físicas específicas do grão de milho.....	22
Tabela 2.	Teores de ferro, zinco e amilose no arroz branco e vermelho.....	24
Tabela 3.	Composição química da IAC 600 comparada ao arroz tradicional integral e polido.....	25
Tabela 4.	Tabela 4. Composição do grão do arroz Integral sem casca e do grão polido.....	26
Tabela 5.	Composição nutricional do grão do milho e do arroz integral sem casca.....	27
Tabela 6.	Composição percentual das dietas experimentais para galos, com substituição de milho pelo arroz integral sem casca.....	36
Tabela 7.	Volume seminal de galos (média e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43,18%, 79,65%, 100% de substituição do milho pelo arroz integral se casca	37
Tabela 8.	Concentração espermática (média e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43,18%, 79,65%, 100% de substituição do milho pelo arroz integral se casca.....	38
Tabela 9.	Motilidade espermática (média e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43,18%, 79,65%, 100% de substituição do milho pelo arroz integral se casca.....	40
Tabela 10.	Integridade da membrana espermática de galos (média e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43,18%, 79,65%, 100% de substituição do milho pelo arroz integral se casca.....	41
Tabela 11.	Frequência do grau de penetração na membrana perivitelina interna em amostras seminais de galos em cinco diferentes semana avaliada sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca.....	42
Tabela 12.	Média e erro padrão do peso do testículo (PC), comprimento da crista (CC), e altura da crista (AC), em cinco diferentes semanas avaliadas	

sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca..... 44

Tabela 13. Peso corporal de galos pesados (média e erro padrão) em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca 46

Sumário

1	Introdução.....	14
2	Revisão de literatura.....	17
	2.1 Características do sistema reprodutivo do galo.....	17
	2.2 Características e qualidade do sêmen	18
	2.3 Características do milho	21
	2.4 Características do arroz	23
	2.5 Composição nutricional do milho e arroz	26
	2.6 Composição lipídica do grão do sêmen	27
	2.7 Antioxidante	29
3	Material e métodos.....	32
	3.1 Animais e instalações.....	32
	3.2 Dietas Experimentais e manejo alimentar.....	32
	3.3 Análise bromatológica das dietas.....	33
	3.4 Delineamento Experimental.....	33
	3.5 Coleta e análise de sêmen.....	34
	3.6 Peso dos testículos, altura e comprimento de crista.....	35
	3.7 Desempenho zootécnico	35
	3.8 Análise estatística.....	35
4	Resultados e Discussão.....	37
	4.1 Características espermáticas - Análise do sêmen fresco.....	37
	4.1.1 Volume espermático e concentração espermática.....	37
	4.1.2 Motilidade e integridade da membrana espermática.....	39
	4.1.3 Penetração espermática.....	42
	4.1.4 Peso do testículo e comprimento e altura da crista.....	44
	4.2 Desempenho zootécnico.....	45
5	Considerações finais.....	48
6	Referências.....	49

1 Introdução

De acordo com a União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2012), o Brasil ocupa o terceiro lugar no mercado de carnes avícolas, com produção de 12.645 milhões de toneladas em 2012 (UBABEF, 2013). O Brasil exportou, em 2012, 3.918 milhões de toneladas de carne de frango, sendo o país com o maior volume de exportação deste produto, superando os EUA (3.211 milhões de toneladas) (UBABEF, 2013). O Rio Grande do Sul é responsável por 18,54% da produção de frangos de corte do Brasil, ocupando o terceiro lugar no ranking de produção do país (UBABEF, 2013).

Os ingredientes da dieta refletem diretamente nos custos de produção. O milho é um dos principais componentes energéticos utilizados na alimentação de aves, sendo o Rio Grande do Sul um importador deste insumo para ração animal. De acordo com dados da Empresa de Assistência Técnica e de Extensão Rural (Emater/RS) o milho sofreu uma queda em sua produção, com perda de 42% no primeiro semestre de 2012 (AGROVALOR, 2012). A produção do Rio Grande do Sul foi de 5.383 mil toneladas na safra 2012/13. O Brasil produziu 79.077 mil toneladas de milho na safra de 2012/13, produção superior a safra anterior de 2011/12 (CONAB, 2013). Entretanto, a disponibilidade do milho para uso na produção animal também é prejudicada pela sua utilização crescente na produção de biocombustíveis e consumo na alimentação humana. Além disso, quedas na produção de grãos são bastante comuns, como por exemplo, a queda da produção mundial do milho na safra 2012/13, decorrente da seca nos EUA, cuja produção está estimada em 274 milhões de toneladas, 40 milhões a menos do que na safra anterior – 2011/12 (CONAB, 2012). Portanto, se faz necessário estudar outras fontes energéticas para serem incorporadas à ração, que atendam às necessidades dos animais e que sejam economicamente viáveis (BRUM, 2006).

A produção mundial de arroz na safra 2013/14 foi de 471,15 milhões de toneladas (USDA, 2013). No Brasil, a produção de arroz foi de 11.858,3 mil

toneladas mil toneladas, sendo que o Rio Grande do Sul contribui com aproximadamente 7.933,4 mil de toneladas (CONAB, 2013).

O arroz para consumo humano é classificado pela taxa de grãos inteiros, translucidez e características de cozimento, sendo que o produto que não apresenta estas qualidades é preterido pelo mercado. Entretanto, este grão não apresenta alteração no seu valor nutritivo, podendo ser utilizado na alimentação animal, especialmente quando a produção de arroz estiver aumentada (IRGA, 2012).

A composição da dieta é um dos principais determinantes do conteúdo de ácidos graxos da célula espermática (SURAI *et al.*, 2000), sendo que a manipulação da dieta é um meio eficaz de alterar o perfil de ácidos graxos dos espermatozoides das aves (KELSO *et al.*, 1997; BONGALHARDO *et al.*, 2009). O milho possui 330 mg/g de ácido linoléico e 4 mg/g de ácido linolênico (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Já o arroz polido, quando comparado com o milho, possui um conteúdo de lipídios muito baixo: 0,6 mg/g de ácido linoléico e 0,1 mg/g de ácido linolênico (GOMES, 2008). Entretanto, o grão de arroz integral pode conter até 3% mais gordura do que o arroz polido, visto que cerca de 80% dos lipídios são perdidos no processo de polimento do grão (TAIRA, 1995). As diferenças entre o perfil lipídico do milho, do arroz e da dieta poderão promover alterações na composição lipídica da célula espermática, que por sua vez, poderão modificar a fluidez e permeabilidade da membrana, interferindo na habilidade do espermatozoide de fertilizar o ovo e de sobreviver ao processo de criopreservação.

Os espermatozoides de galos apresentam um grande conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), que são altamente suscetíveis à oxidação (SURAI, 2002). A peroxidação lipídica produz danos na membrana espermática e também no metabolismo celular, comprometendo a capacidade de fertilização. Para combater este processo, o espermatozoide possui um sistema de defesa antioxidante, composto principalmente pelas vitaminas C e E (ácido ascórbico e alfa-tocoferol, respectivamente) e pelas enzimas superóxido dismutase, glutathionperoxidase, catalase e redutase (AITKEN, 1995). Este sistema de defesa é responsável pela manutenção das funções biológicas dos espermatozoides em várias condições de estresse, incluindo a diluição, o armazenamento e o congelamento do sêmen (SURAI *et al.*, 2001).

A substituição do milho por arroz integral poderá ser uma alternativa para reduzir os custos de produção quando o preço do arroz for mais baixo que o do milho, ao mesmo tempo em que poderá promover melhorias ou manter a qualidade do sêmen, incrementando ainda mais o retorno financeiro por aumentar a produtividade dos plantéis.

Na busca de alternativas de alimentação que sejam viáveis economicamente, que mantenham o desempenho reprodutivo das aves, este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos da substituição do milho pelo arroz na dieta de galos sobre a composição lipídica dos espermatozoides, sobre a qualidade do sêmen.

2 Revisão de literatura

2.1 Características do sistema reprodutivas do galo

O sistema reprodutor do galo é constituído por testículos, epidídimos, vasos deferentes, e falo. O macho das aves não possui órgãos reprodutores acessórios, o que os difere dos mamíferos (SESTI, 2003).

Os testículos correspondem a 1% do peso vivo dos machos e apesar de estarem localizados na cavidade abdominal, a uma temperatura entre 41 e 43°C e ainda assim ocorre a espermatogênese (STURKIE; OPEL, 1976). São estruturas pares, intracavitárias, localizadas na região cranial do rim e aderidas à parede dorsal do corpo (SESTI, 2003). A hipótese que explica a formação espermatogênica nestas condições é a de que poderia haver um resfriamento dos testículos através dos sacos aéreos abdominais (RUTZ et al., 2007). Nos machos das espécies avícolas, os testículos tem a função dupla de produzir espermatozoides (espermatogênese) e produzir e secretar hormônios esteroides. Os hormônios reprodutivos produzidos pelos testículos são principalmente os andrógenos, sendo a testosterona o mais importante (SESTI; ITO, 2000).

O desenvolvimento testicular do galo é caracterizado por três fases. A primeira fase é denominada pré-puberal (1 dia de idade a 10/12 semanas) quando ocorre um grande aumento do peso dos testículos, que passam dos 3 mg, ao primeiro dia, a 500 mg com 10 a 12 semanas de idade. Há intensa multiplicação das células de Sertoli (ADJANOHOUN, 1994). A habilidade dos testículos em produzir espermatozoides está associada com a proliferação das células de Sertoli, que ocorre antes da maturidade sexual (ETCHES, 1996). A segunda, chamada fase puberal (12 a 22/24 semanas), caracteriza-se pelo aparecimento dos primeiros espermatozoides nos tecidos, cujo peso aumenta muito rapidamente, até alcançar 25 a 30 g, com 22/24 semanas de idade. A terceira fase ou fase adulta, o peso dos testículos permanecem praticamente o mesmo de 24 até 39 semanas, começando então, a decrescer a partir das 40 semanas de idade (ADJANOHOUN, 1994).

A produção de espermatozoides atinge seu máximo entre 24 e 30 semanas de idade e, assim, permanecem até aproximadamente 40 semanas e, então, decresce na medida em que os machos envelhecem. A queda de fertilidade com a idade é variável de um macho para outro, e será retardada ou acelerada por diferentes fatores ambientais e de manejo (ADJANOHOON, 1994). Após 40 semanas de idade, ocorre um declínio da fertilidade como consequência da diminuição da produção espermática do galo reprodutor, considerando-se normal uma queda do volume com o avanço da idade (RUTZ, et al., 2007). Para manter uma produção normal de espermatozoides com o envelhecimento é necessário um bom manejo sanitário, alimentar, e evitar o estresse (Mc DANIEL et al., 2002).

O macho não possui um órgão penetrador, como por exemplo, o pênis, porém um falo que faz contato com a vagina em eversão durante a cópula. A ereção do falo resulta em ingurgitamento com um fluido semelhante à linfa. Não existem órgãos acessórios tais como vesícula seminal, próstata e glândula bulbouretral associados ao duto deferente (ETCHES, 1996).

2.2 Características e qualidade do Sêmen

O sêmen é uma mistura de células espermáticas e líquidos de transporte. Nas aves domésticas, o ejaculado característico tem alta concentração e baixo volume. A concentração do sêmen coletado artificialmente é muito variável, juntamente com as células espermáticas estão líquidos secretados a partir do aparelho fálco ingurgitado e também muitas vezes a excreta. Esses fatores não são facilmente controláveis e, em decorrência disso, podem haver variações no volume e na composição do sêmen (BURKE, 1996).

Os procedimentos utilizados para análise da qualidade do sêmen, são a determinação do volume do ejaculado, concentração, motilidade, viabilidade ou integridade de membrana (DONOGHUE & WISHART, 2000), e o teste de penetração espermática. Parker e McDaniel (2002) verificaram que a eclodibilidade dos ovos de matrizes pesadas aumentou em 1,1% quando os machos foram selecionados por seus índices de qualidade espermática, concluindo que a qualidade espermática é um excelente método de avaliação da capacidade reprodutiva.

O volume espermático é o primeiro parâmetro a ser observado durante a coleta. É importante que o volume do ejaculado seja avaliado, pois a produção de sêmen é o indicativo quantitativo na avaliação de um macho reprodutor seja suficiente (GONÇALVES, 2013). O sêmen de galos possui um volume pequeno e uma alta concentração, as quais estão relacionados com a inexistência de próstata, glândulas vesiculares e bulbo uretrais, diminuindo as secreções (GARNER & HAFEZ, 2004). A concentração espermática é um parâmetro de grande relevância para inseminação, pois é através dela que se pode calcular em quanto o sêmen coletado poderá ser diluído e com isso, quantas fêmeas poderão ser inseminadas com o mesmo ejaculado. Ela define o número de espermatozoides presentes em mililitros do conteúdo de uma amostra, aproximando ainda mais a avaliação da eficiência reprodutiva de um galo. Dessa forma o potencial reprodutivo de uma ave doméstica está condicionado à qualidade do conteúdo secretado, apesar do ejaculado apresentar um volume pequeno (GONÇALVES, 2013).

A motilidade é um dos testes utilizados para avaliar a qualidade do sêmen e tem sido considerada um bom indicador da viabilidade espermática em geral. Os espermatozoides devem apresentar boa motilidade e sobreviver no ambiente vaginal para alcançar as glândulas hospedeiras de espermatozoides (criptas que armazenam espermatozoides na galinha durante longos períodos). Este armazenamento assegura a disponibilidade espermática e a probabilidade de fertilização (RUTZ, 2007). Porém, deve ser reconhecida como apenas um dos fatores para a estimativa da fertilidade (GOMES, 1970).

Características seminais, como volume seminal, concentração espermática e motilidade espermática são influenciadas pela idade dos galos, aumentando nas primeiras semanas reprodutivas até alcançar a maturidade sexual completa e, diminuindo após um período de pico de produção (CEROLINI et al., 1997). A produção diária de espermatozoides parece ocorrer em ritmo constante, da mesma forma que o volume do ejaculado. Estes parâmetros são reduzidos quando o sêmen é coletado com maior frequência e com o avançar da idade (ETCHES, 1996). No entanto, bons resultados podem ser mantidos, segundo McDaniel (2002), ao oferecer boas condições aos animais proporcionando um bom programa de luz, evitar estresse calórico, manter o peso corporal adequado e um bom manejo alimentar, pode-se impedir que a idade reduza a fertilidade, sendo estas práticas

importantes para manter uma produção normal de espermatozoides durante todo o ciclo produtivo.

O teste de integridade da membrana espermática tem o objetivo de detectar os espermatozoides vivos, com a membrana plasmática intacta e, os mortos. Ele pode ser realizado através de um esfregaço com a amostra de sêmen e coloração com eosina e nigrosina, permitindo a visualização das células através da microscopia. Dessa forma, permite o reconhecimento dos espermatozoides vivos, pois a membrana plasmática intacta controla e impede a entrada de substâncias na célula, dessa forma as substâncias não penetram na célula espermática, na qual não será corada. Já a célula morta ou com a membrana danificada, permite a entrada do corante (GONÇALVES, 2013). Ele também pode ser realizado pela coloração dupla das sondas fluorescentes SYBR-14 e PI (iodeto de propídio), onde um marcador de ácido nucléico, o SYBR-14, permeia em qualquer membrana, corando o DNA, enquanto que o PI cora apenas DNA de células com lesão de membrana (CHALAH; BRILLARD, 1998). Ambas as técnicas são eficazes para a detecção de espermatozoides viáveis.

A capacidade do espermatozoide se ligar à membrana perivitelínica pode ser avaliada *in vitro*, através do teste de penetração espermática, que é o mais completo e que melhor representa o que acontece *in vivo* na reprodução animal, pois engloba a maioria dos parâmetros utilizados nas análises seminais como o volume, concentração, motilidade e integridade da membrana espermática. Esta capacidade pode ser avaliada usando um extrato solubilizado da camada perivitelínica da gema para determinar a ligação espermática *in vitro* (BARBATO *et al.*, 1998). Após ser liberado das glândulas hospedeiras de espermatozoides é transportado para o infundíbulo (local de fertilização) os espermatozoides devem ser capazes de se ligar e penetrar na membrana perivitelínica (camada simples não celular que envolve o óvulo) e fertilizar o óvulo (RUTZ *et al.*, 2007). A fertilização depende da capacidade dos espermatozoides de penetrar na membrana perivitelina interna do ovo (ROBERTSON *et al.*, 1997).

O glicocálice do espermatozoide é a primeira interface entre o gameta masculino e o seu ambiente. Sua função está envolvida com imunoproteção no trato genital, a aquisição de capacidade de fertilização e a reação acrossômica (DIEKMAN, 2003). Ele é contido por um complexo de carboidratos e a fertilidade tem sido associada com alterações no conteúdo de carboidrato dos espermatozoides de

galos (FROMAN e ENGEL, 1989). Em particular, o ácido siálico é necessário para que o esperma atravesse pela vagina da fêmea (STEELE e WISHART, 1996) e também é responsável pela interação do esperma com a camada perivitelina do ovo da galinha (ROBERTSON et al, 2000).

2.3 Características do milho

O milho possui uma grande importância econômica, sendo caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo), o milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal. Cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo este percentual chegar a 85% em países desenvolvidos. Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta (CÂNDIDO, 2010)

A composição média do grão de milho em base seca é 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo. A proteína presente nesse cereal, embora em quantidade significativa, possui qualidade inferior a de outras fontes vegetais e animais (PAES, 2008).

O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta (Figura 1), as quais diferem na composição química, como representa a Tabela 1. O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%). No endosperma estão também presentes as proteínas de reserva (8%), que compõe a matriz que envolve os grânulos de amido. Na camada de aleurona e no endosperma vítreo do endosperma, estão presentes os carotenoides, substâncias lipídicas que conferem a cor aos grãos de milho. Estes são, geralmente, amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos (83% de óleo e vitamina E) e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%) (PAES, 2006).

Rico em óleo, o grão do milho possui uma composição de ácidos graxos que determina sua grande importância na dieta. Outro importante aspecto dos lipídeos no milho está relacionado ao conteúdo dos tocoferóis e dos

carotenoides.

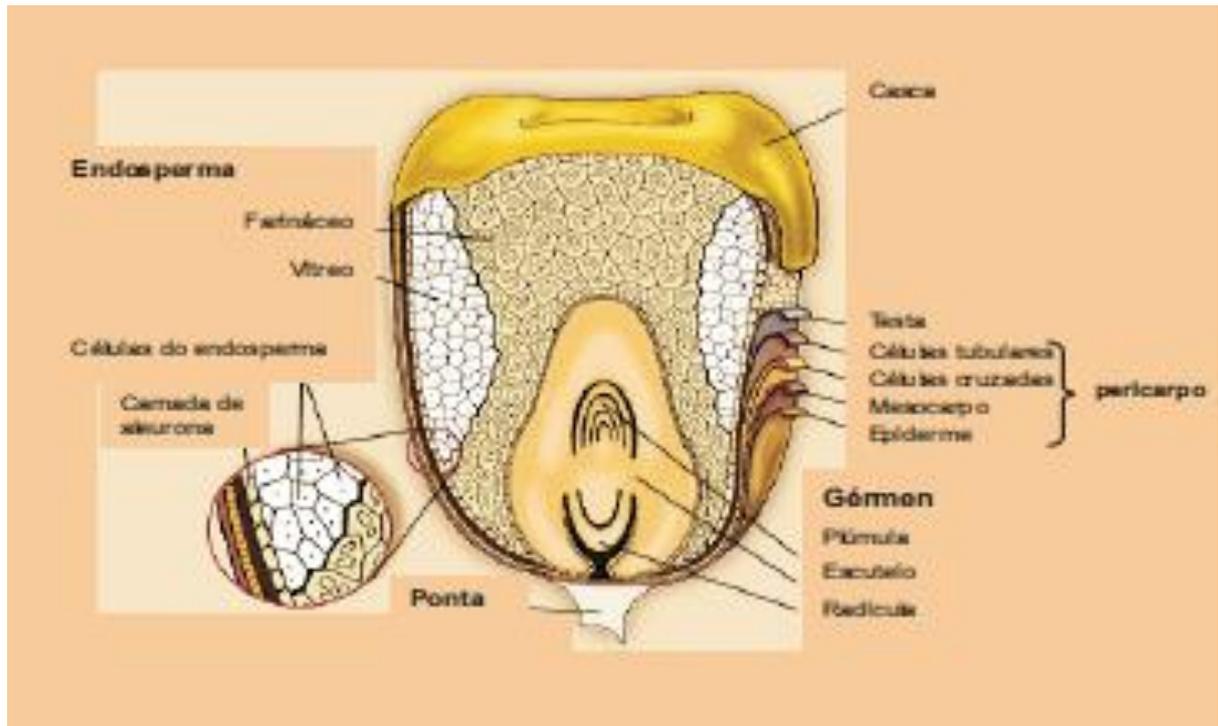


Figura 1. Anatomia do grão de milho e suas partes.
Fonte: Adaptado de Paes (2008).

Tabela 1. Percentagem do constituinte total indicado nas estruturas físicas específicas do grão de milho

Fração (%)	Grão	Amido	Lipídio	Proteína	Minerais	Açúcar	Fibra
Endosperma	82	98	15,4	74	17,9	28,9	
Gêrmen	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Fonte: Adaptado de Walson (2005).

Os tocoferóis fazem parte da estrutura de hormônios e também atuam como oxidantes, enquanto os carotenoides, principalmente zeaxantina e luteína, possuem ação anticancerígena, devido à sua propriedade antioxidante. Essas substâncias são também importantes na coloração da carne de aves e gema dos ovos, propriedades de importância comercial na cadeia produtiva de aves (PAES, 2006).

A qualidade física e química dos grãos é o que determina o seu destino ou uso final. Existem, hoje, no mercado, milhos com alto teor de óleo (6 a 7,5%) e alto teor de proteína (>12%), destinados à alimentação animal; alto teor de amilose

(*milho waxy*), com propriedades importantes para a indústria alimentícia e de papel; alto teor de amilopectina (milho ceroso), para a indústria alimentícia e também de produção de adesivos; alto teor de ácido graxo oléico, para a produção de margarinas e também óleos de fritura especiais; alto teor de aminoácidos (lisina e triptofano), com melhor qualidade protéica e milhos com amido de fácil extração, destinados à indústria de produção de álcool a partir de milho (CÂNDIDO, 2010).

2.4 Características do Arroz

O arroz é de grande importância no fornecimento de energia na dieta. É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. Há uma grande variabilidade genética do arroz da espécie *Oryza sativa* L., disponível no Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Arroz) da Embrapa Arroz e Feijão. O arroz normalmente cultivado é aquele com pericarpo marrom-claro, mas também existem grãos com pericarpo vermelho e preto, todos pertencentes à espécie *Oryza sativa* L. A Figura 2 ilustra as principais estruturas do arroz como a casca, pericarpo e endosperma (REIFSCHNEIDER, 2014).

A cor característica do pericarpo do grão da maioria das espécies de arroz é a vermelha. A cor branca, na realidade, originou-se de uma mutação e se firmou por fim como uma característica de grande interesse comercial e, portanto, prioritária na maioria dos programas de melhoramento genético do arroz (PEREIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2008). Existem diferenças entre o arroz branco e o vermelho como sabor e textura. Em praticamente todo o mundo, tornou-se consagrada a preferência dos consumidores pelo arroz branco.

Conforme mostra a Tabela 2, pode-se observar as diferenças na composição existentes entre as espécies de arroz. Por exemplo, o arroz vermelho possui menor teor de amilose. Em relação ao valor nutricional, é mais rico nos nutrientes ferro e zinco do que o arroz branco (PEREIRA et al., 2009).

O arroz preto, apresenta a casca cor de palha e o pericarpo do grão preto e é originário da China, onde era conhecido como “arroz proibido”, pois seu consumo estava restrito apenas ao imperador chinês. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou uma variedade adaptada às condições de São Paulo, a IAC 600,

caracterizada por sua resistência às doenças, precocidade, excelente qualidade de grão com possibilidade de ser cultivado em áreas alagadas e também de sequeiro.

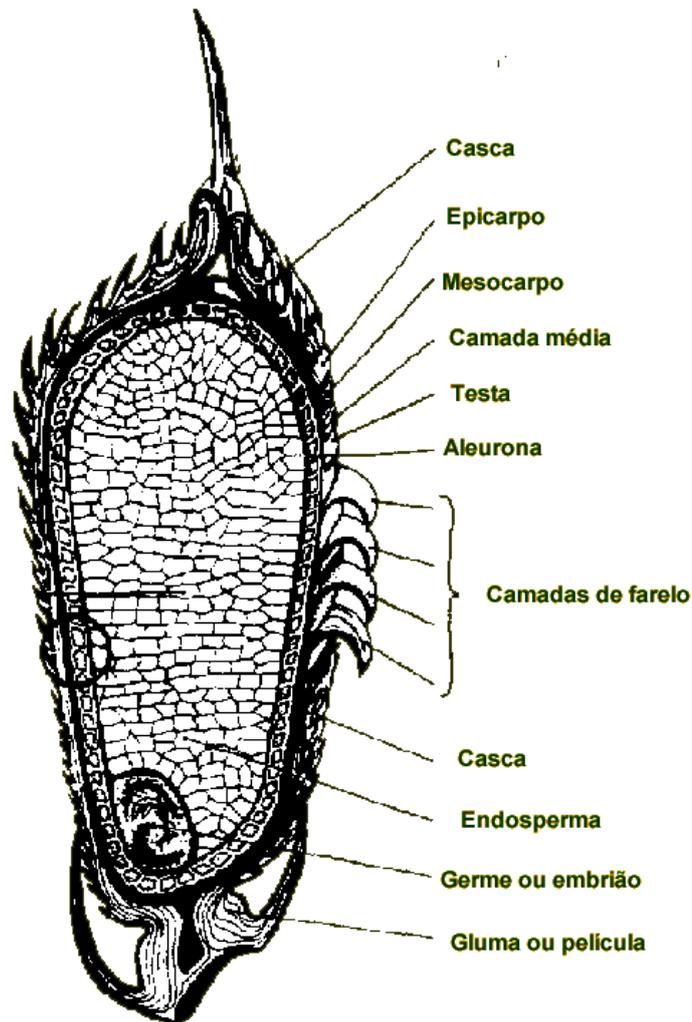


Figura 2. Estrutura do grão do arroz.
Fonte: Adaptado a partir de imagem obtida do Google imagens

Tabela 2. Teores de ferro, zinco e amilose no arroz branco e vermelho

	Fe (mgkg^{-1})	Zn (mgkg^{-1})	Amilose (%)
Arroz Integral Branco	14,50	22,77	27
Arroz Integral Vermelho	16,04	27,06	22

Adaptado de Pereira et al. (2009).

Análises realizadas mostraram que assim como há diferenças entre o arroz branco e o vermelho, o arroz preto possui maior quantidade de proteínas, fibras e carboidratos do que o arroz branco e o integral. Entretanto, apresenta grande quantidade de compostos fenólicos – antioxidantes benéficos para a saúde - que é

cerca de 10 vezes maior do que no arroz integral, conforme mostra a Tabela 3 (BASTOS et al., 2004).

Tabela 3. Composição química da IAC 600 comparada ao arroz tradicional integral e polido

Componentes	IAC 600	Arroz integral	Arroz polido
Umidade (%)	8,8	9,77	9,81
Cinza (%)	1,28	1,46	0,25
Gordura (%)	1,67	2,63	0,38
Proteína bruta (%)	9,71	7,04	6,02
Fibra (%)	2,02	1,42	0,32
Carboidrato (%)	80,12	77,68	79,53
Valor calórico (Kcal)	359,59	362,55	360,38
Teor de aroma (ng/g de 2-AP)	980	-	-
Compostos fenólicos (m M trolox/g)	825	79	-

Adaptado de Bastos et al., 2004.

O arroz branco, o mais comum no mercado, se diferencia do parboilizado e do integral após passar por um processo de beneficiamento, ou seja, após a retirada de sua casca e seu farelo. O polimento é feito através de máquinas que provocam o atrito dos grãos, e tem o objetivo de melhorar a aparência e o gosto do arroz. Porém este processo apresenta fatores negativos em termos de nutrição, visto que são perdidas parte das vitaminas e minerais (STORCK, 2004). Resulta desse processo, além da casca, uma proporção variável de subprodutos em forma de grãos quebrados e farelo (EMBRAPA, 1999).

O arroz integral conserva sua película original. A fração lipídica se encontra em sua quase totalidade na superfície do grão. O rendimento em óleo do arroz integral é superior ao arroz polido, sendo 2,14% e 1,34% respectivamente (ALVES et al., 2009). Durante o beneficiamento do arroz várias partes dos grãos são removidas, no farelo de arroz (superfície), o conteúdo lipídico fica em torno de 15 a 20%, no arroz integral entre 1,6 a 2,8% e no arroz polido apenas 0,3 a 0,5%. Isto significa que mais de 80% do conteúdo total dos lipídios do arroz estão localizados no farelo, o qual é retirado no momento do polimento. O arroz integral possui uma maior quantidade de lipídios na sua composição em relação ao arroz polido, pois não passa pelo processo de polimento (CHAGAS, 2007).

Pode-se observar que em termos energéticos o arroz integral leva vantagem sobre o polido, já que após o polimento o grão perde parte da gordura, conforme

demonstra a Tabela 4, onde o arroz integral sem casca apresenta 2,1 – 3,3% de gordura e o grão polido 0,4 – 0,6%.

Tabela 4. Composição do grão do arroz Integral sem casca e do grão polido

Composto	Sem Casca (%)	Polido (%)
Proteína	8,3 – 9,6	7,3 – 8,3
Gordura	2,1 – 3,3	0,4 – 0,6
Fibra Bruta	0,7 – 1,2	0,3 – 0,6
Cinzas	1,2 – 1,8	0,4 – 0,9
Amido	77,2	90,2

Adaptado de Pomeranz e Ory (1982).

As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. O consumidor, finalmente, representa o elemento determinante das características qualitativas associadas ao produto acabado, como, por exemplo, a aparência, a cor, a textura e o sabor. Assim, no caso do arroz, além de aspectos determinantes da qualidade de consumo, como a aparência do produto após cozimento, o odor, a consistência e o sabor, são também considerados aspectos relacionados à aparência dos grãos antes do cozimento. Com isso, os grãos que não se encaixam nas características exigidas pelo mercado podem ser utilizados na alimentação animal, especialmente quando a produção de arroz estiver aumentada, já que o grão não apresenta alteração no seu valor nutritivo (IRGA, 2012). Resta saber se estes grãos estarão disponíveis a preço compatível com o custo de produção com base no uso de ingredientes convencionais, como o milho e farelo de soja.

2.5 Composição nutricional do milho e arroz

A nutrição animal até o momento apenas utilizava derivados do arroz, especialmente a quirera e farelos de arroz, integral ou desengordurado. A utilização do grão integral, uma vez que a casca tem baixo valor nutricional e interfere negativamente para a digestibilidade, é tema novo em aves, havendo poucas pesquisas aprofundadas sobre o tema. Entretanto, este grão apresenta similaridade

em alguns aspectos nutricionais quando comparado ao milho, portanto pode-se assumir que este grão é potencial matéria-prima para rações animais (Tabela 5).

Em termos de composição, nas Tabelas 5, pode-se observar que o grão de arroz é um cereal com elevados níveis de carboidratos e baixo nível de lipídeos, e com nível de proteína bruta muito semelhante ao milho. Seu nível de energia metabolizável para aves é de 3218,36 Kcal/kg, enquanto o milho possui energia metabolizável de 3381 kcal/kg, ambos apresentam valores próximos (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 5. Composição nutricional do grão do milho e do arroz integral sem casca

Nutriente	Unidade	Milho	Arroz Integral Sem Casca
Energia Metabolizável	Kcal/kg	3381	3218,36
Proteína Bruta	%	7,88	8,87
Cálcio	%	0,03	0,05
Fósforo Total	%	0,25	0,29
Fósforo disponível	%	0,06	0,04
Sódio	%	0,02	0,02
Potássio	%	0,29	0,29
Cloro	%	0,06	0,04
Fibra Bruta	%	1,73	1,11
Amido	%	63,20	70,31
Ácidos Graxos			
Ácido Linoleico	%	1,91	0,69
Ácido Linolênico	%	0,03	0,03

Adaptado de Rostagno, 2011.

2.6 Composição lipídica do grão e do sêmen

As diferenças entre o perfil lipídico do milho e do arroz integral podem promover alterações na composição lipídica da célula espermática, que por sua vez, podem modificar a fluidez e permeabilidade da membrana, interferindo na habilidade do espermatozoide de fertilizar o ovo e de sobreviver ao processo de criopreservação. A maior concentração de lipídios é encontrada no gêmen (1/3 do valor total) e na camada aleurona, sendo assim a concentração de lipídios é maior

no arroz integral, sendo reduzida com o polimento do grão. MANO et al. (1999), observou que a fração lipídica do grão do arroz era composta de 84-87% de lipídios neutros, 5-7% de glicolipídios e 7-9% de fosfolipídios. Os principais ácidos graxos no arroz são os ácidos palmítico (16:0), oleico (18:1) e linoleico (18:2), correspondendo a aproximadamente 95% dos ácidos graxos presentes totais (MANO et al., 1999). Por tanto o arroz contém proporção significativa de ácidos graxos insaturados, que possuem papel importante em vários processos fisiológicos e que, por não serem sintetizados pelo organismo das aves, devem ser supridos pela alimentação.

Lipídios endógenos e exógenos desempenham um papel importante na reprodução animal, pois são responsáveis pelo fornecimento de energia para o metabolismo da célula espermática, a mobilidade e a viabilidade dos espermatozoides, garantindo sua sobrevivência no trato reprodutivo da fêmea (SCOTT, 1973). A presença de altas proporções de lipídios pode indicar o seu potencial como fonte de energia para os espermatozoides. O papel funcional dos lipídios está associado com os seus teores de ácidos graxos altamente poliinsaturados, que podem estar relacionados com as propriedades biofísicas da membrana plasmática tais como a fluidez e na permeabilidade de membrana espermática (HAMMERSTEDT, 1993).

A composição lipídica da membrana do espermatozoide é um importante determinante da motilidade, sensibilidade ao frio e viabilidade (BAKST e SEXTON, 1979). Os fosfolipídios dos espermatozoides das aves são caracterizados por conterem grandes proporções de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (C20-22) da família n-6, o araquidônico (20:04 n-6) e o ácido docosatetraenoico (22:04 n-6). Por outro lado os espermatozoides de aves exibem concentrações muito baixas de ácidos graxos da família n-3, como o ácido docosahexaenóico (DHA) (HOWARTHET al, 1977). A importância dos ácidos graxos poli-insaturados da família n-3, em relação à fertilidade de machos é focada também em humanos, onde por meio de estudos comprovaram que a quantidade de DHA em espermatozoides é positivamente correlacionada com a motilidade espermática (NISSEN E KREYSEL, 1983). O avanço da idade é responsável pela redução do número de espermatozoides e na motilidade do ejaculado de touros, e é acompanhada por uma diminuição na proporção de DHA em fosfolipídios do esperma (KELSO et al., 1997a).

A presença do DHA nos espermatozoides de mamífero desempenha uma função essencial para uma ótima fertilidade, assim como reduções nas quantidades desse ácido graxo nos espermatozoides está associada à queda na concentração, motilidade e viabilidade (NISSAN E KREYSEL, 1983). Se a composição típica de ácidos graxos observados nos espermatozoides de aves é desigual aos mamíferos devido a um desequilíbrio na dieta de n-3 em relação n-6, a fertilidade das aves pode ser possivelmente melhorada através de uma adequada manipulação na dieta. Uma vez que a produção avícola comercial atualmente conta em alimentos compostos que contêm, uma maior quantidade de ácidos graxos n-6, principalmente ácido linoleico (18:2 n-6), e menor de ácidos graxos n-3 (NOBLE, 1986). É concebível que o ácido graxo relatado na composição de espermatozoides de aves seja induzida pela dieta (KELSO et al., 1997b).

O arroz integral é rico em ácidos graxos. O seu perfil de ácido linoléico (0,6 mg/g) e ácido linolênico (0,1 mg/g) (GOMES et al., 2008), é muito inferior ao encontrado no milho, 330 mg/g de ácido linoléico e 4 mg/g de linolênico (ROSTAGNO et al., 2011).

2.7 Antioxidantes

A presença de concentrações elevadas de ácidos graxos poliinsaturados dentro das frações lipídicas os torna susceptíveis a processos oxidativos, no entanto se faz necessário a presença de um sistema antioxidante eficaz como proteção contra a peroxidação lipídica e os possíveis danos causados por ela (JONES et al, 1979). O perfil destes na dieta também pode influenciar na integridade de membrana e motilidade, prejudicando-as através da peroxidação dos lipídios de membrana.

Os espermatozoides de galos apresentam um grande conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), que são altamente suscetíveis à oxidação (SURAI, 2002). A peroxidação lipídica produz danos na membrana espermática e também no metabolismo celular, comprometendo a capacidade de fertilização. Para combater este processo, o espermatozoide possui um sistema de defesa antioxidante, composto principalmente pelas vitaminas C e E (ácido ascórbico e alfa-tocoferol, respectivamente) e pelas enzimas superóxido dismutase, glutationaperoxidase, catalase e redutase (AITKEN, 1995). Este sistema de defesa é responsável pela

manutenção das funções biológicas dos espermatozoides em várias condições de estresse, incluindo a diluição, o armazenamento e o congelamento do sêmen (SURAI *et al.*, 2001).

Além dos sistemas de defesa celulares, existem outros tipos de antioxidantes na natureza, como os carotenoides (SHAMI & MOREIRA, 2004). O milho é uma fonte natural destes pigmentos, responsáveis tanto pela pigmentação da gema do ovo, dos pés e das carcaças dos frangos, quanto por uma ação antioxidante (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999). Também são encontrados carotenóides na levedura basidiomiceta róseo-alaranjada (*Xanthophyllomyces dendrorhous*) e na cantaxantina (*Cantharelluscinnabarinus*); esta última muito utilizada na alimentação de aves devido à sua pigmentação vermelha (GARCIA *et al.*, 2002). Foi observado que a adição de cantaxantina (60ppm) na dieta de galos White Plymouth Rock, da 40^a a 59^a semana de idade, promoveu melhorias na concentração, na motilidade e no vigor do espermatozoide (FERREIRA, 2010).

Os espermatozoides são células altamente especializadas, constituídas de várias estruturas de membrana. Para manter suas funções fisiológicas como motilidade e capacidade fertilizante, é necessário manter suas propriedades físicas e integridade funcional, como a alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) nas frações lipídicas dos espermatozoides, que reflete da necessidade de manter a alta flexibilidade do fluído da membrana para a motilidade dos espermatozoides e da fusão com o óvulo (CEROLINI, 1997).

Os lipídios são importantes constituintes do sêmen aviário, servindo como componente estrutural das membranas dos espermatozoides, precursores de diferentes compostos biologicamente ativos e fonte energética. Os fosfolipídios que são os principais componentes de membrana dos espermatozoides, em média 70% da composição lipídica do esperma das aves. Os ácidos graxos poliinsaturados docosatetraenóico (DTA; 22: 4n-6) e araquidônio (20:4n-6) são a principal fração dos fosfolipídios dos espermatozoides dos galos (SURAI, 2003).

Os PUFAs são muito susceptíveis a oxidação devido à presença das duplas ligações, que geram um enfraquecimento da ligação do hidrogênio alélico, os radicais livres ao se juntarem ao O₂ metabólico, dando origem aos peróxidos. A oxidação dos PUFAs promove modificações físicas nas membranas celulares, que resultam em alterações na fluidez e permeabilidade, comprometendo as funções biológicas, no caso dos espermatozoides, a capacidade de fertilização. A

peroxidação lipídica não se restringe apenas aos danos de membrana, mas também metabolismo celular (SURAI, 2002)

Alimentos como o milho, pimentão vermelho são fontes naturais de pigmentos carotenoides, responsáveis pela pigmentação da gema do ovo, pés e carcaças dos frangos, resultante da deposição de xantofilas.

Os Carotenoides apresentam propriedades antioxidantes que protegem as células dos danos causados pela oxidação (SHAMI & MOREIRA, 2004). Entre características químicas e biológicas dos carotenoides, encontra-se um sistema de duplas ligações conjugadas responsáveis pelo poder corante e, pela ação antioxidante (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Tais compostos se associam principalmente com os lipídios dos tecidos e células de origem animal, como as membranas. Os animais não são capazes de sintetizá-los, então devem ser ingeridos através da dieta por serem capazes de fazer algumas alterações fundamentais para a estrutura química, e a sua concentração na dieta está relacionada diretamente a sua concentração nos tecidos. Um dos fatores influentes na deposição de carotenoides é que haja disponibilidade de grupos funcionais que contenham oxigênio, como hidroxila, acetona, éster ou outros grupos, que apresente características polares (BENDICH; OLSON, 1989).

O equilíbrio entre a produção de radicais livres e a ação dos antioxidantes é considerado um fator determinante para a qualidade do sêmen, em especial a capacidade de fertilização (SURAI, 2003 *apud* SURAI et al., 2001).

É necessário um sistema antioxidante para evitar a ação peroxidativa nas membranas espermáticas produzida durante o metabolismo. O antioxidante é importante para manter a integridade da membrana espermática e suas propriedades fisiológicas, como a fluidez de membrana, flexibilidade e permeabilidade, necessárias para o processo de fertilização (RUTZ et al., 2007). Os espermatozoides presentes no sêmen são capazes de gerar moléculas não radiculares derivadas do oxigênio (ROS), isso, juntamente com a alta quantidade de ácidos graxos poliinsaturados presentes na membrana, aumenta a susceptibilidade deles sofrerem danos oxidativos (BILODEAU et al., 2002).

3 Material e métodos

3.1 Animais e instalações

Foram utilizados 20 machos pesados, alojados em boxes individuais, no aviário experimental do IFSul Câmpus Pelotas - Visconde da Graça – CAVG/IFSul. As aves foram alojadas em boxes experimentais com dimensões de 120 x 120 x 70 cm (C x L x A), com cama de maravalha que eram revolvidas de 3 a 4 vezes por semana. Os boxes eram equipados com bebedouros tipo *nipple* e comedouros tubular, como mostra a Figura 3. Os registros da temperatura e umidade ambiente foram realizados no turno da manhã e tarde (APÊNDICE A).



Figura 3. Galos pesados alojados em boxes individuais.

3.2 Dietas Experimentais e manejo alimentar

A fase experimental foi compreendida entre a 74^a e 81^a semana de idade, sendo que entre a 74^a a 76^a semana de idade os animais receberam as dietas apenas para adaptação, sem que fossem realizadas as análises espermáticas, que iniciaram a partir da 75^a. A constituição da dieta foi basicamente milho e farelo de soja, com níveis crescentes de substituição do milho por arroz integral sem casca (Tabela 6)

As dietas, isoprotéicas e isoenergéticas, foram calculadas visando atender as exigências nutricionais dos galos, de acordo com as recomendações instituídas por Rostagno (2011), através do programa SUPER CRAC 5.5, e seguindo os requerimentos determinados pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2013).

As dietas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, para determinação de suas características bromatológicas.

Os animais foram arraçoados diariamente, com o fornecimento individual de 140g de ração e água à vontade.

3.3 Análise bromatológica das dietas

As amostras de ração de cada tratamento foram colocadas para secar em estufa para determinação da matéria seca (105°C) por 16 horas; determinação de matéria mineral em mufla a 550°C por 5 horas; determinação de nitrogênio pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína bruta e determinação de extrato etéreo em extrator *Soxhlet* com éter de petróleo, segundo metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000).

3.4 Delineamento Experimental

O delineamento foi completamente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Cada semana de coleta foi considerada uma medida repetida e cada galo uma unidade experimental. Os 20 galos foram distribuídos aleatoriamente nos quatro tratamentos e receberam a dieta experimental por 8 semanas. Foram feitas duas coletas de sêmen por semana, na primeira coleta da semana o sêmen foi

avaliado quanto ao volume, concentração, número total de espermatozóides, motilidade, integridade de membrana e penetração espermática na membrana perivitelina interna do ovo.

Foi realizada pesagem dos animais e dos restos de ração semanalmente, para verificar o consumo e peso corporal.

3.5 Coleta e análise de sêmen

O sêmen foi coletado duas vezes por semana, através de massagem dorso-abdominal. Todos os galos foram treinados anteriormente para a rotina da coleta de sêmen. Os animais foram submetidos a uma “*toilette*” antes das coletas experimentais, sendo cortadas as penas da região pericloacal com o auxílio de uma tesoura, para permitir uma melhor visualização da cloaca e do sêmen ejaculado.

A quantificação do volume seminal foi realizada no próprio tubo coletor, graduado em mL. A concentração foi medida com espectrofotômetro previamente calibrado, utilizando sêmen diluído 1:1000 em citrato de sódio a 2,9%.

A motilidade foi avaliada sempre pela mesma pessoa, subjetivamente ao microscópio. O sêmen foi diluído com cloreto de sódio (NaCl a 9%) e pipetado em duplicatas em lâminas histológicas. Foi feita uma média das duas observações e a motilidade foi expressa em porcentagem (%) de espermatozoides móveis.

A integridade de membrana foi medida utilizando-se a coloração dupla SYBR-14 e PI (Live/Dead Sperm Viability Kit, Molecular Probes, OR). Foi utilizado 10 μ l de sêmen e 500 μ l em cloreto de sódio a NaCl a 0,9% em um tubo Eppendorf, onde foram adicionados 3 μ l de SYBR-14 e 1 μ l de PI. A mistura foi incubada no escuro, à temperatura ambiente. Os espermatozoides foram avaliados subjetivamente ao microscópio de campo escuro, categorizados como vivos, em verde (corados com SYBR-14) ou mortos, em vermelho (corados com PI). A integridade de membrana foi expressa em porcentagem (%) de espermatozoides vivos.

O teste de penetração espermática foi realizado de acordo com Robertson & Wishart (1997). Resumidamente, a membrana perivitelina interna (IPVL) foi separada da membrana perivitelina externa por hidrólise ácida. Após separação, a IPVL foi cortada em quadrados de aproximadamente 0,5 x 0,5 cm e cada quadrado foi incubado por cinco minutos com sêmen diluído na concentração final $1,25 \times 10^7$

esp/mL. As membranas foram lavadas para remoção dos espermatozoides e lâminas foram preparadas, identificadas, coradas e fotografadas ao microscópio. A contagem de orifícios foi realizada posteriormente e utilizou-se uma escala para avaliação do grau de perfuração da membrana, onde E1= pouco perfurada (menor que 50 orifícios); E2 = intermediária (51 a 100 orifícios); E3= muito perfurada (maior que 100 orifícios). A frequência que as escalas foram observadas foi expressa em porcentagem.

3.6 Peso dos testículos, altura e comprimento de crista

Os testículos e as cristas foram retirados após o abate dos animais no abatedouro do Câmpus Pelotas - Visconde da Graça – CAVG/IFSul. Para a pesagem dos testículos foi utilizada balança digital de precisão de 0,01g. O comprimento e largura da crista foram medidas com régua de 30 cm fracionada em milímetros (mm).

3.7 Desempenho zootécnico

As pesagens foram feitas semanalmente, para obtenção dos valores de peso corporal. Para análise de peso corporal (PC), foi realizada a pesagem individual dos galos em balança do tipo analógica, com jejum dos animais de oito horas.

3.8 Análise estatística

Os dados de motilidade, integridade de membrana, volume, concentração espermática, penetração espermática não apresentaram distribuição normal após a transformação por raiz quadrada, por isso a comparação de médias foi realizada pelo método de Kruskal Wallis One-Way, para dados não paramétricos.

Os dados de desempenho zootécnico, peso dos testículos, altura e o comprimento de crista, foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias feita pelo teste de Tukey.

Foram realizadas correlações de Spearman entre as características seminais e o peso dos testículo, comprimento da crista, altura da crista e peso corporal Para as

correlações entre o peso dos testículo, comprimento da crista, altura da crista e peso corporal foi utilizada correlação de Person.

Para todas as análises, foi considerado nível de significância de 5%, e foi utilizado o programa estatístico Analytical Software Statistix 9.0 (STATISTIX, 2009).

Tabela 6. Composição percentual e níveis nutricionais das dietas experimentais para galos, com substituição de milho pelo arroz integral sem casca (AISC)

Ingredientes	Unidade	0%	43,18%	79,65%	100%
Milho	%	65,0	43,55	21,45	0,00
Arroz	%	0,00	28,07	51,68	65,00
F. Trigo	%	15,00	15,00	15,00	15,00
F. Soja	%	11,00	7,97	6,74	9,84
Núcleo ¹	%	4,00	4,00	4,00	4,00
Inerte	%	3,12	0,34	0,00	3,15
Óleo soja	%	0,88	0,00	0,00	1,94
F. de osso	%	0,72	0,67	0,62	0,45
Sal	%	0,22	0,22	0,22	0,22
F. Bicálcico	%	0,06	0,18	0,29	0,40
Calcário	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	%	100	100	100	100
Nutrientes					
Proteína	%	13,00	13,00	13,00	13,00
Ca	%	1,09	1,09	1,09	1,09
P	%	0,40	0,40	0,40	0,40
Lis Dig.	%	0,50	0,50	0,51	0,51
Met Dig.	%	0,23	0,23	0,24	0,60
Na	%	0,22	0,22	0,22	0,22
Cl	%	0,17	0,16	0,16	0,16

¹Composição: ác fólico: 27,000mg/kg; ác pantotênico: 214.000mg/kg; Cálcio: 25%; Cobre: 400,000 mg/kg; Colina: 14.000 g/kg; Ferro: 1334.000mg/kg; Fluor: 0,7100g/kg; Fosforo disponível: 11,5%; Iodo: 20,000mg/Kg; Manganês: 2834,00 mg/kg; Metionina total: 4,4%;Niacina: 534,00 mg/kg; Selenio: 10,00 mg/kg; Vit A: 240,00 UI (1000)/kg; Vit B1: 42,000mg/kg; Vit B12: 214,00 mcg/kg; Vit B2: 134,00 mg/kg; Vit B6: 80,00 mg/kg; Vit D3: 43000,00 UI/kg; Vit E: 507,00 mg/kg.

4 Resultados e Discussão

4.1 Características espermáticas - Análise do sêmen fresco

4.1.1 Volume espermático e concentração espermática

Os animais não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$), na avaliação do sêmen fresco quanto ao volume com o aumento dos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca, nas cinco semanas de coleta, conforme é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Volume seminal de galos (médias e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43.18%, 79.65% e 100% de substituição do milho pelo de arroz integral sem casca

Níveis	Volume (mL)				
	Idade (Semanas)				
	77	78	79	80	81
0%	0,3 ± 0,08	0,2 ± 0,06	0,1 ± 0,04	0,2 ± 0,07	0,1 ± 0,02
43,18%	0,2 ± 0,08	0,5 ± 0,03	0,1 ± 0,00	0,3 ± 0,03	0,1 ± 0,00
79,65%	0,5 ± 0,07	0,2 ± 0,04	0,3 ± 0,08	0,4 ± 0,05	0,2 ± 0,06
100%	0,4 ± 0,10	0,3 ± 0,05	0,2 ± 0,10	0,2 ± 0,08	0,2 ± 0,10

Não houve diferença significativa a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

O sêmen de galos possui um volume pequeno, o qual está relacionado com a inexistência de próstata, glândulas vesiculares e bulbo uretrais, diminuindo as secreções (GARNER & HAFEZ, 2004). Após 40 semanas de idade, ocorre um declínio da fertilidade como consequência da diminuição da produção espermática do galo reprodutor, considerando-se normal uma queda do volume com o avanço da idade (RUTZ et al., 2007).

A partir dos resultados observou-se que os galos na 77ª semana de idade, apresentaram volume 0,3mL quando alimentados com dieta com 0% de substituição do milho e 0,4mL quando alimentados com 100% de substituição do milho pelo arroz integral sem casca. Estes resultados são bastante semelhantes aos de Gonçalves

(2013) que encontrou volume de 0,31mL, apresentado por estes mesmos animais entre 45^a e 52^a semana de idade.

A Tabela 8 mostra que a concentração espermática não variou significativamente ($p \geq 0,05$), entre os tratamentos, nas cinco semanas avaliação.

Tabela 8. Concentração espermática de galos (médias e erro padrão) recebendo dietas com 0%, 43,18%, 79,65% e 100% de substituição do milho pelo arroz integral sem casca

Níveis	Concentração (1×10^9 esp/mL)				
	Idade (Semanas)				
	77	78	79	80	81
0%	3,5 ± 0,5	2,0 ± 0,3	2,0 ± 0,4	4,0 ± 0,4	2,9 ± 0,4
43,18%	2,2 ± 0,6	2,4 ± 1,3	1,5 ± 0,6	4,4 ± 0,5	2,8 ± 0,3
79,65%	2,8 ± 0,5	5,2 ± 0,8	3,1 ± 0,4	4,8 ± 0,1	3,6 ± 1,1
100%	2,8 ± 0,2	2,7 ± 0,4	2,2 ± 0,3	3,3 ± 0,4	2,4 ± 0,9

Não houve diferença significativa a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

Não é esperado encontrar diferença significativa na concentração espermática de galos após a maturidade sexual, pois no período observado a produção espermática tende a manter-se. Apesar dos machos do presente experimento ultrapassarem a idade comumente utilizada na indústria, eles não apresentaram um declínio na concentração espermática.

A habilidade dos testículos em produzir espermatozoides está associada com a proliferação das células de Sertoli, que ocorre antes da maturidade sexual (ETCHES, 1996). No entanto, sabe-se que estes animais, durante a maturidade sexual, não passaram por nenhum tipo de restrição alimentar, e com isso a habilidade dos testículos de produzirem espermatozoides não foi comprometida (GONÇALVES, 2013).

Segundo Celeghini et al., (2000), há uma correlação positiva entre a concentração espermática e o peso corporal em galos. Quando alimentados com diferentes fontes de óleo, galos leves mostraram um efeito significativo do peso corporal sobre a concentração espermática, pois animais mais pesados apresentaram concentração espermática maior, independente do tratamento utilizado (RODENAS et al., 2005). No presente experimento foi observada correlação entre o volume espermático e o peso do testículo ($P \leq 0,05$) e correlação

entre a concentração e a integridade da membrana espermática ($P \leq 0,05$), conforme apresenta o Apêndice B.

As semelhanças bromatológicas existentes entre o milho e o arroz integral sem casca quanto aos teores de proteína bruta (7,8% no milho e 8,87% no arroz), energia metabolizável (3370 kcal/kg para o milho e 3218 kcal/kg para o arroz), e quantidade de gordura na composição (3,5% no milho e 3,3% no arroz) (KRABBE, et al., 2012), podem ter evitado a perda de peso dos galos, e com isso a concentração espermática foi mantida com o aumento dos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca.

Os resultados aqui apresentados, na Tabela 8, mostram que os galos na 80ª semana de idade, possuem concentração espermática de $4,0 \times 10^9$ /mL, semelhante ao apresentado por estes mesmos animais na 45ª semana de idade, $4,22 \times 10^9$ /mL (GONÇALVES, 2013).

No entanto, segundo McDaniel (2002), ao oferecer boas condições aos animais como proporcionar um bom programa de luz, evitar estresse calórico, manter o peso corporal adequado e um bom manejo alimentar, é uma forma de impedir que a idade reduza a fertilidade, sendo estas práticas importantes para manter uma produção normal de espermatozoides durante todo o ciclo produtivo. Dessa forma, não se esperava diferença no volume e concentração espermática nos diferentes tratamentos nas diferentes semanas, considerando que os animais mantiveram seu peso corporal, não foram expostos a estresse, e a temperatura do galpão foi compensada com ventilação forçada durante o período experimental (APÊNDICE A).

A partir destes resultados é possível perceber que, os custos pelo descarte precoce de galos na indústria poderiam ser reduzidos, considerando que estes animais com mais de 68 semanas ainda são capazes de produzir esperma com volume e concentração espermática semelhante aos galos jovens.

4.1.2 Motilidade e integridade da membrana espermática

A motilidade espermática do sêmen fresco não foi influenciada significativamente ($p \geq 0,05$) pelos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca, nas cinco semanas de avaliação, conforme a Tabela 9.

Tabela 9. Motilidade espermática de galos (médias e erro padrão) em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca

Níveis	Motilidade				
	Idade (Semanas)				
	77	78	79	80	81
0%	76,2 ± 3,7	85,0 ± 0,0	83,7 ± 3,1	76,2 ± 5,5	70,0 ± 5,5
43,18%	67,6 ± 4,7	83,3 ± 1,6	80,0 ± 5,0	78,3 ± 6,0	80,0 ± 0,0
79,65%	75,0 ± 2,8	73,7 ± 2,4	79,0 ± 5,1	85,0 ± 10,0	73,7 ± 6,8
100%	78,5 ± 1,2	87,5 ± 7,5	65,0 ± 10,4	86,6 ± 3,3	73,3 ± 3,3

Não houve diferença significativa a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

Assim como o volume e concentração espermática, a motilidade é, também, influenciada pela idade dos galos, aumentando nas primeiras semanas reprodutivas até alcançar a maturidade sexual completa e, diminuindo após um período de pico de produção (CEROLINI et al., 1997). Apesar de ser um processo natural com avançar da idade, neste experimento os galos com idade superior a 77^a semana de idade não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, nas diferentes semanas de idade. A queda na motilidade pode ser evitada com o bom manejo dos animais, impedindo que a fertilidade do sêmen seja prejudicada (MCDANIEL., 2002).

A motilidade espermática não foi influenciada quando galos Cobb, com idade entre 24 e 72 semanas, foram suplementados com dietas com adição de óleo de linhaça comparada a dietas com adição de óleo de soja. Os animais apresentaram médias na 24^a semana de 56,4%±4,4, em dieta com óleo de soja, e 56,5%±4,4, em dieta com óleo de linhaça. Na 72^a semana de idade os espermatozoides dos animais apresentaram motilidade de 63,1±7,8, em dieta com óleo de soja, e 41,4±6,3 em dieta com óleo de linhaça (KELSO et al., 1997b). Apesar da linhaça ser rica em ácido linolênico e a soja rica em ácido linoléico (SURAI, 2002), a motilidade não foi afetada pela diferença existente entre os ingredientes. Da mesma forma, conforme demonstram os resultados obtidos neste trabalho, a motilidade e integridade de membrana não foram afetadas pelas quantidades diferentes de ácidos graxos poliinsaturados existentes no milho e no arroz. No milho 42,88% dos ácidos graxos são poliinsaturados (RODRIGUES et al., 2010), enquanto o arroz integral 35,3% dos ácidos graxos são poliinsaturados (MONKS, 2010).

O teste de integridade da membrana espermática tem o objetivo de detectar os espermatozoides vivos, com a membrana plasmática intacta e os mortos. A integridade da membrana espermática do sêmen fresco não foi influenciada significativamente ($p \geq 0,05$) pelo aumento dos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca, nas cinco semanas de coleta, conforme representa a Tabela 10.

Os principais ácidos graxos poliinsaturados que afetam na reprodução são os ácidos graxos docosahexanoico (C22:4n6), DHA, e eicosopentanoico (C22:5n3), EPA. O ácido graxo linolênico (C18:3 n3) é precursor do DHA e EPA, sendo convertido à eles através da ação de enzimas (CEPERO, 1998).

Tabela 10. Integridade da membrana espermática de galos (médias e erro padrão) em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca

Níveis	Integridade de membrana (%)				
	Idade (Semanas)				
	77	78	79	80	81
0%	82,5 ± 5,9	55,0 ± 5,7	*	55,0 ± 6,1	54,0 ± 7,8
43,18%	63,0 ± 4,6	50,0 ± 13,2	*	56,7 ± 14,2	51,2 ± 12,4
79,65%	78,8 ± 7,4	76,2 ± 3,1	*	80,0 ± 5,0	55,0 ± 4,1
100%	81,2 ± 5,1	80,0 ± 5,0	*	68,3 ± 6,6	66,7 ± 7,2

Não houve diferença significativa de a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

*Não foi realizado o teste de integridade de membrana na 79ª semana de idade.

Apesar do milho ser composto por mais ácido graxo linolênico 4mg/g (ROSTAGNO, 2011), do que o arroz que apresenta 0,2mg/g (GOMES, 2008), esta diferença não afetou a motilidade e integridade da membrana espermática, pois o ácido graxo linolênico pode não ter sido convertido o bastante. Além disso, a taxa de conversão do ácido linolênico em EPA e DHA é muito baixa e pode diminuir ainda mais quando a quantidade de ácido linoléico aumenta, pois os dois substratos competem pelo mesmo sistema enzimático (NEWTON, 1996). Neste caso, a conversão do ácido linolênico em EPA pode ter sido prejudicada, pois as quantidades de ácido linoléico de ambos os ingredientes é superior ao ácido linolênico, 330mg/g no milho (ROSTAGNO, 2011) e 3,1mg/g no arroz (GOMES, 2008).

A composição lipídica da membrana do espermatozoide é um importante determinante da motilidade e da viabilidade ou integridade da membrana espermática (BAKST E SEXTON, 1979). O teor de PUFAS da dieta podem interferir na integridade da membrana, fluidez e permeabilidade da membrana espermática, garantindo a locomoção e a viabilidade dos espermatozoides (HAMMERSTEDT, 1993). No entanto, ao incorporar na membrana do espermatozoide, os ácidos graxos poliinsaturados podem deixar a membrana mais maleável.

4.1.3 Penetração espermática

A capacidade de penetração espermática do sêmen fresco, medida pelo teste de penetração da membrana perivitelina, não foi influenciada significativamente ($p \geq 0,05$) pelos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca nas cinco semanas estudadas, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 7. Frequência do grau de penetração na membrana perivitelina interna em amostras seminais de galos em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca

		Teste de penetração espermática (%)			
Idade Semanas	Escala	Tratamentos			
		T0%	T43,18%	T79,65%	T100%
77	E1(%)	0	16,66	33,33	33,33
	E2(%)	33,33	0	0	33,33
	E3(%)	66,66	83,33	66,66	33,33
78	E1(%)	0	0	33,33	66,66
	E2(%)	66,66	0	0	0
	E3(%)	33,33	100	66,66	33,33
79	E1(%)	0	50	0	50
	E2(%)	0	50	0	0
	E3(%)	100	0	100	50
80	E1(%)	25	33,33	50	50
	E2(%)	25	66,66	50	50
	E3(%)	50	0	0	0
81	E1(%)	40	0	0	0
	E2(%)	40	25	25	66,66
	E3(%)	20	75	75	33,33

E1= escala de 0 a 50 orifícios; E2= escala de 51 a 100 orifícios; E3= escala maior de 100 orifícios. Não houve diferença significativa a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

Gonçalves (2013) ao trabalhar com os mesmos machos deste trabalho, observou na 61^a semana o grau de perfuração na membrana maior que vinte orifícios na frequência de 34,8%, semelhante ao o grau de perfuração na membrana apresentado na 77^a semana com frequência de 33,33%, pelos galos que receberam o tratamento com 100% de substituição do milho pelo arroz integral sem casca.

O teste de penetração espermática é o mais completo e que melhor representa o que acontece *in vivo* na reprodução animal, pois engloba a maioria dos parâmetros utilizados nas análises seminais como a motilidade e integridade da membrana espermática (BLESBOIS, 1999). O espermatozoide precisa atingir as glândulas hospedeiras de espermatozoides, e ser capaz de migrar para o infundíbulo, local onde acontece a fertilização; deve estar apto para se ligar e penetrar na membrana perivitelina e fertilizar o óvulo (RUTZ, 2007). Para que a fertilização ocorra é necessário boa motilidade e que os espermatozoides estejam íntegros, sem nenhuma lesão de membrana. A diferença existente entre o milho e o arroz, quanto aos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, conforme citado anteriormente, não influenciou a capacidade de penetração nos três níveis de substituição do milho por arroz integral, nas diferentes semanas.

O glicocálice do espermatozoide é a primeira interface entre o gameta masculino e o seu ambiente. Sua função está envolvida com imunoproteção no trato genital, a aquisição de capacidade de fertilização e a reação acrossômica (DIEKMAN, 2003). Ele é contido por um complexo de carboidratos e a fertilidade tem sido associada com alterações no conteúdo de carboidrato dos espermatozoides de galos (FROMAN e ENGEL, 1989). Em particular, o ácido siálico é necessário para que o esperma atravesse pela vagina da fêmea (STEELE e WISHART, 1996) e também é responsável pela interação do esperma com a camada perivitelina do ovo da galinha (ROBERTSON et al, 2000).

É importante que análises do sêmen congelado sejam realizadas, pois a congelabilidade do sêmen pode ter sido modificada pelo arroz integral sem casca. Muitas vezes a motilidade e integridade da membrana espermática após o congelamento se mantêm, mas a capacidade de penetração espermática pode ser modificada. Como o comprovado por Peláez (2007), o sêmen após ser congelado pode perder sua capacidade fertilizante, o glicocalice do espermatozoide não é alterado consideravelmente até 6 horas de armazenamento. É possível que, durante

o congelamento, o ácido siálico seja clivado ou perdido antes que ocorra a ligação de espermatozoides / ovo (ROBERTSON et al., 2000).

4.1.4 Peso do testículo e comprimento e altura da crista

As médias e erro padrão de cada tratamento para o peso do testículo (PT), comprimento da crista (CC) e altura da crista (AC) podem ser observados na Tabela 12. As variáveis de peso do testículo e altura da crista, não foram influenciadas pelos níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca. No entanto, observou-se diferença estatística entre os tratamentos para o comprimento da crista.

Tabela 12. Médias e erro padrão do peso do testículo (PT), comprimento da crista (CC) e altura da crista (AC), em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca

Peso do testículo (PT), comprimento da crista (CC) e altura da crista (AC)			
Níveis	PT (g)	CC (cm)	AC (cm)
T0%	27,15±5,57	13,10±0,63 ^c	8,20±0,88
43,18%	25,35±2,79	15,25±0,97 ^{ab}	8,58±0,71
79,65%	26,77±3,79	13,62±0,24 ^{bc}	7,75±0,32
T100%	27,83±1,23	16,67±0,46 ^a	8,90±0,24
P	0,97	0,0074	0,58

^{a,b,c}Médias na mesma coluna seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Os resultados demonstram que os níveis de substituição do milho por arroz integral sem casca manteve o peso dos testículos. Isto pode ser justificado pela boa fonte de energia fornecida pelo arroz integral sem casca e a aceitabilidade dos animais a dieta.

As semelhanças entre as dietas possibilitaram que não houvesse influência dos diferentes níveis de substituição do milho pelo arroz, no peso corporal e como consequência o peso dos testículos não variou. Assim como Drummond et al. (2004), que observaram que o peso corporal dos animais está estritamente relacionado com o peso do testículo, onde o peso testicular dos animais que receberam restrição alimentar foi menor ($P \leq 0,05$) do que os animais sem restrição,

aos 121 dias de idade. Fantini (2007), observou que a biometria testicular apresentou correlação positiva com o peso corporal ($p \leq 0,01$).

Os níveis de substituição do milho pelo arroz integral sem casca não afetou a altura da crista. Houve diferença estatística sobre o comprimento de crista (Figura 5) entre os tratamentos com 0% e 100% de substituição ($p \leq 0,01$), entre os tratamentos com 79,65% e 100% de substituição ($p \leq 0,05$). No entanto, não existe explicação biológica para a diferença significativa encontrada no comprimento de crista através da comparação de média.

O comprimento e altura da crista são características físicas que não apresentam correlação com a fertilidade do macho (RUTZ et al., 2007). Estes parâmetros podem indicar o desenvolvimento testicular, já que as características sexuais secundárias são estimuladas pela produção de testosterona (TERRA, 2005). Portanto, entende-se que machos na fase adulta podem não apresentar diferenças significativas na altura e comprimento da crista, pois apresentam testículos desenvolvidos.

Não houve correlação entre o comprimento da crista e altura da crista. Assim como não houve correlação entre o comprimento e altura da crista com o peso do testículo (APÊNDICE B). Como discutido anteriormente, estes resultados podem ter ocorrido, pois os machos foram submetidos aos tratamentos já na fase adulta, e as características sexuais secundárias não foram afetadas pelas dietas.

4.2 Desempenho zootécnico

A substituição do milho por arroz integral sem casca, nos níveis de 0%, 43,18%, 79,65% e 100%, não afetou significativamente ($p \leq 0,05$) o peso corporal dos galos entre a 75^a e 81^a semana, como apresenta a Tabela 13.

Os dados demonstram que a substituição do milho por arroz integral sem casca manteve o peso corporal dos galos, de acordo com os valores estipulados pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2013). Apesar de ter ocorrido perda de peso durante o período experimental, não houve diferença significativa no peso corporal entre os tratamentos.

Em um sistema de monta natural a fertilidade está relacionada com o peso corporal e ao tamanho dos galos, pois reflete na agilidade do acasalamento. O aumento do peso corporal decorrente do consumo de energia torna os machos mais

susceptíveis às desordens mecânicas envolvendo pés e problemas de pernas, e estes problemas acabam interferindo na monta natural (HOCKING DUFF, 1989). Segundo McDaniel (1985), os galos reprodutores devem ganhar peso durante o ciclo de produção para manter alta a eficiência reprodutiva. Entretanto, este ganho deve ser controlado para que os animais não se tornem obesos.

Tabela 13. Peso corporal de galos pesados (médias e erro padrão) em cinco diferentes semanas avaliadas sobre a substituição do milho pelo arroz integral sem casca

Níveis	Peso corporal (g)				
	Idade (Semanas)				
	77	78	79	80	81
0%	5416 ± 199	5383 ± 1951	5177 ± 183	4865 ± 291	4717 ± 300
43,18%	5186 ± 258	5337 ± 248	86,0 ± 258	5071 ± 288	4953 ± 336
79,65%	5108 ± 225	5063 ± 237	25,6 ± 247	4934 ± 319	4983 ± 313
100%	5680 ± 183	5727 ± 146	5580 ± 88	5563 ± 81	5296 ± 247
Valor de P	0,274	0,180	0,259	0,261	0,611

Não houve diferença significativa a 5% de significância ($p \geq 0,05$).

A obesidade parece influenciar a função reprodutiva do macho através de fatores físicos e ambientais, ao invés de aspectos fisiológicos (HOCKINGE DUFF, 1989). Em linhagens pesadas, como a Cobb, não é desejável o ganho de peso demasiado em machos, pois em granjas onde ocorrem a monta natural, o macho muito pesado não é capaz de realizar plenamente a cópula (COBB-VANTRESS, 2013). Dessa forma, a queda no peso corporal que ocorreu não foi prejudicial aos animais, pois mantiveram o peso ideal para a idade.

De acordo com o informado no manual da linhagem o peso considerado ideal para machos Cobb, a partir da 65ª semana de idade, é de 4760g (COBB-VANTRESS, 2013). O padrão Cobb de peso de machos destina-se a manter o macho leve no início da fase de produção, com um crescimento positivo de cerca de 23 g a 25 g por semana, a partir das 30 semanas até a finalização (COBB-VANTRESS, 2013).

A motilidade espermática e o volume seminal não se correlacionam com o peso corporal em galos de linhagem pesada (CELEGHINI et al., 2000). Semelhante ao encontrado no presente tabalho, em que não foi encontrada correlação entre o

peso corporal e a qualidade espermática. Apenas se observou correlação entre o peso corporal e o comprimento de crista ($P \leq 0,01$) (APÊNDICE B), sendo esta uma característica sexual secundária. Diferente do encontrado por Rodenas et al (2005), onde o peso influenciou significativamente ($P \leq 0,01$) o volume seminal de 0,16mL na 29ª semana de idade (2,145Kg), comparado com a 28ª semana de idade (2,098Kg) onde apresentaram volume de 0,13mL.

5. Considerações finais

Nas condições em que foi realizado este trabalho e a partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o arroz integral sem casca pode substituir totalmente o milho em dietas para galos em final de vida reprodutiva sem afetar as características do reprodutivas.

6. Referências

- ADJANOHOOUN, E. Fertilidade relacionada aos machos. In: _____. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. cap. 8, p. 107-115.
- AGROVALOR **Perdas em lavouras de milho são preocupantes no RS**. Notícias 23/04/2012. Disponível em: <http://www.agrovalor.com.br/2011/noticias/3438-perdas-no-milho-sao-preocupantes-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 01 julho 2012.
- AITKEN, R. J. Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. **Reproduction, Fertility and Development**, n.7, p.659-668, 1995.
- ALVES, G. H., RODRIGUES, M. R. A., GOMES, C. B., MONKS, J. L. F., & ELIAS, M. Avaliação da fração lipídica em grãos de arroz via cromatografia gasosa. **Anais do Encontro de Pós-Graduação e I mostra Científica Universidade Federal de pelotas**, 2009.
- BAKST, M.R. and SEXTON, T. J. Fertilising capacity and ultrastructure of fowl and turkey spermatozoa before and after freezing. *Journal of Reproduction and Fertility*, n.55, p.1-7, 1979.
- BARBATO GF, CRAMER PG, HAMMERSTEDT RH. A practical in vitro sperm-egg binding assay, which detects subfertile males. **Biol Reprod**, v.58, p.686-699, 1998.
- BASTOS, R.C. et al., IAC 600 – Cultivar de arroz tipo especial exótico preto. Instituto agrônomo de Campinas, 2004. Folder disponível em: <<http://www.iac.com.br/Cultivares/Folders/arroz/IAC600.htm>>, acesso em 12/09/13.
- BAUMBER, J., BALL, B.A., GRAVANCE, C.G., MEDINA, V. and DAVIES-MOREL, M.C.G. The effect of reactive oxygen species on equine sperm motility viability, acrosomal integrity, mitochondrial membrane potential, and membrane lipid peroxidation. **Journal of Andrology**, n.21, p.895-902, 2000.
- BEARER, E.L.; FRIEND, D.S. Modifications of anionic-lipid domains preceding membrane fusion in guinea pig sperm. **J. Cell. Biol.**, v. 92, p. 604- 615, 1982.]
- 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: 10 nov. 2011.
- BILODEAU J.F, Chatterjee S, Sirard MA, Gagnon C. Levels of antioxidant defenses are decreased in bovine spermatozoa after a cycle of freezing and thawing. **Mol Reprod Dev**, v.55, p.282-288, 2000.
- BILODEAU, J. F.; PATENAUDE, A; PIEDROEUF, B; CARRIER, C; PETROV, P; FAURE, R. and MIRAULT, M-E. Glutathione peroxidase-1 expression enhances recovery of human breast carcinoma cells from hyperoxic cell cycle arrest. **Free Radical Biology & Medicine**, v.33, n. 9, p.1279–1289, 2002.
- BLESBOIS, E., GRASSEAU, L., HERNIER, D. Changes in lipid content of fowl spermatozoa after liquid storage at 2 to 5°C. **Theriogenology**, n.52, p.325-334, 1999.

- BONGALHARDO, D.C.; LEESON, S.; BUHR, M. M. Dietary lipids differentially affect membranes from different areas of rooster sperm. *Poultry Science*, n.88, p.1060–1069, 2009.
- BRUM, B. S. **Quirera de arroz na dieta de frangos de corte e coelhos em crescimento**. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Santa Maria, 2006.
- BURKE, W. H. Reprodução das aves. In: DUKES, H. H. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. v. 38, p. 660-680, 1996.
- CÂNDIDO, Betânia Diniz Volpi. Retenção de carotenoides após moagem de milho biofortificado e durante o armazenamento dos derivados. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2010.
- CASTRO, E. M; VIEIRA, N. R. A; RABELO, R. R; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 1999.
- CEPERO BRIZ, R. Ovos enriquecidos com n-3. **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 10-17, maio 1998.
- CEROLINI S, Kelso KA, Noble RC, Speake BK, Pizzi F, Cavalchini LG. Relationship between spermatozoa lipid composition and fertility during aging of chickens. *Biol Reprod*, v.57, p.976-980, 1997.
- CEROLINI S, Surai PF, Speake BK, Sparks NH. Dietary fish and evening primrose oil with vitamin E effects on semen variables in cockerels. **Br Poult Sci**, v.46, p.214-222, 2005.
- CHAGAS, C. D. **Arroz: importância socio-econômica e nutricional**. Pelotas: 2007.
- CHALAH, T., BRILLARD, J.P. Comparison of assessment of fowl sperm viability by Eosin-Nigrosin and dual fluorescence (SYBR-14/PI). *Theriogenology*, v.50, p.487–493, 1998.
- COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Machos (Reprodutor) Cobb 500**, p.20, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2013, Brasília : Conab, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Diretoria de política agrícola e informação (Dipai); Superintendência de gestão da oferta (Sugof). **Estudos de Prospecção de Mercado, Safra 2012/2013**, Brasília (DF), Setembro 2012. 148 p.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS (USDA). Informação disponível em <<http://www.planetaarroz.com.br>>, acesso em 24 de março de 2014.
- DIEKMAN, AB. Glycoconjugates in sperm function and gamete interactions: how much sugar does it take to sweet-talk the egg? **Cell Mol Life Sci**. n.60, p.298–308, 2003.

DONOGHUE, A. M. Prospective approaches to avoid flock fertility: predictive assessment of sperm function traits in poultry. **Poultry Science**, v. 78, p. 437-443, 1999.

DONOGHUE, A. M.; WISHART, G. J. Storage of poultry semen. **Animal Reproduction Science**, v.62, p.213-232, 2000.

DRUMMOND, D., MURGAS, L.D.S., BERTECHINI, A.G., RODENAS, C.E.O., MACIEL, M.P., ALVARENGA, A.L.N., SOUSA, S.Z. Índice e histologia gonadal em reprodutores de frangos de corte da linhagem avian farm submetidos à restrição alimentar. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1408-1414, nov./dez., 2004.

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

FANTINI, Maria Odorica de Oliveira. tese de defesa: Efeitos da redução do peso corporal sobre as características reprodutivas de galos adultos de matriz pesada, p.43, 2007.

FERREIRA, A.L.L; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Rev. Ass. Med. Brasil**, n.43, p.61-8, 1997.

FERREIRA, P. B. **Cantaxantina e 25-Hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos**. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

FRIDOVICH, I. Superoxide radical and superoxide dismutases. **Rev. Biochem**, n.64, p.97-112, 1995.

Froman DP, Engel HN. Alteration of the spermatozoal glycocalyx and its effect on duration of fertility in the fowl (*Gallus domesticus*). *Biol Reprod*. n.40, p.615–621, 1989.

GARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONÇALVES, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Effect of Cantaxantina Levels on Performance and Egg Quality of Laying Hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. 4: 001, 2002.

GARNER, D.L. & HAFEZ, E.S.E. Espermatozoides e plasma seminal. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 6 ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 97-110.

GOMES, M. A. B. **Ácidos Graxos Essenciais Ω -3 - (AAL) Ácido α Linolênico 18:3(n-3), (EPA) Ácido Eicosapentaenóico 20:5(n-3) e (DHA) Ácido Docosaheptaenóico 22:6(n-3)**. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá/Paraná, Abril 2008.

GONÇALVES, Fernanda Medeiros. **Agentes antioxidantes na reprodução de matrizes pesadas**. 2013. 111f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HALLIWELL, B. and CROSS, C.E. Oxygen-derived Species: Their relation to human disease and environmental stress. **Environmental Health Perspectives**, n.10, p.5-12, 1994.

HALLIWELL B, GUTTERIDGE J.M.C. Free radicals in biology and medicine: Oxford University Press, 1999.

HAMMERSTEDT, R. H. Maintenance of bioenergetic balance in spermand prevention of lipid peroxidation: a review of the effect on design of storage

preservation systems. **Reproduction, Fertility and Development**, p. 5675-690, 1993.

HANSEN, J.C. & DEGUCHI, Y. Selenium and fertility in animals and man – A review. **Acta Veterinaria Scandinavica** 37. p. 19-30, 1996.

HARRIS, E. Regulations of antioxidant enzymes. **FASEB J.**, n.6, p. 2675-2683, 1992.

HOCKING, P.M. DUFF. Effect of dietary crude protein concentration on Semem yield and quality in male broiler breeder fowls. **British Poultry Science**, v.30, p.935-945. 1989.

HOWARTHET B, TORREGROSSA D & BRITTON W. M. The phospholipid content of ejaculated fowl and turkey spermatozoa. **Poultry Science** 56, p. 1265—1268, 1977.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Semeadura e colheita de arroz no RS**. Acompanhamento da colheita 2011/12. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1337888742Semeadura_e_Colheita_do_Arroz_no_RS.pdf Acesso em: 30/06/2012.

JONES, R; MANN and SHERINS, R. Peroxidative breakdown of phospholipids in human spermatozoa, spermicidal properties of fatty acid peroxides and protective action of seminal plasma. **Fertility and Sterility**, n.31 531—537, 1979.

KELSO, K. A; CEROLINI S; NOBLE, R. C; SPARKS, N. H. C and SPEAKE, B. K. Lipid and antioxidant changes in semen of broiler fowl from 25 to 60 weeks of age. **Journal of Reproduction and Fertility**, n.106, 201–206, 1996.

KELSO, K. A; CEROLINI, S; NOBLE, R. C; SPARKS, N. H. C. and SPEAKE, B. K. The effects of dietary supplementation with docosahexaenoic acid on the phospholipid fatty acid composition of avian spermatozoa **Comparative Biochemistry and Physiology**, n.118B 65–69, 1997c.

KELSO, K. A; CEROLINI, S; SPEAKE, B.K; CAVALCHINI, L. G. and NOBLE, R. C. Effects of dietary supplementation with α -linolenic acid on the phospholipid fatty acid composition and quality of spermatozoa in cockerel from 24 to 72 weeks of age **Journal of Reproduction and Fertility**, n.110, 53–59, 1997b.

KELSO, K. A; REDPATH, A; NOBLE, R. C and SPEAKE, B.K. Lipid and antioxidant changes in spermatozoa and seminal plasma throughout their productive period of bulls. **Journal of Reproduction and Fertility**, n.109, 1–6, 1997a.

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

MANELLA, M.R.T. and R. JONES. Properties of spermatozoal superoxide dismutase and lack of involvement of superoxide in metal-ion-catalysed lipid peroxidation reactions in semen. **Biochem**, n.191, p.298-297, 1980.

MANO, Y. et al. Comparative composition of brown rice lipids (lipid fractions) of indica and japonica rices. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.63, n.4, p.619-626, 1999.

MARTIN-RILLO, S.; MARTINEZ, E.; GARCIA C.; ARTIGA C. & DE ALBA, C. Boar semen evaluation in practise. **Reproduction in Domestic Animals**, n.31, p. 519-526, 1996.

MATES, J.M., SANCHEZ-JIMENEZ, F. Antioxidant enzymes and their implications in pathophysiologic processes. **Front. Biosc**, n.4, p.339–345, 1999.

Mc DANIEL G.R. Comedouros separados para reprodutores machos y hembras. Troutman: Pilch 52p, 1985.

McDANIEL, G.R. Manejo da alimentação e fertilidade em machos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE MATRIZES E INCUBAÇÃO, 1997, Campinas. **Anais** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997. p.69-71.

MCDANIEL GR. Manejando los reproductores broilers para obtener máxima fertilidad. **Avicult Prof**, v.20, p.16-17, 2002.

MCDOWEEL, C.H.; Blanchflower, W.J., RICE, D.A. Influence of extraction techniques on the determination of α -tocopherol in animal feedstuffs. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, n.63, p.1258-1261, 1980.

MONKS, J. L. F. **Efeitos da intensidade do polimento sobre parâmetros de avaliação tecnológica e bioquímica, perfil lipídico e conteúdo de ácido fólico em grãos de arroz**. 2010. (Tese de doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NEWTON, I.S. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. *Food Technology*, v. 7, n. 2, p. 169-177, 1996.

NISSEN H. P. and KREYSEL H.W. Polyunsaturated fatty acids in relation to sperm motility. **Andrologia**, n.15, p. 264—269, 1983.

NOBLE, R. C. Egg lipids: _____. **In Egg Quality: Current Patterns and Recent Advances**, p. 159-177, Ed: RG Wills and CG Belyavin. Butterworths, London, 1986.

NORDBERG, J. e ARNÉR, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 31, n.11, p. 1287-1312, 2001.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Site <http://www.fao.org.br>, acesso em 22 de maio de 2013.

Ortega AM, Izquierdo AC, Gómez JJH, Corichi IMO, Torres VMM, Méndez JJV. Peroxidación lipídica y antioxidantes en la preservación de semen: una revisión. *Interciencia*, v.28, p.699-704, 2003.

PAES, M. C. D. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular Técnica, Sete Lagoa - MG, 2006.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). (Org.). *A Cultura do Milho*. 1 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, v. 1, p. 47-61.

PELÁEZ, J. P and LONG, J. A. Characterizing the Glycocalyx of Poultry Spermatozoa: I. Identification and Distribution of Carbohydrate Residues Using Flow Cytometry and Epifluorescence Microscopy. **Journal of Andrology**, v.28, n.2, 2007.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. *Caatinga*, v.22, n.1, p.243-248, 2009.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz vermelho cultivado. **Caatinga**, v.20, p.43-48, 2007.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; BRESEGHELLO, F. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p.1135-1142, 2008.

POMERANZ, Y. e ORY, R.L. Rice processing and utilization. **CRC Handbook of Processing and Utilization in Agriculture**, Vol. II CRC Press, ed. I.A.Wolff, West Palm Beach, FL, 1982.

RAVIE O and LAKE, P. E. The phospholipid-bound fatty acids of fowl and turkey spermatozoa. **Animal Reproduction Science**, n. 9, p. 189-192, 1985.

REIFSCHEIDER, Francisco José Becker; NASS, Luciano Lourenço; HENZ, Gilmar Paulo. Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros. Brasília, 2014.

ROBERTSON, L.; WISHART, G.J. In vitro sperm-egg interaction assay utilizing inner perivitelline layer from laid chicken eggs. In: BAKST, M.R.; CECIL, H.C. (Eds.). **Techniques for semen evaluation, semen storage, and fertility determination**.

RODENAS, C.E.O.; MURGAS, L.D.S.; MACIEL, M.P.; FERRAZ, M.J.; RIBEIRO, M.C.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. Características seminais de galos alimentados com rações suplementadas com diferentes óleos e níveis de vitamina E. **ciênc. Agratec.**, Lavras, v.29, n.1, p.160-167, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in food, ed. ILSI Press, Washington. p. 37-51, 1999.

RODRIGUES, G. H., SUSIN, I., PIRES, A. V., ALENCAR, S. M., MENDES, C. Q., GENTIL, R.S. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo longíssimus dorsi de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.6, p.1346-1352, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Tabelas Brasileiras, p.252. Viçosa: Universitárias, 2011.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p. 307-317, 2007.

SAVOY, IL: Poultry Science Association, Inc. p. 64-67, 1997.

SCOTT, T. W. Lipid metabolism of spermatozoa **Journal of Reproduction and Fertility**, n.18, p. 65-76, 1973.

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

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**, n.17, p 277-236, 2004.

STATISTIX 9.0, Analytical Software, PO Box 12185, Tallahassee e FL 32317.USA, 2009.

STEELE M.G, WISHART G.J. Demonstration that the removal of sialic acid from the surface of chicken spermatozoa impedes their transvaginal migration.

Theriogenology.n.46, p.1037–1044, 1996.

STORCK, C. R. **Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos**. Santa Maria, dez. 2004.

STURKIE, P. D.; OPEL, H. Reproduction in the male, fertilization and early embryonic development. In: STURKIE, P. D. Avian physiology. 3rd. ed. New York: Springer-Verlag, 1976. chapter 17.

Surai, P. and Ionov, I. (1992a). Vitamin E in fowl sperm. Proceedings of the 12th International Congress on Animal Reproduction, The Hague, The Netherlands, Vol. 1, pp. 535-537.

SURAI, P.F., CEROLINI, S., WISHART, G.J., SPEAKE, B.K., NOBLE, R.C. and SPARKS, N.H.C. Lipid and antioxidant composition of chicken semen and its susceptibility to peroxidation. Poultry and Avian Biology Reviews, n.9, p.11-23, 1998.

SURAI, P. F.; FUJIHARA, N.; SPEAKE, B. K.; BRILLARD, J-P.; WISHART, G. J.; SPARKS, N. H. C. Polyunsaturated Fatty Acids, Lipid Peroxidation and Antioxidant Protection in Avian Semen – Review. Asian-Australasian Journal of Animal Science, n.14, p.1024-1050, 2001.

SURAI, P. F. **Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction**. p.391-454, 2002.

SURAI, P. F.; NOBLE, R. C.; SPARKS, N. H.; SPEAKE, B. K. Effect of long-term supplementation with arachidonic or docosahexaenoic acids on sperm production in the broiler chicken. **Journal of Reproduction and Fertility**, n.120, p.257-264, 2000.

TAIRA, H. Grain quality: physicochemical properties and quality of rice grains. In: MATSUO, T. et al. **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Police Research Center, 1995. v. 2 (Physiology). chapter 6.1, p. 1063-1089.

TERRA, R. Detalhes importantes no manejo de matrizes e no manejo de machos Cobb 500. In: SIMPOSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 6., 2005, Balneário de Camboriú, SC. Anais Balneário de Camboriú: editora, 2005. p.171-181.

WALSON, J. D. and BERRY, A. 2005. **DNA: o segredo da vida**. Tradução de Malferrari CA. São Paulo. Companhia das letras. 470p.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (UBABEF) **Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura**, p.57, São Paulo, 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (UBABEF) **Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura**, p.57, São Paulo, 2013.

ZANINI, S.F. **Fontes de óleo e níveis de suplementação de vitamina E na ração sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de galos leves**. 2001. 139f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Apêndices

APÊNDICE A

Tabela de controle da temperatura e umidade do ambiente durante o período experimental.

Registro de temperatura e umidade				
Data	Temp. Max.	Umidade Max.	Tempo. Min.	Umidade min.
30/10/2012	21,9	94%	21,9	94%
31/10/2012	26,1	94%	19,7	74%
01/11/2012	23	87%	17,9	75%
02/11/2012	25,1	89%	17,1	58%
03/11/2012	25,7	85%	17,7	58%
04/11/2012	20,0	85%	20,0	85%
05/11/2012	26,9	89%	19,8	58%
06/11/2012	30,1	81%	22,8	54%
07/11/2012	31,4	78%	23,0	43%
08/11/2012	24,0	78%	24,0	78%
09/11/2012	30,7	84%	23,6	62%
10/11/2012	26,2	83%	26,2	83%
11/11/2012	29,1	86%	23,7	86%
12/11/2012	24,9	90%	21,9	77%
13/11/2012	24,9	90%	18,5	69%
14/11/2012	25,5	82%	19,0	55%
15/11/2012	25,1	78%	20,9	54%
16/11/2012	25,7	80%	20,8	63%
17/11/2012	27,0	79%	20,8	51%
18/11/2012	26,4	78%	19,2	58%
19/11/2012	27,6	86%	21,3	59%
20/11/2012	30,8	81%	21,3	55%
21/11/2012	29,5	84%	20,5	56%
22/11/2012	27,6	83%	19,2	56%
23/11/2012	28,1	88%	22,1	64%
24/11/2012	28,1	89%	21,1	64%
25/11/2012	27,3	81%	17,4	84%
26/11/2012	27,7	78%	17,6	52%
27/11/2012	28,0	76%	21,5	76%
28/11/2012	31,1	82%	20,8	32%
29/11/2012	29,8	77%	22,3	48%
30/11/2012	27,6	79%	21,8	58%
01/12/2012	29,1	84%	23,0	64%
02/12/2012	28,9	74%	20,5	55%
03/12/2012	30,5	79%	21,6	42%
04/12/2012	31,7	86%	24,3	86%
05/12/2012	29,5	88%	24,0	54%
06/12/2012	31,1	89%	24,3	57%
07/12/2012	31,3	91%	23,7	68%
08/12/2012	28,3	93%	21,5	78%
09/12/2012	29,9	82%	22,8	69%
10/12/2012	30,7	74%	22,1	48%

APÊNDICE B

Correlação de Spermán entre as características seminais, volume espermático, concentração espermática, motilidade espermática, integridade da membrana espermática, teste de penetração espermática, peso do testículo, comprimento da crista, altura da crista, e peso corporal.

	Conc.	Motili.	Integ.	Test. Penet.	P. Test.	Comp. Crista	Alt. Crista	P. Final
Vol	0,30	0,16	0,53	-0,05	0,43	0,40	0,40	0,40
p	0,19	0,48	0,01**	0,83	0,05*	0,07	0,08	0,07
Conc.	-	0,08	0,45	0,06	-0,30	-0,07	-0,06	-0,07
p		0,73	0,04*	0,78	0,89	0,75	0,78	0,75
Motili.	-	-	0,06	-0,32	-0,26	-0,28	-0,28	-0,28
p			0,78	0,17	0,27	0,22	0,22	0,22
Integ.	-	-	-	0,88	0,09	0,15	0,17	0,15
p				0,038*	0,57	0,53	0,54	0,53
Test. Penet.	-	-	-	-	0,12	0,12	0,13	0,12
p					0,61	0,62	0,58	0,62

Correlação de Spermán *($p < 0,05$) e ** ($p < 0,01$)

APÊNDICE C

Correlação de Pearson entre as características de peso do testículo, comprimento da crista, altura da crista, e peso corporal.

	Comprim. Crista	Altura crista	Peso final
Peso T.	0,20	0,40	0,20
p	0,80	0,60	0,80
Comp C.	-	0,80	1,0
p		0,19	0,0001**
Altura C.	-	-	0,80
p			0,19

Correlação de Pearson *($p < 0,05$) e ** ($p < 0,01$).