



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

NATHÁLIA SILVA GURGEL

FENO DA FOLHA DE GLIRICÍDIA NA DIETA DE POEDEIRAS SEMIPESADAS
EM RESTRIÇÃO ALIMENTAR

FORTALEZA

2020

NATHÁLIA SILVA GURGEL

FENO DA FOLHA DE GLIRICÍDIA NA DIETA DE POEDEIRAS SEMIPESADAS EM
RESTRICÇÃO ALIMENTAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G987f Gurgel, Nathália Silva.
Feno da folha de gliricídia na dieta de poedeiras semipesadas em restrição alimentar / Nathália Silva Gurgel. – 2020.
63 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento.

Coorientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

1. Alternativa alimentar. 2. Feno da folha de gliricídia. 3. Restrição alimentar. 4. Desempenho. 5. Ovos. I. Título.

CDD 636.08

NATHÁLIA SILVA GURGEL

FENO DA FOLHA DE GLIRICÍDIA NA DIETA DE POEDEIRAS SEMIPESADAS EM
RESTRIÇÃO ALIMENTAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: ___/___/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª Dr. Silvana Cavalcante Bastos Leite (Conselheira)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

A Jesus, Cecília, Samark, Bárbara e David.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o Verbo que se fez carne, por tudo o que tem feito, fez e fará. Que todas as honrarias e glórias sejam dadas a Jesus, meu Senhor e Salvador!

À minha família, Samark, Cecília e Bárbara Gurgel, por tudo, meus melhores amigos e amores da minha vida.

Ao meu esposo, David, por todo o amor, companheirismo, paciência e por se fazer presente em tudo nos últimos anos.

Às famílias Gurgel e Silva que sempre se alegram com as pequenas e grandes conquistas.

À “Dona” Reginalda e “Seu” Daniel, pelo acolhimento e cuidado. E a toda a sua família, por todo o carinho.

Ao meu orientador, professor Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, principalmente por sua dedicação, paciência e cooperação desde o início dessa trajetória.

Ao meu coorientador, professor Ednardo Rodrigues Freitas, pela oportunidade e espaço concedidos para a realização do experimento e por todo o conhecimento compartilhado.

A todas as pessoas que compõem o Setor de Avicultura e o Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), alunos, professores e funcionários. Sou imensamente grata pela ajuda, dedicação e carinho de todos.

Aos colegas do programa de pós-graduação em zootecnia da UFC, aos quais tive o prazer de conhecer e compartilhar várias horas de trabalho, estudo e descanso de nossas rotinas.

À Universidade Federal do Ceará, em especial a todo o Departamento de Zootecnia e ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelo conhecimento adquirido, pela oportunidade concedida e pela vivência experimentada.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Todos foram especialmente importantes para a execução e conclusão desse trabalho. Muito obrigada!

Está claro que não romperei esse muro com a testa, se realmente não tiver forças para fazê-lo, mas não me conformarei com ele unicamente pelo fato de ter pela frente um muro de pedra e de terem sido insuficientes as minhas forças.

Dostoiévski – Memórias do subsolo

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivos avaliar os efeitos da inclusão do feno da folha de gliricídia (FFG) na dieta de poedeiras semipesadas, em restrição alimentar, no desempenho, qualidade dos ovos, quantidade de compostos fenólicos e oxidação das gemas (TBARS) em ovos frescos. O experimento teve duração de 6 períodos de 21 dias onde foram realizadas as avaliações do desempenho das aves e um ensaio de metabolismo. Para o desempenho foram utilizadas 180 poedeiras comerciais semipesadas da linhagem Hy-Line Brown (88 a 106 semanas de idade) em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 + 1. Os tratamentos consistiram na interação entre dois níveis de restrição de ração, 10 e 20%, e duas formas de ofertar o FFG, à vontade e misturado à ração repondo a restrição, além de um tratamento controle, com 6 repetições de 6 aves cada. Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) nas variáveis do desempenho, onde a ingestão alimentar (IA) diferiu significativamente do controle, sendo a menor ingestão observada quando o FFG foi ofertado misturado à ração com restrição de 20%, acarretando também nos piores resultados de percentagem de postura, massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa de ovos (CA/MO) desse tratamento, além de interações significativas ($P < 0,05$) observadas entre os níveis de restrição e as formas de administrar o FFG sob a ingestão do feno, percentagem de postura, MO e CA/MO. Os níveis de restrição da ração não apresentaram impacto significativo ($P < 0,05$) sob a ingestão voluntária de feno. Foi observada a redução dos coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), da energia bruta (CMEB), do extrato etéreo (CMEE), da energia metabolizável aparente (EMA) e da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN) das rações nos tratamentos onde o feno foi misturado à ração e interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de restrição e as formas de administrar o feno para o CMMS e CMEB. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) na percentagem de gema e albúmen, porém, a restrição de 20% da ração com o feno misturado exerceu efeito negativo sobre a densidade específica (DE), percentagem de casca e espessura de casca (EC) e apresentaram interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de restrição e formas de administrar o feno para a DE. A coloração da gema aumentou significativamente nos tratamentos em que o feno foi misturado à ração, havendo interação significativa ($P < 0,05$) para os fatores estudados. A oxidação lipídica das gemas dos ovos frescos (TBARS) não diferiu significativamente ($P < 0,05$) em nenhum dos tratamentos, porém, a quantidade de compostos fenólicos apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para o tratamento em que as aves ingeriram a maior proporção de feno na dieta

(20% de restrição e feno misturado). O FFG pode ser utilizado como alternativa alimentar na dieta de poedeiras submetidas a 10 e 20% de restrição de ração para consumo à vontade, ou misturado à ração quando a redução do concentrado for de 10%.

Palavras-chave: Alternativa alimentar. Feno da folha de gliricídia. Restrição alimentar. Desempenho. Ovos. Hy-Line Brown.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effects of the inclusion of gliricidia leaf-hay (GLH) in the diet of semi-heavy laying hens, in feed restriction, on performance, egg quality, quantity of phenolic compounds and yolk oxidation (TBARS) in fresh eggs. The experiment lasted for 6 periods of 21 days where bird performance evaluations and a metabolism test were made. For performance, 180 semi-heavy commercial hens (88 to 106 weeks old) were used in a completely randomized design, in a 2 x 2 + 1 factorial scheme. The treatments consisted on the interaction between two levels of feed restriction, 10 and 20%, and two ways to offer the FFG, *ad libitum* and mixed to the food in order to fulfill the restriction, and a control treatment, with 6 repetitions of 6 birds each. Significant differences were observed ($P < 0.05$) in the performance variables, where food intake (FI) differed significantly from the control treatment, with the lowest intake observed when the GLH was offered mixed to the food with 20% of restriction, also resulting in the worst percentage results for laying, egg mass (EM) and feed conversion per egg mass (FC/EM) of this treatment, in addition to significant interactions ($P < 0.05$) between the levels of restriction and the ways to offer the GLH under hay consumption, percentage of laying, EM and FC/EM. The restriction levels had no significant impact ($P < 0.05$) on the voluntary intake of hay. A reduction in the coefficients of dry matter metabolization (DMMC), crude energy (CEC), ether extract (EEC), apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn) was observed in rations in treatments where the hay was mixed to the food in both restriction levels tested (10 and 20%). Significant interaction ($P < 0.05$) between the restriction levels and the forms of offering the hay for the DMMC and CMEB was also observed. The treatments did not present significant differences ($P < 0.05$) in the percentage of yolk and albumen, however, the restriction of 20% of the ration with mixed hay had a negative effect on the specific density (SD), % of shell and shell thickness (ST) and showed significant interaction ($P < 0.05$) between restriction levels and forms of offering the hay in regard to SD. The yolk color increased significantly in the treatments in which the hay was included mixed to the food in both levels of restriction, with significant interaction ($P < 0.05$) for the factors studied. The lipid oxidation of fresh egg yolks (TBARS) did not differ significantly ($P < 0.05$) in any of the treatments. However, the amount of phenolic compounds showed a significant difference ($P < 0.05$) for the treatment in which the birds ingested the highest proportion of hay in the diet (20% restriction and hay mixed to the food). The GLH can be used as a feed alternative in the diet of laying hens in feed restrictions of 10 and 20%

for an *ad libitum* consumption, or it can be mixed with the feed when the concentrate reduction is of 10%

Key-words: Alternative feed. *Gliricidia* leaf hay. Feed restriction. Performance. Eggs. Hy-Line Brown.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição centesimal e nutricional da ração controle para poedeiras semipesadas da linhagem Hy-Line Bown.....	30
Tabela 2 –	Composição nutricional e energética do feno da folha de <i>gliricídia</i> (FFG) utilizado na alimentação de poedeiras semipesadas.....	36
Tabela 3 –	Desempenho das poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e fornecimento do FFG.....	37
Tabela 4 –	Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do feno de <i>gliricídia</i> sobre a IA, % postura, MO e CA/MO de poedeiras semipesadas.....	37
Tabela 5 –	Efeito da restrição de ração sobre a ingestão voluntária do FFG.....	39
Tabela 6 –	Valores de energia metabolizável das dietas com adição de FFG à vontade e misturado à ração de poedeiras semipesadas..	41
Tabela 7 –	Coefficientes de Metabolização das dietas com adição de FFG à vontade e misturado à ração para poedeiras semipesadas.....	43
Tabela 8 –	Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do FFG sobre o CMMS e CMEB.....	44
Tabela 9 –	Características de qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e inclusão do FFG.....	45
Tabela 10 –	Desdobramento da interação entre a restrição de ração e forma de fornecimento do FFG sobre a DE dos ovos de poedeiras semipesadas.....	48
Tabela 11 –	Coloração da gema dos ovos de poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e inclusão de FFG.....	49
Tabela 12 –	Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do feno de <i>gliricídia</i> sobre a coloração da gema dos ovos de poedeiras.....	49
Tabela 13 –	Oxidação lipídica e compostos fenólicos das gemas de ovos	

frescos de poedeiras semipesadas submetidas à restrição de
ração e inclusão de feno da folha de gliricídia..... 51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	<i>Gliricídia Sepium.....</i>	17
2.2	<i>Fibras e sua importância para as aves.....</i>	19
2.3	<i>Carotenóides.....</i>	24
2.3.1	Antioxidantes.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5	CONCLUSÕES.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Os volumosos são alimentos alternativos na nutrição de aves que podem beneficiar a produção de ovos devido às suas composições nutricionais e à redução dos custos com a produção (BARRETO e FERNANDES, 2001; BRITO et al., 2008; WOYENGO et al., 2014).

A inclusão destes na dieta de aves poedeiras pode melhorar as variáveis de desempenho desses animais, auxiliando no ganho de peso, incrementando a produção de ovos, o consumo e a digestão de nutrientes, ou até mesmo manter esses níveis, barateando os custos com a nutrição. No entanto, o excesso desses alimentos, que são ricos em fibras e possuem alguns fatores antinutricionais, pode levar redução drástica do consumo de alimento pelas aves e piorar a conversão alimentar para carne e ovos devido às mudanças na taxa de passagem e ao maior gasto energético voltado para a digestão, sendo necessária a realização da quantificação e qualificação adequada da fibra na dieta (FREITAS et al., 2014; GOULART et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2014; VIEIRA FILHO et al., 2016; BUENAÑO-BUENAÑO et al., 2018; VOEMESSE et al., 2018).

A *Gliricidia sepium* é um exemplo de volumoso a ser considerado para uso na produção avícola como alternativa alimentar, pois apresenta boa composição químico-bromatológica, sendo rica em vitamina A e E, em minerais como N, P, K e Ca, além de altos teores de proteína bruta e baixo teor de tanino quando comparada a outras forrageiras, a fim de melhorar a qualidade dos produtos finais e outros benefícios que o seu cultivo gera ao solo e às culturas que podem ser plantadas em consórcio (BRITO et al., 2008; COSTA et al., 2009; BARRETO e FERNANDES, 2001; AHMAD et al., 2018).

É importante que a oferta de alimentos com altos teores de fibra para aves comerciais, habituadas a ingerir a ração balanceada, seja realizada mediante algum estímulo no ambiente. Uma estratégia que pode ser adotada é o uso de restrição alimentar, onde o concentrado balanceado pode ser reduzido em até 30% da quantidade geralmente consumida, criando condições propícias à oferta de leguminosas que serão ofertadas como alternativa alimentar, entre outras fontes vegetais alternativas, sem que haja prejuízos na produção e no bem estar animal (CIOCCA et al., 1995).

Portanto, tendo em vista as vantagens do uso de forrageiras como alternativa alimentar, as propriedades nutricionais da *Gliricidia sepium*, a escassez de trabalhos que informem a respeito dos efeitos dessa matéria prima na criação de poedeiras e a busca de alternativas que possam ser utilizadas na alimentação e de fácil acesso ao produtor, junto à demanda por produtos com atributos diferenciados, o presente trabalho tem como objetivo

avaliar os efeitos da utilização do feno da folha de gliricídia na dieta de poedeiras semipesadas submetidas ao efeito da restrição de ração, sob a energia metabolizável do alimento, os coeficientes de metabolização dos nutrientes do alimento, a ingestão voluntária de feno, o desempenho, o total de compostos fenólicos, oxidação das gemas e a qualidade dos ovos destas poedeiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de ovos e o seu consumo tiveram elevação de cerca de 10% no mercado nacional brasileiro em 2019, comparado aos dados obtidos no ano anterior. Em um dia, cerca de 134,2 milhões de ovos são produzidos no país, por volta de 5,5 milhões de unidades por hora, ou 93,2 mil ovos por segundo, resultando em 230 ovos *per-capta* (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2020).

O aumento na produção de ovos está diretamente relacionado a um maior número de aves em produção, o que afeta diretamente o consumo de ração. A nutrição, um dos pilares da produção animal, é atrelada a um dos maiores custos ao produtor, pois os principais componentes das rações, que são o milho e a soja, sofrem variações de preço ao longo do ano, além da dificuldade de aquisição desses insumos alimentícios em alguns casos, e fazem com que a busca por outras matérias primas seja uma realidade justificada, se estas demonstrarem desempenho semelhante ou superior aos ingredientes tradicionais, fazendo com que as aves demonstrem o potencial produtivo que sua linhagem é capaz de atingir (WOYENGO et al., 2014).

O aproveitamento de algumas espécies vegetais pode ser interessante em determinados sistemas de produção animal por ser uma forma de baratear os custos com a alimentação, podendo substituir parcialmente a ração concentrada da dieta. Alimentos volumosos já são utilizados em sistemas de criação semi-intensivos, ou “tipo caipira” e resultam em particularidades relacionadas ao comportamento, bem estar e aos produtos (BLOKHUIS et al., 2000; SILVA et al., 2002).

Ao longo dos anos a produção científica voltada à avicultura e a alimentos alternativos tem sido nutrida de diversos trabalhos que citam várias matérias primas, demonstrando ser possível substituir o milho e a soja, mesmo que parcialmente, por outros que sejam de mais fácil aquisição, devido a fatores como transporte ou preço (MOREIRA, 2008).

Dentre essas alternativas, há a inclusão de espécies forrageiras na alimentação de aves para a produção de carne e ovos, com atenção aos métodos de fornecimento, se com ou sem conservação do pasto, se o consumo será livre ou se haverá restrições. E entre as espécies disponíveis utilizadas nos estudos apontados estão os fenos de alfafa, jureminha, leucena, cunhã, flor de seda, mandioca, mata-pasto, gliricídia e outros, em diferentes sistemas de criação e fases de desenvolvimento das aves (MOREIRA et al., 2012).

Santos (2009) cita em seu trabalho, em que utiliza sistemas de criação semi-intensivos como modelo, que alguns tipos de gramíneas e leguminosas podem ser utilizados na produção

de ovos. Dentre as espécies estudadas, destacam-se o tifton (*Cinodon nlemfuensis*), braquiária (*Brachiaria decumbens*) e coast-cross (*Cynodon dactylon*), pois resistem ao pisoteio e apresentam bons índices de rebrote. Porém, a escolha do volumoso a ser utilizado no sistema de produção deve estar alinhada à disponibilidade e adaptabilidade à região em que será incluído.

A qualidade nutricional das forragens ofertadas é outro fator a ser observado e avaliado, pois sua composição pode sofrer variações que dependerão da espécie, floração, estágio de crescimento, fertilidade e tipo de solo em que foi cultivada, das condições climáticas do local e da época do ano. A concentração dos nutrientes será diretamente proporcional ao valor nutritivo do volumoso fornecido aos animais. A capacidade de consumo, digestibilidade e absorção dos nutrientes irão determinar a eficiência de seu uso (ALBINO & SILVA, 1999).

Ao trabalhar com aves habituadas a consumir rações concentradas e balanceadas de acordo com suas necessidades nutricionais é interessante utilizar estratégias para estimular o consumo de volumosos como alternativas alimentares. O uso de restrição alimentar em alguns níveis, onde o concentrado balanceado pode ser reduzido em até 30% da quantidade geralmente consumida, é geralmente associado à oferta de volumosos, pois proporciona condições à oferta de vegetais alternativos, sem que haja prejuízos na produção e no bem estar animal (CIOCCA et al., 1995).

2.1 *Gliricídia Sepium*

Uma leguminosa que pode ser utilizada como alternativa alimentar é a gliricídia. Esta forrageira é uma leguminosa arbórea, de porte médio e crescimento cespitoso, podendo chegar a 15 metros de altura e 30 centímetros de diâmetro. Nativa da América Central chegou ao Brasil na década de 70, quando era utilizada para sombreamento das culturas de cacau na Bahia. É resistente à seca, característica de regiões tropicais, apresentando um melhor desenvolvimento entre as culturas exploradas em clima quente, suportando temperaturas mínimas de 14 a 20°C quando frio e 34 a 41°C quando em épocas de calor (AROEIRA et al., 2011).

Suporta cortes periódicos com alta capacidade de rebrota. Possui um sistema radicular bastante desenvolvido, sendo capaz de resistir a longos períodos de seca, e é pouco exigente quanto à fertilidade do solo. Auxilia também na fixação biológica do nitrogênio no solo

realizando simbiose com as bactérias gram-negativas do gênero *Rhizobium*, o que faz com que essa planta tenha a capacidade de recuperar e aproveitar áreas degradadas controlando a erosão, a depender de outras características como as físicas, biológicas e químicas do solo (AROEIRA et al., 2011).

As folhas da gliricídia possuem cerca de 20% de proteína bruta (PB), podendo ser encontrados valores de até 30% PB na literatura, e por isso é muito utilizada como banco de proteína em propriedades rurais (DRUMOND et al., 1999; ODUNSI et al., 2002; MATOS et al., 2005; CABRAL JR et al., 2007; EDVAN et al., 2016; CARVALHO, 2017).

Seus teores de FDN e FDA podem variar, sendo em média 38 e 24% respectivamente. Possuem baixo teor de taninos quando comparadas a outras forrageiras e são ricas em minerais, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca), além de ser fonte de vitaminas A e E, entre outros compostos como os antioxidantes carotenoides e as xantofilas, que também desempenham papel importante na pigmentação das gemas dos ovos (COSTA et al., 2009, ODUNSI et al., 2002).

As práticas de conservação como fenação ou ensilagem, podem melhorar sua aceitabilidade por parte dos animais, pois uma das características marcantes desse material volumoso é o odor proveniente de suas folhas, provocado pela liberação de compostos voláteis, e a sua possível toxidez, sendo esta última característica especialmente danosa aos animais não ruminantes. Assim, é importante a realização, de maneira adequada, dos procedimentos de conservação de pastagens, a fim de melhorar sua aceitabilidade pelos animais e volatilizar os componentes tóxicos, como, por exemplo, o ácido cianogênico (HCN), a cumarina e os taninos (AHN et al., 1989; RANGEL et al., 2011).

Odunsi et al. (2002), estudaram, em um experimento realizado com o fornecimento de rações apresentando 5, 10, 15 e 20% de feno das folhas de gliricídia e uma ração controle a base de milho e soja, o desempenho e características de qualidade dos ovos de poedeiras submetidas a esses níveis de inclusão. Foi relatado o declínio no consumo da ração a partir de 5% de inclusão do feno, o que foi justificado pelo aumento do teor de fibra na composição total das rações.

Odunsi et al. (2002) também observaram que dados de produção de ovos, ganho de peso e a conversão alimentar das aves que consumiram as rações com inclusão de 10 e 15% de feno foram piores do que o das aves que consumiram apenas a ração controle. Para os dados relativos à qualidade do ovo, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. A cor da gema, no entanto, apresentou expressiva diferença no aumento da intensidade entre os tratamentos, sendo os maiores valores atribuídos às gemas das aves que consumiram a ração

com o maior percentual de inclusão do feno. Os autores concluíram que a inclusão do feno da folha de gliricídia em níveis de até 5% não afeta significativamente o desempenho das aves e intensifica a pigmentação das gemas dos ovos.

A quantidade de fibra presente na gliricídia pode vir a ser um problema quando ofertada para não ruminantes, em especial as aves, pois parte das abordagens realizadas pela literatura apontam para os seus efeitos negativos, ainda que seja possível obter sucesso com o uso de alimentos com altos teores de fibras para aves, desde que seja realizada a correta quantificação e qualificação destes na dieta (GOULART et al., 2016).

2.2. Fibras e sua importância para as aves

A composição fibrosa dos alimentos volumosos é uma de suas características mais marcantes, por isso é importante que se conheça a sua estrutura e seus componentes, bem como o papel que ela desempenhará no organismo dos animais. A fibra não se enquadra em um grupo químico específico, pois é constituída de vários compostos agregados, fazendo com que sua composição química dependa de sua fonte e da metodologia utilizada em sua determinação nas análises laboratoriais (MERTENS, 1997; BRITO et al., 2008).

Uma das maneiras de classificar as frações fibrosas presentes nos compostos alimentares é a partir de sua extração em solução de detergente neutro ou ácido, sendo a primeira composta de celulose, hemicelulose, lignina, proteínas danificadas pelo calor e matéria mineral, e a segunda celulose, lignina, proteínas danificadas pelo calor e minerais (McDONALD et al., 2002).

Também podemos classificá-la como solúvel ou insolúvel de acordo a afinidade de seus componentes com as moléculas de água e capacidade de gelificação, quando a digesta adquire consistência bastante viscosa. A fração solúvel em água apresenta polissacarídeos não amiláceos, principais responsáveis pela viscosidade, hemiceluloses de reserva da planta, pectinas e mucilagens. A fração insolúvel apresenta a lignina, celulose, hemiceluloses insolúveis e outros compostos, como taninos, cutinas, etc. Também é possível classificá-la de acordo com seu grau de fermentação, podendo ser alto, baixo e moderado (VAN SOEST et al., 1991; BRITO et al., 2008; MORGADO e GALZERANO, 2008).

Podem ainda ser classificadas como carboidratos estruturais ou não estruturais, onde o amido e açúcares são não estruturais, enquanto celulosas, hemicelulosas, pectinas e beta-glucanos são carboidratos estruturais (CARVALHO et al., 2005).

Os carboidratos estruturais estão diretamente relacionados à qualidade nutritiva de alimentos volumosos, pois a parede celular desses vegetais pode concentrar até 80% de sua matéria seca, representadas pela hemicelulose, celulose e pectinas. Taninos, sílica, nitrogênio e lignina, entre outras substâncias, também podem estar presentes nesses alimentos. A lignina pode estar presente associada às frações de celulose e hemicelulose e sua presença aumenta ao longo do ano, fazendo com que quanto mais velha a célula, maior seja o seu conteúdo de lignina, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes da forrageira (ALVES, 2007; MAEDA et al., 2007).

Os polissacarídeos não amiláceos são constituídos de polímeros de pentoses e hexoses, que se combinam e originam a dois grupos principais, os beta-glucanos, que contém celulose, e os heteroglicanos, com pectinas e hemiceluloses. Esses carboidratos se unem à lignina e constituem a principal fração dos carboidratos fibrosos (ARRUDA et al., 2003).

As pectinas e os beta-glucanos são carboidratos estruturais rapidamente fermentados, sendo nisto semelhante aos carboidratos de reserva. A celulose é o polissacarídeo encontrado em maior abundância na natureza, constituinte da parede celular vegetal, à exceção de algumas sementes. Pode ser encontrada em sementes de oleaginosas e forrageiras com teores de até 40 e 30% da sua constituição, respectivamente, e em menores quantidades nas sementes de cereais. Sua composição constitui-se de resíduos de delta-glicopiranoses, unidos através de ligações beta-1,4, formando cadeias longas e lineares com alto grau de polimerização e elevado peso molecular (CARVALHO et al., 2005).

A hemicelulose é descrita como um conjunto heterogêneo de polissacarídeos amorfos com um grau de polimerização inferior ao da celulose. É dividida em quatro subgrupos: xilanas, beta-glicanas, xiloglicanas e mananas, de acordo com o monossacarídeo predominante. Pode ter várias estruturas diferentes e ser encontrada em associação com a lignina através de ligações covalentes em células maduras, tornando-se, nesse caso, insolúveis. Os tipos de hemicelulose encontrados nos organismos variam entre as espécies vegetais, e podem estar presentes em até 25% da composição de matéria seca de espécies forrageiras, farelos, polpas cítricas, etc (GOODWIN e MERCER, 1988; VAN SOEST, 1994).

De modo geral, a lignina é constituída de polímeros condensados que são formados através de uma redução enzimática em que ocorrem a ação de alguns ácidos e seus respectivos álcoois, se condensando por processos oxidativos e formando suas moléculas. Sua composição, estrutura e quantidade presente no organismo vegetal irão depender de vários fatores, entre eles, o tecido do qual fazem parte, a origem do vegetal, sua idade e fatores ambientais. Quando presentes em leguminosas costumam estar mais condensadas e em maior

quantidade, ao compararmos com gramíneas em um mesmo estágio de desenvolvimento (GRENET e BESLE, 1991).

O fato é que há uma abundância de compostos classificados como fibrosos, variáveis de diversas substâncias que podem ser purificadas, semi-purificadas ou constituintes da parede celular vegetal com uma característica em comum, a de não serem hidrolisáveis pelas enzimas endógenas do trato gastrointestinal dos animais não ruminantes. Sua atuação no organismo dependerá de suas propriedades, fontes, processamentos, solubilidade e das transformações que sofrerão no trato digestivo do animal e, por fim, o papel de substrato para a fermentação microbiana (GUILLON e CHAMP, 2000; MONRO, 2000; MONTAGNE et al., 2003).

Fibras solúveis e insolúveis possuem propriedades físico-químicas diferentes e terão efeitos diversos no que diz respeito à passagem da digesta. A estimulação física do trato gastrointestinal parece ser mais ativa com a presença de fibra insolúvel, apresentando partículas sólidas até a porção final do trato digestório, indicando que a estimulação ocorre por todo o trato (WARNER, 1981; WARPECHOWSKI, 2005; OLIVEIRA e MORAES, 2007; TAVERNARI et al., 2008).

A fração solúvel da fibra está relacionada à viscosidade da digesta, contribuindo para o trânsito mais lento, sendo que este efeito dependerá da fonte de fibra e do estado fisiológico da ave. A viscosidade produzida por essa fração prejudica a absorção dos nutrientes como as gorduras, proteínas e amido, por estarem menos disponíveis às ações das enzimas endógenas. O efeito negativo se repete na energia metabolizável da dieta, gerando resultados negativos na conversão alimentar (OLIVEIRA e MORAES, 2007; TAVERNARI et al., 2008).

A digestão fermentativa da fibra também depende da sua qualidade, da quantidade presente na dieta, das interações nutricionais que poderão afetar a metabolização dos nutrientes e da eficiência do uso da energia metabolizável, fazendo com que a adição desses compostos possa vir a ser um fator que diminua a energia da dieta, comprometendo a ingestão voluntária e o aproveitamento dos alimentos no organismo (BRUM et al., 2000; COSTA et al., 2007).

O interesse em alimentos alternativos fibrosos para poedeiras é grande, apesar de seu uso ser bastante limitado, pois a inclusão desses na formulação das rações pode prejudicar principalmente a produção ou mesmo influenciar negativamente o valor nutricional do ovo. As melhorias propostas para a qualidade e a composição de produtos de origem animal estão inter-relacionadas com a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana (CARVALHO et al., 2005).

Para alcançar um bom desempenho produtivo, é necessário que a dieta das aves seja devidamente balanceada e que seus nutrientes sejam processados, digeridos e absorvidos. Poedeiras comerciais possuem exigências nutricionais expressas em quantidades de nutrientes diários, porém, estão sujeitas a uma série de fatores que podem alterar essas necessidades (MAZZUCO, 2014).

O desenvolvimento da mucosa é contínuo, diretamente relacionado e afetado pelos hormônios provenientes do metabolismo, como a insulina, o GH, a tiroxina e os glicocorticoides. Diversas pesquisas já têm demonstrado que a inclusão moderada de fibra nas dietas de aves pode até beneficiar o desenvolvimento do trato gastrointestinal e a eficiência alimentar durante o crescimento, sendo possível supor que há uma relação entre o tamanho dos órgãos que compõem o trato gastrointestinal das aves com o tipo de alimentação ofertada (SCHEIDELER et al., 1998; MAIORKA et al., 2000; GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007).

Oliveira et al. (2014), ao testarem a inclusão de feno da folha de leucena nas rações de duas linhagens de postura distintas, *Rhode Island Red* e *New Hampshire*, ambas na fase de crescimento, constataram que a inclusão de até 10% do feno não provoca alterações significativas na ingestão de energia metabolizável e proteína bruta, no consumo de ração, ganho de peso ou na conversão alimentar.

Testando folhas de moringa em dois níveis (1 e 3%) na alimentação de poedeiras em crescimento, Voemesse et al. (2018) observaram que, apesar de o consumo de ração ter sido semelhante para os níveis testados, incluindo o tratamento controle, as aves que consumiram 3% de folha de moringa tiveram o maior ganho de peso entre os tratamentos, bem como o melhor resultado de conversão alimentar. No que diz respeito ao tamanho relativo dos órgãos, o fígado não foi alterado, no entanto, a moela teve maior peso relativo nos tratamentos com a inclusão do volumoso.

No entanto, Freitas et al. (2014), que estudaram a inclusão de fibra em detergente neutro na ração de poedeiras na fase de desenvolvimento, constataram que esta pode acarretar numa pior digestibilidade dos nutrientes. Órgãos como fígado, moela e intestinos variaram de tamanho, aumentando de acordo com o nível de fibra ingerido, sendo este efeito associado aos seus fatores antinutricionais, aumentando a viscosidade intestinal e alterando a morfologia e a fisiologia entérica, o que provocou desregulações hormonais e induziu maior atividade desses órgãos, afetando também o seu peso relativo. Resultados como estes podem estar associados a um nível de compostos fibrosos elevado, e variar de acordo com o tipo de fibra e a fase de desenvolvimento das aves.

Çabuk et al. (2014) observaram que houve incremento na produção de ovos de codorna com a inclusão de até 10% de subprodutos de lentilha na alimentação dessas aves. No entanto, a inclusão dos subprodutos em níveis acima de 15% afetou a produção. Buenaño-Buenaño et al. (2018), ao testarem farinha de *Azolla*, um tipo de planta aquática da família *Azollaceae*, em 0, 5, 10 e 15% de inclusão na ração de codornas em período de postura, observaram que a conversão alimentar piorou para os maiores níveis de inclusão dessa farinha. O que reforça a ideia de que exceder os limites de inclusão de fibra recomendados pode resultar em piora da conversão alimentar para carne e ovos, devido à mudança na taxa de passagem, reduzindo o tempo de exposição do bolo alimentar aos processos enzimáticos, ou ao maior gasto energético voltado para a digestão, de acordo com o tipo de fibra ingerido (VIEIRA FILHO et al., 2016).

A utilização de compostos fibrosos pode vir a ser vantajosa, a depender do ciclo de produção em que a ave se encontra, do tipo de fibra e da quantidade incluída na dieta, pois a saciedade promovida pela fração solúvel, por exemplo, evita que haja aumento do peso através da redução do consumo de ração, especialmente em aves jovens, prejudicando o desempenho produtivo durante a postura, porém, pode causar um efeito contrário a este, fazendo com que as aves passem a comer mais para compensar o efeito que a fibra pode vir a causar diminuindo a energia alimentar durante a digestão do alimento, a fim de suprir suas exigências energéticas e nutricionais (SCHEIDELER et al., 1998; GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007).

Por ser o principal substrato para fermentação bacteriana, a fibra tem grande importância para a saúde intestinal do animal devido à sua interação com a mucosa e a microflora. Ela contribui com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no cólon através das bactérias locais, em especial o acetato, o butirato e o propionato. Os AGCC possuem funções importantes no organismo, como o fornecimento de energia para a mucosa intestinal, a redução do pH no cólon, o equilíbrio da microflora intestinal, absorção de sódio e água, aumento do fluxo sanguíneo, produção de muco, estímulo da proliferação celular epitelial, oferta de energia para os colonócitos e tecido muscular, e estímulo da produção de secreção pancreática e outros hormônios (CATALANI et al., 2003; MONTAGNE et al., 2003; AMERARH et al., 2007).

Costa et al. (2007) relataram que ao substituir parcialmente a ração por feno de maniçoba e de jureminha em níveis de até 15%, a partir dos 28 dias de idade, o desempenho frangos caipiras não foi alterado, mantendo o peso final, ganho de peso e a conversão

alimentar, além do peso absoluto e relativo de cortes nobres e gordura abdominal semelhantes ao obtido com frangos alimentados apenas com a ração concentrada, sem inclusão de feno.

Além do incremento da fibra na dieta, a inclusão dos volumosos é frequentemente associada ao incremento da pigmentação das gemas dos ovos de aves alimentadas com estas matérias primas. Este é mais um dos benefícios proveniente da inclusão desses materiais e ocorre devido à presença dos compostos carotenoides (FIGUEIREDO & ÁVILA, 2001).

2.3 Carotenóides

A coloração mais intensa das gemas é uma das características mais marcantes quando se fala em ovos caipiras e esta se deve à presença dos compostos com capacidade pigmentante presentes em organismos vegetais. Os carotenóides são compostos tetraterpenóides de 40 C unidos por unidades opostas no centro da molécula e são amplamente distribuídos na natureza podendo ser encontrados principalmente em vegetais, frutas e também em produtos de origem animal, que se alimentam de produtos vegetais. As aves, e quaisquer outros animais, não possuem a capacidade de sintetizar carotenóides, sendo o grau de pigmentação das gemas dos ovos um produto proveniente da dieta fornecida a elas (BREITHAUPT, 2007).

O milho presente na dieta é o ingrediente responsável por, entre outras atribuições, fornecer xantófila que é a principal fonte desses pigmentos para as aves. Porém, o poder de pigmentação da gema através desse cereal sofre diversas variações devido ao clima, solo, linhagens, entre outros, fazendo com que as dietas a base de milho e farelo de soja possam resultar em uma pigmentação de gema abaixo daquela que é considerada a ideal pela população brasileira (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; FASSANI et al., 2019).

Esses pigmentos se acumulam nos cloroplastos das plantas e são encontrados como uma mistura de alfa e beta-caroteno, beta-criptoxantina, luteína, zeaxantina, violaxantina e neoxantina, complexados em ligações não covalentes às proteínas. Suas funções na fotossíntese são, basicamente, absorção de luz e fotoproteção para os vegetais contra os danos oxidativos (DELGADO-VARGAS et al., 2003).

Os diferentes tipos de carotenoides existentes, cerca de seiscentos, são produto do metabolismo secundário dos vegetais e são originados por modificações em sua estrutura cíclica dos grupos terminais e introdução de grupos oxigenados. Podem ser classificados de diversas formas. Uma delas pode ser dividindo-os em dois grandes grupos: carotenoides, formados por hidrocarbonetos; e xantofilas, contendo funções oxigenadas, como hidroxilas,

grupos ceto e epóxi. Esses grupos funcionais conferem propriedades antioxidantes a esses compostos (MINGUEZ-MORQUERA, 2002; RAO & RAO, 2007).

Esses compostos são incluídos na dieta de vários animais, pois o produtor visa incorporar os seus diversos benefícios nos produtos finais para o consumo humano. A pigmentação amarelada da gema é consequência, principalmente, da ação da luteína e zeaxantina, pigmentantes do grupo das xantofilas. Ainda que as aves venham a consumir uma dieta rica em pigmentantes do grupo dos carotenos, após a sua ingestão, estes serão oxidados e formarão as xantofilas. Há relatos do uso de milho em consórcio com alfafa para aves como fonte de luteína e zeaxantina com a finalidade de coloração da pele e da gema dos ovos (MÍNGUEZ-MOSQUEIRA et al., 2002; BRULC et al., 2013).

Os níveis de carotenóides presentes nas células de folhas e frutas se mantêm constantes até a sua senescência. A coloração amarelada que pode aparecer nesses alimentos é proveniente da degradação da clorofila, indicando a presença de enzimas degradadoras de carotenóides, as lipoxigenases e as peroxidases, originadas nos cloroplastos e mitocôndrias respectivamente. Elas irão catalisar a conversão de lipídeos insaturados a compostos aromáticos nas plantas. Porém, essas enzimas necessitam de oxigênio molecular e co-fatores para exercerem suas atividades (WEEKS, 1986).

2.3.1 Antioxidantes

Os compostos carotenóides possuem outras funções importantes para a fisiologia e nutrição animal além da sua capacidade em conferir coloração diferenciada aos seus produtos. Estes compostos são bastante conhecidos pela capacidade de atuar como antioxidantes no organismo sendo a estrutura de suas moléculas diretamente ligadas ao papel que irão desempenhar no organismo vegetal e animal, tendo maior capacidade antioxidante aquelas moléculas cujo número de duplas ligações conjugadas, grupos cetona e presença de anéis ciclopentano em sua estrutura forem maiores, como a cataxantina e a astaxantina (MALDONADO et al., 2003).

Antioxidantes são compostos ou substâncias químicas que atuam a fim de inibir ou reduzir a oxidação, dependendo da sua concentração no organismo e podem ser classificados como enzimáticos e não enzimáticos, sendo produzidos pelo próprio organismo ou podendo ter origem exógena, incluídos via alimentação. O alfa-tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C) e o beta-caroteno, presentes em forrageiras como a gliricídia, atuam na

eliminação de radicais livres evitando a peroxidação lipídica (HALLIWELL *et al.*, 1995; BARREIROS *et al.*, 2006).

O ovo tem uma boa composição lipídica, sendo a gema rica em gorduras, que, dependendo do seu tamanho, da dieta, e da linhagem da ave, pode conter cerca de 30 a 34% de gorduras, das quais, o colesterol, triglicerídeos, fosfolipídeos e ácidos graxos livres, e grande quantidade de ácidos graxos insaturados fazem parte da sua porção lipídica. O conteúdo de gorduras insaturadas presentes nas gemas dos ovos os torna mais susceptíveis à oxidação lipídica, pois estas são menos estáveis aos processos oxidativos, e, devido a isto, o seu período hábil para o consumo humano acaba sendo limitado (BARRETO *et al.*, 2006; SARCINELLI *et al.*, 2007; FENNEMA, 2010; PITA *et al.*, 2010).

O tempo de prateleira dos ovos “*in natura*” pode ser prejudicado, pois os mesmos sofrerão oxidação dos lipídeos de sua composição ao longo do tempo em que estiverem armazenados, mesmo que este armazenamento seja realizado em locais refrigerados, embora estas reações ocorram mais facilmente e sejam mais evidentes em ambientes que possuam altas temperaturas (PEREIRA, 2009).

No entanto, a gema dos ovos apresenta compostos que possuem alta atividade antioxidante e formam uma espécie de barreira protetora, auxiliando no processo de conservação. São estes a lecitina, o alfa-tocoferol, xantófilas, entre outros compostos (LEE *et al.*, 2002).

Ainda que se saiba da existência dessas substâncias presentes nos componentes internos do ovo, os efeitos do uso de plantas são amplamente estudados na nutrição de aves sobre a oxidação de seus compostos lipídicos, visto que existem diversas evidências de que a adição de antioxidantes naturais às dietas desses animais protegem os componentes dos ovos dos processos oxidativos. Os principais antioxidantes de origem vegetal são os compostos fenólicos, os carotenóides, o alfa-tocoferol e o ácido ascórbico (LAGUERRE *et al.*, 2007; RADWAN *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2010).

Essas funções antioxidantes também reforçam o uso de volumosos na produção animal. Outra possível vantagem na utilização destes é seu uso como forma de aditivos fitogênicos, devido às diversas propriedades presentes nos vegetais capazes de auxiliar na redução do uso de antibióticos e promotores de crescimento em algumas criações (WINDISCH *et al.*, 2008).

Aditivos são compostos amplamente utilizados nos diversos sistemas de produção animal visando melhorar o desempenho, prevenção de doenças e infecções nos animais. A inclusão dos produtos de origem vegetal, incomuns à produção avícola nos sistemas

convencionais, como o são os fenos de leguminosas, pode ser benéfica, por estes se tratarem de aditivos fitogênicos promissores devido à sua composição, e atuarem no retardo da oxidação dos alimentos (GOULD, 2008; TETEH et al., 2013).

O acometimento de doenças na produção animal é um problema tanto para os modelos convencionais de criação, quanto para os caipiras, orgânicos ou semi-intensivos. As mais comuns são oriundas de bactérias, como a *Salmonella*, *Colibacilose* e doenças causadas por vírus e fungos. No sistema convencional a disseminação pode ocorrer rapidamente e o manejo do tratamento da doença se torna difícil, o que pode contribuir para a disseminação das doenças entre vários lotes (ABREU, 2014).

Ahmad et al. (2018), avaliando os efeitos da inclusão de farinha da folha de *Moringa oleífera* como aditivo fitogênico na dieta de poedeiras, constatou que esta pode enriquecer os ovos com compostos bioativos e melhorar a produção e saúde das aves. A adição do volumoso ainda auxiliou na redução do colesterol das gemas e aumentou o tempo de prateleira dos ovos, devido às capacidades antioxidantes encontradas na leguminosa.

Portanto, observando os diversos fatores relacionados à inclusão de volumosos na dieta de aves voltadas à produção de ovos, uma vez que a busca dos alimentos alternativos aos convencionais é justificada, e tendo em vista os vários benefícios atrelados à composição das forrageiras “*in natura*” ou submetidas a processos de conservação, em especial, ao feno de gliricídia, é pode ser viável utiliza-la como alternativa alimentar para aves, a depender de alguns fatores, dentre eles os níveis de inclusão, que devem ser estudados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental, de número 9944051018, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará (CEUA-UFC) em 16 de Outubro de 2018. O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará, Brasil, (3°44'36''S 38°34'46''W).

O galpão utilizado durante todo o período experimental foi de modelo convencional para poedeiras comerciais, coberto por telhas de barro, piso cimentado, possuindo um pé direito de 2,8 metros de altura e orientado em sentido leste-oeste, contando com um corredor central dividindo duas linhas de gaiolas de arame galvanizado, de dimensões 45 cm X 25 cm X 40 cm (comprimento x largura x altura), equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo “*nipple*”, em cada um dos lados do corredor. A média da temperatura durante todo o período experimental foi de 27,79°C e a da umidade relativa do ar de 70,63%, sendo esses dados baseados nos resultados diários obtidos com auxílio de data logger posicionado próximo ao centro do galpão.

Lâmpadas ligadas através de um timer programado, distribuídas de maneira uniforme no galpão auxiliaram no programa de luz, já que as aves foram submetidas a um programa de luz de 16 horas por dia (12 horas natural + 4 horas artificial).

Para a condução do experimento utilizou-se 180 poedeiras comerciais semipesadas da linhagem *Hy-Line Brown*, com 88 semanas de idade inicial e peso médio de 1,879 kg \pm 5,36 gramas e produção de 72% em média por cada parcela sendo realizada a seleção com base no peso e produção de ovos, em seguida distribuídas uniformemente nas gaiolas de modo que todas as repetições fossem compostas por aves com pesos e produções de ovos similares, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2016).

As poedeiras foram então distribuídas nas gaiolas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de restrição de ração (10 e 20%), duas formas de fornecimento do feno de gliricídia (à vontade e misturado à ração) mais um tratamento controle, totalizando 5 tratamentos com 6 repetições de 6 aves.

Após a seleção, foi realizado durante uma semana, o controle do consumo médio de ração para essas aves. O consumo médio diário obtido foi de 110 gramas de ração por ave, totalizando 660 gramas por repetição. Esse dado foi utilizado para calcular as restrições de 10 e 20% de ração propostas para os respectivos tratamentos. Com isso, foi dado início ao experimento, que teve duração de 6 períodos de 21 dias, somando 126 dias.

Os tratamentos consistiram em um controle, com oferta de ração à vontade, e os tratamentos experimentais, sendo um tratamento com 10% de restrição de ração e feno ofertado à vontade, outro com 20% de restrição de ração e feno à vontade, um tratamento com 10% de restrição de ração e feno misturado a fim de completar as 660 gramas e outro com 20% de restrição de ração e o feno misturado completando as 660 gramas.

Todos as poedeiras receberam a mesma ração de postura, formulada para atender as exigências nutricionais da linhagem para a fase de 88 a 106 semanas de idade (Tabela 1), considerando os valores de composição dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2017).

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional da ração controle para poedeiras semipesadas da linhagem Hy-Line Brown.

Ingredientes (Kg)	Quantidade (%)
Milho	66,84
Farelo de soja	20,22
Calcário calcítico	10,35
Fosfato bicálcico	1,40
Sal comum	0,40
Óleo de soja	0,36
L-lisina	0,09
DL-metionina	0,20
Suplemento vitamínico ¹	0,10
Suplemento mineral ²	0,05
Total	100,00
Composição nutricional calculada na matéria natural (MN)	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.750
Proteína Bruta (%)	15,50
Fibra detergente ácido (%)	3,76
Fibra detergente neutro (%)	12,04
Gordura (%)	2,82
Cálcio (%)	4,50
Fósforo disponível (%)	0,35
Sódio (%)	0,17
Cloro (%)	0,31
Potássio (%)	0,06
Magnésio (%)	0,20
Lisina digestível (%)	0,71
Metionina digestível (%)	0,41
Met+Cistina digestível (%)	0,62
Treonina digestível (%)	0,50
Triptofano digestível (%)	0,15
Valina digestível (%)	0,6015

¹Composição por kg de produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg. ²Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg.

Durante todo o período experimental as aves receberam água à vontade e o arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 08h:00m e às 16h:00m. Nos tratamentos com restrição de ração e feno repondo a restrição (T3 e T5), metade da alimentação contida no saco identificado para o respectivo dia era ofertada pela manhã e o restante ao final da tarde. Já nos tratamentos com restrição de ração e o feno consumido à vontade (T2 e T4), o mesmo era repostado sempre que necessário e revirado no comedouro a cada manejo para estímulo do consumo e a ração, previamente pesada, era fornecida metade no início da manhã e o restante ao final da tarde.

A gliricídia utilizada para a obtenção do feno foi cultivada e fenada nos setores de Forragicultura e Avicultura, respectivamente, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (DZ/UFC). Para o processo de produção do feno de gliricídia, o corte da forrageira foi realizado a partir das sete horas da manhã, utilizando tesoura de poda. As folhas e os ramos do material podado foram separados manualmente e postos em lona para secagem mediante exposição à luz solar e revolvida a cada duas horas, ou quando houvesse necessidade, visando obter uniformidade na secagem do volumoso e permitindo aeração durante o processo de desidratação, com o objetivo de atingir umidade em torno de 10%, evitando proliferação de microorganismos indesejados que poderiam acarretar em alteração da composição química do feno quando armazenado.

Após sua confecção, o material seco foi moído em moinho martelo, com peneira de furos de 3 mm, por duas vezes na Fábrica de ração do DZ/UFC. Esse procedimento foi realizado visando melhorar a uniformidade do tamanho das partículas, evitando que o consumo da ração fosse influenciado pela diferença na granulometria do feno.

Foi avaliado em cada período o consumo de ração (g/ave/dia), consumo voluntário de feno (g/ave), percentagem de postura (%), peso dos ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos. Na qualidade dos ovos foram determinadas a densidade específica (g/cm^3), unidades Haugh, percentagem (%) de gema, casca e albúmen, espessura de casca (mm), assim como para a gema foi determinado ainda coloração de gema, e as análises da oxidação lipídica.

O consumo de ração (g/ave/dia) foi obtido, para cada repetição, através da diferença entre o total de ração fornecida e as sobras obtidas no início e final de cada período, respectivamente. Levando-se em consideração essa mesma metodologia determinou-se o consumo voluntário de feno (g/ave) ao final de cada período analisado de 21 dias.

A percentagem de postura (%/ave/dia) foi obtida mediante anotação diária, ao final da tarde, da produção por gaiola. Ao final de cada período era realizado o cálculo das

percentagens de postura por unidade experimental. O peso médio dos ovos foi determinado pela divisão do peso total de ovos coletados pelo número de ovos produzidos por repetição. A partir do número de ovos (percentual de postura) e do peso médio do ovo calculou-se a massa de ovo por unidade experimental e por período. A conversão alimentar foi calculada com base nos dados de consumo de ração e da massa de ovos produzida.

Para a avaliação da qualidade dos ovos, durante o período experimental, um dia por semana todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e levados para laboratório onde se realizou as medidas para os cálculos da densidade específica (g/cm^3), unidades Haugh, percentual (%) de gema, casca e albúmen e coloração da gema.

Inicialmente foi determinado o peso médio dos ovos por meio de pesagens individuais de todos os ovos de cada repetição, em balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01g. Após a pesagem foram selecionados três ovos por parcela para serem submetidos às análises de qualidade.

Para obtenção da densidade específica (DE) dos ovos foi mensurado o peso do ovo no ar e na água, para isto montando um sistema de pesagem dos ovos sobre balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Os dados foram posteriormente utilizados para o cálculo da DE através da fórmula matemática conforme procedimentos descritos por Freitas et al. (2004).

A avaliação da qualidade do albúmen foi realizada com a determinação da unidade Haugh. Para isso, após a determinação da densidade específica, os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro e com a utilização de um micrômetro de profundidade foi medida a altura (mm) do albúmen denso. Com as medidas de peso do ovo no ar e altura do albúmen realizaram-se os cálculos utilizando

Para a determinação da unidade Haugh os ovos eram quebrados em uma superfície de vidro, plana, e a altura do albúmen medida com um micrômetro de profundidade, cujos dados obtidos eram aplicados à fórmula $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 \times P^{0,37})$, onde UH corresponde às unidades Haugh, H a altura do albúmen (mm) e P ao peso do ovo (g).

Após a medida da altura do albúmen este foi separado da gema, sendo a mesma retirada e pesada. Para obter o seu percentual, o peso da gema foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100.

As cascas dos ovos submetidos à quebra foram separadas, lavadas e postas para secar. Depois de secas, foram pesadas em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Para a obtenção do percentual, o peso da casca foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o

valor obtido por 100. O percentual de albúmen foi obtido por diferença, onde: % albúmen = $100 - (\% \text{ gema} + \% \text{ casca})$.

Para a determinação da espessura da casca dos ovos, após a pesagem das cascas foram retirados fragmentos de casca dos polos maior e menor e região equatorial dos ovos para a medida da espessura da casca em cada região com o uso de paquímetro digital com divisões de 0,01mm. A espessura da casca considerada foi a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

A coloração da gema foi feita após a pesagem das gemas e obtida utilizando o aparelho Digital YolkFanTM (ROYAL DSM, 2017), a partir dos tons de cores do leque colorimétrico.

Uma coleta foi realizada no quinto período para seleção dos ovos destinados às análises de atividade antioxidante das gemas, sendo estes identificados e pesados, onde cada ovo de cada parcela foi pesado e dois ovos de cada uma foram selecionados pelo peso médio da repetição, quebrados e separados os componentes albúmen e gema em pratos identificados para pesagem e homogeneização “*in natura*”. O material foi levado à estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas para pré-secagem e após esse período as amostras foram trituradas, novamente pesadas e armazenadas em sacos plásticos vedados e identificados e acondicionadas em freezer para posterior análise.

Com o material pré-seco foi realizada a determinação dos compostos fenólicos das gemas dos ovos frescos no Laboratório de Produtos Naturais (LPN) do Departamento de Química (DQ) da UFC. Foram obtidos os extratos das gemas a partir de 2 gramas de material reconstituído com 6 ml de água e depois extraído em metanol (1:10 v/v), por uma hora sob agitação.

O extrato foi levado para a centrífuga a 1000 rpm durante 10 minutos, e o sobrenadante foi filtrado em papel filtro (Whatman nº1). Uma alíquota de 0,25 ml foi retirada desse material filtrado e a ela foram adicionados 0,25 ml do reagente Folin-Ciocalteu e 2 ml de água destilada. Após 3 minutos foram adicionados 0,25 ml de solução saturada de carbonato de sódio. Essa mistura foi homogeneizada e incubada em banho de água fervente (37°C) por 30 minutos e depois centrifugada por 10 minutos a 1000 rpm. A absorbância foi lida em espectrofotômetro (750nm) e os dados de fenólicos totais obtidos foram expressos por mg de ácido gálico/mL de amostra (COSTA, 2019).

A análise de oxidação lipídica das gemas também foi realizada no LPN do DQ/UFC e determinada através da concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método de extração ácido-aquoso. Ainda no quinto período, um ovo de cada tratamento e

repetição foi selecionado e, aproximadamente 2 gramas de gema “*in natura*”, sem película, foi pesada e acondicionada em tubos falcon de 15 ml. Foram adicionados 6,75 ml de ácido perclórico (3,86%) e 18,75 μ L de BHT (4,5%) e a mistura foi homogeneizada em vórtex por 30 segundos.

Os tubos foram levados à centrífuga por 10 minutos a 8500 rpm. O sobrenadante resultante desse processo foi filtrado em papel filtro (Whatman nº1). Da solução filtrada, 1 ml foi transferido para tubos eppendorf e adicionados a estes, 1ml de solução aquosa de TBA (20 mM) e levados à aquecedor Eppendorf ThermoMixer por 30 minutos a 95°C sem agitação. Após esse período, os tubos eram retirados e acondicionados em centrífuga refrigerada a 4°C para reduzir a temperatura. A leitura da densidade óptica foi feita em espectrofotômetro a 531 nm. A concentração de TBARS foi calculada através de uma curva de malonaldeído (MDA) e os resultados expressos em μ g de MDA por g da amostra (COSTA, 2019).

Concomitante ao experimento de desempenho e utilizando as mesmas poedeiras, gaiolas, distribuição dos tratamentos e quatro repetições das seis existentes, foi conduzido um ensaio de metabolismo no 5º período experimental, através do método de coleta total de excretas para determinar os coeficientes de metabolização de nutrientes e energia bruta, bem como os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e Aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) dos alimentos. Para isso, as rações e o feno ofertados foram pesados no início e final do ensaio de metabolismo para a quantificação do consumo alimentar.

Para a coleta total de excretas foram instaladas, abaixo das gaiolas, bandejas de alumínio revestidas com plástico e o período de coleta teve duração de quatro dias, não sendo necessário o período de adaptação, uma vez que as aves não foram transferidas, permanecendo nas mesmas gaiolas e sendo submetidas à alimentação testada, condições as quais já estavam adaptadas. Foi utilizado 1% de óxido férrico como marcador nas rações, para determinar o início e final das coletas. Foram realizadas duas coletas de excretas diárias, sendo às 08h00min e 16h00min, sendo estas pesadas, acondicionadas em recipientes plásticos e armazenadas em freezer a -10 °C para posterior análise laboratorial.

Ao final do período de coleta as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada (55°C) por um período de 72 horas. Em seguida, as amostras de excretas pré-secas foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm. Posteriormente as excretas e os alimentos foram submetidos a análises no LANA do DZ/UFC.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MN) das excretas, rações e do feno segundo a metodologia descrita

por Silva e Queiroz (2002). Já a energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (C200, IKA®, Stauten, Alemanha).

Para os cálculos dos valores dos coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), nitrogênio (CMN), extrato etéreo (CMEE), matéria mineral (CMMM) e energia bruta (CMEB), bem como para determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) foram utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson et al. (1965).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses Sistem*, onde os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA segundo um modelo fatorial. Para comparação das médias foi realizado o teste F a 5% de probabilidade, enquanto para a comparação dos tratamentos em relação ao tratamento controle foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises bromatológicas do feno da folha de gliricídia (FFG), realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da UFC estão expressas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição nutricional e energética do feno da folha de gliricídia (FFG) utilizado na alimentação de poedeiras semipesadas.

Parâmetros (MS) ¹	Valores Obtidos
EB Kcal/kg	4477
MS (%)	88,93
PB (%)	22,09
EE (%)	2,64
MM (%)	13,01

¹EB= Energia Bruta; MS= Matéria Seca; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; MM= Matéria Mineral. Fonte: Próprio autor – Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Parâmetros expressos na MS.

Os resultados observados na Tabela 2 são aproximados aos determinados por Ortiz-Gonzalez et al. (2014), para os teores de EB, PB e EE, que encontraram valores de 4568,4 kcal/kg EB, 26,55% PB e 3,33% EE. Os teores de EE e PB diferiram dos determinados por Bayão et al. (2016), os quais obtiveram 5,5% de EE e 18,64% de PB. Campeche et al. (2011) obtiveram resultados com teor de PB e EB inferiores quando comparados aos apresentados na presente pesquisa, já que determinaram 15,9% de PB e 3324 kcal de EB/kg.

Ortiz-Gonzalez et al. (2014) e Campeche et al (2011), encontraram valores inferiores de MM para o feno de gliricídia, sendo 8,20% e 9,32% de MM, respectivamente. O teor de MS observado na presente pesquisa foi inferior aos determinados por Ortiz-Gonzalez et al. (2014), Campeche et al. (2011) e Bayao et al. (2016), que obtiveram 93,5%, 91,57% e 91,24% de MS, respectivamente.

Os teores de EB, MS, PB, EE e MM podem variar, como observado acima. Tais variações podem estar relacionadas com a possível influência exercida pelo tipo de solo, clima, idade da planta, variabilidade genética e do processo de fenação (COSTA et al., 2007).

Por se tratar de uma leguminosa, o feno de gliricídia possui um alto teor de fibra. De acordo com alguns resultados relatados na literatura científica, os teores de FDA podem variar de 624,1 g/kg MS à 644,6 g/kg MS e os teores de FDN de 420,2 g/Kg MS a 473,1 g/kg MS, a depender de diversos fatores, como a altura de corte da gliricídia (BAYÃO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

Os resultados médios referentes à ingestão de alimento (IA), peso do ovo (PO), percentagem de postura (% postura), massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa de ovos (CA/MO) durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3.

Foram observadas diferenças significativas na variável IA entre os tratamentos com 10% de restrição e feno misturado à ração e 10 e 20% de restrição e feno à vontade, com relação ao controle. O PO não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A % postura, MO e CA/MO diferiram significativamente do tratamento controle quando a restrição de ração foi de 20% com o feno misturado.

Tabela 3 - Desempenho das poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e fornecimento do FFG.

Tratamentos	Variáveis ¹				
	IA (g)	PO (g)	Postura (%)	MO (g/ave/dia)	CA/MO (g/g)
Controle	102,55	65,81	59,16	39,05	2,74
Rest10%+Feno vontade	98,22	66,91	58,74	39,19	2,60
Rest10%+Feno misturado	93,72*	68,10	54,99	37,47	2,57
Rest20%+Feno vontade	88,68*	65,88	56,21	37,06	2,46
Rest20%+Feno misturado	73,11*	66,75	34,43*	22,93*	3,30*
Média	91,26	66,69	52,71	35,14	2,74
CV (%) ²	5,97	2,81	13,07	13,30	11,68
Restrição de ração (%)					
10	95,97 a	67,50	56,86 a	38,33 a	2,59 b
20	80,89 b	66,32	45,32 b	29,99 b	2,88 a
Oferta do feno de gliricídia					
À vontade	93,45 a	66,39	57,48 a	38,12 a	2,53 b
Misturado	83,42 b	67,43	44,71 b	30,20 b	2,94 a
ANOVA ³			<i>p-valor</i>		
Rações	<0,0001	0,2386	<0,0001	<0,0001	0,0011
Restrição	0,0000	0,1335	0,0003	<0,0001	0,0244
Feno	0,0002	0,1885	<0,0001	0,0002	0,0032
Restrição x Feno	0,0223	0,8330	0,0026	0,0017	0,0018

¹IA= Ingestão de alimento; PO= Peso do ovo; MO= Massa de ovo; CA/MO= Conversão alimentar por massa de ovo; ²CV = Coeficiente de Variação; ³ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento Controle pelo teste de Dunnett (P<0,05), Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Houve interações significativas (P<0,05) entre os níveis de restrição de ração e na forma de fornecimento do feno de gliricídia sobre a ingestão de alimento (Tabela 4). As aves que ingeriram maior volume de alimento foram àquelas submetidas à restrição de ração de 10%, tanto quando o feno era fornecido à vontade como quando era misturado à ração.

Da mesma forma, a oferta de feno à vontade foi favorável a maior ingestão alimentar quando as poedeiras receberam restrição de ração de 20%. Observa-se que quando a restrição

de ração é maior, chegando a 20%, não se recomenda fornecer o feno de gliricídia misturado à ração, pois a ingestão alimentar será prejudicada (Tabela 4).

A percentagem de postura, a MO e a CA/MO não apresentaram diferenças significativas para os níveis de restrição de ração, quando o FFG foi fornecido à vontade. Porém, quando o feno foi misturado à ração das poedeiras, observa-se que os melhores resultados para essas variáveis foram quando a restrição de ração utilizada foi menor (10%). No entanto, com 20% de restrição de ração é possível observar que a percentagem de postura, MO e CA/MO, apresentaram os melhores resultados quando o feno foi fornecido à vontade.

Tabela 4 - Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do feno de gliricídia sobre a IA, % postura, MO e CA/MO de poedeiras semipesadas.

Restrição de ração (%)	Ingestão Alimentar (g)	
	Oferta do feno de gliricídia	
	À vontade	Misturado
10	98,22 A	93,73 A
20	88,68 aB	73,11 bB
Postura (%)		
10	58,74	54,99 A
20	56,21 a	34,43 bB
Massa de Ovos (g/ave/dia)		
10	39,19	37,47 A
20	37,06 a	22,93 bB
Conversão alimentar por massa de ovos (g/g)		
10	2,60	2,57 B
20	2,46 b	3,30 aA

Na linha, médias seguidas de letras minúsculas e na coluna de letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste F (5%).

Odunsi et al. (2002), trabalharam com inclusão de 0, 5, 10, 15% de feno da folha de gliricídia na ração de poedeiras e observaram queda no consumo de alimento pelas aves a partir dos 10% de inclusão do feno, semelhante ao resultado observado neste trabalho, onde a IA reduziu significativamente a partir de 10% de restrição da ração com reposição de feno. Os autores também observaram que, a queda na IA devido ao acréscimo de FFG, afetou significativamente produção de ovos diária e a conversão alimentar das aves, concordando com os resultados observados para o tratamento com maior ingestão de feno (20% de restrição e feno misturado).

Lopes et al. (2014), por outro lado, observaram em seu trabalho que a ingestão de alimento pelas aves aumentou ao fornecer ração adicionada de 2% dos fenos de leucena e cunhã na dieta de poedeiras, o que pode ser interpretado como um efeito compensatório ao tentar regular os níveis de energia necessários à produção, uma vez que a fibra pode reduzir a

energia metabolizável da ração. A queda na ingestão do alimento observada na tabela 3, referente aos tratamentos com maior consumo de feno e menor proporção de ração concentrada ingerida pode estar relacionada aos efeitos negativos da fibra acrescentada à ração, entre outros fatores antinutricionais presentes na gliricídia.

Esonu et al. (2005) também não observaram diferenças no peso dos ovos ou na conversão alimentar mediante acréscimo de 0, 5, 10 e 15% de feno da folha de neem (*Azadirachta indica*) na dieta de poedeiras com 10 meses de postura no início do experimento.

As variáveis de percentagem de Postura e MO foram drasticamente prejudicadas com restrição de 20% e feno misturado à ração. Segundo Moreira et al. (2012), a redução da percentagem de postura está diretamente ligada à redução da oferta ração, que leva a um menor nível de energia metabolizável disponível para as aves.

Carré et al. (1995) associaram a queda do desempenho das aves à adição de maiores teores de fibra e aos seus efeitos antinutricionais, como a capacidade de absorção de água desses compostos, propiciando o aumento do volume da digesta no trato e reduzindo o consumo. Pinheiro et al. (2008), que trabalharam com frangos de corte, concluíram que alimentos ricos em fibra podem causar distensão gástrica na presença de água, promovendo a sensação de saciedade nas aves, reduzindo o consumo de alimento e o total de energia consumida na dieta.

Tais resultados demonstram que as reduções nos valores das variáveis de desempenho avaliadas estão ligadas ao fornecimento do feno em reposição à restrição, fazendo com que as aves obtenham maior ingestão de material fibroso, interferindo significativamente na produção, na massa de ovos e na conversão alimentar.

Quanto ao impacto dos níveis de restrição de ração sobre o consumo voluntário do feno da folha de gliricídia, não foram observadas diferenças significativas, como pode ser verificado na Tabela 5.

Tabela 5 – Efeito da restrição de ração sobre a ingestão voluntária do FFG.

Restrição de ração (%)	Consumo de Feno		
	(g/dia)	(g/21dias)	(g/126dias)
10	1,23	25,86	155,21
20	1,34	28,19	169,16
Média	1,28	27,03	162,18
CV (%) ¹		14,02	
ANOVA ²		<i>p-valor</i>	
Restrição		0,3130	

¹CV = Coeficiente de Variação; ²ANOVA = Análise de variância (P<0,05); Na coluna, não houve diferença estatística pelo teste F (5%).

O consumo de feno voluntário observado foi baixo para ambos os níveis de restrição estudados ao compararmos com os dados obtidos em outros trabalhos que avaliam o consumo de feno por poedeiras, como o desenvolvido por Moreira (2008), onde a média de consumo diário por ave variou de 3,76 gramas quando a restrição de ração era de 5%, a 6,38 gramas consumidas diariamente quando a restrição de ração foi de 20%.

Esse autor também observou que a partir de 10% de restrição de ração, ainda que o consumo dos fenos tenha sido relativamente mais alto, houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Dunnet para a produção de ovos. Esse resultado é diferente do observado nesse trabalho, uma vez que os níveis de restrição da ração associados ao consumo do FFG à vontade não afetaram significativamente os dados de desempenho quando comparados ao tratamento controle, podendo indicar que o volume de feno ingerido foi suficiente para suprir a demanda energética da postura pelas poedeiras.

No entanto, o baixo consumo também pode vir a ser atribuído aos fatores antinutricionais presentes no feno da folha de gliricídia, mas apenas quando o consumo é mais elevado, o que pode vir a ser comprovado com os dados observados na Tabela com os dados de desempenho (Tabela 3), onde o tratamento com maior restrição de ração (20%) e feno misturado a fim de repor essa restrição deteve os piores resultados em quase todas as variáveis de desempenho estudadas, com exceção do peso dos ovos, que não foi afetada por nenhum dos tratamentos.

Foi observada ainda a variação do peso das poedeiras em resposta aos tratamentos. A média de peso inicial para todas as aves foi de 1,88 kg, porém, os tratamentos obtiveram médias distintas em decorrência dos níveis de restrição de ração e da administração do feno.

Os pesos finais observados para as aves de cada tratamento foram, em média, 1,93 kg, 1,88 kg, 1,80 kg, 1,76 kg, 1,67 kg para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente. Observou-se ganho de peso apenas nas aves que consumiram a ração a vontade e a manutenção do peso médio das aves submetidas à 10% de restrição de ração e consumo do feno à vontade. Nos demais tratamentos houve perda de peso das aves, acentuando-se quando foi misturado às rações das aves submetidas à 20% de restrição do concentrado.

Moreira (2008) observou que poedeiras submetidas à restrição de ração, ainda que com oferta de fenos à vontade, obtiveram redução do peso médio durante o período experimental, relatando redução significativa de peso a partir de 10% de restrição.

Odunsi et al. (2002), não relataram perda de peso ao incluir 5% de feno da folha de gliricídia na ração de poedeiras, porém, a partir de 10% de inclusão do feno houve redução do

peso das aves. Odunsi (2003) observou redução no peso das poedeiras em todos os tratamentos que receberam a inclusão de *Lablab purpureus*, além do tratamento controle, relacionando este resultado aos altos índices de produção de ovos em todos os tratamentos.

A redução do peso, portanto, pode estar relacionada ao declínio da ingestão de alimento, gerando um déficit nutricional que pode interferir em outras variáveis produtivas para além do ganho de peso, como na produção e qualidade dos ovos, mas também pode ter sido evidenciada pelos efeitos deletérios da inclusão de fibra, ou dos fatores antinutricionais da gliricídia, na dieta de poedeiras (ODUNSI et al., 2002), como no caso dos tratamentos com o feno misturado ao concentrado, onde houve consumo de maior volume de feno por total de ração ingerida.

Apenas o tratamento com 20% de restrição e feno misturado demonstrou diferenças significativas, com relação ao tratamento controle para as variáveis MO, percentagem de Postura e CA/MO (Tabela 3), possivelmente por se tratar do maior nível de restrição de ração com feno adicionado à dieta para reposição dessa restrição, o que proporcionou a menor IA observada durante todo o período experimental, demonstrando problemas no aporte nutricional das aves.

Os resultados referentes às amostras obtidas durante o ensaio de metabolismo, realizado no quinto período experimental, concomitantemente às avaliações de desempenho, a fim de obter os valores de energia metabolizável e os coeficientes de metabolização na matéria seca (MS), energia bruta (EB), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) estão expressos nas tabelas 6 e 7, respectivamente.

Não foi observada interação significativa entre os níveis de restrição da ração e a administração do FFG para os valores de energia metabolizável. Houve diferença significativa entre os níveis de energia metabolizável aparente (EMA, Kcal/Kg MS) e aparente corrigida para nitrogênio na matéria seca (EMAn, Kcal/KgMS) quanto as formas de ofertar o feno, observando que o FFG ofertado à vontade proporciona maiores valores de EMA e EMAn do que quando é misturado à ração, dos quais reduziram significativamente esses coeficientes, em comparação ao tratamento controle (Tabela 6). Isso provavelmente é verificado pelo consumo alimentar das poedeiras, observado nas variáveis do desempenho (Tabela 3), uma vez que as mesmas ingeriram mais alimento quando o feno foi ofertado à vontade, havendo declínio da IA quando o fornecimento do feno foi feito repondo a restrição de ração.

A energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio na matéria natural (EMAn, Kcal/Kg MN) do alimento também não sofreu alteração em função da restrição de ração praticada (10 ou 20%) e a forma de fornecimento de feno a vontade

apresentou maior valor energético do alimento, quando comparado ao feno repondo a restrição de ração.

Ao relacionar a IA (Tabela 3) com o total de EMA, obtemos que as aves do tratamento controle ingeriram uma média de 316,469 kcal/dia. A redução da oferta de ração proporcionou uma dieta com menor ingestão diária de calorias, que o consumo de feno voluntario não foi capaz de suprir. Os tratamentos que receberam feno a vontade consumiram 296,821 kcal/dia quando a restrição foi de 10% e 265,508 kcal/dia quando a restrição aumentou para 20%. O feno misturado à ração reduziu ainda mais a ingestão de energia diária, sendo 246,577 kcal/dia e 189,209 kcal/dia equivalentes às restrições de 10 e 20%, respectivamente. Esses valores se justificam com o que é observado nos coeficientes de EMA e EMAn, onde o feno misturado à ração reduz significativamente, em relação ao controle, esses valores e com a redução significativa da IA devido a constituição fibrosa do alimento.

Tabela 6 - Valores de energia metabolizável das dietas com adição de FFG à vontade e misturado à ração de poedeiras semipesadas.

Tratamentos	Variáveis ¹		
	EMA (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MN)
Controle	3,086	3,030	2,736
Rest10%+Feno vontade	3,022	2,968	2,660
Rest10%+Feno misturado	2,631*	2,537*	2,273*
Rest20%+Feno vontade	2,994	2,943	2,637
Rest20%+Feno misturado	2,588*	2,549*	2,283*
Média	2,864	2,805	2,518
CV (%) ²	3,18	2,65	2,64
Restrição de ração (%)			
10	2,826	2,753	2,466
20	2,791	2,746	2,460
Oferta do feno de gliricídia			
À vontade	3,008 a	2,955 a	2,649 a
Misturado	2,610 b	2,543 b	2,278 b
ANOVA ³		<i>p-valor</i>	
Raões	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Restrição	0,4848	0,8647	0,8693
Feno	0,0000	0,0000	0,0000
Restrição x Feno	0,8798	0,6525	0,6482

¹EMA= Energia metabolizável aparente, expressa na matéria seca; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio, expressa na matéria seca e natural; ²CV = Coeficiente de Variação; ³ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento controle pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Com o feno consumido à vontade, há maior ingestão de ração e menor influência do volumoso na digestão do alimento. Segundo Royer (2019), o papel diluente da fibra, que

tende a diminuir a disponibilidade de energia e dos nutrientes, será observado quando esta for ingerida em maiores volumes. Consequentemente, a influência nos teores de EMA e EMAn irá ser melhor observada quando há o aumento do volume de fibra consumido, como nos casos dos tratamentos onde o FFG foi misturado à ração para repor as restrições.

Conforme o teste de Dunnet (5%), ao comparar individualmente cada tratamento com a ração controle, diferenças significativas podem ser observadas entre os tratamentos com feno repondo a restrição de ração, independente do nível de restrição de ração praticado, 10 ou 20%, indicando que há redução da energia metabolizável aparente na matéria seca (EMA, Kcal/Kg MS) e da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio na matéria seca (EMAn, Kcal/Kg MS) e natural (EMAn, Kcal/Kg MN) dos alimentos. O feno, ao ser diretamente misturado à ração para repor a restrição alimentar, reduziu a energia metabolizável do alimento.

Esses resultados diferiram de Moreira (2008), ao testar diferentes níveis de restrição de ração (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) com o consumo dos fenos de cunhã, leucena, tifton e folhas de mandioca a vontade para poedeiras com mais de 61 semanas de idade, onde observou que os valores de EMAn das dietas com inclusão de feno diferiram significativamente do tratamento controle com 0% de restrição e sem inclusão de feno.

Sucupira (2008), ao testar a inclusão de feno da folha de leucena em diferentes níveis (0%, 2%, 4%, 6%, 8%) para poedeiras, observou uma queda nos valores de EMA e EMAn do tratamento com maior índice de inclusão do feno, semelhante ao que foi observado, quando o consumo de feno foi induzido, sendo ofertado em reposição a restrição de ração, já que o mesmo foi misturado diretamente à ração.

A diferença observada quando da inclusão de feno repondo a restrição se deve tanto ao total de energia contida no volumoso, quanto aos efeitos negativos das fibras para as aves, devido à baixa capacidade desses animais de aproveitar a energia dos alimentos volumosos a depender da idade (MELLO et al., 2009).

Na tabela 7, pelo teste de Dunnet (5%), são observadas diferenças significativas isoladamente entre os tratamentos com feno misturado à ração e o tratamento controle para as variáveis de coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB) e extrato etéreo (CMEE), havendo redução significativa desses coeficientes para os tratamentos que continham feno repondo a restrição. O fornecimento de feno à vontade não apresentou diferença significativa em nenhuma das restrições com relação ao controle para as variáveis, indicando um melhor aproveitamento do alimento quando o feno era ofertado dessa forma.

Quanto à forma de ofertar o feno, ocorreu diferença significativa no coeficiente de metabolização do extrato etéreo (EE), sendo o melhor resultado quando o feno foi ofertado à vontade, indicando melhor aproveitamento do alimento pelas poedeiras.

Tabela 7 - Coeficientes de Metabolização das dietas com adição de FFG à vontade e misturado à ração para poedeiras semipesadas.

Tratamentos	Variáveis ¹				
	CMMS (%)	CMEB (%)	CMN (%)	CMEE (%)	CMMM (%)
Controle	71,56	78,58	29,60	71,75	27,02
Rest10%+Feno vontade	68,53	76,82	27,92	68,38	18,25
Rest10%+Feno misturado	64,89*	68,59*	28,80	56,57*	25,63
Rest20%+Feno vontade	68,02	76,11	26,84	66,48	17,32
Rest20%+Feno misturado	55,69*	61,35*	22,68	56,89*	24,86
Média	65,74	72,29	29,17	64,02	22,61
CV (%) ²	3,70	3,15	27,03	6,05	37,03
Restrição de ração (%)					
10	66,71 a	72,70 a	33,36 a	62,47	21,94
20	61,85 b	68,73 b	24,76 b	61,69	21,09
Oferta do feno de glicirídida					
À vontade	68,27 a	76,47 a	27,38	67,43 a	17,78
Misturado	60,29 b	64,97 b	30,74	56,73 b	25,24
ANOVA ³					
	<i>p-valor</i>				
Rações	<0,0001	<0,0001	0,1081	0,0001	0,3714
Restrição	0,0021	0,0068	0,0465	0,6487	0,8392
Feno	0,0000	0,0000	0,4024	0,0000	0,0937
Restrição x Feno	0,0045	0,0198	0,0760	0,5200	0,9848

¹CMMS= Coeficiente de metabolização da matéria seca; CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta; CMN= Coeficiente de metabolização do nitrogênio; CMEE= Coeficiente de metabolização do extrato etéreo; CMMM= Coeficiente de metabolização da matéria mineral; ²CV = Coeficiente de Variação; ³ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento Controle pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Na tabela 8 estão os resultados do desdobramento da interação significativa entre os níveis de restrição de ração e o tipo de fornecimento de feno sobre os coeficientes de metabolização da matéria seca e energia bruta.

Os CMMS e CMEB não apresentaram interferências entre os níveis de restrição quando o feno era ofertado à vontade. Com restrição de 10% de ração o tipo de fornecimento de feno não interferiu no CMMS, assim, tanto faz fornece-lo à vontade ou misturado à ração. Já para o CMEB o melhor resultado foi fornecendo feno à vontade quando a restrição de ração foi de 10%.

Porém, quando a restrição de ração aumenta para 20%, os melhores resultados ocorrem para os CMMS e CMEB quando o feno é ofertado à vontade. Odunsi et al (2003), ao

testar feno de *Lablab purpureus* na dieta de poedeiras observaram que, a medida que os níveis de inclusão de feno na ração aumentaram para 10 e 15%, houve perdas nos coeficientes de metabolização da MS.

Tabela 8 - Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do FFG sobre o CMMS e CMEB.

Restrição de ração (%)	CMMS (%) ¹	
	Oferta do feno de gliricídia	
	À vontade	Misturado
10	68,53	64,89 A
20	68,02 a	55,69 Bb
Restrição de ração (%)	CMEB (%) ²	
	À vontade	Misturado
	À vontade	Misturado
10	76,82 a	68,59 bA
20	76,11 a	61,35 Bb

¹CMMS= Coeficiente de metabolização da matéria seca; ²CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta. Na linha, médias seguidas de letras minúsculas e na coluna de letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste F (5%).

Oliveira et al. (2014), testando a inclusão do feno da folha de leucena em 0, 5, e 10% na ração de poedeiras durante a fase de crescimento observaram redução significativa dos CMMS e CMEB com 10% de inclusão do feno na dieta das aves. Os autores relacionaram essa redução ao aumento da excreção de matéria seca pelas aves alimentadas com maiores proporções de fibra, devido ao fato de que este nutriente é pouco digerido no trato gastrointestinal das aves e, em consequência disso, há maior excreção.

Quando consumido à vontade, o feno não interfere no consumo total de ração, permitindo maior ingestão de alimento pelas aves, o que não ocorre quando o feno é incluído na dieta misturado à ração, podendo explicar os baixos valores do CMEE, uma vez que fenos possuem baixos níveis de EE em sua composição. Além disso, esses resultados podem estar relacionados aos efeitos negativos da fibra para as aves, que irão depender de vários fatores, como o tipo e o teor de fibra adicionado à dieta, podendo afetar a integridade da mucosa e reduzir a digestibilidade e a absorção dos nutrientes (BRITO et al., 2008).

Quando o feno é misturado à ração, os melhores resultados de CMMS e CMEB ocorrem quando a restrição de ração é menor, ou seja, de 10%, o que pode indicar que quando há a maior restrição de ração (20%) e FFG misturado, as aves passam a ingerir maiores volumes do feno e acabam prejudicando esses coeficientes, pois o aproveitamento do alimento sofrerá influência das limitações das aves para digerir grandes volumes de alimentos fibrosos, como já citado anteriormente.

Na Tabela 9 observam-se os resultados referentes à qualidade dos ovos, onde o teste de Dunnet revelou que o tratamento com 20% de restrição ração e feno misturado diferiu significativamente do tratamento controle para as variáveis: densidade específica (DE), unidade Haugh (UH), percentagem de casca e espessura de casca (EC). Dessas, apenas a UH diferiu significativamente do tratamento controle de forma positiva, as demais variáveis citadas demonstraram os piores resultados observados. As percentagens de albúmen e gema não apresentaram diferença significativa.

Tabela 9 - Características de qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e inclusão do FFG.

Tratamentos	Variáveis ¹					
	DE (g/cm ³)	UH	ALB (%)	GEMA (%)	CASCA (%)	EC (mm)
Controle	1,076	88,67	66,58	24,39	9,01	0,378
Rest10%+Feno vontade	1,073	88,66	66,86	24,13	9,05	0,385
Rest10%+Feno misturado	1,076	91,07	67,55	23,75	8,83	0,380
Rest20%+Feno vontade	1,071	90,91	66,64	24,42	8,75	0,373
Rest20%+Feno misturado	1,061*	93,04*	67,54	24,08	8,14*	0,355*
Média	1,072	90,47	67,04	24,16	8,76	0,37
CV (%) ²	0,58	3,08	1,41	3,09	4,56	3,42
Restrição de ração (%)						
10	1,075 a	89,86	67,21	23,94	8,94 a	0,382 a
20	1,066 b	91,98	67,09	24,25	8,45 b	0,364 b
Oferta do feno de gliricídia						
A vontade	1,072	89,78	66,75 b	24,28	8,90 a	0,379 a
Misturado	1,069	92,06	67,55 a	23,92	8,48 b	0,367 b
ANOVA ³						
			<i>p-valor</i>			
Rações	0,0017	0,0578	0,2293	0,5435	0,0040	0,0047
Restrição	0,0049	0,0710	0,7598	0,2809	0,0106	0,0016
Feno	0,2204	0,0536	0,0411	0,2149	0,0278	0,0310
Restrição x Feno	0,0199	0,9024	0,7736	0,9390	0,2654	0,1998

¹DE = Densidade específica; UH = Unidades haugh; Alb= percentagem de albúmen; EC= Espessura de casca; ²CV = Coeficiente de Variação; ³ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento Controle pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Na interação, quanto à restrição de ração, observou-se que a DE, percentagem de casca e EC pioraram com 20% de restrição, uma vez que quanto maior são os resultados obtidos para essas variáveis, melhor é a qualidade do ovo. Quanto à forma de ofertar o feno, a percentagem de casca e a EC obtiveram melhores resultados quando o feno é ofertado à vontade. A percentagem de albúmen no ovo, no entanto, aumentou quando o feno é misturado à ração.

Leeson e Summers (1997) relatam que as proporções dos constituintes dos ovos são influenciadas, entre outros fatores, pela dieta das aves, onde a concentração dos nutrientes, em especial de proteínas e aminoácidos são os principais responsáveis por influenciar na proporção gema/albumen. O aumento da proporção do albumen observado na interação pode ser justificado pela composição do FFG, que tem um teor considerável de proteína, apesar de o FFG misturado à ração reduzir o total de energia e nutrientes ingeridos, bem como o aproveitamento destes, além do fato de que a proteína ingerida pode ter sido direcionada a formação dos ovos.

Odunsi et al. (2002) não observaram efeito significativo da inclusão de 0, 5, 10 e 15% de feno da folha de gliricídia na dieta de poedeiras sob os parâmetros de qualidade dos ovos, tal qual a EC. Odunsi (2003), avaliando a inclusão de *Lablab purpureus* (de 0 a 15%) na dieta de poedeiras, não observou diferenças significativas para a EC entre os níveis de inclusão testados e o tratamento controle.

Moreira et al. (2012), trabalhando com 0, 5, 10, 15 e 20% de restrição de ração e avaliação do consumo voluntário e à vontade dos fenos de leucena, cunhã e tifton não observaram diferenças significativas nos valores obtidos do percentual de gema e albumen, EC e gravidade específica (GE) entre os tratamentos com restrição e feno e o tratamento controle.

Sucupira (2008) testou o uso de sorgo na alimentação de poedeiras, aliado à inclusão de 0, 2, 4, 6 e 8% de feno da folha de leucena (FFL) e não observou diferenças significativas para a percentagem de gema, albumen e casca ou para DE dos ovos.

À semelhança de alguns dos trabalhos citados, a maioria dos tratamentos estudados no presente estudo não diferiu significativamente do tratamento controle em nenhuma das variáveis testadas até 20% de restrição e fornecimento de feno à vontade. Apenas o tratamento com 20% de restrição de concentrado e feno misturado apresentou piora da DE, do percentual de casca e EC, corroborando com alguns dos resultados obtidos pelos autores.

É provável que o efeito observado na casca dos ovos do tratamento com 20% de restrição e feno misturado à ração se deve não à restrição, mas, ao volume de alimento ingerido por essas aves (Tabela 3), significativamente inferior, uma vez que a qualidade da casca depende da ingestão de minerais, especialmente o cálcio e o fósforo.

Para Moreira (2008), a restrição diária de ração pode piorar a qualidade da casca devido à redução da ingestão de minerais. Contudo, é possível que o consumo do feno na maioria dos tratamentos tenha sido suficiente para suprir a demanda de minerais necessária às poedeiras para a deposição na casca, uma vez que, de acordo com os resultados encontrados

por Costa et al. (2009), as folhas de gliricídia podem ter em média 0,90% de cálcio e 0,16% de fósforo.

Segundo Moreira et al. (2012), a restrição de determinados níveis de ração pode acarretar em diminuição da ingestão de minerais, entre eles o cálcio e o fosforo, interferindo na densidade específica e na qualidade dos ovos de maneira geral, especialmente qualidade da casca.

Quanto a UH, Odunsi et al. (2002) e Odunsi (2003) não encontraram diferença significativa para esta variável ao balancear as rações com a adição de feno de leguminosas às dietas de poedeiras. Moreira et al. (2002) também não encontraram diferenças significativas utilizando a restrição de ração e a oferta de feno voluntário.

Sucupira (2008) observou redução da UH com a adição de 6% de feno da folha de leucena na ração de poedeiras. Ahmad et al. (2018) testaram a inclusão de 0%, 0,5%, 1% e 1,5% de feno de moringa na ração de poedeiras e, à semelhança de Sucupira (2008), observaram queda significativa da UH nos tratamentos com feno a partir de 0,5% de inclusão em relação ao controle, associando esse resultado aos fatores antinutricionais do ingrediente testado.

A UH é uma medida de qualidade dos ovos correspondente a uma expressão matemática que utiliza os dados de peso do ovo em gramas e da altura do albúmen em milímetros para avaliar a qualidade do ovo e, quanto maior o seu valor, melhor será a qualidade. Alguns fatores podem exercer influência nessa variável, como a idade das aves, linhagem e a ração consumida, embora a literatura não tenha evidências claras de qual nutriente pode influenciar as mudanças nessa variável. Porém, o aumento da percentagem de albúmen observada na interação entre a forma de ofertar o feno pode justificar a melhora observada na UH quando o FFG é misturado à ração no tratamento com o maior percentual de restrição testado (RODRIGUES, 1975; ALLEONI & ANTUNES, 2001)..

Na tabela 10 é possível observar que não houve diferença significativa para a interação quando a restrição de ração é de 10% para as formas de fornecimento de feno. Porém, quando a restrição de ração foi de 20% há diferença significativa entre as formas de ofertar o feno para as poedeiras, apresentando maior densidade específica quando o feno foi ofertado à vontade.

Tabela 10 - Desdobramento da interação entre a restrição de ração e forma de fornecimento do FFG sobre a DE dos ovos de poedeiras semipesadas.

Restrição de ração (%)	Densidade específica (g/cm ³)
	Oferta do feno de gliricídia

	À vontade	Misturado
10	1,073	1,076 A
20	1,071 a	1,061 bB

Na linha médias seguidas de letras minúsculas e na coluna de letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste F (5%).

Quando o FFG foi ofertado à vontade não houve diferença significativa entre os níveis de restrição de ração, podendo restringir essa ração em 10 ou 20% para as poedeiras sem afetar a densidade específica dos ovos. Já quando o feno é misturado à ração observa-se o decréscimo da DE com 20% de restrição de ração, não justificando realizar a restrição de ração nesse nível.

Quando o feno é misturado, quanto maior a restrição de ração, maior a quantidade de FFG adicionado à dieta. Dessa forma, menos energia foi ingerida pelas poedeiras com a finalidade de utilizá-la para as reações metabólicas inerentes também à formação da casca, o que pode ter prejudicado as características desta. A inclusão de feno misturado à ração com restrição de 20% acarreta na redução da qualidade da casca do ovo por reduzir o valor de DE, percentual de casca e EC.

A restrição de ração e o consumo de feno nos demais tratamentos não implicaram em redução da qualidade da casca, o que pode ser explicado por meio da composição mineral da gliricídia. O tratamento com 20% de ração e feno misturado, no entanto, apresenta os menores valores de ingestão alimentar, observados anteriormente na Tabela 3. Além deste, há a possibilidade de que os resultados observados para espessura de casca estejam relacionados aos efeitos negativos da fibra anteriormente citados, afetando a absorção de minerais.

Tabela 11 - Coloração da gema dos ovos de poedeiras semipesadas sob o efeito de restrição de ração e inclusão de FFG.

Tratamentos	Pigmentação da gema
Controle	7,895
Rest10%+Feno vontade	7,890
Rest10%+Feno misturado	9,388*
Rest20%+Feno vontade	8,018
Rest20%+Feno misturado	9,951*
Média	8,628
CV (%) ²	2,47
Restrição de ração (%)	
10	8,639 b
20	8,985 a
Oferta do feno de gliricídia	
À vontade	7,954 b
Misturado	9,670 a
ANOVA ³	<i>p</i> -valor

Rações	<0,0001
Restrição	0,0003
Feno	<0,0001
Restrição x Feno	0,0124

¹CV = Coeficiente de Variação; ²ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento Controle pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Os resultados das análises de Pigmentação da gema dos ovos estão ilustrados na tabela 11. Houve diferença significativa na interação entre a restrição de ração e a forma de ofertar o FFG sobre o nível de coloração da gema, onde o maior nível de restrição e o feno misturado aumentaram significativamente a coloração das gemas observadas. O teste de Dunnett encontrou diferenças significativas apenas nos tratamentos com restrição de ração e feno misturado.

Os desdobramentos das interações entre as restrições de ração e as formas de ofertar o feno estão apresentados na tabela 12. Observou-se o aumento significativo na coloração da gema quando as poedeiras receberam o FFG misturado à ração, independentemente do nível de restrição estudado.

Tabela 12 - Desdobramento das interações entre a restrição de ração e forma de fornecimento do feno de gliricídia sobre a coloração da gema dos ovos de poedeiras.

Restrição de ração (%)	Coloração da gema	
	Oferta do feno de gliricídia	
	À vontade	Misturado
10	7,890 b	9,388 aB
20	8,018 b	9,951 aA

Na linha médias seguidas de letras minúsculas e na coluna de letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste F (5%).

Não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de restrição de ração, para a coloração da gema, quando o FFG foi ofertado à vontade para as poedeiras. Observou-se o aumento significativo da coloração da gema quando a restrição de ração foi de 20% e FFG misturado.

Odunsi (2003), testando a inclusão do feno de *Lablab purpureus*, observou que a pigmentação da gema aumentou significativamente conforme o percentual de feno adicionado à ração foi maior, concluindo que 15% (maior nível testado) desse volumoso sendo adicionado à ração conferiu o maior índice de pigmentação da gema.

Sucupira (2008) observou que a adição de 2, 4, 6 e 8% de FFL em consórcio com sorgo em substituição do milho aumentou significativamente e de forma gradativa a coloração

da gema dos ovos de poedeiras em cada tratamento com inclusão de feno, sendo estes, inclusive, maiores do que o índice de coloração de gema observado no tratamento controle, que continha apenas o milho e sem adição de feno.

Odunsi et al. (2002), que trabalharam com inclusão de até 15% FFG na ração de poedeiras, também observaram o aumento gradativo da coloração da gema com o aumento da inclusão do ingrediente na dieta.

Lopes et al. (2014), testando a inclusão de 2% do FFL e do feno de cunhã (FC) com milho e com sorgo em substituição do milho, observaram que o FFL com o milho proporcionou aumento significativo do índice de pigmentação da gema. Os autores também constataram que a inclusão do FFL tem maior potencial de pigmentação do que o FC, associando esse resultado à maior proporção de pigmentantes carotenoides presentes na leucena.

Moreira et al. (2012) encontraram diferença significativa na coloração da gema dos ovos de poedeiras com apenas 20% de restrição de ração e consumo voluntário dos fenos de cunhã, leucena e tifton. Os níveis de restrição de 5, 10 e 15% testados pelos autores não diferiram do tratamento controle no nível de coloração da gema.

Os resultados observados para a coloração da gema com a inclusão de volumosos na ração de poedeiras estão em concordância com o observado na literatura citada. A cor da gema dos ovos é influenciada diretamente pelos pigmentantes presentes na ração das poedeiras que, após consumida, é transportada pelo sangue e depositada na camada subcutânea da pele ou nas gemas dos ovos (SUCUPIRA, 2008).

A gliricídia, por sua vez, contribui de maneira significativa para a intensificação da pigmentação das gemas dos ovos quando adicionada diretamente à ração devido à sua composição rica em carotenoides e xantofilas (ODUNSI et al., 2002).

Os resultados referentes às análises químicas das gemas frescas dos ovos estão expostos na tabela 13, abaixo. Na avaliação da oxidação lipídica dos ovos não foram observados valores que diferem significativamente do tratamento controle pelo Teste de Dunnet, para as análises das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Já a presença de compostos fenólicos aumentou significativamente quando o feno foi misturado à ração e a restrição foi de 20%, quando comparado ao tratamento controle.

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nas gemas analisadas podem advir da ração, sendo transferidas para os ovos, ou até mesmo resultantes da produção endógena das aves submetidas ao experimento (RADWAN et al., 2008).

O uso de substâncias ricas em compostos fenólicos nos alimentos susceptíveis a processos de peroxidação lipídica e contaminação microbiana tem sido comum e é promissor, uma vez que esses compostos tem, entre outras funções, a capacidade de conservar esses produtos. A atividade de um determinado alimento pode, então, estar relacionada ao total de compostos fenólicos presentes em sua composição (BIERHALS et al., 2009).

Tabela 13 - Oxidação lipídica e compostos fenólicos das gemas de ovos frescos de poedeiras semipesadas submetidas à restrição de ração e inclusão de feno da folha de gliricídia.

Tratamentos	Variáveis	
	TBARS (nmol/mL)	Compostos Fenólicos (µg/mL)
Controle	0,5090	32,032
Rest10%+Feno vontade	0,5565	31,765
Rest10%+Feno misturado	0,4830	36,652
Rest20%+Feno vontade	0,5390	37,050
Rest20%+Feno misturado	0,5586	41,536*
Média	0,5282	35,6093
CV (%) ²	18,87	13,61
Restrição de ração (%)		
10	0,5197	34,208 b
20	0,5479	39,089 a
Oferta do feno de gliricídia		
À vontade	0,5478	34,408 b
Misturado	0,5174	38,872 a
ANOVA ³		<i>p-valor</i>
Rações	0,6529	0,0152
Restrição	0,5267	0,0177
Feno	0,4951	0,0282
Restrição x Feno	0,3091	0,4486

¹CV = Coeficiente de Variação; ²ANOVA = Análise de variância (P<0,05); *Difere do tratamento Controle pelo teste de Dunnett (P<0,05), Na coluna, médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Os compostos fenólicos presentes na gliricídia podem ter contribuído para o aumento da quantidade destes nas gemas dos ovos do tratamento com 20% de restrição e feno misturado, visto que este teve a maior proporção de FFG ingerida.

De acordo com Nozzela (2001), a gliricídia possui 13,72 g/kgMS de fenóis em sua composição, dos quais apenas 6,86 g/kgMS são taninos. Esse valor não é considerado alto quando comparado a outras espécies vegetais com potencial forrageiro, como a leucena, onde o seu feno, segundo o mesmo autor, chega a 30,38 g/kgMS de fenóis totais em sua composição, porém, a depender do volume de feno ingerido, pode vir a exercer o efeito observado.

A literatura relata que diversos benefícios podem ser observados na ação antioxidante de diferentes compostos fenólicos encontrados em organismos vegetais quando são adicionados às rações de poedeiras. Os relatos apresentam a melhoria da capacidade antioxidante e o efeito de redução da oxidação lipídica das gemas dos ovos, bem como a deposição desses compostos nas gemas (COSTA, 2019).

5 CONCLUSÕES

Conforme os resultados apresentados, a oferta de FFG como alternativa alimentar pode ser realizada ofertando o feno à vontade com restrição de ração de até 20%, sem acarretar prejuízos ao desempenho das aves e a qualidade dos ovos. Também é possível ofertar o FFG misturado à ração quando a restrição for de 10%, obtendo ainda melhora na pigmentação das gemas. O feno misturado à ração com restrição de 20% acarreta em piora do desempenho e qualidade da casca dos ovos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. T. **Doenças respiratórias aviárias: Prevalência, importância econômica e diagnóstico.** XV Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó – SC, p. 92-111, 2014.
- AHMAD, S.; KHALIQUE, A.; PASHA, T.N.; MEHMOOD, S.; SOHAIL AHMAD, S.; KAHN, A.M.; HUSSAIN, K. Influence of Moringa Oleifera Leaf Meal Used as Phyto-genic Feed Additive on the Serum Metabolites and Egg Bioactive Compounds in Commercial Layers. **Braz. J. Poult. Sci.**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 325-332, Apr. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0606>. Acesso em: 15 mar. 2019
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valor nutritivo de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. *In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS DE AVES E SUÍNOS.* Viçosa, 1999. **Anais [...]** Viçosa: UFV, p. 361-388, 1999.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681-685, dez. 2001.
- ALVES, C. T. **Efeitos de diferentes níveis de milho em grãos moídos relação proteína: carboidratos não estruturais em dietas para búfalos sobre o metabolismo no rúmen.** 2007. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-24042007-085516/pt-br.php>. Acesso em 20 fev. 2020.
- AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; Influence of insoluble fiber and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. **British Poultry Science.**, v. 50, p. 366-375, 2007. DOI: 10.1080/0007166090286590.
- ANDRADE, B.M.S.; SOUZA, S.F.; SANTOS, C.M.C.; MEDEIROS, S.S.; MOTA, P.S.S.; CURADO, F.F. et al. Uso da gliricídia (*Gliricídia sépium*) para alimentação animal em sistemas agropecuários sustentáveis - **Scientia Plena**, 2014.
- ANDREO D.; JORGE N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.24, n.2, p. 319-36, 2006.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática.** 3ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade federal de Viçosa, 2006. 478 p.
- AROEIRA, L.J.M.; ASSIS, L.C.C.; BRAGA, A.P. Potencial forrageiro de plantas da caatinga. *In: Jornada da Produção ecológica de ruminantes no semiárido*, 1, 2011, Mossoró. **Anais...** Mossoró: 2011, p 10-46.
- ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M.; ROSTAGNO, H.S.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, E.S.; SILVA, J.F.; JHAM, G.N. Atividade microbiana cecal e contribuição da cecotrofia em coelhos com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 891-902, 2003.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v.29, p.113-23, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000100021&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 7 jun. 2018.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, Oct. 2001.

BARRETO, S.C.S. et al., Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.12, p. 1767–1773, 2006.

BAYAO, G.F.V.; EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; FREITAS, N.E.; PEREIRA, E.S.; PACHECO, E.F.; BEZERRA, L.R.; ARAUJO, M.J.. Desidratação e composição química do feno de *Leucaena leucocephala* e *Gliricidia sepium*. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, Salvador, v. 17, n. 3, p. 365-373, 2016.

BENDICH, A. & OLSON J.A. Biological actions of carotenoids. **FASEB Journal** 3, p. 1927–1932, 1989.

BIANCHI, M. L. P. & ANTUNES, L. M. G. **Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta**. Revista de Nutrição, Campinas, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BIERHALS, V.S.; MACHADO, V.G.; ECHEVENGUÁ, W.O.; COSTA, J.A.V.; FURLONG, E.B. Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisturas enriquecidas com a microalga *Spirulina platensis*. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, 68(1): 42-8, 2009.

BLOKHUIS, H.J.; EKKEL, E.D.; KORTE, S.M.; HOPSTER, H.; VAN REENEN, C.G. Farm animal welfare research in interaction with society. **Veterinary Quarterly**, Bilthoven, v.22, n.4, p.217-222, 2000.

BÖHM, F.; EDGE, R.; LAND, E.J.; MCGARVEY, D.J.; TRUSCOTT, T.G. *et al.* Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. **Journal of American Chemical Society**, v. 119, p. 621-622, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ja962512c>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BREITHAUPT, D.E. Modern application of xanthophylls in animal feeding: A review. **Trends Food Science & Technology**, 2007. v. 18, issue 10, p. 501–506. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.04.009>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T. R. G.; LIMA, R. B.; MORAES, S. N.; SILVA, J. H. V. 2008. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. **Acta Veterinária Brasilica**. v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/917>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BRULC, L.; SIMONOVSKA, B.; VOVK, I.; GLAVNIK, V. Determination of egg yolk xanthophylls by isocratic high-performance liquid chromatography. **Journal of**

Chromatography A, 2013, v. 1318, p. 134-141, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.09.074>. Acesso: 10 mar. 2020.

BRUM, P. C.; DA SILVA, G.J.J.; MOREIRA, E.D.; IDA, F.; NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M. **Exercise training increases baroreceptor gain sensitivity in normal and hypertensive rats**. *Hypertension*, Baltimore, v. 36, n. 6, p. 1018-1022, Dec. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/01.HYP.36.6.1018>. Acesso em: 13 dez. 2018

BRUNELLI, S. R.; PINHEIRO, J.W.; DA SILVA, C.A.; FONSECA, N.A.N.; DE OLIVEIRA, D.D.; CUNHA, G.E.; DE SOUZA, L.F.A. Inclusão de farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1349-1358, 2006.

BUENAÑO-BUENAÑO, J.; NUÑEZ-TORREZ, P.; BARROS-RODRÍGUEZ, M.; ROSERO-PEÑAHERRERA, M.; LOZADA-SALCEDO, E.; GUISHCA-CUNUHAY, C.; ZURITA-VÁSQUEZ, H. Efecto de la inclusión de Azolla en la dieta de codornices japonesas sobre el consumo de voluntario, digestibilidad aparente y producción de huevos. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 29, n. 1, p. 161-168, 14 mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14081>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CABRAL JR., E.C.; MIRANDA, C.R.; PINHEIRO, D.M.; GUIMARÃES, I.G.; ANDRADE, M.V.M.; PINTO, M.S.C. Dinâmica fermentativa de silagens de gliricidia sepium. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.214, p.249-252, 2007.

ÇABUK, M.; ERATAK, S.; BASMACIOĞLU MALAYOĞLU H. 2014. Effects of dietary inclusion of lentil byproduct on performance and oxidative stability of eggs in laying quail, **Scientific World J**, 2014. Disponível: <https://doi.org/10.1155/2014/742987>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CAMPECHE, D.F.B; MORAES, S.A.; LIMA, V.T.; SOUSA, S.M.N.; OLIVEIRA, S.T.L.; SOUZA, M.G.; PAULINO, R.V. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçoamento de tilápia rosa em cultivos. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 343-348, 2011.

CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A.M.; Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, **Poultry Science**, London. 1995; 36: 611-629. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00071669508417807>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CARVALHO, C.B.M.; SILVA, S.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, E.S. Composição química de silagem e feno de Gliricidia sepium em diferentes alturas de resíduo. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, Salvador, v. 18, n. 2, p. 239-248, Jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402017000200239&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 jan. 2020.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; MacDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. 2. ed. Belo Horizonte: Papelform, 2005. 438 p.

CATALANI, L.A., et al. Fibras Alimentares – **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n.4, p. 178-182, 2003.

- CIOCCA, M. de L. S; CARDOSO, S; FRANZOSI, R. Criação de galinhas em sistemas semi-intensivo. **Editora Palloti**, Porto Alegre, 1995. 112p.
- COSGROVE, J. P., CHURCH, D. F., PRYOR, W. A. The kinetics of autoxidation of polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, Champaign, v. 22, n.5, p. 299-304, 1987.
- COSTA, B.M.; SANTOS, I.C.V.; OLIVEIRA, G.J.C.; PEREIRA, I.G. Avaliação de folhas de *Gliricidia sepium* por ovinos. **Archivos de Zootecnia** v. 58, n. 221, p.33-41. 2009.
- COSTA, F.G.P.; OLIVEIRA, C.F.S.; BARROS, L.R.; SILVA, E.L.; NETO, R.C.L.; SILVA, J.H.V. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , v. 36, n. 4, p. 813-817, Aug. 2007.
- COSTA, M.K. de O. **Aproveitamento de coprodutos do biodiesel: torta de girassol e glicerina bruta em rações para poedeiras comerciais**. Fortaleza: Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, 2019. 107p. Tese de Doutorado.
- DAVEY, M. W.; MVAN, M.; INZE, D.; SANMARTIN, M., KANELLIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I.J.J.; STRAIN J.J.; FAVELL, D.; FLETCHER, J. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, 825–860, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(20000515\)80:7%3C825::aid-jsfa598%3E3.0.co;2-6](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(20000515)80:7%3C825::aid-jsfa598%3E3.0.co;2-6). Acesso em: 12 dez. 2018.
- DELGADO-VARGAS, F.; PAREDES-LOPEZ, OCTAVIO. Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses / F. Delgado Vargas, O. Paredes López. **Trends Food Science and Technology**. 14, 2003.
- DRUMOND, M.A.; CARVALHO, O.M.F. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semiárida do Nordeste brasileiro. In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Petrolina-PE: **Embrapa Semiárido/Embrapa Recursos Genéticos** - Cenargen, 1999.
- EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; SILVA, E.B.; ALBUQUERQUE, D.R.; PEREIRA, E.S.; BEZERRA, L.R.; SILVA A.L.; ARAÚJO, M.J. Análise de crescimento da gliricídia submetida a diferentes manejos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.250, p.163-169, 2016.
- ESONU, B.O.; EMENALOM, O.O.; UDEDIBIE, A.B.I.; ANYANWU, A.; MADU, U. AND INYANG, A. O. 2005. Evaluation of neem (*Azadirachta indica*) leaf meal on performance, carcass characteristics and egg quality of laying hens. **Int J Agric Rural Dev.**, v. 6, p. 208-212.
- FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; VOSTER, M. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, Essex, v. 64, p. 171-181, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FASSANI, E.J.; ABREU, M.T.; SILVEIRA, M.M.B.M.. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. **Ciênc. anim. bras.**, Goiânia, v. 20, e-50231, 2019 .

FENNEMA, O.R. PARKIN, K.L.; DAMODARAN, S. *et al.* **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª edição. Artmed, Porto Alegre, 2010.

FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2001. 185p.

FREITAS, E.R.; BRAZ, N.M.; WATANABE, P.H.; CRUZ, C.E.B.; NASCIMENTO, G.A.J.; BEZERRA, R.M. Fiber level for laying hens during the growing phase. **Ciênc. agrotec.**, Lavras , v. 38, n. 2, p. 188-198, abr. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 jan. 2019.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. *et al.* Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v.86, p.1705-1715, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00193>. Acesso em: 2 nov. 2018.

GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. **Introduction to plant biochemistry**. 2nd ed. Aberystwyth; Pergamon Press, 1988, 677p.

GOULART, F.R.; ADORIAN, T.J.; MOMBACH, P.I.; SILVA, L.P. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação do IF Farroupilha**, v. 1, n. 1, 141-154, 2016.

GOULD, I.M. Antibiotic policies to control hospital-acquired infection. **Journal of Antimicrochemistry**, 2008; 61: p.763-765.

GRENET, E.; BESLE, J.M. Microbes and fibre degradation. In: JOUANY, J.P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: p. 107-129, 1991.

GUILLOIN, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int.**, Ontario, v. 33, n. 3-4, p. 233-245, 2000.

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LOLIGER, J.; ARUOMA, O.I. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.33, n.7, p. 601-617, 1995. Disponível em: 10.1016/0278-6915(95)00024-v. Acesso em: 5 mar. 2020.

LAGUERRE, M.; LECOMTE, j.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Review. Progress in Lipid Research**. v. 46, p. 244-282, 2007 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/224478344_Evaluation_of_the_ability_of_antioxidants_to_counteract_lipid_oxidation_Existing_methods_new_trends_and_challenges. Acesso em: 10 mar. 2020.

LANGHOUT, D. J. **The role of intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks**. Ph Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 162 p., 1998.

LEE, S. K.; HAN, J.H.; DECKER, E.A. Antioxidant activity of phosphatidylcholine liposomes and meat model systems. **Journal of Food Science**, 67, 37–41, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11355.x>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LOPES, I.R.V.; FREITAS, E.R.; NASCIMENTO, G.A.J; VIANA NETO, J.L. CRUZ, C.E.B.; BRAZ, N.M. Inclusão de feno de folha de leucena e de cunhã na ração de poedeiras. **Arch. zootec.**, Córdoba , v. 63, n. 241, p. 183-190, março 2014.

MACARI, M. *et al.* **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Editora Funep. Jaboticabal: FUNEP/FUNESP, 375 p. 2002.

MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V.; BEST, J.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 716-726, 2007.

MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E.; BORGES, A.S.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, n.52, v.5, p.487-490, 2000.

MALDONADO-ROBLEDO, G.; RODRIGUEZ-BUSTAMANTE, E.; SANCHEZ-CONTRERAS, A.; RODRIGUEZ-SONOJA, R.; SANCHEZ, S.; **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 2003, 62, 484.

MAPIYE, C.; ALDAI, N.; TURNER, T.D.; AALHUS, J.L.; ROLLAND, D.C.; KRAMER, J.K.G.; DUGAN, M.E.R. The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat Science**, [s.l.], v. 92, n. 3, p. 210-220, 2012. Disponível em: 10.1016/j.meatsci.2012.03.016. Acesso em: 10 mar. 2020.

MATOS, L.V.; CAMPELLO, E.F.C.; RESENDE, A.S. **Plantio de Leguminosas Arbóreas para Produção de Moirões Vivos e Construção de Cercas Ecológicas**. Comunicado Técnico: Embrapa Agrobiologia, 2005.

MAZZUCO, H. Nutrição em foco na saúde intestinal das poedeiras. **Revista Avicultura Industrial**, edição 1230, n.02, p.18-27, 2014.

McDONALD, P. *et al.* **Animal nutrition**. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2002. 693p.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. UFRPE, Recife, 2011, 78p.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1463, 1997.

MÍNGUEZ-MOSQUEIRA, I. M.; HORNERO-MÉNDEZ, D.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. Carotenoids and Provitamin A in Functional Foods. **CRC Press LLC**, 2002.

MOHAMED, N.; HASHIM, R.; RAHMAN, N.A.; ZAIN, S.M.; *J. Mol. Struct.: Theochem.* 2001, 538, 245.

MONRO, J.A. Evidence-based food choice: the need for new measures of food effects. **Trends Food Sci. Tech.**, Ontario, v.11, n.4-5, p.136-144, 2000.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa and their consequences on digestive health on Young non ruminant animal. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 108, n. 1-4, p. 95-117, 2003.

MOREIRA, R.F. 2008. **Avaliação nutricional de fenos utilizados na alimentação de poedeiras**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. Ceará. 46 pp.

MOREIRA, R.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; DIOGENES, A.L.F.; ABE, M.S.; ARAUJO, F.W.S. Effect of feed restriction with voluntary hay intake on the performance and quality of laying hen eggs. **Acta Sci., Anim. Sci.**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 149-154, Jun. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i2.12451>. Acesso em: 12 Jul 2018.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. A importância dos carboidratos na alimentação. **REDVET: Revista Eletrônica de Veterinária**. 2008, vol. 9, n. 10.

MUNNÉ-BOSCH & LEONOR ALEGRE (2002). The Function of Tocopherols and Tocotrienols in Plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**. 21. 31-57. 10.1080/0735-260291044179.

NOZELLA, E.F. **Determinação de tanino em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58f. (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

ODUNSI, A. A.; OGUNLEKE, M. O.; ALAGBE, O. S.; AJANI, T. O. Effect of Feeding *Gliricidia Sepium* Leaf Meal on the Performance and Egg Quality of Layers. **International Journal of Poultry Science**, v. 1, n.1, p. 26-28, 2002.

ODUNSI, A.A., 2003. Assessment of *Lablab* (*Lablab Purpureus*) Leaf Meal as a feed ingredient and yolk colouring agente in the diet of layers. **International Journal of Poultry Science**, 2:71-74.

OLIVEIRA, A.N.; FREITAS, E.R.; CRUZ, C.E.B.; FILGUEIRA, T.M.B.; NASCIMENTO, G.A.J.; LIMA, R.C. Inclusion of leucaena leaf hay in the diet of laying hens during the growing phase. **Acta Sci., Anim. Sci.**, Maringá, v. 36, n. 3, p. 297-301, Sept. 2014.

OLIVEIRA, M. C. e MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.3, p.339-357, 2007.

ORTIZ-GONZALEZ, A.R.; MORALES-LUNA, K.A.; VASQUEZ-TORRES, W.; CUTIERREZ-ESPINOSA, M.C. Digestibilidad aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. **Orinoquia**, Meta, v. 18, n. 1, p. 214-219, dez. 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092014000300008&lng=en&nrm=iso. Acesso em 15 mar 2020.

PEARSON, A.M.; GRAY, I.J.; WOLZAK, A.M. and HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.121, 1983.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chem Senses**, 1998; 23 (3): 371-378.

PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE. 2009.

PINHEIRO, C.C.; REGO, J.C.C.; RAMOS, T.A.; SILVA, B.K.R.; WARPECHOWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciê. An. Br.** 2008; 9 (4): 984-96.

PINO-LAGOS, K.; BENSON, M. J.; NOELLE, R. J. Retinoic Acid in the Immune System. **Ann N Y Acad Sci.** 1143p, 2008.

PITA, M. C. G. *et al.*, Effect of marine and vegetal sources on the hen diets on the PUFAs and PUFAs n-3 in laying hens egg yolk an plasm. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n.2, p. 148-151, 2010.

PRATT, D. E.; HUANG, M. T.; HO, C. T.; LEE, C. Y. Natural antioxidants from plant material. *In: Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention*. American Chemical Society. Symposium Series n.507, p.54-71, ACS. Washington, USA, 1992.

PRODUÇÃO de ovos cresceu no ultimo trimestre de 2019, **Avicultura Industrial**, Itu – São Paulo, p. 10, nº01/2020.

RADOSTITS, E.M.; GAY, C.C.; BLOOND, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. **Deficiência de selênio e vitamina E**. Clinica Veterinária. 9ª edição. Guanabara Koogan. São Paulo, p. 1364-1384. 2002.

RADWAN, N. L; HASSAN, R.A.; QOTA, E.M.; FAYEK, H.M. Effect of Natural Antioxidant on Oxidative Stability of Eggs and Productive and Reproductive Performance of Laying Hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 134-150, 2008.

Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2008.134.150>. Acesso em: 12. Mar. 2020.

RANGEL, J.H.A.; MUNIZ, E.M.; SÁ, C.O.; SÁ, J.L. **Implantação e manejo de legumineira com gliricídia (*Gliricídia sepium*)**. [S.I.]: Circular técnica. 2011; 63.

RAO, A.V; RAO, L. G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**. V. 55, p. 207-216, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.012>. Acesso em: 20 mar. 2020.

RILEY, P.A. Free radicals in biology: oxidative stress and the effects of ionizing radiation. **International Journal of Radiation Biology**, London, v.65, n.1, p.27-33, 1994.

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

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. 1ª ed. Washington: **ILSI Human Nutrition Institute**, 2001. 64 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a Ed, 2017

ROYER, Ana Flávia Basso. **Fontes e níveis de fibra na dieta de frangas de postura comercial**. 2019. 113 f. Tese (Doutora em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016, 262 p

SANTOS, A.L.F. **Estudo da Interação das Vitaminas A e E em microesferas de Quitosana: Liberação controlada e fluidos gastrointestinais em cremes hidratantes**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Instituto de Química. 2012.

SANTOS, J.S.; MACIEL, L.G.; SEIXA, V.N.C.; ARAUJO, J.A. Parâmetros avaliativos da qualidade física de ovos de codornas (*Coturnix coturnix* japônica) em função das características de armazenamento. (2016). **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 3, p. 54-67. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3n1p54>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SANTOS, M. V; RIBEIRO, A. G. P.; CARVALHO, L. S. **Criação de galinha caipira: Para a produção de ovos em sistema semi-intensivo**. Programa Rio Rural. Manual técnico. 32 p. 2009.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Características dos ovos**. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Boletim Técnico, 2007.

SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D.; FRONING, G. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. **Poult. Sci.**, v.77, p.192-196, 1998.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000600024&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 jul. 2019.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Imprensa Universitária. Viçosa-MG. 2002. 235 p.

SILVA, M.A.N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSARIO, M.F. et al. Adaptação de linhagens de galinhas para corte ao sistema de criação semi-intensivo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.**, v. 4, n. 3, p.:219-225. 2002.

SILVA, M.A.N.; ROSÁRIO, M.F.; HELLMEISTER FILHO, P.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M.; SILVA, I.J.O.; MENTEN, J.F.M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.208-213, 2003.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 31, n.3, p. 669 – 682. 2010.

SOARES, E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.15, n. 1, p. 71 – 81, 2002.

SOARES, L. A. S.; SIEWERDT, F. **Aves e Ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. 138p.

SUCUPIRA, F.S. **Feno da folha de leucena na alimentação de poedeiras**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2008.

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LIMA, H.J.D. Polissacarídeos não amiláceos solúveis na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.5, n.5, p. 673-689, 2008. Disponível em: https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/068V5N5P673_689_SET2008_.pdf. Acesso em: 20 abr. 2018.

TETEH A.; LAWSON, E.; TONA, K.; DECUYPERE, E.; GBEASSOR M. *Moringa oleífera* leave: hydro-alcoholic extract and effects on growth performance of broilers. **International Journal of Poultry Science**, 2013; 12: p. 401-405. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2013.401.405>. Acesso em: 20 jan. 2020.

VIEIRA FILHO, J.A.; GARCIA, E.A.; MOLINO, A.D.B.; SANTOS, T.A.D.; PAZ, I.C.D.L.A.; BALDO, G.A.D.A. 2016. Productivity of Japanese quails in relation to body weight at the end of the rearing phase. **Acta Sci Anim Sci** 38: 213-217.

VOEMESSE, K.; TETEH, A.; NIDEOU, D.; N'NANLE, O.; GBEASSOR, M.; DECUYPERE, E.; TONA, J. Effect of Moringa oleifera Leaf Meal on Growth Performance and Blood Parameters of Egg Type Chicken During Juvenile Growth. **International Journal of Poultry Science**. n. 17, p.154-159. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2018.154.159>. Acesso em: 20 fev. 2020.

WARNER, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstract Reviews**, v. 51, p. 789-820, 1981.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 176f. Tese de Doutorado.

WEEKS, W. W. Em **Biogeneration of Aromas**; Parliament, T. H.; Croteau, R., eds.; American Chemical Society: Washington D. C., 1986, cap. 12

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science** 2008; 86: p. 140-148.

WOYENGO, T. A.; BELTRANENA, E.; ZIJLSTRA, R. T. Non ruminant nutrition symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review, **Journal of Animal Science**, v. 92, Issue 4, April 2014, p. 1293–1305.

ZIMMERMANN, A. M.; KIRSTEN, V. R. **Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: Uma abordagem clinica**. Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 51-69, 2008.