

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS, SUBMETIDAS A DIETAS À BASE DE
SORGO – SOJA**

JARIER DE OLIVEIRA MORENO

FORTALEZA – CEARÁ

2005

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS, SUBMETIDAS A DIETAS À BASE DE
SORGO – SOJA**

JARIER DE OLIVEIRA MORENO

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS -
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA – CEARÁ

2005

M842a

Moreno, Jarier de Oliveira

Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas à base de sorgo – soja / Jarier de Oliveira Moreno.- Fortaleza, 2005.

86f. : il.-

Orientador :Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola
Dissertação (Mestrado) em Zootecnia –
Universidade Federal do Ceará

1. Sorgo 2. Desempenho 3. Qualidade do ovo
4. Poedeiras I. Título

C.D.D. 636.08

C.D.U. 636.082.46

Esta dissertação foi submetida a exame como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

JARIER DE OLIVEIRA MORENO

Dissertação aprovada em: 15 / 03 / 2005

Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola
ORIENTADOR

Dr. Ednardo Rodrigues Freitas
CONSELHEIRO

Prof. Dr. Cláudio Cabral Campello
CONSELHEIRO

Aos meus pais, **Josefa Barbosa de Oliveira Moreno e Rodier Batista Moreno** (*in memoriam*) pelo amor, compreensão e incentivo ao longo de minha vida.

Aos meus irmãos, **Grace e Renier**, pelo companheirismo e apoio a que me foi dado durante esse período importante na minha vida.

À minha namorada **Eveline**, pelo amor que sentimos um pelo outro e pela paciência nos momentos de ausência.

Dedico.

“Aprender uma coisa significa entrar em contato com um mundo do qual não se tem a menor idéia. É preciso ser humilde para aprender”

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a **DEUS**, por ter me dado a vida, pelo apoio nos momentos difíceis, e por ter me dado sabedoria suficiente para ultrapassar todos os obstáculos.

À **Universidade Federal do Ceará (UFC)**, através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (M/D) por ter-me proporcionado a realização do Curso de Mestrado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa **CEAVE – Aviário Cearense**, pelo fornecimento dos insumos e equipamentos necessários para a formulação das dietas.

Ao professor **Gastão Barreto Espíndola**, pela amizade, orientação e estímulo para a realização e conclusão da dissertação.

À Dra. **Socorro Vieira dos Santos**, pela co-orientação e apoio técnico ao longo do experimento.

Ao Dr. **Ednardo Rodrigues Freitas**, pela orientação nas análises estatísticas da referida dissertação.

Ao professor **Cláudio Cabral Campello**, pela participação da banca examinadora e pelas valiosas sugestões na referida dissertação.

À professora **Maria de Fátima Freire Fuentes**, por ceder o Setor de Avicultura para a realização do ensaio de campo.

Aos **professores** do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (M/D) da UFC, pelos ensinamentos no decorrer do curso.

À **Equipe** do Laboratório de Nutrição Animal da UFC, pela ajuda durante a etapa laboratorial da pesquisa.

Aos estagiários **Paula, Getro, Antônio José e Adriano**, pela ajuda de campo e laboratorial durante toda a pesquisa.

Aos **colegas de mestrado**, pela amizade e companheirismo nesses dois anos, e pela troca de conhecimentos que vivenciamos ao longo desse período.

Aos **Funcionários** do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFC, pela paciência e colaboração na condução do experimento.

Enfim, a **todas** as pessoas que, direta ou indiretamente, vivenciaram comigo esta grande etapa da minha vida.

O AUTOR.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE ANEXOS	XIII
RESUMO.....	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Considedietas gerais sobre a cultura do sorgo	03
2.2. Valor nutricional do sorgo granífero	05
2.3. O tanino como fator anti-nutricional.....	07
2.3.1. Teores de tanino no sorgo granífero	07
2.3.2. Métodos de remoção do tanino no grão de sorgo.....	11
2.3.3. Métodos para quantificar o tanino	12
2.4. Efeitos da adição do sorgo em dietas avícolas.....	14
2.4.1. Corte	14
2.4.2. Postura	19
2.5. O ovo como produto comercial	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Localização e duração do trabalho experimental	27
3.2. Planejamento estatístico	28
3.3. Aves experimentais.....	28
3.4. Rações experimentais	30
3.4.1. Composição	30
3.4.2. Análise bromatológica das matérias – primas utilizadas.....	31
3.4.3. Formulação	31
3.4.4. Elaboração	31
3.5. Procedimento experimental	36

3.6. Parâmetros experimentais	37
3.6.1. Desempenho zootécnico.....	37
3.6.2. Qualidade do ovo	38
3.6.3. Custo de Produção	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. Desempenho zootécnico	39
4.2. Qualidade do ovo	46
4.3. Custo de Produção	52
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
7. ANEXOS	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Valores energéticos e nutricionais do milho e do sorgo (BT e AT) para aves.....	6
TABELA 2.	Antecedentes sobre a utilização do sorgo em dietas de frangos de corte	18
TABELA 3.	Antecedentes sobre a utilização do sorgo em dietas de poedeiras	25
TABELA 4.	Dados meteorológicos durante a fase experimental.....	27
TABELA 5.	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais	33
TABELA 6.	Composição do suplemento vitamínico, por Kg do produto, usado na fase experimental.....	34
TABELA 7.	Composição do suplemento mineral, por Kg do produto, usado na fase experimental.....	34
TABELA 8.	Composição químico-bromatológica e aminograma das matérias-primas básicas	35
TABELA 9.	Níveis de tanino (%) presente nas dietas experimentais	35
TABELA 10.	Porcentagem de postura (ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	39
TABELA 11.	Consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	41
TABELA 12.	Conversão alimentar (kg/kg de ovo) de poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	43
TABELA 13.	Peso dos ovos (g) de poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural	44
TABELA 14.	Porcentagem de casca (g) no ovo de poedeiras comerciais submetidas dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural	46

TABELA 15.	Percentagem de albúmen no ovo de poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	47
TABELA 16.	Percentagem de gema no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	49
TABELA 17.	Coloração da gema do ovo de poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.....	50
TABELA 18.	Custo das dietas, efeito da substituição do milho pelo sorgo e da adição de pigmentante sintético nos custos e custo para a produção de 1kg de ovos de diferentes dietas suplementadas ou não com pigmentante natural	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Distribuição das gaiolas no galpão experimental.....	29
------------------	--	----

LISTA DE ANEXOS

TABELA 1A.	Síntese das análises de variância da percentagem de postura (ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	63
TABELA 2A.	Síntese das análises de variância do consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	64
TABELA 3A.	Síntese das análises de variância da conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	65
TABELA 4A.	Síntese das análises de variância do peso do ovo (g) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	66
TABELA 5A.	Síntese das análises de variância da percentagem de casca no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	67
TABELA 6A.	Síntese das análises de variância da percentagem de albúmen no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	68
TABELA 7A.	Síntese das análises de variância da percentagem de gema no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total de milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	69
TABELA 8A.	Síntese das análises de variância da coloração da gema do ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	70
TABELA 9A.	Peso inicial, peso final e ganho de peso de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.	71
TABELA 10A.	Preço unitário dos ingredientes das dietas experimentais.....	71

RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de estudar o efeito da substituição do milho pelo sorgo, com e sem a adição de um pigmentante natural, em dietas para poedeiras, sobre o desempenho e qualidade do ovo. Cento e sessenta poedeiras da linhagem Hy-Line, com quarenta e sete semanas de idade, foram alojadas num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de oito aves, totalizando trinta e duas aves por tratamento. As dietas foram isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, formuladas à base de milho, sorgo e farelo de soja, suplementadas ou não com pigmentante natural. Os tratamentos utilizados foram: T1 – ração contendo 100% de milho como cereal energético; T2 – ração contendo 50% de milho e 50% de sorgo sem pigmentante natural; T3 – ração contendo 50% de milho e 50% de sorgo com pigmentante natural; T4 – ração contendo 100% de sorgo sem pigmentante natural; T5 – ração contendo 100% de sorgo com pigmentante natural. O experimento teve a duração de cento e doze dias, divididos em quatro períodos de vinte e oito dias. As variáveis estudadas foram: desempenho zootécnico – percentagem de postura (ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo) e peso do ovo (g); qualidade do ovo – percentagem de casca, percentagem de albúmen, percentagem de gema e coloração da gema e; custo de produção. A análise de variância dos dados mostrou que a percentagem de postura foi significativamente menor ($P < 0,05$) na ração com 100% de sorgo e pigmentante natural (T5), quando comparada com os demais tratamentos. Quanto à coloração da gema do ovo, a ração com 100% de milho apresentou pigmentação superior ($P < 0,05$), quando comparado com as dietas com 50% e 100% de sorgo sem o pigmentante. Além disso, a coloração da gema do ovo foi significativamente maior ($P < 0,05$) nos tratamentos com 50 e 100% de sorgo com o pigmentante, em relação ao tratamento controle. O custo de produção mostrou que o sorgo pode substituir totalmente o milho, desde que se reduza o nível de pigmentante na dieta. De acordo com os resultados encontrados, conclui-se que a substituição parcial e total do milho por sorgo não afeta as características de desempenho (exceto a percentagem de postura) e qualidade do ovo das poedeiras e a inclusão do pigmentante natural nas dietas com sorgo contornou o problema da pigmentação da gema do ovo.

ABSTRACT

The experiment was designed to study the effect of the substitution of the corn for sorghum, with and without addition of a natural pigment, in diets for laying hens, on performance and quality of the egg. One hundred and sixty Hy-Line White Leghorns hens with 47 weeks of age, were distributed in a completely randomized design, with four repetitions of eight birds, totalizing 32 birds per treatment. The diets were isoenergetics, isoproteics and isoaminoacidics, based on corn, soybean meal and sorghum, supplemented or not with natural pigmentant. The treatments were: T1 - diet with 100% of corn as energy cereal; T2 - diet with 50% of corn and 50% of sorghum without natural pigment; T3 - diet with 50% of maize and 50% of sorghum with natural pigment; T4 - diet with 100% of sorghum without natural pigment; T5 - diet with 100% of sorghum with natural pigment. The experiment was held for 112 days divided in four periods of 28 days each. The variables studied were: performance – egg production (% hen/day), feed intake (g/bird per day), feed: gain ratio (kg feed/kg egg) and egg weight (g); Quality egg – eggshell (%), egg-albumen (%), egg-yolk (%) and yolk color (fan Roche); feed cost. Analysis of variance showed that the egg production was significantly lesser ($P<0,05$) in the diet with 100% of sorghum with natural pigment, when compared to the other treatments. How much to the pigmentation of the egg yolk, T1 diet presented highest pigmentation ($P<0,05$), when compared with T2 and T4. Moreover, the pigmentation of the egg-yolk was significantly highest ($P<0,05$) in the T3 in relation to the T2, as well as in the T5 in relation to the T4. The production cost suggested that the replacement for 100% of corn by sorghum and addition of natural pigment increased the production cost of one kilogram of egg, with good acceptance of consuming market. In conclusion, the partial and total substitution of the corn for sorghum did not affect the characteristics of performance (except egg production), and egg quality of laying hens and the inclusion of the natural pigment in the rations with sorghum skirted the problem of the pigmentation egg yolk.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico da avicultura ocorre com tal velocidade que nunca se deve estar satisfeito com o *status quo* do empreendimento avícola. A avicultura é uma atividade complexa e altamente tecnificada, na qual para o seu perfeito funcionamento deve haver interação harmoniosa entre genética, nutrição, manejo e sanidade.

Sob o ponto de vista nutricional, o milho é o principal alimento utilizado como fonte energética nas rações animais. No Brasil, o milho e o farelo de soja representam 80 - 90% dos ingredientes empregados nas rações de aves e suínos (RODRIGUES et al., 2003).

De acordo com ROSTAGNO et al. (2000c), esse cereal tem sua crescente produção e comercialização influenciada pelas políticas econômicas de governo, estando sujeito a variações, em função da disponibilidade e economicidade. Esses fatores, aliados à crescente procura desse cereal para alimentação humana, têm levado diversos produtores a buscar alimentos alternativos na alimentação animal

Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de viabilizar técnico-economicamente sucedâneos do milho na formulação de rações animais, devendo-se levar em consideração o valor nutritivo, o nível de inclusão e a viabilidade econômica dos mesmos. Dentre os alimentos alternativos, o sorgo se constitui numa das opções que as indústrias de rações e produtores dispõem para a alimentação animal.

O sorgo é cultivado extensivamente em todo o mundo, especialmente nas zonas áridas e semi-áridas. Atualmente, ocupa entre os cereais o quinto lugar em área plantada no mundo, atrás do trigo, arroz, milho e cevada. A produção de sorgo na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália, destina-se principalmente à alimentação animal, ao passo que na Ásia, África, Rússia China e América Central, o grão é importante na alimentação humana (MURTY e KUMAR, 1995).

Segundo GUATIERI e RAPACCINI (1990), o grão de sorgo apresenta características nutricionais muito semelhantes as do milho, embora ligeiramente inferior em valor energético e um pouco mais rico em valor protéico. O fator limitante da utilização do grão de sorgo na alimentação de aves é a presença de substâncias antinutricionais, em especial o tanino, que provoca um efeito negativo sobre a digestão intestinal, ocasionando uma redução na energia metabolizável e na digestibilidade dos aminoácidos

Outro fator importante quanto à utilização de sorgo é o nível de inclusão desse cereal em rações avícolas, pois dependendo desse nível pode ocorrer redução severa da coloração da gema do ovo e carcaça do frango, causando a recusa dos produtos (ovos e carne) por parte dos consumidores, exigindo a adição de pigmentantes artificiais ou naturais à ração. A opção pelos pigmentantes naturais tem aumentado, em virtude das restrições dos consumidores e das legislações dos países desenvolvidos que proíbem a adição de pigmentantes sintéticos às rações animais e aos alimentos humanos (KISHIBE et al., 2000; PEREIRA et al., 2001; SILVA et al., 2000).

O objetivo desta pesquisa consiste em estudar a possibilidade concreta da substituição do milho pelo sorgo, além do uso de um pigmentante natural em dietas de postura, sobre o desempenho, qualidade do ovo e economicidade da produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais sobre a cultura do sorgo

O sorgo é uma planta pertencente à família *Graminae/Poaceae*, cujo nome científico é *Sorghum bicolor L. Moench*. Esse cereal é um produto da intervenção do homem, que domesticou a espécie e, ao longo de gerações, vem transformando-a para satisfazer as necessidades humanas. O sorgo é uma extraordinária fábrica de energia, de enorme utilidade em regiões muito quentes e muito secas, onde o homem não consegue boa produtividade de grãos ou de forragem cultivando outras espécies, como o milho (SUBRAMANIAN e META, 2000).

- Origem

Conforme WALKER (1999), a origem do sorgo está provavelmente na África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, deve ter acontecido por volta de 3000 AC, ao tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no Egito Antigo a partir da Etiópia.

O sorgo provavelmente chegou ao Brasil da mesma forma como chegou na América do Norte e Central: através dos escravos africanos. Nomes como "Milho d' Angola" ou "Milho da Guiné", encontrados na literatura e até hoje no vocabulário do nordestino do sertão, sinalizam que possivelmente as primeiras sementes de sorgo trazidas ao Brasil entraram pelo Nordeste, no período de intenso tráfico de escravos para trabalhar na atividade açucareira (RIBAS, 2000).

- Aspectos climáticos

Segundo AGUIAR et al. (2000), o sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. Embora de origem tropical, o sorgo vem sendo cultivado em latitudes e até 45° norte ou 45° sul, e isso só foi possível graças aos trabalhos dos melhoristas

de plantas, que desenvolveram cultivares com adaptação fora da zona tropical. O cultivo é feito principalmente onde a precipitação anual se situa entre 375 e 625 mm ou onde esteja disponível irrigação suplementar

- **Ecofisiologia**

O sorgo é uma planta de dias curtos (floresce em noites longas) e com altas taxas fotossintéticas. Tolerância maior ao déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais, e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo. Esse cereal é sensível ao fotoperiodismo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos, de luz e escuro. Ele requer menos água para desenvolver quando comparado com outros cereais. Além disso, devido a sua origem tropical, o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33 a 34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C a produtividade decresce (MAGALHÃES et al., 2000).

- **Aspectos produtivos**

De acordo com DUARTE (2000), a produção mundial de grãos de sorgo foi estimada em cerca de 58,9 milhões de toneladas métricas em julho de 2002, sendo os Estados Unidos os maiores produtores mundiais, com quase 14 milhões de toneladas. Índia, Nigéria, México, Sudão, China, Argentina, Austrália, Etiópia e Burkina, pela ordem, completam o grupo dos dez maiores produtores mundiais de grãos de sorgo. Na América do Sul, a Argentina é o maior produtor, seguido pelo Brasil, sendo a região Centro-Oeste a área mais importante do país no cultivo desse cereal.

- **Importância econômica**

RIBAS (2000) descreve o sorgo, entre as culturas alimentares, como uma das mais versáteis e mais eficientes. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas

panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até às inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes. Segundo o mesmo autor, agronomicamente, os sorgos são classificados em 4 grupos, a saber:

1 – Granífero: inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica (grupo de maior expressão econômica);

2 – Forrageiro para silagem e sacarino: inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e produção de açúcar e álcool.

3 – Forrageiro para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta.

4 – Vassoura: incluem tipos de cujas panículas são confeccionadas vassouras.

2.2. Valor nutricional do sorgo granífero

Segundo SULLIVAN (1989), a recomendação para a formulação de rações avícolas, na qual o pigmento é o principal fator limitante, é a utilização de 15 – 20% de sorgo em relação à fórmula total, na qual essa formulação estará suficientemente balanceada em proteínas, aminoácidos, energia e nutrientes em geral.

O teor de energia metabolizável do sorgo, segundo a tabela de composição dos alimentos proposta pelo NRC (1994) é de 3288 Kcal/Kg. Como desvantagens, o sorgo apresenta níveis de aminoácidos sulfurados abaixo daqueles do milho, níveis muito baixo de pigmentos (10 a 15 vezes menor que o do milho) e de ácido linoléico e, dependendo da variedade, diferentes níveis de tanino (PENZ, 1991).

ROSTAGNO (1986) obteve o valor nutricional médio de 90,2% para o sorgo de baixo tanino e de 79,3% para o do sorgo de alto tanino, em relação ao valor nutritivo do milho (índice 100%), levando em consideração o conteúdo dos principais nutrientes, energia e o desempenho obtido com frangos de corte e poedeiras comerciais.

De acordo com as principais análises disponíveis na literatura, o sorgo apresenta teor de proteína em torno de 8–9%, embora esses níveis possam ser mais elevados, dependendo das variedades, ambiente, fertilidade do solo, entre outros (PENZ, 1991). Em relação aos níveis de aminoácidos do sorgo, quando comparados aos do milho, SULLIVAN (1989) observou que o milho tem níveis mais altos de arginina, glicina, lisina, metionina e tirosina. Já o sorgo possui níveis maiores de histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, serina e valina. Os níveis de cistina, prolina, treonina e triptófano são análogos para ambos os cereais.

A composição química e os valores energéticos do milho e do sorgo de baixo tanino (BT) e alto tanino (AT) encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Valores energéticos e nutricionais do milho e sorgo de baixo tanino (BT) e alto tanino (AT) para aves.

Princípios Nutricionais	Milho grão	Sorgo BT	Sorgo AT
Matéria Seca (%)	87,10	86,72	85,88
Proteína bruta (%)	8,57	8,80	8,61
Gordura (%)	3,46	2,82	2,35
Ácido linoléico (%)	1,91	1,15	1,13
Fibra bruta (%)	1,95	2,23	2,78
FDA (%)	3,42	3,80	4,60
Matéria mineral (%)	1,28	1,52	1,86
Cálcio (%)	0,03	0,04	0,03
Fósforo total (%)	0,24	0,27	0,26
Fósforo disponível (%)	0,08	0,09	0,08
E.M.A (Kcal/kg)	3.371	3.192	2.956
E.M.V (Kcal/kg)	3.400	3.738	3.037
Lisina (%)	0,25	0,22	0,22
Metionina (%)	0,17	0,16	0,16
Metionina + cistina (%)	0,37	0,33	0,33

Fonte: ROSTAGNO et al. (2000) – adaptado; BT (baixo tanino) e AT (alto tanino)

Uma limitação nutricional do uso do sorgo na alimentação humana é a baixa digestibilidade das proteínas do mesmo quando cozido. Os fatores que afetam a digestibilidade da proteína do sorgo podem ser divididos em dois grupos principais (DUODU et al., 2003):

1 – Fatores exógenos: estrutura organizacional do grão, polifenóis, ácido fítico, polissacarídeos amiláceos e não amiláceos;

2 – Fatores endógenos: ligações cruzadas dissulfídicas e não-dissulfídicas, hidrofobicidade das karfirinas (proteínas de estoque) e mudanças na estrutura secundária da proteína.

2.3. O tanino como fator anti - nutricional

2.3.1. Teores de tanino no sorgo granífero

O primeiro conceito para os taninos foi estabelecido em 1966 por Haslam, que os definiu como polímeros fenólicos, solúveis em água que precipitam proteínas, apresentam sabor amargo e adstringente, possuem capacidade de inibir enzimas, formam complexos com carboidratos e outros polímeros não-protéicos e possuem atividade antimicrobiana. Em 1981, Horvath apresentou uma versão mais abrangente para os taninos, os quais foram definidos como compostos fenólicos de alto peso molecular que contém grupos fenólicos com hidroxilas e outros grupos conjugados (grupos carboxílicos) e formam complexos com proteínas e outras macromoléculas (BUTOLO e JUNQUEIRA, 2001).

- Tipos de compostos fenólicos presentes no grão de sorgo.

Devido ao fato de não apresentar uma proteção para as sementes, como por exemplo, a palha do milho ou as glumas do trigo e da cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, que servem como uma defesa química contra pássaros e outros competidores.

WALKER (1999) classifica os vários compostos fenólicos presentes no grão de sorgo em três grupos básicos:

- Ácidos fenólicos: são encontrados em todos os tipos de sorgo, não têm efeito adverso na qualidade nutricional, porém podem causar cor indesejável aos alimentos, quando processados sob condições alcalinas.

- Flavonóides: não são encontrados em todos os tipos de sorgo. A exemplo dos ácidos fenólicos, também não causam problemas na digestibilidade e palatabilidade do sorgo. Constituem um amplo grupo de compostos fenólicos encontrados nas plantas, sendo que alguns deles estão entre os principais pigmentos presentes em vegetais.
- Taninos: tipo de fenol, encontrado principalmente na testa das sementes. A testa é um tecido altamente pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo e sua existência é fator determinante da presença de tanino em sorgo.

O sorgo produzido em muitos países apresenta-se livre de tanino. Nos Estados Unidos, 96 a 98% do sorgo plantado não contém tanino e na Inglaterra esse percentual atinge os 100% (BOREN e WANISKA, 1992). No entanto, nenhuma discussão pode ser considerada completa caso não seja discutida também a presença desse composto fenólico no grão de sorgo.

De acordo com MAGALHÃES et al. (2000), a presença de tanino no grão de sorgo depende da constituição genética da planta. Os genótipos que possuem os genes dominantes B1 e B2 são considerados sorgo com presença de tanino. No passado era comum encontrar a classificação de sorgo nos grupos I, II e III, representando, respectivamente, teores baixos, médios e altos de tanino. Atualmente, sabe-se que o tanino está presente ou ausente no grão. Estudos têm mostrado que percentuais abaixo de 0,70% no grão, verificados em algumas análises laboratoriais, são devido a outros fenóis e não ao tanino condensado e, portanto, não são prejudiciais à dieta alimentar das aves

Os taninos podem ser classificados em dois grupos: hidrolisáveis e condensados. Os taninos hidrolisáveis não são encontrados em grandes quantidades no grão de sorgo. Já os taninos condensados são aqueles encontrados em sorgos resistentes a pássaros. Os taninos condensados possuem ação antinutricional, principalmente para os monogástricos. Como esses polifenóis são metabólitos secundários, ou seja, não participam de vias metabólicas responsáveis por crescimento e reprodução, a ação dos mesmos varia enormemente (WALKER, 1999).

Conforme SERNA-SALDIVAR e ROONEY (1995), o tanino do sorgo é do tipo condensado, constituído pela polimerização do Flavan 3-4 diol (catequinas ou epicatequinas), caracterizando-se pela resistência à hidrólise, e encontra-se concentrado na testa do grão. Esse tipo de tanino geralmente não é absorvido no trato digestivo dos animais, provavelmente devido ao seu alto peso molecular, assim seu efeito é restrito apenas ao aparelho digestivo. JIMENEZ-RAMSEY et al. (1991), alimentando pintos de corte com dietas contendo frações fenólicas marcadas (C¹⁴), extraídas de vários cultivares de sorgo, observaram que apenas os fenóis de baixo peso molecular foram absorvidos pelos tecidos do corpo.

O tanino condensado afeta o valor nutricional dos alimentos de várias maneiras: formando complexos com proteínas, com íons metálicos divalentes, carboidratos e outras macromoléculas. Também é responsável pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo e provoca erosões das células epiteliais do intestino, diminuindo assim, a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (FIALHO e BARBOSA, 1997; BUTOLO e JUNQUEIRA, 2001). KING et al. (2000) sugeriram que o efeito antinutricional do tanino presente no sorgo *in vitro* pode estar também relacionado com sua ação inibitória às proteínas transportadoras de aminoácidos presentes nas microvilosidades da borda em escova dos enterócitos.

Segundo MAGALHÃES et al. (2000), acredita-se que a associação do tanino com a proteína e a estabilidade desse complexo se deve, sobretudo, à formação de pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre essas moléculas. As proteínas diferem enormemente quanto à sua afinidade pelos taninos. As principais características das proteínas que influenciam positivamente nessa associação são: alto peso molecular, estrutura mais aberta e flexível, ponto isoelétrico e conteúdo de prolina. Essa última característica provavelmente é o mais importante fator que interfere na associação entre taninos e proteínas do sorgo, uma vez que a prolina possui características hidrofóbicas e contribui para a conformação mais aberta da molécula de proteína. Em relação à estrutura e propriedade dos polifenóis importantes na formação do complexo tanino-proteína, destacam-se três características: maior tamanho do polifenol, conformação flexível, cuja retração facilita a ligação polifenol - proteína e a baixa solubilidade do polifenol.

O valor da energia nas dietas de aves contendo sorgo de alto tanino é menor do que nas dietas contendo sorgo de baixo tanino ou milho, devido ao fato de que o tanino reduz o valor da energia do sorgo por interferir na digestibilidade do amido, provavelmente por causa do seu efeito sobre a atividade enzimática. A suplementação de dietas à base de sorgo de alto tanino com níveis significativos de gordura aumenta o valor nutritivo da dieta, pois a gordura extra serve como uma fonte adicional de energia que compensa as perdas de energia metabolizável por essa dieta contendo tanino (DOUGLAS, et al., 1990a; FLORES et al., 1994).

- Vantagens e desvantagens da presença do tanino

BUTOLO (2002) relatou as principais vantagens agronômicas do tanino, a saber:

1 – Resistência a pássaros: é talvez a mais importante, pois, em algumas regiões produtoras de sorgo, o dano causado por pássaros é tão severo que a perda da cultura pode ser total. A maior incidência do ataque de pássaros se verifica no estágio de grão leitoso e pastoso. A resistência verificada nessa fase se deve a adstringência causada pelo tanino, ao formarem complexos e precipitarem as proteínas. Ressalta-se, no entanto que, dependendo da densidade populacional dos pássaros e da não disponibilidade de outros alimentos mais palatáveis na área, eles até podem consumir sorgo com tanino.

2 – Resistência aos fungos causadores de podridão no grão antes da colheita: alguns fungos podem comprometer a produção e a qualidade de grãos e sementes, favorecendo a concentração de micotoxinas na massa de grãos. As condições ideais para o desenvolvimento de fungos são a ocorrência de temperaturas elevadas e altas umidades por ocasião da maturação do sorgo.

3 – Redução da germinação de grãos na panícula: ocorre comumente durante períodos prolongados de chuva, após a maturação fisiológica, quando as altas temperaturas e umidade favorecem a germinação. O principal modo de ação do tanino nesse caso está relacionado com o mecanismo de dormência da semente,

uma vez que, encontrando-se na testa da semente, o tanino pode retardar a absorção de água, atrasando, conseqüentemente, a germinação.

4 – Resistência a insetos: está relacionada principalmente com os afídeos, no período inicial de crescimento do sorgo. Os compostos fenólicos não controlam, no entanto, insetos de grãos armazenados.

A principal desvantagem do tanino, segundo BUTLER et al. (2001), é o seu efeito antinutricional, causado pelo complexo tanino-proteína, o que provoca uma diminuição na digestibilidade, limitando assim, o uso do sorgo na dieta animal, principalmente nos monogástricos. O efeito do tanino na digestibilidade *in vitro* da matéria seca tem sido provado em vários estudos, nos quais foi detectada correlação negativa entre a presença de tanino no grão e a digestibilidade.

2.3.2. Métodos de remoção do tanino do grão de sorgo

Segundo RAHNEMA et al. (1987), o tanino pode ser removido do grão de sorgo para evitar os seus efeitos antinutricionais. Essa remoção pode ser tanto química quanto física. Dentre os métodos químicos de remoção, destaca-se o uso de água, HCl, hidróxido de amônio, hidróxido de potássio e hidróxido de sódio

Dentre os métodos físicos de remoção do tanino, há o processo de moagem e armazenamento dos grãos de sorgo. Desde longa data, sabe-se da necessidade do processamento dos grãos de sorgo antes de serem incorporados às rações animais. O processamento mais barato é a moagem dos grãos. A moagem fina não é recomendada, pois além de maior dispêndio de tempo e energia para o processo, reduz o consumo dos animais. Para aves, o sorgo utilizado nas rações é submetido à moagem média, que constitui a forma mais prática de uso (FERREIRA, 1979).

GARCIA E MAIER (1995) estudaram o efeito da moagem e armazenamento do sorgo, por curto período de tempo, sobre a redução do teor de tanino nos grãos e sua ação sobre o desempenho de pintos na fase inicial. Foram utilizados 112 pintos, do nascimento até o 23º dia de idade. Os tratamentos

consistiram em: T1 e T2 = dieta à base de sorgo com alto teor de tanino, armazenado inteiro e moído, respectivamente; T3 e T4 = ração contendo sorgo com baixo teor de tanino, armazenado inteiro e moído, respectivamente. O desempenho das aves foi avaliado pelo consumo médio de ração, ganho médio de peso e conversão alimentar. A dieta contendo sorgo de alto tanino, armazenado inteiro, apresentou resultados significativamente menores ($P < 0,05$) quanto às variáveis estudadas, embora na conversão alimentar tenha diferido estatisticamente apenas do tratamento que apresentava sorgo de alto tanino, também armazenado inteiro..

2.3.3. Métodos para quantificar o tanino

RODRIGUES (1996), verificou que os métodos colorimétricos são os protocolos mais comuns, sensíveis e baratos utilizados para se determinar a presença de tanino em sorgo. Podem ser divididos em dois grupos básicos:

1 - Reações com grupos fenólicos gerais

Esse tipo de metodologia envolve as reações de oxi-redução ou formação de complexos com íons metálicos. Além disso, não discriminam tanino e outros compostos fenólicos. Ressalta-se, no entanto, que o sorgo não tem mostrado, na sua constituição química, grande quantidade de outros compostos fenólicos além do tanino.

Dentre os que utilizam esse princípio, o método Azul da Prússia é o mais utilizado. É recomendado para análise geral de fenóis, porque é menos susceptível à interferência de proteína. A base química dessa metodologia é a redução pelos grupos hidroxil - fenólicos de íons férrico a ferroso, os quais são complexados com ferrocianeto, para produzir pigmentos de coloração azul. O padrão utilizado para o Azul da Prússia é o ácido tânico. Apresenta uma série de vantagens em relação aos demais métodos, como, por exemplo: rapidez, simplicidade, sensibilidade e preço baixo (BUTLER, 1989c).

2 - Reações com um grupo funcional específico

No caso dessa metodologia, há reações com uma estrutura em particular dos taninos. Os principais métodos que descrevem esse tipo de reação é o Butanol-HCl e o Vanilina-HCl. Eles detectam grupos funcionais específicos dos taninos, os quais exploram as diferenças estruturais que ocorrem na molécula dos taninos.

O Butanol - HCl é específico para proantocianidina (tanino condensado). Esse método é considerado o melhor para determinação do tanino condensado. Através dessa metodologia, subunidades do polímero tanino condensado são oxidadas para produzir antocianidina. Essa reação não envolve hidrólise e Utiliza como padrão o tanino purificado, que pode ser obtido da planta "quebracho", originária da América Central, ou também do "barbatimão". A principal vantagem dessa metodologia é que ela determina os teores de tanino condensado, enquanto que as desvantagens são: método laborioso, custo e a dificuldade em se obter o padrão, uma vez que tanino purificado não é comercializável, ou seja, o laboratório terá que purificar seu próprio tanino para utilizá-lo como padrão. Convém salientar que a purificação do tanino é um processo muito difícil, uma vez que os extratos, além de conterem tanino, possuem proteínas complexadas com tanino e compostos fenólicos que não são tanino (EARP et al., 1981).

O método Vanilina-HCl fundamenta-se na reação da leucoantocianidina (catequina) e proantocianidina (tanino) com vanilina, em presença de HCl, para formar um composto de cor vermelho-brilhante. É um método específico para tanino condensado e alguns flavonóides. Utiliza-se, para esse método, a catequina como padrão. Dentre as vantagens dessa metodologia, está a detecção de tanino condensado. As desvantagens são: superestima o conteúdo de tanino, é laborioso e possui custo alto (BUTLER et al., 1982).

2.4. Efeito da adição do sorgo em dietas avícolas

2.4.1. Corte

De acordo com NYACHOTI et al. (1997), a utilização do sorgo na formulação de dietas para frangos de corte influencia o desempenho das aves da seguinte forma:

- **Ingestão de alimento**

A ingestão de alimento é afetada por um número de fatores que podem estar relacionados com o status fisiológico do animal, seu ambiente, características alimentares ou uma combinação desses fatores. Dados da literatura não mostram consistência do efeito do tanino do sorgo sobre a ingestão de alimentos. Pode-se observar redução significativa no consumo de alimentos em aves alimentadas com dietas contendo sorgo e esse efeito pode ser devido ao seu sabor adstringente. Porém, sabe-se que as aves não possuem o sentido do sabor muito desenvolvido e esse fator não deve influenciar na ingestão de alimentos. Nos estudos onde a ingestão de alimentos foi significativamente afetada pelo tanino do sorgo, não há uma relação clara entre a quantidade de tanino contida na dieta e a magnitude na redução da ingestão de alimento (PENZ, 1991).

- **Crescimento**

O crescimento das aves tem freqüentemente mostrado ser reduzido pela presença de tanino na dieta, provavelmente porque o tanino reduz a utilização de energia, proteínas e aminoácidos específicos. Com a redução da disponibilidade desses nutrientes, os animais consumindo dietas contendo sorgo são capazes de manter os seus requerimentos de manutenção, que não são suficientes para promover o crescimento dos tecidos, o que resulta em uma pobre taxa de crescimento. Porém, assim como na ingestão de alimentos, alguns trabalhos não têm mostrado efeito significativo sobre o ganho de peso das aves alimentadas com dietas à base de sorgo de alto tanino (ELKIN e ROGLER, 1991).

- Eficiência alimentar

O efeito do tanino do sorgo sobre a eficiência alimentar nas aves é mais consistente. Porém, não há uma relação clara entre a quantidade de tanino contida na dieta e a magnitude da redução da eficiência alimentar. BANDA-NYIRENDA e VOHRA (1990), utilizando 53% de sorgo AT (1,15% de tanino) em substituição ao milho, em dietas para frangos de corte, relataram uma redução de 16% na eficiência alimentar. Por outro lado, DOUGLAS et al. (1991b), utilizando o mesmo nível de inclusão de sorgo AT, diferindo apenas no nível de tanino da ração (5,5%), obtiveram diminuição de apenas 12% no referido parâmetro de desempenho.

- Utilização de nutrientes

O tanino reduz o valor nutritivo das dietas principalmente através da diminuição na disponibilidade de proteínas, bem como na diminuição nas taxas de atividade enzimática e também pela redução na ingestão de alimento. Com isso, há uma diminuição na retenção de nitrogênio e disponibilidade de aminoácidos. Os carboidratos presentes na dieta também são afetados pelo tanino, devido também a formação de complexos que influenciam a sua digestão (RAMA RAO et al., 1995).

Diversos trabalhos têm se preocupado com o armazenamento de grãos com alta umidade, mediante a aplicação de ácidos orgânicos, para posterior utilização em rações animais. GARCIA et al. (1995) avaliaram o desempenho de pintos de corte até 23 dias de idade alimentados com dietas contendo grãos de sorgo armazenados com umidade de colheita e tratados com diferentes ácidos orgânicos, em duas dosagens. Os tratamentos consistiram em: T1 (ração à base de sorgo em grão seco); T2 e T3 (dieta contendo sorgo úmido tratado com ácido acético a 1,8 e 2,4%, respectivamente); T4 e T5 (ração à base de sorgo úmido tratado com ácido propiônico a 1,8 e 2,4%, respectivamente); T6 e T7 (dieta contendo sorgo úmido tratado com uma mistura 1:1 de ácido acético e propiônico a 1,8 e 2,4%, respectivamente). Verificou-se que, quanto ao desempenho das aves, a utilização de qualquer um dos ácidos assim como das suas misturas em partes iguais, para armazenar grãos de sorgo durante 190 dias, equivalem à utilização de grãos secos, e que os ácidos orgânicos e suas misturas nos níveis de 1,8 e 2,4% não exerceram nenhum efeito deletério, até o 23º dia de idade.

O efeito antinutricional do tanino pode ser melhor avaliado quando se compara o desempenho de aves alimentadas com ração à base de sorgo, com e sem esse composto fenólico. MAKLED e AFIFI (2000) avaliaram se a substituição do milho amarelo por sorgo, a um nível de 50% em dietas de frangos de corte com variação dos teores de metionina (0, 25 e 50% acima dos níveis recomendados pelo NRC) iria afetar o desempenho das aves até 6 semanas de idade. As variáveis ganho de peso e conversão alimentar não mostraram diferenças significativas para a variação dos níveis de sorgo e de metionina na dieta.

GARCIA et al. (2000) avaliaram o desempenho, rendimento de carcaça e a qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de substituição do sorgo (0, 25, 50, 75 e 100%). Não foram observadas diferenças significativas para as características analisadas, levando a crer que o sorgo pode ser considerado um ótimo substituto do milho, pois não alterou o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne, devendo-se levar em consideração apenas o problema de pigmentação da carne, o que pode ser resolvido com o uso de pigmentantes.

O Conselho de Grãos Alimentícios dos Estados Unidos patrocinou vários ensaios que foram conduzidos em 1989 no Peru, para determinar e demonstrar o valor do sorgo como substituto do milho nas rações de frangos de corte. As três rações utilizadas foram a base de milho (100%), milho + sorgo (50%/50%) e sorgo (100%). Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa no ganho de peso, conversão alimentar, mortalidade e rendimento da carcaça entre os tratamentos utilizados. Cabe salientar que as aves que receberam a dieta com 100% de milho tiveram uma pigmentação de carcaça significativamente maior. Aparentemente os níveis de pigmentação da carcaça das aves alimentadas com rações de sorgo foram aceitáveis (SULLIVAN, 1989).

DOS SANTOS (1999), avaliou o desempenho zootécnico de frangos de corte submetidos a dietas com níveis de substituição do milho pelo sorgo, da ordem de 0, 50 e 100%, suplementados ou não com um complexo enzimático Avizyme 1500[®], na fase inicial (1 – 21 dias) e final (22 – 42 dias). As variáveis estudadas foram consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de

carcaça, pesos relativos de estruturas do TGI e grau de pigmentação das aves. Não houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e pesos relativos de estruturas do TGI. Entretanto, a substituição do milho pelo sorgo alterou significativamente o grau de pigmentação da canela das aves, constatando-se uma redução significativa à medida que se aumentava o nível de sorgo na dieta.

KURKURE et al. (2000) realizaram um experimento com 56 pintos de 1 a 42 dias, alimentados com dietas de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição do milho por sorgo. O conteúdo de tanino da dieta variou entre 0,23 a 0,69%. As aves alimentadas com dietas contendo 25% de milho e 75% de sorgo e 100% de sorgo apresentaram baixo crescimento, talvez devido ao elevado teor de tanino (0,57 e 0,69%).

PEREIRA et al. (2001) avaliaram a adição de bixina (extrato oleoso de urucum - *Bixa orellan*), em dietas à base de sorgo, sobre o desempenho e o grau de pigmentação da carcaça de frangos de corte. A bixina, nos níveis de inclusão estudados (0,5; 0,10; 0,15 e 0,20%), mostrou efeito pigmentante, entretanto ineficiente para alcançar a coloração ideal para a carcaça das aves, não havendo efeito significativo para os demais parâmetros estudados.

De uma maneira geral, as pesquisas têm demonstrado que a substituição parcial e total do milho por sorgo, proveniente de variedades modernas com níveis aceitáveis de tanino, nas dietas de frangos de corte, apresenta pouco efeito sobre o desempenho das aves, afetando na maioria das vezes, apenas o grau de pigmentação da carcaça, devido ao baixo conteúdo de xantofilas presente nesse cereal (Tabela 2).

TABELA 2. Antecedentes sobre a utilização do sorgo em dietas de frangos de corte.

Nível de substituição do milho pelo sorgo								AUTORES
Parcial				Total				
CR ¹	CA ²	GP ³	PIGM. ⁴	CR	CA	GP	PIGM.	
	0	0	- 1		0	0	- 1	SULLIVAN (1989)
	0	0						GARCIA e MAIER (1995)
0	0	0	- 1	0	0	0	- 1	DOS SANTOS (1999)
0	0	0	- 1	0	0	0	- 1	GARCIA et al. (2000)
0	0	0		0	0	- 1		KURKURE et al. (2000)
	0	0						MAKLED e AFIFI (2000)
				- 1	+ 1	0	- 1	PEREIRA et al. (2001)

(1) Consumo de ração; (2) Conversão alimentar; (3) Ganho de peso; (4) Pigmentação da carcaça.
 (+1) melhorou; (0) não alterou; (-1) piorou

2.4.2. Postura

- Produção e qualidade do ovo

A utilização de sorgo na formulação de rações para poedeiras comerciais apresenta a mesma influência sobre os parâmetros de desempenho citados anteriormente para frangos de corte. Há poucos relatos sobre o efeito do tanino do sorgo sobre a produção de ovos e a qualidade dos mesmos. De uma forma geral, observa-se um declínio geral na coloração da gema em dietas à base de sorgo, provavelmente por causa da ausência de xantofilas no mesmo. Ainda que o tanino não tenha efeito sobre a produção de ovos, as poedeiras alimentadas com dietas à base de sorgo AT exibem uma maior perda de peso corporal (NYACHOTI et al., 1997).

POTTER e FULLER (1968) observaram que o sorgo AT pode ser usado em dietas de poedeiras desde que os haja adequada suplementação de colina e metionina, uma vez que a mesma melhora de maneira substancial o efeito negativo do tanino sobre a produção e qualidade de ovos, devido ao fato de que esses compostos podem doar um grupo metil, ao qual combina-se com o tanino, reduzindo assim os seus efeitos adversos.

MAIER (1983) realizou um experimento com 51 poedeiras Shaver, sendo as aves submetidas a três tratamentos ao longo de dois períodos de 28 dias cada um. As rações eram à base de milho (T1), sorgo armazenado por um período reduzido, após a colheita (T2) e a mesma ração armazenada por um período prolongado (acima de 2 anos após a colheita) (T3). O desempenho dos animais foi avaliado através da produção e peso dos ovos, conversão por dúzia de ovos e coloração da gema. Não houve diferença significativa entre as variáveis estudadas, exceto na coloração da gema, que foi significativamente melhor no T1. Além disso, também foi comprovado que o sorgo, como alimento de ração para poedeiras, pode ser utilizado por um período superior a dois anos de colheita.

A magnitude dos efeitos do tanino no sorgo sobre a produção e qualidade de ovos depende da composição da dieta e, em particular, do conteúdo de proteína.

SELL et al. (1983) encontraram uma produção de ovos e espessura da casca significativamente menor (11,5 e 14,5, respectivamente) em poedeiras alimentadas com dietas à base de sorgo de AT e baixos níveis de proteína bruta.

VIANA et al. (1983) observaram o comportamento de 5 variedades de sorgo como substituto do milho em rações para poedeiras. Para tanto, foram utilizadas 384 frangas Babcock com 158 dias de idade, sendo as mesmas distribuídas em 6 tratamentos com 4 repetições cada. O experimento durou 336 dias e os tratamentos eram compostos de acordo com o cereal utilizado (milho e cinco variedades de sorgo, na proporção de 42% cada). As variáveis analisadas foram: produção média de ovos por ave, conversão alimentar por dúzia de ovos, e peso médio dos ovos. Não foram encontradas diferenças significativas entre as variáveis estudadas, mostrando que a substituição do milho pelas variedades de sorgo não afetou o desempenho das aves. Contudo, KHALIFA et al. (1994) alimentando poedeiras com farinha de glúten de sorgo, constataram redução significativa nas taxas de postura, sendo que não foi evidenciada diferença significativa sobre peso do ovo, coloração da gema, espessura da casca e unidades Haugh.

Avaliou-se o valor alimentar do milho branco (Hb 25) e do sorgo marrom (Serena) em poedeiras com 24 semanas de idade. A produção de ovos e a conversão alimentar foram significativamente menores para as aves que receberam as dietas com a inclusão de 64,7% de sorgo, quando comparadas com aquelas que alimentaram com inclusão de 70,9% de milho. O consumo de ração e o ganho de peso não foram influenciados pelo tipo de cereal utilizado na formulação das dietas (JACOB et al., 1996).

SUBRAMANIAN et al. (2000) utilizaram dietas com 45% de milho; 45% de sorgo (branco e amarelo) e uma mistura de 15% de sorgo (branco e amarelo) e 30% de milho, totalizando cinco tratamentos. Foram utilizados 12 grupos de 39 poedeiras cada. Os dados de consumo de alimento e número de ovos foram realizados ao longo de 21 dias. Não foram encontradas diferenças significativas no consumo de ração e na produção de ovos entre os tratamentos.

Estudos foram realizados com poedeiras White Leghorn, 24 semanas de idade, alimentadas com dieta a 17,3% de proteína bruta, contendo 0, 25, 50, 75 e 100% de sorgo (CHS – 5) em substituição ao milho, durante 105 dias. O nível de tanino nas dietas variou entre 0,33 e 0,55%. Produção de ovos, peso do ovo, ganho de peso corporal e porcentagem de nitrogênio retido não apresentaram diferenças significativas. A qualidade interna do ovo não apresentou efeito adverso, exceto para coloração de gema. A espessura da casca do ovo foi significativamente inferior em poedeiras que consumiram dietas com 75 a 100% de sorgo. Os custos de ração foram menores em dietas com sorgo total (ZANZAD et al., 2000)

SHAFEY et al. (2003) estudaram o efeito do tipo de cereal utilizado (trigo X sorgo) sobre a performance de 480 poedeiras comerciais durante 36 semanas de idade durante um período de 12 semanas. Tanto o sorgo como o trigo correspondiam a aproximadamente 39% do total da ração. Não houve diferença significativa quanto ao uso desses cereais no ganho de peso, consumo de ração, peso do ovo, percentual de postura e massa de ovo.

FAQUINELLO et al. (2004) avaliaram a substituição do milho pelo sorgo AT em codornas japonesas sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos. Foram utilizadas 252 aves com 50 semanas de idade, durante quatro ciclos de 21 dias. Os tratamentos consistiram na substituição do milho pelo sorgo, com níveis de 20, 40, 60, 80 e 100% e um tratamento testemunha. As variáveis analisadas foram: porcentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar (Kg/Kg e Kg/dz), peso dos ovos, altura de albúmen, porcentagem de casca, espessura da casca, e coloração da gema. Houve efeito linear negativo para a porcentagem de postura e coloração de gema. Já para a conversão alimentar (Kg/Kg e Kg/dz), houve piora com a substituição do milho pelo sorgo na ração. O Teste de Dunnett mostrou uma diferença na coloração de gema quando comparados à testemunha. Não foram verificadas diferenças para o consumo de ração, peso do ovo, altura de albúmen, % e espessura da casca.

- Pigmentação da gema do ovo

As rações formuladas para poedeiras comerciais contêm o milho amarelo como principal fonte de energia e de pigmentos naturais, como xantofilas, que contribuem para produção de uma gema de coloração alaranjada. Entretanto, em caso de disponibilidade de sorgo, mandioca, farelo de arroz, milheto e algaroba, em algumas regiões do país, o produtor deve substituir o milho parcial ou totalmente, em função da necessidade de redução dos custos de produção. Entretanto, dependendo do nível de inclusão dessas matérias-primas nas rações de postura, pode ocorrer redução severa da coloração da gema, causando a recusa dos ovos por parte dos consumidores, exigindo a adição de corantes artificiais ou naturais à ração. A opção pelos corantes naturais tem aumentado, em virtude das restrições dos consumidores e das legislações dos países que proíbem a adição de corantes sintéticos às rações animais e aos alimentos humanos (SILVA et al., 2000).

Atualmente, relacionam-se à alimentação novos conceitos sobre ambiência, economia, marketing e mercado consumidor, dentre outros, o que impõem objetivos diferenciados para a alimentação das aves em granjas de postura comercial. A intensidade de coloração da gema é um critério de decisão em relação à preferência do consumidor, pois normalmente associa-se a pigmentação da pele do frango ao seu estado de sanidade e a cor da gema a sua quantidade de vitaminas. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) na gema do ovo. As fontes de pigmentos carotenóides podem ser naturais, como por exemplo, as do grupo do milho e do pimentão vermelho, entre outros. Podem ser empregados também carotenóides sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo) (GARCIA et al., 2002).

Segundo OLIVEIRA (1996), poucos estudos foram efetuados no Brasil sobre a utilização de agentes pigmentantes e seus efeitos sobre a coloração das gemas e proporção e qualidade química dos componentes do ovo.

A deposição de pigmento em tecidos específicos é dependente da quantidade apropriada na dieta, da taxa de deposição no tecido em crescimento e

da capacidade da ave em digerir, absorver e metabolizá-lo. A etapa limitante do aproveitamento de um pigmento é o ataque hidrolítico de esterases intestinais específicas, com baixa digestão, quando o pigmento está esterificado aos ácidos graxos de cadeia longa. Os carotenóides livres são absorvidos juntamente com os ácidos graxos dissolvidos nas micelas e transportados por lipoproteínas no sangue (KLASSING, 1998).

ARAYA et al. (1977) obtiveram cor da gema similar com a adição de 0,003% de Carophyll e dose de 1,06% da farinha da semente de urucum, quando o milho foi substituído pelo sorgo na ração de poedeiras, o que representou escore de 9 a 10 pontos, no leque colorimétrico da Roche.

Realizou-se um experimento comparando duas dietas basais (glúten de milho e farelo de alfafa) com dois níveis de xantofilas (45 e 60 ppm) e duas fontes sintéticas (carophyll amarelo e carophyll vermelho) durante 8 semanas. Observou-se diferenças significativas apenas na coloração das gemas, sendo que o desempenho não foi influenciado pelo efeito dos tratamentos (ANGELES e SCHEIDELER, 1998).

SILVA et al. (2000) avaliaram 6 níveis de adição do extrato de urucum (EU) a uma ração em que o sorgo foi utilizado como principal fonte de energia. 280 poedeiras no segundo ciclo de produção, 140 Lohmann Selected Leghorn (LSL) e 140 Isa Brown (IB), foram alojadas em densidades de duas aves/gaiola e alimentadas *ad libitum* com sete rações. Os tratamentos consistiram de uma ração controle positivo com milho, como principal fonte de energia, e uma ração basal contendo sorgo, como principal fonte de energia, suplementada com seis níveis de EU em 0,0; 0,10; 0,15; 0,30; 0,45; e 0,60%. Constatou-se que a adição de 0,1% de EU à ração com sorgo promoveu similar pigmentação da gema do ovo que a ração à base de milho.

KISHIBE et al. (2000), estudando norbixina como pigmentante durante um período de 28 dias, não encontraram diferenças significativas para desempenho produtivo e coloração das gemas nos níveis 500, 1000, 1500 e 2000 ppm de norbixina utilizados. Mesmo dobrando os níveis em até 4000 ppm por mais um período, não observaram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros avaliados.

Em um ensaio realizado com 180 codornas européias, avaliou-se o efeito da substituição do milho pelo sorgo e da suplementação das dietas com extrato oleoso de bixina, sobre o desempenho e pigmentação da gema. Os tratamentos eram compostos de uma dieta controle, à base de milho e farelo de soja, e duas rações contendo 50 e 100% de sorgo em substituição ao milho, suplementadas com 0; 0,1; 0,2 e 0,4% de extrato oleoso de bixina. Estudou-se o desempenho, gravidade específica e pigmentação da gema, em cinco períodos de 22 dias de duração. Houve interação significativa apenas para a pigmentação da gema, que foi superior nas aves recebendo a dieta controle quando nenhuma suplementação de extrato oleoso de bixina foi usada (MELO et al., 2000).

Diversos trabalhos têm demonstrado que dietas à base de sorgo causam uma diminuição significativa na pigmentação da gema do ovo, devido esse cereal apresentar baixos níveis de pigmentos xantofílicos, fato esse que irá influenciar no processo de pigmentação da gema. Algumas pesquisas têm verificado alterações em algumas variáveis de desempenho, mas isso se deve principalmente aos altos níveis de tanino presentes nas rações (Tabela 3).

2.5. O ovo como produto comercial

A percepção da qualidade de ovo é dependente de qual setor da produção e de marketing a avaliação é realizada. Os produtores tendem a relacionar a qualidade à produtividade, os consumidores aos traços visuais e consumidores industriais à qualidade do produto final (ANON, 1994).

Segundo BIRD (1995), os produtores orientam-se a controlar aquelas características que causam perdas econômicas enfocando as questões inerentes à casca, porém, os consumidores estão raramente cientes deste critério de qualidade. Sob o ponto de vista do marketing, a habilidade dos produtores de encontrar critérios de qualidade chave indicados por consumidores permitiu preços diferenciados no produto final. Então, os critérios de diferenciação na hora de se produzir são realizados com base no que os consumidores esperam das características físicas dos ovos e como os custos dos mesmos podem ser devidamente controlados pelo mercado.

TABELA 3. Antecedentes sobre a utilização do sorgo em dietas de poedeiras.

Nível de substituição do milho pelo sorgo																AUTORES
Parcial								Total								
PP ¹	PO ²	CR ³	CA ⁴	PCO ⁵	PAO ⁶	PGO ⁷	CGO ⁸	PP	PO	CR	CA	PCO	PAO	PGO	CGO	
								0	0		0				- 1	MAIER (1983)
0	0		0													VIANA et al. (1983)
								- 1	0			0			0	KHALIFA et al. (1994)
- 1		0	- 1													JACOB et al. (1996)
								-1								SELL et al. (1997)
								0	0	0	0				0	KISHIBE et al. (2000)
0	0	0	0				- 1	0	0	0	0				- 1	MELO et al. (2000)*
	0	0														SUBRAMAIAN et al. (2000)
0	0	0	0	0			- 1	0	0	0	0	0			- 1	ZANZAD (2000)
0	0	0														SHAFEY et al. (2003)
0	0	0	- 1	0			- 1	0	0	0	- 1	0			- 1	FAQUINELLO et al. (2004)*

(1) Percentagem de postura; (2) Peso do ovo (g); (3) Consumo de ração (g/ave/dia); (4) Conversão alimentar (kg/kg ou kg/dz); (5) Percentagem de casca no ovo; (6) Percentagem de albúmen no ovo; (7) Percentagem de gema no ovo; (8) Coloração da gema do ovo.

(+1) melhorou; (0) não alterou; (-1) piorou

(*) Aves experimentais: codornas japonesas

Enquanto há diversas formas para se avaliar a qualidade da casca, albúmen e características da gema, o consumidor tende a associar as características de qualidade de ovo relacionando qualidade com aparência. Muitas deformidades de casca tais como ovos de casca fina não representam para o consumidor padrões de qualidade, embora isso possa representar, ao nível de granja, uma perda significativa na unidade de produção (WILLIAMS e OVERFIELD, 1970).

LEESON e SUMMERS (1997) definem a coloração da gema do ovo como critério de qualidade quantificável. O leque colorimétrico da Roche é usado geralmente para atribuir um valor mensurável à cor da gema. Diversas pesquisas nacionais e internacionais acerca da qualidade do ovo mostraram uma maior preferência do consumidor por ovos que apresentaram níveis crescentes de pigmentação. Esse padrão de coloração da gema do ovo tende a ser percebido pelo consumidor como padrões de qualidade principalmente nutricional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e duração do trabalho experimental

O presente estudo foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), situado na cidade de Fortaleza-CE, no período de dezembro de 2003 a abril de 2004. O experimento teve duração de 132 dias, sendo os 20 dias iniciais correspondendo a uma fase pré-experimental e os 112 dias restantes relativos a uma fase experimental propriamente dita. A fase experimental foi dividida em 4 ciclos de 28 dias, durante os quais foram coletados os dados a serem estudados.

Ao longo do experimento, as temperaturas máximas e mínimas foram registradas duas vezes ao dia, às 08:00h e às 16:00h. Ao final do experimento, foram calculadas as médias das máximas e mínimas para cada período. Além disso, as médias de umidade relativa que foram registradas na fase experimental foram obtidas junto à Estação de Meteorologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da UFC, instalada a 300 m do local do experimento (Tabela 4).

TABELA 4. Dados meteorológicos durante a fase experimental.

PARÂMETROS	PERÍODO ³			
	1º	2º	3º	4º
Temperatura máxima (°C) ¹	30,59	28,38	29,64	30,25
Temperatura média (°C) ¹	29,22	27,06	27,87	28,60
Temperatura mínima (°C) ¹	27,85	25,74	26,09	26,95
Umidade relativa do ar (%) ²	72,55	71,53	70,42	68,13

(1) Dados mensurados no galpão experimental

(2) Dados da Estação de Meteorologia Agrícola da UFC

(3) Período de 28 dias

3.2. Planejamento Estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo quatro repetições por tratamento, totalizando cento e sessenta aves. A unidade experimental era formada por um conjunto de quatro gaiolas, com o total de oito aves por repetição (Figura 1).

Para a análise estatística dos dados, foi empregado o programa Statistical Analysis System (SAS, 1996), e o procedimento ANOVA, para um modelo totalmente casualizado.

As diferenças entre as médias das variáveis estudadas foram comparadas pelo Teste de TURKEY ao nível de 5% (SAMPALIO, 1998).

O modelo matemático utilizado para descrever a análise de variância foi o que se segue:

$$Y_{ik} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Sendo:

Y_{ik} = efeito do tratamento na repetição k

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i (i = 1, 2, 3, 4, 5);

e_{ik} = erro aleatório associado a cada observação.

3.3. Aves experimentais

Foram utilizadas cento e sessenta poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line, com 47 semanas de idade, provenientes da empresa avícola CEAVE-Aviário Cearense, situada na cidade de Fortaleza-CE. Ainda no incubatório, os pintinhos foram vacinados contra Marek e, na 15ª semana de vida, as aves foram vacinadas contra Newcastle, Bronquite e Coriza Infecciosa.

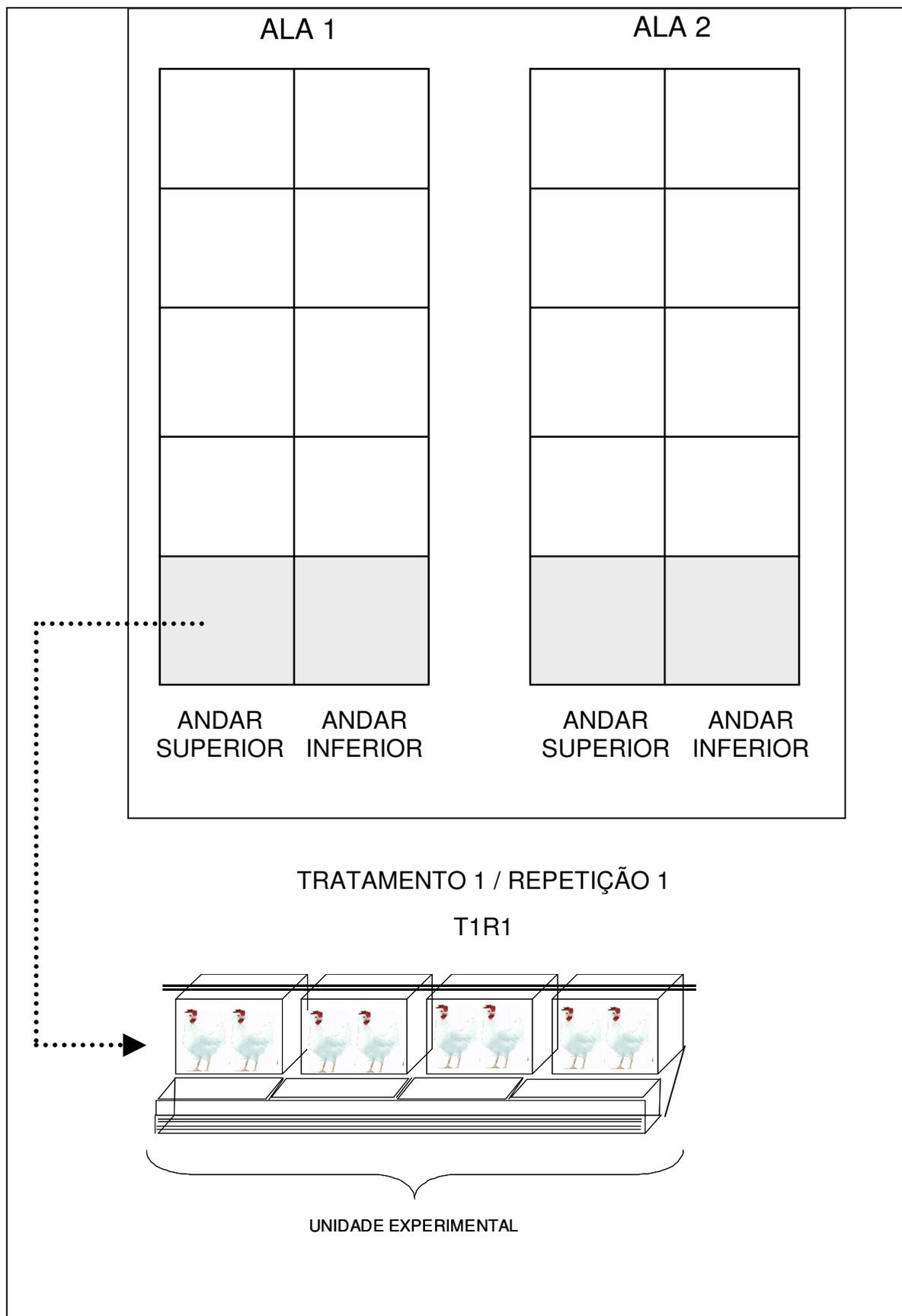


FIGURA 1. Distribuição das gaiolas no galpão experimental

3.4. Rações experimentais

Os ingredientes utilizados para a formulação das rações experimentais foram fornecidos pela empresa avícola CEAVE – Aviário Cearense.

Os tratamentos foram constituídos por cinco rações, conforme descrição seguinte:

- T1 – dieta basal de milho-soja;
- T2 – 50% de milho + 50% de sorgo sem inclusão de pigmento natural;
- T3 – 50% de milho + 50% de sorgo com inclusão de pigmento natural;
- T4 – 100% de sorgo sem a inclusão de pigmento natural;
- T5 – 100% de sorgo com inclusão de pigmento natural.

3.4.1. Composição

Na composição das rações, entraram alimentos convencionais: milho, farelo de soja, óleo de soja, calcário, fosfato bicálcico, sal e o sorgo granífero como alimento alternativo, além do pigmentante natural, de acordo com o tratamento (Tabela 5).

O atendimento das necessidades em vitaminas e minerais foi possível através da adição de suplementos vitamínico e mineral comerciais, recomendado para rações de postura (Tabelas 6 e 7).

O pigmentante natural utilizado foi o produto comercial Sunred – 50[®]. Ele é obtido do pimentão vermelho, tendo este uma grande concentração de pigmento vermelho, também chamado de páprika. A extração do pigmentante é feita através do processo de saponificação da páprika, quando o processo proporciona a quebra das moléculas do pigmento que compõe a óleo-resina da páprika. Ao ser incorporado na ração de poedeiras, é absorvido pelo sistema digestivo das aves, proporcionando a pigmentação das gemas dos ovos, com uma tonalidade amarelo – alaranjada. A quantidade do pigmentante nas rações experimentais é mostrada na Tabela 5.

3.4.2. Análise bromatológica dos ingredientes das rações experimentais.

As análises bromatológicas dos diversos ingredientes que compõem as rações experimentais foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC.

As exigências para energia metabolizável, cálcio, fósforo disponível, lisina, metionina + cistina e ácido linoléico foram estabelecidos em função do guia de manejo Hy-Line, variedade W-36, e de ROSTAGNO et al., (2000), com os devidos ajustes. Na Tabela 5, encontram-se as composições percentuais e nutricionais para cada dieta experimental.

A determinação do teor de tanino condensado presente no grão de sorgo foi realizada pela empresa Multimix–Nutrição Animal (Tabela 8). O método colorimétrico utilizado para mensurar os níveis de tanino foi o Azul da Prússia. A base química dessa metodologia é a redução pelos grupos hidroxi-fenólicos de íons Fe^{+3} a Fe^{+2} , os quais são complexados com ferrocianeto, para produzir pigmentos de coloração azul. O padrão utilizado para o método Azul da Prússia é o ácido tânico, fonte comercial de um tanino hidrolisável.

A composição químico – bromatológica e aminograma das matérias–primas básicas encontram-se na Tabela 8. Com base no nível de tanino total presente no grão de sorgo, foi calculado os níveis de tanino presentes em cada dieta experimental (Tabela 9).

3.4.3. Formulação

Na formulação das rações, foi utilizado o programa linear “Sistema de Formulação de Rações de Custo Mínimo” (SUPERCRAC, 1993). As rações foram formuladas de modo a serem isoenergéticas, isoprotéicas, isoaminoacídicas, isocálcicas e isofosfóricas.

3.4.4. Elaboração

As rações foram preparadas em misturadores verticais, na fábrica de ração da Granja Ceave, localizada em Messejana, na cidade de Fortaleza – CE.

Os ingredientes que se apresentaram sob a forma de grãos foram triturados em um triturador com malha de número 5, que forneceu no final do processo uma ração tipo farelada. Os macro-ingredientes foram pesados em balança eletrônica para 200 kg, sendo os micro-ingredientes pesados em balança para 6 kg.

Foi feita uma pré – mistura com os ingredientes: suplemento vitamínico e mineral, metionina, lisina, calcáreo, fosfato bicálcico, sal e com parte dos macro-ingredientes (milho, sorgo e farelo de soja). Seqüencialmente, as pré-misturas foram adicionadas gradativamente aos restantes dos macro-ingredientes, em misturadores do tipo vertical com capacidade de 1000 kg. Posteriormente, foi acrescentado aos poucos o óleo de soja.

Ao final, as rações foram ensacadas em sacos de fibra sintética trançados, identificados quanto aos tratamentos e transportados para a Universidade Federal do Ceará.

TABELA 5. Composição percentual e nutricional das rações experimentais.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	61,470	30,700	30,700	---	---
Sorgo granífero	---	30,700	30,700	61,290	61,252
Farelo de soja	23,963	23,523	23,523	23,091	23,098
Óleo de soja	2,294	3,048	3,048	3,802	3,802
Calcário	9,186	9,196	9,196	9,205	9,205
Fosfato bicálcico	1,677	1,652	1,652	1,627	1,627
Sal	0,371	0,376	0,376	0,382	0,383
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
DL-metionina	0,238	0,244	0,244	0,251	0,251
L-lisina	0,096	0,114	0,114	0,132	0,132
Sunred – 50 [®] *	---	---	0,050	---	0,100
Inerte	0,555	0,297	0,247	0,070	---
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Princípios nutricionais	T1	T2	T3	T4	T5
EM corrigida (Kcal/kg)	2.830	2.830	2.830	2.830	2.830
Proteína bruta (%)	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Cálcio (%)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Fósforo disponível (%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Fibra bruta (%)	2,494	2,614	2,614	2,734	2,733
Lisina (%)	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
Metionina (%)	0,485	0,491	0,491	0,497	0,497
Met + cyst. (%)	0,744	0,744	0,744	0,744	0,744
Ácido linoléico (%)	2,991	2,991	2,991	2,991	2,991
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Xantofila (mg/kg)	11,065	5,526	8,026	---	5,000

(*) pigmento natural (Sunred – 50[®])

TABELA 6. Composição do premix vitamínico, por Kg do produto, usado na fase experimental.

Componentes	Quantidade	Unidade
Vitamina A	7.200.000	UI
Vitamina D3	1.600.000	UI
Vitamina E	5.500	mg
Vitamina K3	3.100	mg
Vitamina B1 (Tiamina)	900	mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	2.700	mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	1.500	mg
Vitamina B12	7.200	mg
Ácido Fólico	250	mg
Ácido Pantotênico	5.900	mg
Niacina	16.200	mg
Selênio	250	mg
Antioxidante	250	mg

TABELA 7. Composição do premix mineral, por kg do produto, usado na fase experimental.

Componentes	Quantidade	Unidade
Manganês	65.000	mg
Ferro	40.000	mg
Cobre	10.000	mg
Zinco	50.000	mg
Iodo	1.000	mg

TABELA 8. Composição químico–bromatológica e aminograma das matérias–primas básicas.

COMPONENTES	MATÉRIAS PRIMAS		
	MILHO	FARELO DE SOJA	SORGO
MS (%) ^a	88,50	88,10	86,77
EM (kcal/kg) ^b	3.371	2,266	3.192
PB (%) ^a	7,70	46,05	8,31
EE (%) ^a	4,45	1,93	2,68
FB (%) ^a	1,80	6,30	1,91
FDA ^b	3.42	7,79	3,80
Cinzas (%) ^a	1,28	6,64	1,52
Cálcio (%) ^b	0,03	0,32	0,04
Fósforo total (%) ^b	0,24	0,59	0,27
Fósforo disponível (%) ^b	0,08	0,19	0,09
Tanino total (%) ^a	-	-	0,26
Lisina ^b	0,25	2,78	0,22
Metionina ^b	0,17	0,65	0,16
Metionina + cistina ^b	0,37	1,27	0,33

a = valores determinados; b = valores calculados, segundo ROSTAGNO (2000).

TABELA 9. Nível de tanino (%) presente nas rações experimentais.

	T1	T2	T3	T4	T5
Tanino (%)	---	0,13	0,13	0,26	0,26

3.5. Procedimento experimental

3.5.1. Fase pré-experimental

O experimento foi realizado em um galpão convencional de poedeira comercial com cobertura de telha de barro, tipo francesa. O galpão era formado por um corredor central e duas linhas de gaiolas de cada lado (Figura 1). As gaiolas (25 x 40 x 30 cm) eram feitas de arame, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo “taça”.

Previamente ao iniciar o experimento, os baldes que iriam acondicionar as rações experimentais foram numerados e identificados quanto aos tratamentos, sendo colocados na frente das respectivas gaiolas marcadas.

No momento do alojamento, as aves foram pesadas e distribuídas em 2 alas, devido às condições de ambiência do galpão. Ao longo dessa fase, foi realizado o controle da postura, o consumo de ração e o peso das aves, a fim de obter o controle total das aves a serem utilizadas. Durante esse período, as aves receberam água e ração à vontade. Quanto ao arraçoamento, todas as aves receberam uma ração padrão, à base de milho-soja.

3.5.2. Fase experimental

Durante todo o experimento, as aves também receberam água e ração à vontade. No início de cada ciclo (28 dias), a ração experimental destinada a cada repetição era pesada. Diariamente às 08:00h da manhã, os comedouros eram abastecidos e à tarde a ração dos comedouros era mexida, sendo a mesma adicionada caso houvesse necessidade.

As aves foram submetidas a um período de iluminação com 16 horas de luz/dia, recebendo, portanto, além da luz natural, 4,0 horas de iluminação artificial no início da noite, ao longo de todo período experimental.

A coleta dos ovos foi feita diariamente às 16 horas.

3.6. Parâmetros Estudados

3.6.1. Desempenho Zootécnico

- **Percentagem de Postura**

A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada ciclo de produção foram calculadas as percentagens de postura (ave/dia) por repetição.

- **Consumo de ração**

A ração fornecida no início e as sobras no final de cada ciclo foram pesadas, e por diferença, foi calculado o consumo de ração g/ave/dia para cada repetição.

- **Conversão alimentar**

Através dos dados de consumo de ração (kg/ave) e da produção de ovos (massa de ovo), foi feito o cálculo da conversão alimentar para cada repetição, em cada ciclo de produção.

- **Peso do ovo**

Os ovos foram pesados em balança eletrônica de precisão (0,01g) (Marte).

- **Mortalidade**

Diariamente as aves foram observadas para o registro e diagnóstico de mortes, por repetição, para cada ciclo de produção.

Durante os quatro períodos, no último dia de cada semana (quartas-feiras), todos os ovos eram coletados, identificados e armazenados à temperatura ambiente. No dia seguinte, todos os ovos foram pesados para a mensuração da massa de ovos de cada repetição/tratamento. Desses, eram pesados e quebrados quatro ovos de cada repetição/tratamento para determinação da coloração da gema, percentagem de gema, clara e casca.

3.6.2. Qualidade do ovo

- **Percentagem de casca no ovo**

As cascas dos ovos foram secadas em estufa a 60°C por 24 horas. Posteriormente, eram pesadas em balança eletrônica de precisão (0,01g) (Marte) para determinar a percentagem de casca em relação ao peso do ovo.

- **Percentagem de gema no ovo**

As gemas dos ovos foram separadas dos respectivos albúmens e pesadas em balança eletrônica de precisão (0,01g) (Marte) para determinar a percentagem de gema em relação ao peso do ovo.

- **Percentagem de albúmen no ovo**

Foi determinada por diferença: % de albúmen = 100 – (% de gema + % de casca).

- **Coloração da gema do ovo**

Após a pesagem das gemas, as mesmas foram avaliadas quanto à coloração, através da comparação com o leque colorimétrico da marca Roche.

3.6.3. Custo de produção

Os custos com alimentação foram calculados com base na quantidade de ração consumida pelas aves para a produção de 1 kg de ovo. Esses valores foram obtidos multiplicando-se o custo médio de 1kg de cada dieta pela conversão alimentar das aves submetidas à respectiva dieta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para os parâmetros de desempenho e qualidade do ovo, encontram-se nos anexos (Tabelas 1A a 10A.).

4.1. Desempenho Zootécnico

- **Percentagem de postura**

Os dados para percentagem de postura, nos períodos experimentais estão apresentados na Tabela 10.

TABELA 10. Percentagem de postura (ave/dia) das poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total de milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos				
	1	2*	3	4	Total*
T1 (100% de Milho)	89,51	89,85 ^{ab}	87,28	87,06	88,42 ^a
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	88,88	91,62 ^a	86,61	87,06	88,54 ^a
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	85,92	86,83 ^{bc}	88,09	83,71	86,14 ^{ab}
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	86,72	87,32 ^{bc}	86,55	83,31	85,98 ^{ab}
T5 (100% Sorgo com pigm.)	85,05	84,71 ^c	85,38	85,54	85,17 ^b
Média Geral	87,21 ± 2,19	88,07 ± 1,85	86,78 ± 2,55	85,33 ± 2,65	86,85 ± 1,40

(*) Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Não foi constatado efeito significativo (P>0,05) dos tratamentos, para a percentagem de postura, no 1º, 3º e 4º períodos, respectivamente. Entretanto, no 2º período e período total, registrou-se diferença significativa (P<0,05).

Ao analisar o 2º período e período total, as poedeiras que consumiram a dieta com 100% de sorgo e pigmentante natural (T5) apresentaram menor produção de ovos, diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos resultados obtidos para as poedeiras alimentadas com ração à base de milho (T1), bem como a ração com 50% de sorgo sem o pigmentante natural (T2). Segundo MAGALHÃES (2000), rações com níveis de tanino abaixo de 0,70% não interferem no desempenho zootécnico das aves. Porém, alguns trabalhos utilizando sorgo na ração de poedeiras não demonstram com clareza até que nível o tanino na ração pode influenciar na produção das aves. A dieta T5 possuía 0,26% de tanino em sua composição, e esse valor, embora abaixo do estipulado pelo autor citado acima, pode ter influenciado na produção das poedeiras.

JACOB et al. (1996), ao avaliarem o potencial do sorgo serena (AT) como substituto ao milho branco em poedeiras comerciais, mostraram também que a produção de ovos foi significativamente menor para as aves que receberam dietas com 64,7% de sorgo, em relação àquelas que receberam dietas com 70,9% de milho. SELL et al. (1983) também encontraram diminuição na produção de ovos ao utilizar nas dietas sorgo AT, com baixo nível de proteína. A redução na postura, em ambos os estudos citados anteriormente, provavelmente se deva a um maior nível de tanino presente nessas rações, não sendo o caso da pesquisa em questão.

Os resultados da pesquisa diferem dos encontrados por ZANZAD et al. (2000), os quais evidenciaram que a utilização de quatro níveis de sorgo em substituição ao milho, não afetaram a produção das poedeiras. MELO, et al. (2000) ao utilizar rações para codornas com substituição de 50% e 100% de milho pelo sorgo, não observaram diferenças significativas quanto à percentagem de postura.

Com respeito à utilização de pigmentante na ração, outros autores também não encontraram diferenças significativas em relação à percentagem de postura no período total (MELO, 2000; SILVA et al., 2000).

- **Consumo de ração**

As respostas obtidas para o consumo de ração das aves ao longo do experimento são mostradas na Tabela 11.

TABELA 11. Consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos				Total
	1	2	3	4*	
T1 (100% de Milho)	94,10	100,61	100,23	101,54 ^{ab}	99,12
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	89,42	96,62	98,19	103,15 ^a	96,85
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	90,49	101,11	100,45	98,39 ^{abc}	97,61
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	89,83	97,02	100,78	96,83 ^{bc}	96,11
T5 (100% Sorgo com pigm.)	93,30	98,55	99,81	95,64 ^c	96,83
Média Geral	91,43 ± 3,23	98,78 ± 3,20	99,89 ± 4,46	99,11 ± 2,85	97,30 ± 2,36

(*) Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Não foi constatado efeito significativo (P>0,05) dos tratamentos, nos períodos de nº 1, 2, 3 e período total. Contudo, para o 4º período, observou-se diferença significativa sobre a variável em estudo (P<0,05).

No 4º período, as aves alimentadas com ração contendo 100% de sorgo e pigmentante natural (T5) obtiveram os menores índices de consumo de ração, sendo esse significativamente inferior (P<0,05) aos valores determinados para as aves arraçadas com a dieta à base de milho (T1) e da dieta com 50% de sorgo sem pigmentante natural (T2).

No período total, os dados experimentais demonstraram que a utilização do sorgo e pigmentante natural nas dietas de postura não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração das poedeiras.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por SUBRAMANIAN et al. (2000), na qual utilizarem dietas contendo sorgo em substituição ao milho, a níveis de 0, 33 e 100%.

Os resultados divergem daqueles relatados por MELO et al. (2000), os quais mostraram menores consumos de ração quando o mesmo continha 0,4% de pigmentante natural (extrato oleoso de bixina).

No que tange a utilização do pigmentante nas dietas, a ausência de diferença significativa sobre o consumo de ração também foram evidenciadas por outros autores (ANGELES e SCHEIDELER, 1998; MELO et al, 2000).

- **Conversão alimentar**

Os valores de conversão alimentar das poedeiras para os períodos experimentais estão expostos na Tabela 12.

TABELA 12. Conversão alimentar (kg/ kg de ovo) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos				
	1	2*	3	4	Total
T1 (100% de Milho)	1,77	1,90 ^{ab}	1,88	1,87	1,86
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	1,72	1,76 ^b	1,80	1,88	1,79
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	1,87	1,97 ^a	1,90	1,98	1,93
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	1,77	1,83 ^{ab}	1,87	1,89	1,84
T5 (100% Sorgo com pigm.)	1,85	1,93 ^{ab}	1,90	1,83	1,88
Média Geral	1,80 ± 0,10	1,87 ± 0,09	1,87 ± 0,06	1,89 ± 0,09	1,86 ± 0,07

(*) Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Observou-se efeito significativo (P<0,05) dos tratamentos, sobre a variável em questão, apenas no 2º período experimental. Nos demais períodos, bem como o período total, não se verificou diferença significativa (P>0,05).

No 2º período, as aves alimentadas com a dieta contendo 50% de sorgo com o pigmentante natural (T3) tiveram os piores valores de conversão alimentar, diferindo significativamente (P<0,05) dos resultados encontrados para as aves alimentadas com ração à base de 50% de sorgo sem o pigmentante natural (T2). Todavia, esses valores não diferiram daqueles encontrados para as aves dos demais tratamentos.

No período total, os valores observados para a variável em questão comprovaram que a utilização do sorgo e pigmentante natural nas rações não afetaram (P>0,05) a conversão alimentar das aves.

Resultados análogos foram encontrados por COSTA et al. (1974), os quais não mostraram efeito da substituição do milho pelo sorgo BT, ao nível de 50%, na dieta das aves, sobre a conversão alimentar. BORNSTEIN E BARTOV (1967), comparando a performance das poedeiras alimentadas com milho (100%), milho + sorgo (50%-50%), e sorgo (100%), também não encontraram diferenças significativas para essa variável.

Os resultados discordam daqueles encontrados por FAQUINELLO et al. (2004), onde a conversão alimentar foi significativamente menor ($P < 0,05$) quando o milho era substituído por níveis crescentes de sorgo AT (20, 40, 60, 80 e 100%), nas rações experimentais.

Por outro lado, o uso do pigmentante nas rações não mostrou efeito significativo em outras pesquisas desse gênero (ANGELES e SCHEIDELER, 1998; SILVA et al., 2000).

- **Peso do ovo**

Os dados para o peso médio do ovo das aves, são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13. Peso do ovo (g) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos				Total
	1	2	3	4*	
T1 (100% de Milho)	59,47	60,22	61,90	62,17 ^a	60,94
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	58,93	60,10	62,15	60,88 ^{ab}	60,52
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	57,93	60,36	60,82	60,42 ^{ab}	59,89
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	58,97	60,81	61,63	61,50 ^{ab}	60,73
T5 (100% Sorgo com pigm.)	58,79	60,12	62,12	59,93 ^b	60,24
Média Geral	58,82 ± 1,31	60,32 ± 0,97	61,72 ± 0,99	60,98 ± 0,98	60,46 ± 0,83

(*) Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$), entre os tratamentos, no período de nº 4, o que não foi visto nos demais períodos e período total.

No 4º período, o peso do ovo foi menor nas poedeiras alimentadas com a ração à base de 100% de sorgo sem pigmentante natural (T5), diferindo significativamente ($P < 0,05$) apenas em relação a ração com 100% de milho (T1).

Ao se avaliar o período total, pode-se afirmar que a substituição total e parcial de milho por sorgo, bem como a inclusão do pigmentante natural nas dietas, não comprometeu os resultados para o peso do ovo.

MALIK e QUISENBERRY (1963), relataram que ao utilizar 75% e 100% de sorgo na ração, detectaram uma redução dessa variável, discordando dos resultados do referido estudo. Porém, os mesmos autores também relataram que, quando o sorgo foi utilizado ao nível de 50%, nenhum efeito foi constatado sobre a variável em questão.

Com respeito à utilização de pigmentantes, outros autores não comprovaram diferenças significativas ($P > 0,05$) quanto ao peso do ovo (BAIÃO et al., 1996; KISHIBE et al., 2000).

- **Mortalidade**

Ao longo de todo o período experimental, registrou-se apenas 1 morte (T4), sendo a mesma decorrente não do efeito do uso de sorgo ou do pigmentante natural nas rações, e sim por causas externas (briga entre as aves).

4.2. Qualidade do ovo

- **Percentagem de casca no ovo**

Os resultados para a percentagem de casca no ovo são mostrados na Tabela 14.

TABELA 14. Percentagem de casca no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos *				
	1	2	3	4	Total
T1 (100% de Milho)	9,11	9,19	8,97	8,77	9,01
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	9,15	9,15	8,76	8,95	9,01
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	8,99	9,03	8,95	8,92	8,98
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	9,22	9,25	9,10	8,99	9,14
T5 (100% Sorgo com pigm.)	9,32	9,38	9,01	9,02	9,18
Média Geral	9,16 ± 0,26	9,20 ± 0,21	8,96 ± 0,28	8,93 ± 0,18	9,06 ± 0,19

(*) ns: não significativo ($P>0,05$)

Os dados obtidos no experimento não evidenciaram diferenças significativas ($P>0,05$), entre os tratamentos, sobre a variável supracitada, nos períodos parciais e período total.

Os trabalhos envolvendo sorgo com alto e baixo tanino demonstram não haver relação entre a presença de tanino na ração e a deposição da casca no ovo. A percentagem de casca no ovo depende do cálcio secretado no lúmen uterino, durante a formação do ovo no oviduto, sendo o cálcio sanguíneo obtido dos

alimentos e dos ossos. Na galinha em postura, o osso medular está em estado dinâmico, havendo deposição e retirada contínua do elemento. A formação real da casca envolve a secreção do cálcio e íon bicarbonato pelas células e glândulas presentes no útero (glândula da casca) (SAUVEUR, 1993).

Resultados semelhantes foram encontrados por ROWLAND et al. (1978), na qual não encontraram efeito significativo para a mesma variável, ao utilizar três níveis de sorgo em substituição ao milho (33, 67 e 100%). FAQUINELLO et al. (2004), ao avaliaram a substituição do milho por níveis crescentes de sorgo AT em codornas japonesas sobre o desempenho zootécnico e qualidade de ovos, também não encontraram diferenças significativas quanto à percentagem de casca no ovo entre os diferentes tratamentos (20 a 100% de sorgo).

- **Percentagem de albúmen no ovo**

Os dados para a percentagem de albúmen no ovo são evidenciados na Tabela 15.

TABELA 15. Percentagem de albúmen no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos*				
	1	2	3	4	Total
T1 (100% de Milho)	64,33	63,17	63,84	64,12	63,87
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	64,27	63,69	64,14	63,56	63,92
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	64,32	63,39	62,84	63,13	63,42
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	63,84	63,64	63,31	63,27	63,52
T5 (100% Sorgo com pigm.)	63,69	63,06	63,02	62,89	63,17
Média Geral	64,09 ± 0,44	63,39 ± 0,53	63,43 ± 0,81	63,39 ± 0,67	63,58 ± 0,46

(*) ns: não significativo ($P > 0,05$)

De acordo com os resultados observados no ensaio, constataram-se ausência de significância ($P > 0,05$), entre os tratamentos, tanto nos períodos parciais como período total, em relação ao parâmetro em questão, demonstrando que o uso do sorgo e do pigmentante natural não mostrou efeito adverso sobre a percentagem de albúmen.

Os resultados concordam com SAUVEUR (1993), na qual relatou que apenas o processo de melhoramento genético viabiliza alterações significativas na percentagem de albúmen no ovo, o que foi comprovado por GROBAS E MATEOS (1996), na qual o percentual de albúmen no ovo, no período de 1968 a 1988, aumentou em torno de 5%, ao comparar a composição do ovo de linhagens comerciais atuais e de linhagens ancestrais.

No entanto, em dietas com altos níveis de gordura, ocorre um aumento na percentagem de albúmen em relação à gema, o que provoca uma ligeira diminuição na relação gema/albúmen. Isso se deve ao fato de que as gorduras atuam diretamente sobre o metabolismo do estrógeno, hormônio responsável pela síntese das proteínas que formam o albúmen (WHITEHEAD, 1995).

- **Percentagem de gema no ovo**

Os resultados para a percentagem de gema no ovo de poedeiras são apresentados na Tabela 16.

TABELA 16. Percentagem de gema no ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos*				
	1	2	3	4	Total
T1 (100% de Milho)	26,83	27,64	27,19	27,11	27,20
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	26,93	27,16	27,51	27,49	27,27
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	27,38	27,58	28,36	27,95	27,82
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	27,40	27,12	27,59	27,73	27,46
T5 (100% Sorgo com pigm.)	27,64	27,56	27,97	28,09	27,82
Média Geral	27,24 ± 0,45	27,41 ± 0,54	27,72 ± 0,62	27,63 ± 0,55	27,51 ± 0,42

(*) ns: não significativo (P>0,05)

Não foi registrado efeito estatístico (P>0,05) para a referida variável, ao se analisar o período total e os períodos parciais. Com isso, pode-se afirmar que a substituição parcial e total do milho por sorgo, associado à presença de pigmentante natural nas dietas, não influenciou o percentual de gema no ovo.

Análogo ao exposto para a percentagem de albúmen, a percentagem de gema no ovo é afetada principalmente pela seleção genética das aves (GROBAS E MATEOS, 1996). Porém, segundo o mesmo autor, ovos menores têm uma menor percentagem de gema, para uma certa idade e, em ovos do mesmo tamanho, postos por galinhas em idades diferentes, a percentagem de gema aumenta com a idade da ave.

- **Coloração da gema do ovo**

Os valores obtidos para coloração da gema do ovo estão expostos na Tabela 17.

TABELA 17. Coloração da gema do ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Períodos				
	1	2	3	4	Total*
T1 (100% de Milho)	7,47 ^c	8,48 ^c	8,09 ^c	6,80 ^c	7,71 ^c
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	5,94 ^d	6,72 ^d	5,99 ^d	5,27 ^d	5,98 ^d
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	10,06 ^b	10,80 ^b	10,00 ^b	9,60 ^b	10,12 ^b
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	3,80 ^e	4,16 ^e	4,24 ^e	3,74 ^e	3,98 ^e
T5 (100% Sorgo com pigm.)	11,66 ^a	11,74 ^a	12,00 ^a	11,61 ^a	11,76 ^a
Média Geral	7,79 ± 0,20	8,38 ± 0,25	8,06 ± 0,22	7,40 ± 0,27	7,91 ± 0,14

(*) Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Os resultados obtidos nesse experimento evidenciaram diferenças significativas (P<0,05), entre os tratamentos, em relação aos períodos estudados.

Nos períodos de nº 1, 2, 3 e 4, bem como no período total, as aves arraçadas com a dieta contendo 100% de sorgo com pigmentante natural (T5) apresentaram os maiores níveis de pigmentação da gema do ovo, sendo os valores encontrados significativamente diferentes (P<0,05) em relação aos demais tratamentos. As poedeiras que consumiram a ração à base de 100% de sorgo sem o pigmentante natural (T4) tiveram gemas com menor pigmentação, diferindo estatisticamente (P<0,05) dos demais tratamentos.

De acordo com o exposto, as diferenças na coloração da gema entre os tratamentos já eram esperadas, uma vez que a inclusão de sorgo nas dietas causa uma redução significativa na pigmentação da gema do ovo, devido o sorgo apresentar um conteúdo inferior de pigmentos xantofílicos em relação ao do milho, evidenciando que a substituição parcial e total do milho por sorgo afeta a coloração das gemas das poedeiras.

MALIK e QUISENBERRY (1963) utilizando milho e sorgo em dietas de poedeiras, ao testarem níveis de substituição de 75% e 100% do sorgo em relação ao milho, também detectaram uma diminuição na pigmentação da gema. ZANZAD et al. (2000) também evidenciaram os mesmos resultados em dietas contendo 75 e 100% de substituição de milho por sorgo. FAQUINELLO et al. (2004) encontraram um efeito linear negativo ($P < 0,05$) sobre a coloração da gema do ovo em dietas com 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de substituição desse cereal.

Entretanto, em contraposição ao encontrado na pesquisa, a utilização de glúten de sorgo em dietas de poedeiras não afetou a coloração da gema do ovo, em experimento realizado por KISHIBE et al. (1994).

O experimento realizado também comprovou que a incorporação de um pigmentante natural nessas rações supriu a carência de pigmentos xantofílicos que as rações contendo sorgo apresentavam. Além disso, constatou-se que a coloração da gema do ovo das poedeiras alimentadas com rações contendo sorgo e pigmentante natural proporcionou uma maior pigmentação quando comparado com a dieta basal (100% milho), devido ao nível de pigmento utilizado nas referidas rações.

A maioria dos trabalhos utilizando sorgo de baixo tanino comprova os resultados encontrados na pesquisa. MELO et al. (2000) observaram que a inclusão de 0,1% de extrato oleoso de bixina na ração de codornas promovia a pigmentação da gema semelhante àquelas que eram alimentadas com ração à base de milho e soja. ARRAYA et al. (1977) encontraram resultados semelhantes ao adicionar 0,003% de Carophyll e 1,06% da farinha da semente de urucum, quando o milho foi substituído totalmente por sorgo na ração de poedeiras. SILVA et al. (2000)

observaram que a ração de poedeiras contendo sorgo sem o extrato de urucum produziu gemas com fraca pigmentação, enquanto a adição de 0,10% de extrato de urucum resultou em pigmentação similar à obtida com a ração contendo milho como principal fonte de energia.

No entanto, KISHIBE et al. (2000), estudando a norbixina como pigmentante natural durante um período de 28 dias, não encontraram diferenças significativas para coloração da gema nos níveis 500, 1000, 1500 e 2000 ppm de norbixina utilizados. Mesmo dobrando os níveis em até 4000 ppm por mais um período, não observaram diferenças significativas para o parâmetro em questão, evidenciando que nem todos os pigmentantes apresentam efeito contundente.

4.3. Custo de produção

A Tabela 18 mostra os custos de produção das dietas experimentais, encontrando-se no Anexo (Tabela 10A) o preço unitário das matérias-primas utilizadas.

Ao se avaliar a substituição do milho pelo sorgo nas rações, observou-se que a dieta com 100% de sorgo sem o uso de pigmentante natural (T4) promoveu o menor custo de produção, correspondendo a uma diminuição média de 5,99% no preço final, o que representou em torno de R\$ 34,00 por tonelada de ração produzida. Quanto à inclusão do pigmentante natural nas rações, a dieta com 100% de sorgo resultou em um aumento do custo de 2,25%, o que corresponde a R\$ 12,00 por tonelada de ração produzida.

Ao analisar o custo do quilograma de ovo produzido, observou-se a dieta com 100% de sorgo sem o uso de pigmentante natural (T5) apresentou menor custo de produção em relação à dieta com 100% de milho (T1). Os demais tratamentos mostraram-se mais caros, como a dieta contendo 50% de sorgo e o pigmentante natural (T3) ou proporcionaram a produção de ovos com padrões de coloração não-aceitáveis pelo mercado consumidor (T2 e T4), uma vez que os mesmos ocasionam uma redução drástica na pigmentação da gema do ovo.

SILVA et al. (2000) ao utilizarem rações controle, à base de milho e rações com 40% de sorgo e níveis de 0; 0,10; 0,15; 0,30; 0,45; e 0,60% de extrato de urucum, apresentaram, respectivamente, custos de R\$ 0,229; 0,217; 0,224; 0,228; 0,238; 0,248; e 0,259/kg, mostrando que a adição de 0,10 a 0,15% de extrato de urucum à ração foi economicamente mais viável. ZANZAD et al. (2000) também encontraram custos de ração menores em dietas com sorgo total.

TABELA 18. Custo das dietas, bem como o custo de produção de 1kg de ovo para cada dieta, no que diz respeito à substituição do milho pelo sorgo e adição do pigmentante natural.

Tratamentos	Custo/kg de ração (R\$)	Redução no custo com o aumento do nível de sorgo na ração (%)	Aumento do custo pela adição do pigmentante natural (%)	Custo de produção/kg de ovo produzido (R\$)
T1 (100% de Milho)	0,568	---	---	1,056
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	0,551	2,99	---	0,986
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	0,557	---	1,09	1,075
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	0,534	5,99	---	0,983
T5 (100% Sorgo com pigm.)	0,546	---	2,25	1,026

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, pode-se concluir que:

- 5.1. A substituição parcial ou total do milho pelo sorgo não altera o desempenho zootécnico das aves (à exceção da percentagem de postura), e as características de qualidade do ovo;
- 5.2. O pigmentante natural utilizado não modifica o desempenho zootécnico das aves e as características de qualidade do ovo, à exceção da coloração da gema, possibilitando a produção de ovos com gemas de coloração aceitável pelo consumidor;
- 5.3. A substituição total do milho pelo sorgo promove redução no custo de produção, desde que se reduza o nível de pigmentante na dieta, o que em termos zootécnicos e de mercado consumidor é possível.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. M. S.; MORAES, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Cultivo do Sorgo – Clima – **Embrapa Milho e Sorgo**, p. 02, 2000.

ANGELES M.; SCHEIDELER S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA'98. In: Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. (August 2-5), Inc. **Official Journal of the Poultry Science Association**; v. 77, p. 1 -18, 1998.

ANON, A. Improving Egg Quality. **Far Eastern Agriculture**, p. 33 – 34, 1994.

ARAYA, H.H., MURILLO, M.R., VARGAS, E.G. et al. Composicion y empleo del achiote (*Bixa orellana L.*) em raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentacion de la yema del huevo. **Agronomia Costariquense**, v. 1, p. 143 – 150, 1977.

BANDA-NYIRENDA, D. B. G.; VOHRA, P. Nutritional improvement of tannin containing sorghums (*Sorghum bicolor*) by sodium bicarbonate. **Cereal Chemistry**, v. 67, p. 533 – 537, 1990.

BAIÃO, N. C.; MENDEZ, J.; MATEOS, J. et al. Influence of type and source of xanthophylls and level of use on yolk pigmentation. Poultry Science Association. In: 85th Annual Meeting. Inc **Official Journal of the Poultry Science Association**. Louisville, Kentucky, p. 1-84, 1996.

BIRD, J. N. Consumer preferences and egg yolk color. **American Soybean Association (1995)**. Disponível em: <<http://www.asasea.com>>.

BOREN, D AND WANISKA, R. D. Sorghum seed color as an indication of tannin content. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 01, p. 117-121, 1992.

BORNSTEIN, S.; BARTOV, I. Comparasions of sorghum grain and maize as the principal cereal grain source in poultry rations. **British Poultry Science**, v. 8, p. 223 - 230, 1967.

BUTLER, L.G.; PRICE, M. P.; BROTHERTON, J. E. Vanillin assay for proanthocyanidins (Condensed tannins): modification of the solvent for estimation of the degree of polymerization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.30, p. 1090-1094, 1982.

BUTLER, L. G. Sorghum polyphenols: Assays and nutritional significance. In: Biennial Grain Sorghum Research utilization conference, 1989, Lubbock,. **Proceedings**. Lubbock, 1989c. p. 39-42.

BUTLER, L. G.; RIEDL, D. J.; LEBRYK, D. G. et al. Interaction of proteins with sorghum tannins: mechanism, specificity and significance. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 61, p. 916-920, 2001.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal** - Campinas, SP, 2002, 430p.

BUTOLO, J. E. and JUNQUEIRA, O. M. O Cultivo do Sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...**, Campinas, SP, 354p, 2001.

COSTA, P. T. C.; PEISHEL, A.; STILES, D.. Avaliação do milho X sorgo com e sem farinha de peixe em dietas de poedeiras comerciais. In: 11ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1974, **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 205 - 206, 1976.

DOS SANTOS, S. V. Utilização de complexo enzimático em dietas, à base de sorgo-soja, para frangos de corte. Universidade Federal do Ceará – (**Tese de Mestrado**), 1999.

DOUGLAS, J. H.; SULLIVAN, T. W.; ABDUL-KADIR, et al. Influence of refracted (micronization) treatment on the nutrition value of corn and low- and high-tannin sorghum. **Poultry Science**, v. 70, p. 1534 – 1539, 1991b.

DOUGLAS, J. H.; SULLIVAN, T. W.; BOND, P. L. et al. Influence of grinding, rolling, and pelleting on the nutritional value of grain sorghums and yellow corn for broilers. **Poultry Science**, v. 69, p. 2150 – 2156, 1990a.

DUARTE, J. M. Cultivo do sorgo – Mercado e Comercialização – **Embrapa Milho e sorgo**, 2000.

DUODU, K. G.; TAYLOR, J. R. N.; BELTON, A. C. et al. Factors affecting sorghum protein digestibility. **Journal of Cereal Science**, v. 38, p. 117 – 131, 2003.

EARP, C.F.; AKINGBALA, J. O.; RING, S.H.; ROONEY, L. W. Evaluation of several methods to determine tannins in sorghum with varying kernel characteristics. **Cereal Chemistry**, v. 58, p.234-238, 1981.

ELKIN, R. G.; ROGLER, J.C. Nutritional value o sorghum grain as a feedstuff for poultry. NOVUS - Proceedings of the 1991 Technical Symposia. Mexico, p. 127 - 153, 1991.

FAQUINELLO, P.; MURAKAM, A. E.; CELLA, P. S.; GALLI, et al. Hight tannin sorghum in diets of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Brasilian Journal of Poultry Science**, v. 6, p. 81 – 86, 2004.

FERREIRA, J. J. Sorgo granífero na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, nº 56, p. 59 – 60, 1979.

FIALHO, E. T.; BARBOSA., H. P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras – UFLA/FAEPE, 228p. 1997.

FLORES, M. P.; CASTANON, J. I. L. and MACNAB, J. M. Effect of tannins on starch digestibility and TME_n of triticale and semi purified starchs from triticale and field beans. **British Poultry Science**, v. 35, p. 281 – 286, 1994.

GARCIA, D. M.; MAIER, J. C. Redução do teor de tanino no sorgo mediante moagem e armazenamento dos grãos e sua ação sobre o desempenho de pintos na fase inicial. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, nº 1, p. 254 – 261, 1995.

GARCIA, D. M.; MAIER, J.C.; ELIAS., M.C. desempenho de pintos alimentados com grãos de sorgo úmidos tratados com ácidos orgânicos. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, nº 1, p. 205 – 212, 1995.

GARCIA, E. A; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C. et al. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 04, p. 01 – 07, 2002.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O.; et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações de diferentes níveis de sorgo, **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 04, p. 25 - 33, 2000.

GROBAS, S.; MATEOS, G. G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del ovo. In. **XIV Curso de Especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal**. Avances en Nutrición y Alimentación Animal, p.217 - 244, 1996.

GUALTIERI, M.; RAPACINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poultry Science Journal**, v. 46, p. 246 – 254, 1990.

JACOB, J. P.; MITARU, B. N.; MBUGUA, P. N. et al. The feeding value of Kenyan sorghum, sunflower seed cake and sesame seed cake for broilers and layers. **Animal Feed Science Technology**, v. 61, p. 41 – 56, 1996.

JIMENEZ-RAMSEY, L. M.; ROGLER, T. L.; HOUSLEY, T. L. Absorption and distribution of ¹⁴C-condensed tannins and related sorghum polyphenols in chicks. Proc. **2nd North American tannin Conference**, June 17 – 21, Houghton, M.I., 1991,

KHALIFA, N. A.; EL ZUNBEIR, E. A.; MUSTAFA, E. A. Use of gluten sorghum feed as a substitute for soybean meal in layer diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 165 – 168, 1994.

KING, D., FAN, M. Z.; EJETA, G. The effects of tannins on nutrition utilization in the White Pekin uck. **British Poultry Science**, v. 41, p. 630 – 639, 2000.

KISHIBE, R; PEREIRA, A; BORGES, A. S. et al. Norbixina como pigmentante das gemas de ovos de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, **Anais...**, 2ed, São Paulo, SP. APA, 182p., 2000

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

KURKURE, E. D.; ROGLER, J. C.; FEATHERSTON, W. R. et al. Efeito da substituição do milho por sorgo sobre o desempenho de frangos de corte. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1529 – 1538, 2000.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. Second edition. University Books, Guelph, Ontario, 350 p., 1997.

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. Tanino no grão de sorgo; bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas, MG; **EMBRAPA – CNPMS**, 13p, 2000, (EMBRAPA – CNPMS, Circular Técnica, p. 27).

MAIER, J. C. Desempenho de poedeiras alimentadas com rações à base de sorgo armazenado em anos diferentes. In: XX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIAS – Pelotas, RS, **Anais...**, p. 29, 1983.

MAKLED, M. N.; AFIFI, O. S. Sorghum plus methionine supplementation as a substitute for yellow corn in broiler diets. In: XXI World's Poultry Congress, Montreal-Canada, **Proceeding...**, 2000, 1 CD.

MALIK, D.P.; QUISENBERRY, I. H. Effects of feeding various milo, corn and protein levels on laying house performance of egg production stock. **Poultry Science**, v. 42, p. 625 - 633, 1963.

MELO, D. A.; DA SILVA, J. H. V.; ANDRADE, I. S. et al. Níveis de substituição do milho pelo sorgo e uso do extrato oleoso de bixina como corante da gema dos ovos de codornas. In: XX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIAS – Pelotas, RS, **Anais...**, p. 305 - 317, 2000.

MURTY, D. S.; KUMAR, K. A. Traditional uses of sorghum and millets. In: DENDY, D. A. V., (ED), **SORGHUM AND MILLETS: CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**, **American Association of Cereal Chemists**, St Paul, Minnesota, USA, p. 185-221, 1995.

N.R.C. National Research Council. **Nutrient Requirements of Poultry**. N. A. S. Washington, D. C. 1994.

NYACHOTI, C. M.; ATKINSON, J. L.; LESSON, S. Sorghum tannins: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 53, p. 01 – 21, 1997.

OLIVEIRA, B. L. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária**. UFMG.v.17, p.5 – 10, 1996.

PENZ, A. M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1991, Campinas, **Anais...**, Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 63 – 73, 1991.

PEREIRA, A. V.; KISHIBE, R.; LODDI, M. M. et al. Utilização da bixina como pigmentante natural da gema de ovos de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2ed, São Paulo, SP. **Anais...** APA 181p., 2001.

POTTER, D. K.; FULLER, H. L. Metabolic fate of dietary tannins in chickens. **Journal of Nutrition**, v. 96, p. 187 – 191, 1968.

RAHNEMA, S.H.; THEURER, B.; GARCIA, J. A. site of protein digestion in steers feed sorghum grain diets. II. Effect grain processing methods. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1541 – 1547, 1987.

RAMA RAO, S. V.; PRAHARAJ, N. K.; RAJU, M. V. L. N. et al. Replacement of yellow maize with sorghum tannin - free sorghum in White Leghorn layer diet. *Indian Journal of Poultry Science*, v. 30, p. 70 - 78, 1995

RIBAS, P. M. Cultivo do Sorgo – Importância Econômica – **EMBRAPA Milho e sorgo**, p. 08, 2000.

RODRIGUES, W. A. Tanino em sorgo: métodos de determinação e análise genética. Piracicaba: ESALQ, 1996. 81 p. **Tese Doutorado**.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Desempenho de frangos de Corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 1, p. 171-182, 2003.

ROSTAGNO, H. S. Utilização de sorgo nas rações de aves e suínos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 12, p. 18 – 27, 1986.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (**Tabelas Brasileiras**). Ed. Imprensa Universitária. Viçosa, MG. 2000.

ROSTAGNO, H. S.; TOLEDO, R. S.; ALBINO, L. F. T. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. In: I SIMPÓSIO DE ZOOTECNIA. Universidade São Marcos, São Paulo – SP, 2000. **Anais...**, 108p. 2000c.

ROWLAND, L. O., PLYER, J. E.; BRADLEY, J. W. The feeding value of weather-amaged grain sorghum for poultry. **Poultry Science**, v. 57, p. 180-185, 1978.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte (MG). Fundação de ensino e pesquisa de Medicina Veterinária e Zootecnia. 221p.,1998.

S.A.S, institute **S.A.S**. Users guide: Statistics. Version 6.12, edition S.A.S. Institute Inc. Carry. N.C. 1996.

SAUVEUR, B. **El Huevo para Consumo: Bases Productivas**, Madrid – Espanha. Ediciones Mundi – Prensa, 1993.

SELL, D. R.; ROGLER, J. C.; FEATHERSTON, W. R. The effects of sorghum tannin and protein level on the performance of laying hens maintained in two temperature environments. **Poultry Science**, v. 62, p. 2420 – 2428, 1983.

SERNA-SALDIVAR, S.; ROONEY, L. W. Structure and chemistry of sorghum and millets. In: DENDY, D. A. V., (ED), SORGHUM AND MILLETS: CHEMISTRY AND TECHNOLOGY, **American Association of Cereal Chemists**, Saint Paul, Minnesota, USA, p. 69-124, 1995.

SHAFEY, T. M.; DINGLE, J. G, M.; MCDONALD, W. et al. Effect of Type of Grain and Oil Supplement on the Performance, Blood Lipoproteins, Egg Cholesterol and Fatty Acids of Laying Hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, p. 200 – 206, 2003.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; GODOI, M. J. S. Efeito do Extrato de Urucum na Pigmentação da Gema dos Ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1435 – 1439, 2000.

SUBRAMANIAN, V.; METTA, V. C. Sorghum Grain for Poultry Feed. In: TECHNICAL AND INSTITUTIONAL OPTIONS FOR SORGHUM GRAIN, OLD MANAGEMENT: **Proceedings of an international consultation**, p. 242 – 247, 2000.

SULLIVAN, T. Grano de sorgo: alternativa del maíz. **Revista Indústria Avícola**, v. 10, p. 10 – 15, 1989.

SUPERCRAC. **Ração de Custo Mínimo**. Versão 1.02 Windows. TD Software, 1993.

VIANA, S. P.; MONTEIRO, E. S.; CARVALHO, J. P. et al. Emprego de sorgo em rações para aves de postura. In: XX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA – Pelotas, RS, **Anais...**, p. 20, 1983.

WALKER, T. Grão de sorgo para suínos e aves. **ASA Technical Buletin**, v. 20, p. 01 – 10, 1999.

WHITEHEAD, C. C. Plasma estrogen and the regulation of egg weight in laying hens by dietary fats. **Animal Feed Science and Technology**, p. 91 – 98, 1995.

WILLIAMS, N. S.; OVERFIELD, N. D. Consumer Preference Surveys - U. K. In: SYMPOSIUM ON YOLK COLOUR AS AN EGG QUALITY FACTOR, Londoner Hotel, **Proceeding...**, p. 11 – 14, 1970.

ZANZAD, A. G.; THEURER, B.; GARCIA, J. A. et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo sorgo. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1348 – 1355, 2000.

7. ANEXOS

TABELA 1A. Síntese das análises de variância da porcentagem de postura (ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	58,6329	14,6582	3,06ns	0,05
Erro	15	71,7459	4,7831		
TOTAL	19	130,3788			
CV = 2,51%; ns = não significativo (P>0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	116,4397	29,1099	8,50*	0,001
Erro	15	51,3607	3,4240		
TOTAL	19	167,8003			
CV = 2,10%; (*) = significativo (P< 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	16,0008	4,0002	0,62ns	0,66
Erro	15	97,2717	6,4848		
TOTAL	19	113,2725			
CV = 2,93%; ns = não significativo (P>0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	50,8976	12,7244	1,81ns	0,18
Erro	15	105,6991	7,0466		
TOTAL	19	156,5967			
CV = 3,11%; ns = não significativo (P>0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	37,7460	9,4365	4,83*	0,01
Erro	15	29,2942	1,9529		
TOTAL	19	67,0401			
CV = 1,61%; (*) = significativo (P < 0,05)					

TABELA 2A. Síntese das análises de variância do consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	72,2750	18,0688	1,73ns	0,20
Erro	15	156,9215	10,4614		
TOTAL	19	229,1965			
CV = 3,54%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	66,3185	16,5796	1,62ns	0,22
Erro	15	153,6361	10,2424		
TOTAL	19	219,9546			
CV = 3,24%; ns = não significativo (P > 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	16,4887	314,3363	0,21ns	0,93
Erro	15	297,8476	19,8565		
TOTAL	19				
CV = 4,46%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	159,8189	39,9547	4,93*	0,01
Erro	15	121,4795	8,0986		
TOTAL	19	281,2984			
CV = 2,87; (*) = significativo (P < 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	20,9531	5,2383	0,94ns	0,47
Erro	15	83,5416	5,5694		
TOTAL	19	104,4947			
CV = 2,43%; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 3A. Síntese das análises de variância da conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,0591	0,0148	1,58ns	0,23
Erro	15	0,1400	0,0093		
TOTAL	19	0,1991			
CV = 5,38%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,1106	0,0276	3,60*	0,03
Erro	15	0,1153	0,0077		
TOTAL	19	0,2259			
CV = 4,68%; (*) = significativo (P < 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,0243	0,0061	1,46ns	0,24
Erro	15	0,0628	0,0042		
TOTAL	19	0,0871			
CV = 3,46%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,0491	0,0122	1,60ns	0,23
Erro	15	0,1150	0,008		
TOTAL	19	0,1640			
CV = 4,63; ns = não significativo (P > 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,0414	0,0103	2,26ns	0,11
Erro	15	0,0687	0,0046		
TOTAL	19	0,1101			
CV = 3,64; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 4A. Síntese das análises de variância do peso do ovo (g) de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	4,9638	1,2410	0,72ns	0,60
Erro	15	25,7539	1,7169		
TOTAL	19	30,7177			
CV = 2,23%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,3450	0,3363	0,35ns	0,84
Erro	15	14,2466	0,9498		
TOTAL	19	15,5916			
CV = 1,62%; ns = não significativo (P > 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	4,7583	1,1896	1,22ns	0,35
Erro	15	14,6794	0,9786		
TOTAL	19	19,4377			
CV = 1,60%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	12,4731	3,1183	3,23*	0,04
Erro	15	14,4691	0,9646		
TOTAL	19	26,9422			
CV = 1,61%; (*) = significativo (P < 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	2,7263	0,6816	0,99ns	0,44
Erro	15	10,2856	0,6857		
TOTAL	19	13,0119			
CV = 1,37%; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 5A. Síntese das análises de variância da porcentagem de casca nos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,2410	0,0602	0,88ns	0,50
Erro	15	1,0241	0,0683		
TOTAL	19	1,2650			
CV = 2,85%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,2575	0,0643	1,51ns	0,25
Erro	15	0,6377	0,0425		
TOTAL	19	0,8952			
CV = 2,24%; ns = não significativo (P > 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,2493	0,0623	0,82ns	0,53
Erro	15	1,1460	0,0764		
TOTAL	19	1,3953			
CV = 3,09%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,1512	0,0378	1,21ns	0,35
Erro	15	0,4694	0,0313		
TOTAL	19	0,6206			
CV = 1,98%; ns = não significativo (P > 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	0,1370	0,0343	0,96ns	0,46
Erro	15	0,5378	0,0359		
TOTAL	19	0,6749			
CV = 2,09%; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 6A. Síntese das análises de variância da percentagem de albúmen nos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,4596	0,3649	1,92ns	0,16
Erro	15	2,8566	0,1904		
TOTAL	19	4,3162			
CV = 0,68%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,2261	0,3065	1,09ns	0,40
Erro	15	4,2152	0,2810		
TOTAL	19	5,4413			
CV = 0,83%; ns = não significativo (P > 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	4,8243	1,2061	1,82ns	0,18
Erro	15	9,9457	0,6630		
TOTAL	19	14,7610			
CV = 1,28%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	3,5680	0,8920	2,01ns	0,14
Erro	15	6,6408	0,4427		
TOTAL	19	10,2089			
CV = 1,05%; ns = não significativo (P > 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,5842	0,3960	1,90ns	0,16
Erro	15	3,1256	0,2084		
TOTAL	19	4,7098			
CV = 0,72%; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 7A. Síntese das análises de variância da porcentagem de gema nos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,8818	0,4705	2,30ns	0,11
Erro	15	3,0677	0,2045		
TOTAL	19	4,9495			
CV = 1,66%; ns = não significativo (P > 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,0027	0,2509	0,87ns	0,51
Erro	15	4,3338	0,2889		
TOTAL	19	5,3365			
CV = 1,96%; ns = não significativo (P > 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	3,2452	0,8113	2,10ns	0,13
Erro	15	5,8038	0,3869		
TOTAL	19	9,0491			
CV = 2,24%; ns = não significativo (P > 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	2,4166	0,6042	2,01ns	0,15
Erro	15	4,5134	0,3009		
TOTAL	19	6,9301			
CV = 1,98%; ns = não significativo (P > 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	1,3815	0,3454	1,95ns	0,15
Erro	15	2,6530	0,1769		
TOTAL	19	4,0345			
CV = 1,53%; ns = não significativo (P > 0,05)					

TABELA 8A. Síntese das análises de variância da coloração da gema dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

1º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	158,3467	39,5867	987,98*	0,0001
Erro	15	0,6010	0,0401		
TOTAL	19	158,9477			
CV = 2,57%; (*) = significativo (P < 0,05)					
2º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	150,7837	37,6959	613,72*	0,0001
Erro	15	0,9213	0,0614		
TOTAL	19	151,7051			
CV =2,98%; (*) = significativo (P < 0,05)					
3º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	152,8979	38,2245	820,88*	0,0001
Erro	15	0,6985	0,0466		
TOTAL	19	153,5964			
CV =2,68%; (*) = significativo (P < 0,05)					
4º PERÍODO DE 28 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	163,6238	40,9060	563,02*	0,0001
Erro	15	1,0898	0,07266		
TOTAL	19	164,7137			
CV = 3,64%; (*) = significativo (P < 0,05)					
PERÍODO TOTAL DE 112 DIAS					
Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Valor de P
Tratamento	4	155,3408	38,8352	1886,73*	0,0001
Erro	15	0,3088	0,0206		
TOTAL	19	155,6496			
CV = 1,81%; (*) = significativo (P < 0,05)					

TABELA 9A. Peso inicial e peso final das poedeiras comerciais submetidas a dietas com substituição parcial ou total de milho pelo sorgo, suplementadas ou não com pigmentante natural.

Tratamentos	Peso inicial (g)	Peso final (g)
T1 (100% de Milho)	1.498	1.620
T2 (50% Milho + 50% Sorgo sem pigm.)	1.518	1.643
T3 (50% Milho + 50% Sorgo com pigm.)	1.524	1.643
T4 (100% Sorgo sem pigm.)	1.539	1.634
T5 (100% Sorgo com pigm.)	1.481	1.609

TABELA 10A. Preço Unitário dos ingredientes das dietas experimentais

INGREDIENTES	CUSTO (R\$/Kg)
Milho	0,40
Sorgo granífero	0,30
Farelo de soja	0,89
Óleo de soja	1,90
Fosfato bicálcico	1,06
Calcário	0,06
Sal	0,11
Premix mineral	5,19
Premix vitamínico	2,43
DL-metionina	9,49
DL-lisina	14,68
Pigmentante natural (Sunred®)	11,60