



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA TROPICAL
MESTRADO EM ZOOTECNIA ANIMAL NOS TRÓPICOS**

IARA SILVA SOUSA

**FARELO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM
SISTEMA SEMI-INTENSIVO**

Teresina
2023

IARA SILVA SOUSA

**FARELO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM
SISTEMA SEMI-INTENSIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia Tropical - PPGZT da Universidade Federal do Piauí - UFPI, na área de concentração produção animal nos trópicos e linha de pesquisa produção de alimentos e nutrição animal nos trópicos, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia Tropical.

Orientador (a): Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado
Co-orientador (a): Profa. Dra. Roseane Madeira Bezerra

Teresina
2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial CCA
Serviço de Representação Temática da Informação

S725u Sousa, Iara Silva.
 O uso do farelo de palma forrageira na alimentação de poedeiras
 em sistema semi-intensivo / Iara Silva Sousa. -- 2022.
 73 f. : il

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de
 Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação Zootecnia Tropical, 2023.
 “Orientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado.”

 1. Alimento Alternativo. 2. Milho. 3. Ovo. I. Sousa, Leilane Rocha
 Barros. II. Título.

CDD 636.508

Bibliotecário: Rafael Gomes de Sousa - CRB3/1163

IARA SILVA SOUSA

FARELO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia Tropical, da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Zootecnia Tropical.

Área de Concentração: Produção animal nos trópicos

Linha de Pesquisa: Produção de alimentos e nutrição animal nos trópicos

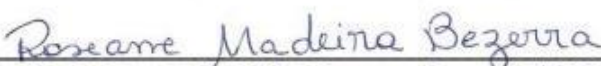
Orientador (a): Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado

Aprovado em 17 de Agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Leilane Rocha Barrosa (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



Profa. Dra. Roseane Madeira Bezerra (Interna) / CPCE/UFPI



Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Externo) / UFC



Pesq. Dr. Matheus Ramalho de Lima (Externo) / UFERSA

Dedico
À todos que me fizeram
transformar dados numericos
em boas discursões e
informações

*E, quando você se vê sem
saída, acredite nas
esperanças que rodeiam suas
certezas.*

Julio Aukay

RESUMO GERAL

Com o objetivo de avaliar o farelo da palma forrageira foram conduzidos dois experimentos. No primeiro com o objetivo de determinar a energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade de duas variedades da palma forrageira, foram utilizados 72 pintos machos e fêmeas Isa Label. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 3 dietas, 6 repetições e 4 aves cada no período de 24 a 32 dias. Foram analisadas duas dietas, dieta 1 continha (80% da dieta referência - DR) + 20% de palma miúda e dieta 2 (80% DR) + 20% de palma gigante. As variáveis analisadas foram energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da MS, PB e MM. No segundo com objetivo de avaliar o uso do farelo da palma miúda sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos e viabilidade econômica das rações, foram utilizadas 80 poedeiras Bankiva GLK com peso médio inicial de 1647 kg, onde os tratamentos foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em 4 dietas, 5 repetições e 4 galinhas com duração de 63 dias, divididos em 3 períodos de 21 dias. Avaliou o uso de farelo de palma miúda nas dietas em níveis de 3%, 6% e 9%. As variáveis foram: desempenho produtivo, qualidade de ovos, composição química da gema e albúmen, perfil de ácidos graxos e colesterol da gema, perfil de textura do ovo e viabilidade econômica das rações. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de SNK à 5% de probabilidade. As estimativas do uso do farelo da palma foram estabelecidas por regressão polinomial para as variáveis significativa. Para as análises estatísticas foi utilizado software SAS®. No experimento 1, a energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da palma miúda apresentaram valores maiores em comparação à palma gigante. No experimento 2, observou-se redução linear dos tratamentos para o diâmetro da gema, resistência da casca e a cor a e b; aumento linear dos tratamentos para a porcentagem do albúmen; redução quadrática dos tratamentos para a matéria mineral do albúmen e efeito para o perfil de ácidos graxos e colesterol da gema. Houve aumento linear dos tratamentos para coesividade, e redução linear dos tratamentos para a cor da gema cozida e quadrático para cor b. No experimento 2, para as variáveis de qualidade de ovo reduziu linearmente o diâmetro da gema, resistência da casca e a cor a e b. Para a porcentagem do albúmen houve aumento linear. A matéria mineral do albúmen reduziu e teve efeito significativo para o perfil de ácidos graxos e colesterol da gema. Em relação a coesividade aumentou linearmente e para a cor da gema a cozida reduziu linearmente e efeito quadrático para cor b. Considerando os resultados, é possível usar 9% do farelo da palma forrageira miúda nas rações de poedeiras em sistema semi-intensivo sem prejuízo dos parâmetros de desempenho igualdade externa e interna de ovos, contudo, ao utilizar 3% de farelo de palma forrageira miúda houve maior retorno econômico em relação a dieta controle.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Milho. Ovo.

ABSTRACT GERAL

With the objective of evaluating the use of forage cactus bran, two experiments were carried out. In the first, with the objective of determining the metabolizable energy and digestibility coefficient of two varieties of cactus pear, 72 male and female Isa Label chicks were used. The treatments were distributed in a completely randomized design, with 3 diets, 6 replicates and 4 birds each in a period of 24 to 32 days. Two diets were analyzed, diet 1 contained (80% of the reference diet - RD) + 20% cactus pear and diet 2 (80% DR) + 20% cactus pear. The analyzed variables were metabolizable energy and digestibility coefficient of DM, CP and MM. In the second, with the objective of evaluating the use of cactus pear bran on the productive performance, egg quality and economic viability of the rations, 80 Bankiva GLK laying hens with an average initial weight of 1647 kg were used, where the treatments were distributed in a completely randomized design. on 4 diets, 5 repetitions and 4 chickens with a duration of 63 days, divided into 3 periods of 21 days. He evaluated the use of cactus pear bran in diets at levels of 3%, 6% and 9%. The variables were: productive performance, egg quality, yolk and albumen chemical composition, yolk fatty acids and cholesterol profile, egg texture profile and economic viability of the rations. Data were subjected to analysis of variance and compared using the SNK test at 5% probability. Estimates of palm meal use were established by polynomial regression for significant variables. For statistical analysis, SAS® software was used. In experiment 1, the metabolizable energy and the nutrient digestibility coefficients of cactus pear showed higher values compared to cactus pear. In experiment 2, a linear reduction of treatments was observed for bud diameter, peel strength and color a and b; linear increase of treatments for the percentage of albumen; quadratic reduction of treatments for albumen mineral matter and effect on yolk fatty acid and cholesterol profile. There was a linear increase in the treatments for cohesiveness, and a linear reduction in the treatments for the color of cooked yolk and quadratic for color b. In experiment 2, for the egg quality variables, it linearly reduced the yolk diameter, shell strength and color a and b. For the percentage of albumen there was a linear increase. The mineral matter of the albumen reduced and had a significant effect on the fatty acid and cholesterol profile of the yolk. In relation to the cohesiveness it increased linearly and for the color of the cooked yolk a it reduced linearly and quadratic effect for color b. Considering the results, it is possible to use 9% of cactus pear bran in the diets of laying hens in a semi-intensive system without prejudice to performance parameters and external and internal egg quality, however, when using 3% of cactus pear bran there was a greater economic return in relation to the control diet.

Keywords: Alternative food. Corn.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Energia bruta e energia metabolizável do farelo das variedades da palma forrageira miúda e gigante pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.	64
Figura 2 - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral do farelo das variedades palma forrageira miúda e gigantes para pintos de corte, machos e	65

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Composição da dieta referência do ensaio de energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral para pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.	66
Tabela II - Composição das dietas experimentais com o uso de níveis farelo da palma miúda na alimentação de poedeiras de 32 ^a a 40 ^a semanas de idade em sistema semi-intensivo: Experimento II.....	67
Tabela III - Dados da temperatura interna e umidade das instalações das poedeiras de 32 ^a a 40 ^a semanas de idades em sistema semi-intensivo. Experimento II.....	68
Tabela IV - Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Produção de Ovos (PR), Consumo de Ração (CR), Consumo de Água (Cag), Peso do Ovo (PO), Massa do Ovo (MO), Conversão por Massa de Ovo (CMO) e Conversão por Dúzia de Ovos (CDO). Experimento II.	68
Tabela V - Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Diâmetro de Gema (DG), Porcentagem da Gema (GEM), Porcentagem de Albúmen (ALB), Porcentagem de Casca (CAS), Espessura da Casca (EspC), Peso específico (PE), Hnidade Haugh (HU), Resistência da Casca (RC), Resistência da Gema (RG) e Parâmetros de pigmentação da gema L* a* e b*. Experimento II.....	69
Tabela VI - Efeito dos níveis de uso do farelo de palma miúda sobre o Indicador de Conversão (IC), Dureza (DUR), Coesividade (COES), Elasticidade (ELAST), Gomosidade (GOMOS), Mastigabilidade (MAS) e Parâmetros de pigmentação da gema L*, a* e b*. Experimento II.	70
Tabela VII - Efeito dos níveis do uso farelo da palma miúda sobre a Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB) do albúmen e gema, e perfil de ácidos graxos (AGs) e colesterol total (CT) da gema dos ovos de poedeiras em sistema semi-intensivo. Experimento II.	71
Tabela VIII - Efeito dos níveis do uso do farelo de palma miúda sobre os parâmetros de viabilidade econômica de poedeiras em sistema semi-intensivo. Experimento II.	72

LISTA DE SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
AGVs	Ácidos Graxos
ALB	Albúmen
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CADZ	Custo de Arraçamento Dúzia de Ovos
Cag	Consumo de Água
CAS	Casca
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDMM	Coefficiente de Digestibilidade da Matéria Mineral
CDMS	Coefficiente de Digestibilidade da Matéria Seca
CDN	Coefficiente de Digestibilidade do Nutriente
CDO	Conversão Dúzia de Ovo
CDPB	Coefficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta
CEEA	Comitê e Experimentação Animal
CMO	Conversão Massa de Ovo
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico/Tecnológico
COES	Coesividade
CONCEA	Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal
CR	Consumo de Ração
CT	Colesterol Total
CTBJ	Colégio Técnico de Bom Jesus
CV	Coefficiente de Variação
DG	Diâmetro da Gema
DR	Dieta Referência
DUR	Dureza
EB	Energia Bruta
EE	Extrato Etéreo
ELAST	Elasticidade
EMA	Energia Metabolizável Aparente

EMAn	Energia Metabolizável Aparente corrigida Balanço Nitrogênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EspC	Espessura da Casca
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FEAG	Fazenda Escolar Alvorada do Gurguéia
FPM	Farelo da Palma Miúda
GEM	Gema
GOMO	Gomosidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Conversão
KOH	Hidróxido de Potássio
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
MAST	Mastigabilidade
MB	Margem Bruta
MBR	Margem Bruta Relativa
MM	Matéria Mineral
MO	Massa do Ovo
MS	Matéria Seca
Ns	Não Significativo
PB	Proteína Bruta
PDZ	Preço Duzia de Ovos
PE	Peso Especifico
PF	Palma Forrageira
PNA's	Polissacarídeos Não Amiláceos
PO	Peso do Ovo
PR	Produção de Ovo
PUFA	Poli Unsaturated Fatty Acid
Q	Quadrático
RC	Resistência Casca
RG	Resistência Gema
SNK	Student Newman Keuls
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UH	Unidade Haugh

LISTA DE SIMBOLOS

'	minuto
''	segundo
°	grau
%	Porcentagem
a*	Coloração na região do vermelho ao verde
b*	Coloração no intervalo do amarelo ao azul
°C	Grau Celsius
Ca	Cálcio
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
cm ³	Centímetro cúbico
Cu	Cobre
Fe	Ferro
FTU	Unidade de Fitase
g	Grama
h	Hora
ha	Hectare
K	Potássio
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
kgf	Quilograma-força
L	Luminosidade
m	Metro
máx	Máximo
min	Minuto
min	Mínimo
mg	Miligrama
Mg	Magnésio
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm/s	Milímetro por segundo

nm	Nanômetro
P	Fósforo
ppm	Parte por milhão
R\$	Real
Sr	Estrôncio
T	Temperatura
UI/kg	Unidades por quilograma
µm	Micrômetro
ym	Yoctômetro
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
CAPITULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1 PALMA FORRAGEIRA.....	19
1.1 Composição Química da Palma Forrageira	20
1.2 Farelo da Palma na Alimentação de Aves	22
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 2. O USO DO FARELO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO.....	26
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS	31
Obtenção e produção do farelo da palma forrageira.....	32
EXPERIMENTO I: DIGESTIBILIDADE DO FARELO DA PALMA FORRAGEIRA	32
Local e condições experimentais	32
Aves e período experimental	32
Dietas e análises.....	33
EXPERIMENTO II: DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS	34
Local e condições experimentais	34
Aves e período experimental	34
Dietas e Manejo	35
Desempenho produtivo	35
Qualidade de Ovos	36
Análise do perfil de textura do ovo e cor da gema cozida.....	37
Viabilidade Econômica.....	39
Análises Estatística	39
RESULTADOS	40
Energia Metabolizável e Coeficiente de Digestibilidade do Farelo da Palma Forrageira.....	40
Dados Climáticos.....	40
Desempenho Produtivo	40
Qualidade de Ovos	40
Análise do perfil de textura do ovo e cor da gema cozida.....	41

Composição do ovo, ácidos graxos e colesterol da gema	41
Viabilidade Econômica.....	42
DISCUSSÃO.....	42
AGRADECIMENTOS	52
CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR.....	53
REFERÊNCIAS	53
LEGENDAS DE FIGURAS E TABELAS	62
MATERIAL SUPLEMENTAR	64

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ovo, devido ao seu baixo custo e ótimo perfil nutricional, é considerado um alimento altamente nutritivo que é consumido diariamente. A produção brasileira de ovos vem crescendo rapidamente a cada ano, em 2021 totalizou 54,9 bilhões por unidade e o consumo por pessoa atingiu 277 unidades por pessoa (ABPA, 2022). Mudanças nos padrões alimentares dos consumidores e aumento de preços de outras proteínas contribuíram para crescimento do setor. Os consumidores demonstram preferência por produtos avícolas dos sistemas alternativos (cage-free, free-range, orgânico e caipira), com regras de segurança mais rígidas e conceitos de bem-estar (SÖZCÜ et al., 2021)

Com isso, as grandes empresas cientes das inovações do mercado, adotaram sistemas alternativos na produção de ovos, o que levou à diversificação de categorias de ovos disponíveis no mercado (SOKOŁOWICZ et al., 2020). O sistema semi-intensivo consiste no modelo de produção em que as galinhas podem acessar a área externa, onde são soltas pela manhã e recolhidas à tarde, o que pode impactar positivamente no desempenho produtivo e qualidade dos ovos.

O aumento dos preços das commodities utilizadas na alimentação de aves tiveram um impacto significativo na indústria avícola, afetando os custos de produção. O milho, principal fonte energética da avicultura, é cada vez mais disputado pela indústria alimentícia, tornando-o inacessível e caro, ultrapassando cerca de 200% de 2015 a 2021 (ABPA, 2022). Portanto, uma forma de reduzir o custo dos alimentos é buscar fontes alternativas ao milho que sejam eficazes, acessíveis, baratas e adequadas à região.

A palma forrageira é um alimento alternativo amplamente utilizada para alimentação animal no Nordeste Brasileiro, por ser considerada um alimento energético devido à alta concentração de carboidratos não fibrosos (LIMA et al., 2019; CARVALHO et al., 2020; ROCHA FILHO et al., 2021), apresenta características de adaptabilidade e alto potencial produtivo às condições edafoclimáticas desta região (GOMES et al., 2021; REIS FILHO et al., 2022), além da ampla disponibilidade com aproximadamente 600.000 hectares cultivados no Brasil. Os genótipos mais utilizados são *Opuntia* com cultivares gigante e redonda e *Nopalea* com a cultivar miúda (DUBEUX JR et al., 2013).

Dentre as cultivares da palma forrageira, a palma miúda (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) se destaca por suas qualidades nutricionais, pois possui altos teores de carboidratos totais (822,1 g/kg MS), carboidratos não fibrosos (597,5 g/kg MS), matéria mineral (128,8 g/kg MS) e baixos teores de fibra em detergente neutro (224,6 g/kg) e fibra em detergente ácido (189,7 g/kg) (CARVALHO et al., 2020), além disso, apresenta alto teor energético (3.653 kcal/g de EB) (SANTOS & GRANGEIRO, 2012), portanto, apresenta alta palatabilidade.

Dentre as formas de fornecimento, o farelo da palma miúda, produto obtido após a desidratação dos cladódios, contém 82,2% de matéria seca, 8,0% de proteína bruta, 1% de extrato etéreo, 25,1% de fibra em detergente neutro, 46,7% de carboidratos não fibrosos, 18,5% de matéria mineral, 2,3% de cálcio e 0,2% de fósforo (ANDRADE et al., 2016) e 3.647 kcal/g de energia bruta (SANTOS & GRANGEIRO, 2012), tem grande potencial para ser uma fonte energética, barata e acessível para substituir em parte o milho no semiárido Brasileiro.

Alguns estudos disponíveis sobre o farelo da palma forrageira mostram-se promissores na ração de frangos de corte em sistema caipira (SANTOS & GRANGEIRO, 2012; PINHEIRO et al., 2019), frango de corte industrial (SANTOS, S. et al., 2014) e codornas (SANTOS, J. et al., 2017). Até onde sabemos, não há estudo publicado sobre o efeito do farelo de palma na alimentação de galinhas poedeiras, sendo necessárias pesquisas para demonstrar seu potencial e mensurar seu valor.

Com o exposto, objetivou-se avaliar o efeito do farelo da palma forrageira (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) na alimentação de poedeiras em sistema semi-intensivo. A dissertação foi estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO GERAL; CAPÍTULO 1 - Revisão Bibliográfica elaborada de acordo com as normas da ABNT; CAPÍTULO 2 - artigo científico intitulado: “O uso do farelo da palma forrageira na alimentação de poedeiras em sistema semi-intensivo” elaborado de acordo com as normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.

CAPITULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
Elaborada de acordo com as normas da ABN

1 PALMA FORRAGEIRA

A palma forrageira pertence à divisão Embryophyta, Sub-divisão Angiospermea, Classe Dicotyledoneae, Sub-classe Archiclamideae, Ordem Opuntiales e Família Cactaceae. Nessa família existem 178 gêneros e em média 2.000 espécies conhecidas até o momento. Desses 178 gêneros, *Opuntia* e *Nopalea* são os mais utilizadas na alimentação animal (SILVA & SANTOS, 2006).

A palma forrageira é nativa da América do Norte, onde o México é o centro de origem dessas espécies, que formam a base alimentar da população local (YAHIA & SAENZ, 2018). No Brasil, a palma forrageira foi introduzida em 1818, no Rio de Janeiro, e estima-se que existam cerca de 600.000 hectares cultivado com cultivares de palma, estando boa parte concentrado no semiárido brasileiro (DUBEUX JR et al., 2013), sendo a Bahia a maior produtora, seguida por Pernambuco, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, depois somente de Minas Gerais, com 2.863.737 toneladas produzidas (IBGE, 2017).

No Nordeste Brasileiro as espécies mais cultivadas são *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill com as cultivares gigante e redonda e a *Napolea cochenillifera* (L.) Salm Dyck, cuja a cultivar é a palma miúda ou doce (SILVA, R. et al., 2018). Entre os motivos que levaram essas espécies a serem as mais cultivadas está a adaptação a regiões áridas e semiáridas do Brasil e o fácil manuseio dessa espécie no momento do plantio e colheita dos cladódios (CARVALHO et al., 2020).

A cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), apresenta raquetes ovaladas de cor verde escura com 19 a 28 mm de espessura, 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura, recobertas por uma camada de cera (MARQUES et al., 2017). Reconhecidamente é a mais cultivada e possui alta rusticidade, tolera secas severas e a infestações da cochonilha de escamas, possui menor valor nutricional, com menor aceitabilidade pelos animais (SILVA & SANTOS, 2006).

A cultivar miúda ou doce (*Napolea cochenillifera* (L.) Salm Dyck), apresenta raquetes em torno de 25 cm de comprimento com formato abovado (base mais fina que a ponta) e coloração verde intenso brilhante, o caule apresenta grande ramificação e de pequeno porte (MARQUES et al., 2017). Possui altos teores de matéria seca e carboidratos, sendo a mais nutritiva, possui resistência à cochonilha do carmim, apesar de baixa produção de matéria verde e ser menos resistente a seca (SILVA & SANTOS, 2006).

É considerada uma xerófila devido sua familiaridade com as condições edafoclimáticas de regiões semiáridas (DUBEUX JR et al., 2021). Essa região é caracterizada por apresentar

baixos índices pluviométricos, com média anual inferior a 800 mm, demanda evaporativa de 2000 mm ano, umidade relativa do ar em torno de 50%, com ocorrência de secas periódicas, o que resulta em déficit hídrico na maior parte do ano (MEDEIROS et al., 2020; SILVA, J. et al., 2021).

A palma forrageira tem demonstrado grande produtividade em ambientes com pouca pluviosidade, devido ao seu processo fotossintético denominado metabolismo ácido das crassuláceas, ou simplesmente MAC (JARDIM et al., 2021). As plantas MAC abrem seus estômatos durante à noite e permanecem fechados durante o dia, mantendo assim o uso eficiente da água. Essa via fotossintética captura dióxido de carbono e o armazena como ácido málico em vacúolos durante à noite, que serão reciclados de volta para continuar a fotossíntese durante o dia (GARCIA et al., 2021).

1.1 Composição Química da Palma Forrageira

A composição química da palma forrageira varia de acordo com a espécie, cultivar, estação do ano, idade da planta, ordem dos cladódios, forma de fornecimento (farelo, fresca ou silagem), adubação e manejo de colheita, densidade de plantio e fatores ambientais (FROTA et al., 2015; DUBEUX JR et al., 2021). Em geral, a palma forrageira, independentemente do gênero, apresenta altos teores de carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e mineiras. Por outro lado, é pobre em matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra detergente ácido (CARVALHO et al., 2020; ROCHA FILHO et al., 2021; MORA-LUNA et al., 2022).

A palma forrageira possui teor de carboidratos totais de 760 a 860 g/kg de MS, sendo a maior parte de carboidratos não fibrosos (amido, pectina e açúcares) são aproximadamente 503 a 728 g/kg de MS (CARVALHO et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2021; ROCHA FILHO et al., 2021). Devido à sua alta concentração de carboidratos não fibrosos, especialmente o teor de amido de 252 a 135 g/kg de MS (BATISTA et al., 2009; ROCHA FILHO et al., 2021), a palma forrageira é considerada uma importante fonte de energia. Pessoa et al (2020) descobriram que o conteúdo de amido da palma forrageira varia de acordo com o estágio de maturidade com cladódios jovens contendo mais amido do que os maduros.

Nos genótipos *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck e *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill mais de 300 g/kg MS é composta por pectina, que representa mais de 50% dos carboidratos não fibrosos. A pectina é um carboidrato estrutural que está presente na parede celular, mas é um carboidrato solúvel em água, que faz parte dos carboidratos não fibrosos (MAGALHÃES et al., 2021). Essa solubilidade em água acarreta no aumento na viscosidade intestinal e diminuição

da área de contato das enzimas coma digesta, além de interferência sobre a taxa de passagem, o que acarreta em um menor aproveitamento dos nutrientes para monogástricos (JHA & MISHRA, 2021).

A palma forrageira é rica em minerais, sobretudo cálcio, potássio, e manganês (CARVALHO et al., 2020), e a adubação pode afetar significativamente as concentrações destes minerais. Normalmente dietas compostas com palma forrageira apresenta alta concentração de matéria mineral em virtude de altas concentrações de minerais (LIMA et al., 2019; ROCHA FILHO et al., 2021).

A forma predominante de cálcio nos cactos é o oxalato de cálcio. O oxalato é um composto orgânico tóxico presente na palma, que se liga ao cálcio ou outros minerais em uma forma nutricional indisponível, afetando assim a biodisponibilidade para absorção animal (DUBEUX JR et al., 2021). Em um estudo realizado por Batista et al (2009) foi demonstrado que baixas concentrações de cálcio se refletem no teor de oxalato, ou seja quanto maior o teor de cálcio, maior o teor de oxalato. Segundo Batista et al (2009) a cultivar miúda (21,41 mg/kg de MS) apresentou maior concentração de cálcio do que cultivar gigante (18,73 mg/kg de MS), logo a miúda (1,95 mg/kg de MS) apresentou maior teor de oxalato que a cultivar gigante (1,23 mg/kg de MS).

A palma forrageira apresenta baixos teores de matéria seca, devido ao alto teor de água. Isso beneficia regiões semiáridas onde a água é o fator limitante (MAGALHÃES et al., 2021). O teor de matéria seca para *Nopalea* sp. é superior *Opuntia* sp. variando de 74 a 124,6 g/kg e 77 a 104,9 g/kg, respectivamente (CARVALHO et al., 2020; ROCHA FILHO et al., 2021). A baixa concentração de proteína bruta é característica comum das cactáceas. Os valores de 41,0 e 52,2 g/kg de MS foram encontrados para as cultivares doce e orelha de elefante mexicana, respectivamente (CARVALHO et al., 2020).

Os compostos fibrosos da palma forrageira, em geral, são considerados baixos por apresentarem concentração de fibra em detergente neutro de 224 a 258 g/kg de MS e fibra em detergente ácido de 189,9 a 213,1 g/kg de MS para *Nopalea* sp. e *Opuntia* sp., respectivamente (CARVALHO et al., 2020).

Quanto ao gênero *Nopalea*, tem uma maior exigência aos tratamentos culturais e demais condições ambientais, porém, apresenta maior teor de matéria seca, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e minerais, quando comparada as plantas do gênero *Opuntia* (SILVA & SANTOS, 2006).

1.2 Farelo da Palma na Alimentação de Aves

As características mais importantes a considerar ao escolher um alimento alternativo, além do valor nutricional, é a sua disponibilidade na região, pelo menor período de tempo e quantidades que permitem substituição parcial ou totalmente os alimentos comumente utilizados na avicultura. Estudos realizados com a palma desidratada e posteriormente triturada em forma de farelo mostraram ser possível alimentar outras espécies de animais além de ruminantes.

O farelo da palma miúda, contém 82,2% de matéria seca, 8,0% de proteína bruta, 1% de extrato etéreo, 25,1% de fibra em detergente neutro, 46,7% de carboidratos não fibrosos, 18,5% de matéria mineral, 2,3% de cálcio e 0,2% de fósforo (ANDRADE et al., 2016), e 3.647 kcal/g de energia bruta (SANTOS & GRANJEIRO, 2012). Embora as pesquisas sobre o uso de farelo de palma na alimentação de aves permaneçam escassos, alguns estudos mostram promissor o uso deste produto na alimentação de codornas, frangos de corte e frangos de crescimento lento.

O fornecimento de rações contendo níveis (0, 3, 6, 9 e 12%) de farelo de palma gigante para frango de corte por 45 dias mostrou que a substituição do milho pelo farelo pode ser uma alternativa quando a matéria prima for disponível na propriedade e os autores deste estudo claramente que o uso do farelo de palma para aves são escassos, sendo necessário de mais pesquisas (SANTOS, S. et al., 2014).

Santos e Granjeiro (2012) relataram que o farelo de palma forrageira enriquecido com levedura a 2% e suplementado com 1% de óleo de soja pode ser utilizado na dieta de machos e fêmeas caipiras substituindo até 57% do milho. Pinheiro et al (2019) avaliaram o desempenho e rendimento de carcaça de frango de corte decrescimento lento alimentados com níveis de 5% e 10% farelo da palma gigante. Eles concluíram que até 10% do farelo de palma gigante pode ser adicionado às deitas.

Rações com níveis crescentes (5, 10, 15 e 20%) do farelo de palma miúda, foram fornecidas para codornas (*Coturnix japonica*) e os autores recomendaram a inclusão de até 10% de 8 a 21 dias e 20% do farelo de palma para codornas de 22 a 35 dias (SANTOS, J. et al., 2017).

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual de Atividades**. São Paulo: ABPA, 2022.

ANDRADE, S. F. J.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; LUCENA, R. B.; ANDRADE, R. P. X.; LIMA JÚNIOR, D. M. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 155, maio 2016. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i2.29329>.

BATISTA, Â. M. V.; RIBEIRONETO, A. C.; LUCENA, R. B.; SANTOS, D. C.; DUBEUX, J. B.; MUSTAFA, A. F. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology and Management**, v. 62, n. 3, p. 297–301, maio 2009. <https://doi.org/10.2111/07-099R1.1>.

CARVALHO, C. B. M.; EDVAN, R. L.; NASCIMENTO, K. S.; NASCIMENTO, R. R.; BEZERRA, L. R.; JÁCOME, D. L. S.; SANTOS, V. L. F.; SANTANA JÚNIOR, H. A. Methods of storing cactus pear genotypes for animal feeding. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 37, n. 2, p. 173–179, jun. 2020. <https://doi.org/10.2989/10220119.2020.1734084>.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potencial Da Palma Forrageira Na América Do Sul. **Cactusnet Newsletter**, v. 13, n. 13, p. 29–40, jan. 2013.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; SOUZA, R. T. A.; MELLO, A. C. L.; SOUZA, T. C. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 275, p. 114890, maio 2021. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114890>.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R. B. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015.

GARCIA, C. V.; MELLO, A. C. L.; CUNHA, M. V.; SILVA, M. C.; SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX, J. C. B.; HOMEM, B. G. C. Agronomic characteristics and nutritional value of cactus pear progenies. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 6, p. 4721–4735, nov. 2021. <https://doi.org/10.1002/agj2.20868>.

GOMES, G. M. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GALVANI, D. B.; SOARES, I.; NEIVA, J. N. M.; MARIO, G.; GOMES, F. Nutritional value of cactus pear grown under different levels of nitrogen and phosphorus and two harvest frequencies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 20210002, p. 1–11, out. 2021. <https://doi.org/10.37496/RBZ5020210002>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agrocecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; ALVES, H. K. M. N.; SOUZA, M. S.; ARAÚJO, G. G. L.; MOURA, M. S. B. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. **Journal of Arid Environments**, v. 188, p. 104464, maio 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104464>.

- JHA, R.; MISHRA, P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization , performance , gut health , and on the environment : a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 51, p. 1–16, abr. 2021. <https://doi.org/10.1186/S40104-021-00576-0>.
- LIMA, T. J.; RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; SOUSA, S.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SERRANO, M. P.; BARBA, F. J.; LORENZO, J. M. Optimizing the use of spineless cactus in the finishing diet of lambs: physicochemical properties and sensory characteristics of meat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 14, p. 6241–6247, nov. 2019. <https://doi.org/10.1002/JSFA.9897>.
- MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; OLIVEIRA, L. P.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; ANDRADE, A. P.; MELO, A. A. S.; NASCIMENTO, D. B.; SILVA, W. A. Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, n. 69338, p. 19, set. 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-69338>.
- MARQUES, O. F. C.; MARQUES, C.; SOUZA, L.; GOMES, P.; FRANÇA, M. H. Palma forrageira : cultivo e utilização na alimentação de bovinos Spineless cactus : cultivation and use in cattle feed. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75–93, mar. 2017.
- MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de Köppen para o estado do Piauí – Brasil. **Revista Equador**, v. 9, n. 3, p. 82–99, jul. 2020. <https://doi.org/10.26694/EQUADOR.V9I3.9845>.
- MORA-LUNA, R. E.; HERRERA-ANGULO, A. M.; SIQUEIRA, M. C. B.; CONCEIÇÃO, M. G.; CHAGAS, J. C. C.; MONTEIRO, C. C. F.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A. Spineless Cactus plus Urea and Tifton-85 Hay: Maximizing the Digestible Organic Matter Intake, Ruminal Fermentation and Nitrogen Utilization of Wethers in Semi-Arid Regions. **Animals**, v. 12, n. 3, p. 401, fev. 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12030401>.
- PESSOA, D. V.; ANDRADE, A. P.; MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; SANTOS, D. C.; ARAÚJO, G. G. L.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, D. B.; VALENÇA, R. L.; CARDOSO, D. B. Forage nutritional differences within the genus *Opuntia*. **Journal of Arid Environments**, v. 181, p. 104243, out. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104243>.
- PINHEIRO, C. C.; FERREIRA, F. L. F.; SILVA, A. A.; FREITAS, E. R.; LOPES, I. R. V. DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARÇAÇA DE FRANGO DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO ALIMENTADOS COM FARELO DE PALMA FORRAGEIRA. 4., 2019. **Congresso Internacional de Ciências Agrárias**. [...]. Recife-PE: Instituto Nacional Despertando Vocações, 2019. v. 4, p. 1–16. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.ivcointerpdvagro.2019.0152>.
- REIS FILHO, R. J. C.; CARNEIRO, M. S. S.; PEREIRA, E. S.; FURTADO, R. N.; MORAIS NETO, L. B.; MAGALHÃES, J. A.; ALVES, F. G. S.; LOPES, M. N. Biomass components and water use efficiency in cactus pear under different irrigation systems and harvest frequencies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, n. 20210093, p. 1–15, mar. 2022. <https://doi.org/10.37496/rbz5120210093>.
- ROCHA FILHO, R. R.; SANTOS, D. C.; VÉRAS, A. S. C.; SIQUEIRA, M. C. B.; MONTEIRO, C. C. F.; MORA-LUNA, R. E.; FARIAS, L. R.; SANTOS, V. L. F.; CHAGAS, J. C.; FERREIRA, M. A. Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck)-The Best Forage Cactus Genotype for Feeding Lactating Dairy Cows in Semiarid Regions. **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1774, jun. 2021. <https://doi.org/10.3390/ANI11061774>.

- SANTOS, J. F. GRANJEIRO, J. I. T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma Performance of free range birds fed with cassava and cactus pear enriched with yeast. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 6, n. 2, p. 49–54, 2012.
- SANTOS, J. S.; CUNHA, F. S. A.; CORREIA, S. R. A.; SOARES, A. L. S. Farelo de palma na alimentação de codornas. **Nutritime**, v. 13, n. 4, p. 5093–5099, jun. 2017. .
- SANTOS, S. L.; GOMES, P. M. A.; RODRIGUES, M. S. A.; SILVESTRE, M. A.; MELO, D. R. M. Avaliação físico-química do peito de frango alimentado com farelo de palma forrageira. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 1, p. 01–06, mar. 2014. <https://doi.org/10.30969/acsa.v10i1.325>.
- SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 2, n. 10, p. 1–13, out. 2006.
- SILVA, J. O. N.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; JARDIM, A. M. R. F.; ALVES, C. P.; PINHEIRO, A. G.; SANTOS, J. P. A. S.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. Cultivo de genótipos de palma forrageira sob agricultura bioessalina como alternativa para incremento do aporte forrageiro do semiárido brasileiro: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 16510514773, maio 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14773>.
- SILVA, R. C.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. C. V.; SANTOS, D. C.; GAMA, M. A. S.; CHAGAS, J. C. C.; INÁCIO, J. G.; SILVA, E. T. S.; PEREIRA, L. G. R. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Sciences**, v. 48, n. 3, p. 516–525, maio 2018. <https://doi.org/10.4314/sajas.v48i3.12>.
- SLAMA, J.; SCHEDULE, K.; WURZER, G. K.; GIERUS, M. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 8, p. 3895–3902, jun. 2019. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9612>.
- SOKOŁOWICZ, Z.; DYKIEL, M.; TOPCZEWSKA, J.; KRAWCZYK, J.; AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, A. The Effect of the Type of Non-Caged Housing System, Genotype and Age on the Behaviour of Laying Hens. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 2450, dez. 2020. <https://doi.org/10.3390/ANI10122450>.
- SÖZCÜ, A.; İPEK, A.; OGUZ, Z.; GUNNARSSON, S.; RIBER, A. B. Comparison of performance, egg quality, and yolk fatty acid profile in two turkish genotypes (Atak-s and atabey) in a free-range system. **Animals**, v. 11, n. 5, p. 1458, maio 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11051458>.
- YAHIA, E. M.; SAENZ, C. Cactus pear fruit and cladodes. **Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health**, v. 2, n. 2, p. 941–956, set. 2018. <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch44>.

**CAPÍTULO 2. O USO DO FARELO DA PALMA FORRAGEIRA NA
ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO**

Elaborado de acordo com as normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências

O USO DO FARELO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO

Iara Silva Sousa^{*1}, Gabriela Gomes da Silva², Roseane Madeira Bezerra³, Douglas Reis Sampaio Borges⁴, Regimar Viana Pereira⁵, Edson Cavalcanti da Silva Filho⁶, Ricardo Loiola Edvan⁷, Leilane Rocha Barros Dourado⁸

¹Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, s/n, Ininga, 64049-550 Teresina, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-7779-1996>

²Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, Km3, Planalto Horizonte, 64900-000 Bom Jesus, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0776-5984>

³Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, Km3, Planalto Horizonte, 64900-000 Bom Jesus, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-7921-6036>

⁴Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, Km3, Planalto Horizonte, 64900-000 Bom Jesus, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5285-425X>

⁵Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR 135, Km3, Planalto Horizonte, 64900-000 Bom Jesus, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-1406-7380>

⁶Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, s/n, Ininga, 64049-550 Teresina, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0988-2970>

⁷Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, s/n, Ininga, 64049-550 Teresina, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5999-8934>

⁸Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, s/n, Ininga, 64049-550 Teresina, Piauí, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-7141-6677>

Key words: Alimento alternativo, desempenho produtivo, postura, qualidade de ovos

Running title: Palma forrageira na alimentação de poedeiras

Animal Science

Correspondence to: Iara Silva Sousa, Universidade Federal do Piauí, Telefone: +55 89 981345774, E-mail: iarasowzza@hotmail.com

ABSTRACT

Poucas informações estão disponíveis sobre o farelo de palma na dieta das aves e torna-se importante avaliar dietas que propiciem excelente desempenho e menores custos de produção. Nosso objetivo foi de verificar o uso do farelo da palma forrageira na alimentação de poedeiras. Em um primeiro estudo, usamos duas dietas para pintos machos e fêmeas: 1 dieta referência (80%) + 20% de palma miúda e 2: dieta referência (80%) + 20% de palma gigante, verificamos que a palma miúda teve melhor aproveitamento na energia metabolizável, coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína e matéria mineral. No segundo estudo, comparamos uma dieta controle com três dietas níveis de uso do farelo de palma miúda para poedeiras, nas proporções 3%, 6% e 9%. Em termos de desempenho produtivo, não houve diferenças significativas. Houve diferenças significativas em relação a qualidade de ovos, perfil de textura e coloração da gema cozida, composição do ovo, ácidos graxos e colesterol da gema. Concluimos que é possível fazer o uso 9% do farelo da palma miúda na alimentação de poedeiras em sistema semi-intensivo sem prejudicar o desempenho e qualidade de ovos e ao utilizar 3% de farelo de palma miúda obteve-se um maior retorno econômico.

INTRODUÇÃO

O ovo, devido ao seu baixo custo e ótimo perfil nutricional, é considerado um alimento altamente nutritivo (Romero et al. 2022) que é consumido diariamente. A produção brasileira de ovos vem crescendo rapidamente, em 2021 totalizou 54,9 bilhões por unidade e o consumo por pessoa atingiu 277 unidades por pessoa (ABPA 2022). Mudanças nos padrões alimentares dos consumidores e aumento de preços de outras proteínas contribuíram para crescimento do setor. Os consumidores demonstram preferência por produtos avícolas dos sistemas alternativos (cage-free, free-range, orgânico e caipira), com regras de segurança mais rígidas e conceitos de bem-estar (Sözcü et al. 2021).

Com isso, as grandes empresas cientes das inovações do mercado, adotaram sistemas alternativos na produção de ovos, o que levou à diversificação de categorias de ovos disponíveis no mercado (Sokołowicz et al. 2020). O sistema semi-intensivo consiste no modelo de produção em que as galinhas podem acessar a área externa, onde são soltas pela manhã e recolhidas à tarde, o que pode impactar positivamente no desempenho produtivo e qualidade dos ovos.

O aumento dos preços das commodities utilizadas na alimentação de aves tiveram um impacto significativo na indústria avícola, afetando os custos de produção. O milho, principal fonte energética da avicultura, é cada vez mais disputado pela indústria alimentícia, tornando-o inacessível e caro, ultrapassando cerca de 200% de 2015 a 2021 (ABPA 2022). Portanto, uma forma de reduzir o custo dos alimentos é buscar fontes alternativas ao milho que sejam eficazes, acessíveis, baratas e adequadas à região.

A palma forrageira é um alimento alternativo amplamente utilizada para alimentação animal no Nordeste Brasileiro, por ser considerada um alimento energético devido à alta concentração de carboidratos não fibrosos (Lima et al. 2019, Carvalho et al. 2020, Rocha Filho et al. 2021), apresenta características de adaptabilidade e alto potencial produtivo às condições edafoclimáticas desta região (Gomes et al. 2021, Reis Filho et al. 2022), além da

ampla disponibilidade com aproximadamente 600.000 ha cultivados no Brasil. Os genótipos mais utilizados são *Opuntia* com cultivares gigante e redonda e *Nopalea* com a cultivar miúda (Dubeux JR et al. 2013). Dentre as cultivares da palma forrageira, a palma miúda (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) se destaca por suas qualidades nutricionais: altos teores de carboidratos totais (822,1 g/kg), carboidratos não fibrosos (597,5 g/kg), matéria mineral (128,8 g/kg) e baixos teores de fibra em detergente neutro (224,6 g/kg) e fibra em detergente ácido (189,7 g/kg) (Carvalho et al. 2020), além disso, apresenta alto teor energético (3.653 kcal/g) (Santos & Grangeiro 2012).

Dentre as formas de fornecimento, o farelo da palma miúda (FPM) produto obtido após a desidratação dos cladódios, contém 82,2% de matéria seca (MS), 8% de proteína bruta (PB), 1% de extrato etéreo (EE), 25,1% de fibra em detergente neutro (FDN), 46,7% de carboidratos não fibrosos (CNF), 18,5% de matéria mineral (MM), 2,3% de cálcio e 0,2% de fósforo (Andrade et al. 2016) e 3.647 kcal/g de energia bruta (EB)(Santos & Grangeiro 2012), tem grande potencial para ser uma fonte energética, barata e acessível.

Alguns estudos disponíveis sobre o farelo da palma forrageira mostram-se promissores na ração de frangos de corte em sistema caipira (Santos & Grangeiro 2012), frango de corte industrial (Santos et al. 2014) e codornas (Santos et al. 2017). Até onde sabemos, não há estudo publicado sobre o efeito do farelo de palma na alimentação de galinhas poedeiras, sendo necessárias pesquisas para demonstrar seu potencial e mensurar seu valor. Com o exposto objetivou-se avaliar o uso do farelo da palma forrageira na alimentação de poedeiras em sistema semi-intensivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos conforme os protocolos éticos de pesquisas, segundo a Resolução Nº 879/08 do Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA) conforme parecer número 007/13 aprovado pelo Comitê e Experimentação Animal

da Universidade Federal do Piauí (CEEA – UFPI).

Obtenção e produção do farelo da palma forrageira

Os cladódios da palma miúda (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) e palma gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) foram coletados na estação experimental de agrostologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, Brasil. Cladódios com dois anos de idade foram coletados e transportados para Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da UFPI, onde foram cortados (5 a 3 cm de espessura), e distribuídos em bandejas em diversas camadas. A pré-secagem foi realizada em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 h. Após a retirada da estufa, o material foi pesado em balança analítica e moído em moinho Thomas Wiley SP-32 SLAPOR® com peneira de malha 1 mm e armazenado.

EXPERIMENTO I: DIGESTIBILIDADE DO FARELO DA PALMA FORRAGEIRA

Local e condições experimentais

Foi realizado no aviário experimental de avicultura do Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), *campus* Professora Cinobelina Elvas, em agosto de 2019. O município tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 9° 4' 27" Sul, longitude 44° 21' 30" Oeste e 277 m de altitude. O clima da região é classificado como "Aw", segundo a classificação de Köppen 1928 (Medeiros et al. 2020). O aviário tinha as laterais fechadas por telas, providas de cortinas externas mecanizadas e ventiladores. O espaço de testes metabólicos é composto por quatro baterias com nove gaiolas cada, de 1,16 cm x 1,10 cm x 0,50 cm de dimensões piso em tela, comedouro e bebedouro tipo calha e uma bandeja inferior removível para coleta de excretas.

Aves e período experimental

Foram utilizados 72 pintos de corte, machos e fêmeas, da Linhagem Isa Label, os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três dietas, seis repetições com quatro aves cada. O período experimental foi de 24 a 32 dias de idade,

determinado com quatro dias de adaptação as dietas e quatro dias de coleta total de excretas. Para a determinação foi utilizado o método de coleta total de excretas, de acordo com os procedimentos descritos por (Sakomura & Rostagno 2016). Antes do início do período de adaptação, de 1 a 23 dias de idade, as aves foram mantidas em baterias separadas, alimentadas com ração para suprir as necessidades nutricionais estabelecida por (Pinheiro et al. 2014).

Dietas e análises

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência a base de milho e farelo de soja (Tabela I) e duas dietas teste contendo duas variedades de palma forrageira: Dieta referência (DR): Dieta a base de milho e farelo de soja; Dieta teste: DR (80%) + 20% de palma miúda e Dieta teste 2: DR (80%) + 20% de palma gigante

Foi adicionada 1% de óxido de ferro em todas as dietas para servir como marcador do início e final do período de coleta. As coletas foram feitas duas vezes ao dia em bandejas cobertas com material plástico. Após a coleta, as excretas foram pesadas, embaladas, identificadas e congeladas a 18 °C até o final do período de coleta. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada e pesada, sendo submetida a secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C por 72 h. As amostras secas em estufas foram pesadas, moídas e colocadas em recipientes para análises laboratoriais.

Em todas as amostras, foram determinados os teores de MS, MM, PB e EB seguindo os métodos (AOAC 2000). Com os resultados laboratoriais foram determinados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e coeficiente de digestibilidade da matéria mineral (CDMM) de acordo com (Sakomura & Rostagno 2016)

Os resultados obtidos nas análises para a dieta ingerida e excreta foram utilizados para determinar os valores energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas experimentais. (Matterson et al. 1965). O mesmo princípio foi utilizado para

o cálculo dos CDMS, CDPB e CDMM (Matterson et al. 1965).

Coeficiente digestibilidade do nutriente (CDN) *RefB*

$$= \frac{(\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}) * 100}{\text{Nutriente ingerido}}$$

$$\text{CDN (Palma Forrageira - PF)} = \text{CDN (Ref)} + \frac{(\text{CDN}(\text{dieta com PF}) - \text{CDN}(\text{Ref}))}{\% \text{ de substituição da PF}}$$

EXPERIMENTO II: DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS

Local e condições experimentais

Aconteceu na Fazenda Escola Alvorada do Gurguéia (FEAG) da Universidade Federal do Piauí, localizada no município Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil, de agosto a outubro de 2020. O município está localizado na microrregião do Alto Médio Gurguéia com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 8° 22' 34" Sul, longitude 43° 51' 23" Oeste e 220 m de altitude. O clima da região é classificado como ‘Aw’, segundo a classificação de Köppen 1928 (Medeiros et al. 2020).

As poedeiras foram alojadas em aviário de tijolos com cobertura de telha de barro, utilizando-se 20 boxes de 2 m x 1 m, cada boxe com acesso a piquete externo de 9,80 cm x 5,45 cm cercado com arame. Os boxes eram equipados com cortinas laterais com sistema de ajuste manual, cama de palha de arroz, um ninho de 30 cm x 35 cm de dimensões coberto com palha de arroz, um comedouro tubular e um bebedouro pendular.

Aves e período experimental

Inicialmente 80 pintainhas da linhagem Bankiva GLK com um dia de idade foram alojadas em boxes preparados, alimentadas com dieta à base de milho e farelo de soja de acordo com as diretrizes do guia de manejo das poedeiras coloniais de ovos castanhos Embrapa (2017) por fase de vida: cria (1ª a 6ª semanas); recria (7ª a 15ª semanas), pré-postura (16ª a 31ª semanas). Durante a fase de pré-postura, a produção de ovos foi monitorada até obter aproximadamente 80% de postura para iniciar a fase experimental. Às 31ª semanas, as poedeiras

foram pesadas para montagem das parcelas, de acordo com o delineamento experimental e alojadas para adaptação a novos grupos. Com 32^a semana de idade as poedeiras foram repesadas, com peso médio inicial de 1,647 kg e distribuídas em 20 boxes com pesos semelhantes. Ao final do período experimental com 40^a semanas, as poedeiras foram pesadas com peso médio final 1,679 kg. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições com quatro galinhas cada. O estudo teve duração de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias cada.

Dietas e Manejo

As dietas experimentais (Tabela II), foram formuladas isoenergéticas e isonutritivas para atender as recomendações do guia de manejo das poedeiras colônias de ovos castanhos Embrapa (2017) para a fase de postura (32^a a 40^a semanas). As rações consistiram em níveis de uso do FPM: Tratamento 1: Dieta controle a base de milho e farelo e soja; Tratamento 2, 3 e 4: Dieta com 3, 6 e 9% do FPM, respectivamente.

A ração e a água foram oferecidas à vontade durante o período experimental. A coleta dos ovos foi realizada manualmente às 13 h e 17 h. Após a coleta de ovos das 17 h, os ninhos eram fechados e reabertos pela manhã para evitar sujeiras. A iluminação foi estabelecida de acordo com a idade das poedeiras e o nascer e pôr do sol da região utilizando um fotoperíodo de 14 h de luz e 10 h de escuro, e 12 h de luz natural e 2 h de luz artificial. O fornecimento de luz era operado manualmente, sendo a metade oferecida pela manhã (05 h às 06 h) e a outra metade à noite (18 h às 19 h). As temperaturas e umidades do ar foram monitoradas por dois termohigrômetros digitais de máxima e mínima (TOMATE® PD003) alocados dentro de dois boxes em lados opostos na altura do dorso das poedeiras. Os dados climáticos foram coletados 06 h da manhã durante todo o período experimental.

Desempenho produtivo

Foram avaliados os parâmetros de desempenho: consumo de ração (g/ave/dia), consumo

de água (mL/ave/dia), produção de ovos (%), peso de ovo (g), massa de ovo (g), conversão por massa (kg/kg) e conversão por dúzia de ovo (kg/dúzia). As variáveis foram analisadas em três ciclos de 21 dias cada. As análises ocorreram na 34^a, 37^a e 40^a semanas (17 dias após o início do fornecimento das rações experimentais). O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras experimentais, pesadas no início e final de cada período de 21 dias. O consumo de água foi calculado medindo o fornecido e as sobras de água durante quatro dias consecutivos de cada período. A produção dos ovos foi anotada durante três períodos de 21 dias em planilhas de postura, duas vezes ao dia e obtida dividindo a soma de ovos por período e por parcela pelo número de aves e multiplicado por 100. Nos últimos quatro dias de cada período, os ovos de cada parcela foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos. O cálculo da massa de ovo foi realizado pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovos produzida, e a conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividido pela produção em dúzias.

Qualidade de Ovos

As variáveis foram analisadas em três ciclos de 21 dias cada. As análises ocorreram na 34^a, 37^a e 40^a semanas (17 dias após o início do fornecimento das rações experimentais). As variáveis de qualidade foram avaliadas em três ovos por parcela, dos 18 aos 21 dias de cada período, obtendo os parâmetros: o diâmetro da gema (mm) foi determinado com auxílio do paquímetro digital Pantec®, modelo 150MM/6; a porcentagem da gema, albúmen e casca (%) foi obtida dividindo-se o peso do componente pelo peso do ovo, e multiplicando o resultado por 100; a espessura da casca (mm) foi medida em três partes (apical, equatorial e basal) usando o paquímetro digital; o peso específico (g/cm^3) foi realizado pelo método de flutuação salina conforme descrito por Hamilton (1982), foram feitas imersões dos ovos em soluções salinas

com densidades que variavam de 1,070 a 1,090 com intervalo de 0,0025, as densidades foram ajustadas utilizando densímetro de petróleo; as unidades Haugh foi determinada por meio da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, sendo, H = altura do albúmen (mm); e W = peso do ovo (g) (Romanoff & Romanoff 1963, Silversides & Budgell 2004).

No último dia de coleta de cada período, em dois ovos por parcela foram realizadas análises de resistência da casca e da gema a quebra (kgf) usando o aparelho Texture Analyzer Brookfield®, modelo CT3 50 kg conectado a um computador equipado com o software TextureLoader®. Foram avaliados três parâmetros de cor: L*, a* e b*. O valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*). O valor L fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0) (Harder et al. 2007). Os parâmetros de coloração foram aferidos em três diferentes pontos da gema do ovo com o auxílio do colorímetro Minolta portátil CR-400®, no sistema CIELab.

Análise do perfil de textura do ovo e cor da gema cozida

Foram utilizados dez ovos de cada tratamentos para análise do perfil de textura do ovo, na qual as variáveis analisadas foram dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade do ovo inteiro e parâmetros de coloração da gema. Os ovos foram cozidos por tratamentos em 10 min e colocados em água fria por 3 min para serem descascados. A textura do ovo inteiro foi feita usando o aparelho Texture Analyzer Brookfield®, modelo CT3 50 kg conectado a um computador equipado com o software TextureLoader®. A velocidade do teste da lâmina foi de 2,00 mm/s em 2 ciclos. Após isso a gema foi separada manualmente para ser analisada quanto a coloração com auxílio do colorímetro Minolta portátil CR-400®, no sistema CIELab.

Composição do ovo, ácidos graxos e colesterol da gema

As amostras cozidas da gema e albúmen foram congeladas após análise de perfil de

textura. Posteriormente foram descongeladas, pesadas, preparadas para serem liofilizadas em Liofilizador, por 72 h, em seguidas trituradas em um mixer doméstico pequeno até obter o pó. As amostras em pó obtidas por meio da liofilização foram analisadas quanto ao teor de MS, PB e MM através dos métodos da (AOAC 2000).

Os ácidos graxos das amostras foram metilados de acordo com Kramer et al. (1997). O éster metílico de ácido graxo resultante foi determinado usando um cromatógrafo a gás (modelo Focus GC; Thermo Scientific, Milão, Itália), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida SP 2560 (100 m x 25 mm x 0,2 µm de espessura do filme; Supelco, Bellefonte, Pensilvânia). Hidrogênio foi usado como gás de arraste (1 mL/min) e nitrogênio como gás auxiliar. As temperaturas do detector e do injetor foram ajustadas em 250 °C, com razão de divisão de 15:1. A temperatura do forno foi ajustada para 70 °C por 4 min, aumentada em 13 °C/min até 175 °C, mantida por 27 min, aumentada em 4 °C/min até 215 °C e mantida por 31 min. Os FAME foram identificados comparando três referências FAME (Supelco FAME mix C4-C24, CLA trans-9, cis 11 16413, e CLA trans-10, cis 12 04397; Sigma Aldrich).

A quantificação do colesterol da gema de poedeiras de 32^a a 40^a semanas de idade foi realizada de acordo com a metodologia descrita por (Bohac et al. 1988). Foi realizada a saponificação de 0,5 mL de extrato lipídico em tubo Falcon de 50 mL, adicionando 10 mL da solução e hidróxido de potássio (KOH 2%) em etanol 90%. Logo, os tubos foram colocados em banho maria à 80 °C em agitação por 15 min. Em seguida, adicionou 5 mL de água destilada e deixou-se resfriar. Para extração da matéria insaponificável, adicionou 10 mL de hexano agitando em vortex por 1 min. Após a separação, toda a fase hexanoica foi transferida para outro tubo Falcon. Repetiu a extração mais duas vezes. Coletou-se cerca de 4 mL de extrato hexanoico e evaporou em banho maria a 55 °C, adicionou 6 mL de ácido acético saturado em sulfato de ferro, resfriou-se em banho de gele e agitou em vortex por 1 min. Logo após,

adicionou cerca de 2 mL de ácido sulfúrico, resfriou-se até 26 °C. Após 10 min foi feita a leitura em espectrofotômetro a 490 nm. Na curva padrão de colesterol foi utilizada diferentes concentrações de 0 a 200 ppm de colesterol purificado (sigma) e as absorbância foram realizadas em espectrofotômetro da marca UV-VIS®.

Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica foi realizada por meio do preço do quilograma de ração (kg, R\$), custo de arraçamento por dúzia de ovos (CADZ, R\$/dúzia) e margem bruta relativa (MBR, %), ou seja, a margem bruta (MB, R\$) dos tratamentos com o uso do FPM em relação à MB do tratamento-controle. A determinação da MBR foi realizada de acordo com Figueiredo et al (1998), considerando-se somente os custos variáveis de arraçamento, uma vez que os custos fixos foram iguais para todos os tratamentos.

Os preços dos insumos (R\$/kg) utilizados para os cálculos do preço do quilograma de ração foram: milho = R\$ 1,10; farelo de soja = R\$ 3,70; farelo de trigo = R\$ 1,30; óleo de soja = R\$ 5,56; fosfato bicálcico = R\$ 5,40; calcário = R\$ 4,00, sal comum = R\$ 0,80; suplemento vitamínico = R\$ 6,40; DL-metionina = R\$ 15,00; L-Lisina HCL = R\$ 7,00; L-treonina = R\$, 8,00; L-triptofano = R\$ 60,00, L-arginina = R\$ 95,00 e farelo de palma múda = R\$ 0,20. Para o cálculo do preço do FPM levou-se em consideração apenas as despesas do manejo do produto (mão de obra). O preço do quilograma de ração (R\$/kg) foi obtido pela multiplicação do preço pela quantidade de ingredientes utilizados por tratamento/100; o custo de arraçamento por dúzia de ovos (CADZ, R\$/dúzia) foi obtido pelo preço do quilograma de ração e consumo da ave dividido por 12. O preço da dúzia de ovos (PDZ, R\$/dúzia) foi obtido por R\$ 8,00 no comercio local de Bom Jesus-PI no final do experimento (outubro de 2020).

Análises Estatística

Os dados das variáveis obtidas foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. As estimativas do uso da palma forrageira foram

estabelecidas por regressão polinomial para as variáveis significativa. Para as análises estatísticas foi utilizado software SAS® acessado pela edição universitária virtual.

RESULTADOS

Energia Metabolizável e Coeficiente de Digestibilidade do Farelo da Palma Forrageira

Foram encontrados os teores de 3549 e 3399 kcal/kg de EB e 1402 e 1142 kcal/kg de EMA (Figura 1) das variedades de palma miúda (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) e gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), respectivamente para pintos de 24 a 32 dias de idade.

O valor do CDMS da palma miúda (43,5%) foi maior em relação ao da gigante (27,9%); o CDPB da palma miúda (36,0%) também foi maior do que a gigante (25,8%) e para o CDMM também a palma miúda (34,5%) se sobressaiu comparado ao da gigante (19,2%), esses valores são apresentados na Figura 2. Comparando os CDMS, CDPB e CDMM pode-se observar que a variedade da palma miúda apresentou maior digestibilidade nutricional do que palma gigante.

Dados Climáticos

No segundo experimento, as médias da temperatura e umidade relativa de toda a fase experimental estão apresentados na Tabela III. A relação temperatura e nutrição deve ser analisada e levada em consideração na criação de poedeiras comerciais tendo em vista que a variação da temperatura ambiente regula principalmente o consumo de alimento. A temperatura não afetou os dados de produção e qualidade de ovos.

Desempenho Produtivo

As deitas contendo os níveis de uso do FPM não promoveram efeitos significativos para as variáveis de produção de ovos, consumo de ração, consumo de água, peso do ovo, massa do ovo, conversão por massa de ovo e conversão por dúzia de ovos para poedeiras em sistema semi-intensivo de 32^a a 40^a semanas de idades (Tabela IV).

Qualidade de Ovos

Os efeitos dos níveis do uso do FPM sobre os parâmetros de qualidade dos ovos de

poedeiras criadas sem sistema semi-intensivo são apresentados na Tabela V. Houve redução linear dos tratamentos para o diâmetro da gema ($DG = 34,14 - 0,0991FPM$, $R^2 = 0,9864$) ou seja, o diâmetro da gema reduziu linearmente com o aumento dos níveis do uso do FPM. A resistência da casca ($RC = 4363,94 - 50,9031FPM$, $R^2 = 0,9178$), coloração amarela ($b^* = 58,35 - 0,8404FPM$, $R^2 = 0,8853$) e coloração vermelha ($a^* = 9,68 - 0,3897FPM$, $R^2 = 0,9707$) reduziram linearmente com o aumento dos níveis do uso do FPM. Para a porcentagem do albúmen houve aumento linear ($ALB = 62,00 + 0,0881FPM$, $R^2 = 0,90$) dos tratamentos com o uso dos níveis de FPM.

Contudo, não houve efeito significativo para a porcentagem da gema, porcentagem da casca, espessura da casca, peso específico, Unidade Haugh, resistência da gema e o valor da luminosidade da gema com o aumento dos níveis do uso do FPM.

Análise do perfil de textura do ovo e cor da gema cozida

Os efeitos dos níveis do uso do FPM sobre os parâmetros de perfil de textura de ovos e coloração de gema de ovos cozidos são apresentados na Tabela VI. Houve aumento linear dos tratamentos para Coesividade ($COES = 0,384 + 0,0085FPM$, $R^2 = 0,16$), ou seja, conforme o aumentava nível de uso do FPM aumentava a coesividade do ovo cozido. A coloração vermelha da gema dos tratamentos reduziu linearmente ($a = 6,405 - 0,305FPM$, $R^2 = 0,29$), a cor da gema cozida reduzia com o aumento dos níveis de uso do FPM. Para a coloração amarela da gema houve efeito quadrático ($b = 41,965 - 2,917FPM + 0,223FPM^2$, $R^2 = 0,54$), a coloração b reduziu até nível de 6,52% com o uso dos níveis de FPM.

Composição do ovo, ácidos graxos e colesterol da gema

Os efeitos dos níveis do uso do FPM sobre a composição química dos ovos, ácidos graxos e colesterol total da gema são apresentados na Tabela VII. Houve efeito de redução para a MM do albúmen ($MM_{\text{Albúmen}} = 2,699 - 0,1591FPM + 0,0134FPM^2$, $R^2 = 0,75$). Para MS e PB do albúmen não houveram efeitos significativos com os níveis de uso do FPM. Também não

houve efeitos significativos para a MS, MM e PB da gema com os níveis do FPM para poedeiras em sistema semi-intensivo. O uso dos níveis de FPM não promoveu efeito significativos para o Total de AGs da gema, mas reduziu linearmente para Mirístico = $0,4758 - 0,01002\text{FPM}$, $R^2=0,5$, Miristoleico = $0,0802 - 0,00126\text{FPM}$, $R^2=0,68$ e o Oleico = $39,5211 - 0,1828\text{FPM}$, $R^2=0,61$. Houve redução também para o Palmítico = $27,423 - 0,5864\text{FP} + 0,0386\text{FPM}^2$, $R^2=0,84$, Palmitoleico = $4,2453 - 0,4056\text{FPM} + 0,0274\text{FPM}^2$, $R^2=0,98$ e o Vacênico = $2,223 - 0,0939\text{FPM} + 0,00462\text{FPM}^2$, $R^2=0,98$. Os níveis de palma promoveram aumento linear para α -linolênico = $0,4163 + 0,0253\text{FPM}$, $R^2=0,84$ e outros AGs = $4,598 + 0,0573\text{FPM}$, $R^2=0,59$ e, aumento para o Esteárico = $7,575 + 0,2237\text{FPM} - 0,0196\text{FPM}^2$, $R^2=0,68$, Linoleico = $12,368 + 0,8296\text{FPM} - 0,03731\text{FPM}^2$, $R^2=0,99$ e Araquidônico = $1,7061 + 0,0523\text{FPM} - 0,0046\text{FPM}^2$, $R^2=0,86$. O Colesterol total da gema de poedeiras alimentadas com FPM em sistema semi-intensivo aumentou linearmente dos tratamentos (CT= $397,4 + 20,37\text{FPM}$, $R^2=0,77$), ou seja, com o aumento dos níveis do uso FPM, o teor de colesterol na gema aumentou.

Viabilidade Econômica

Os dados da viabilidade econômica estão apresentados na Tabela VIII. O consumo de ração foi maior no tratamento com 6% de FPM e o que teve menor consumo foi o com 9% de FPM. Mas o preço foi mais elevado para formular a ração com nível 9% de uso do FPM. Para o custo de arraçoamento, dúzia de ovo e custo por dúzia de ovos foi maior no tratamento com 6% de FPM em relação aos demais tratamentos. O preço da dúzia de ovos foi de 8,00 reais de acordo com a região e a época do experimento. A renda bruta foi maior no tratamento com 6% de FPM, enquanto a margem bruta foi maior no tratamento com 3% de FPM.

DISCUSSÃO

No presente estudo foram encontrados os teores de 3549 e 3399 kcal/kg de EB e 1402 e 1142 kcal/kg de EMA (Figura 1) das variedades de palma miúda (*Nopalea cochinilifera* (L.) Salm Dyck) e gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). Na pesquisa realizada por Mello et

al. (2009) encontraram valores de 4009, 3757 e 3945 kcal/kg de EB; 3144, 3019 e 1624 kcal/kg de EMA do milho, sorgo e farelo de trigo, respectivamente para pintos de 26 a 33 dias. Khalil et al. (2021) observaram novos valores de energia bruta do grão de milho (3884 kcal/kg), grão de trigo (3867 kcal/kg) grão de sorgo (3987 kcal/kg). Quanto a energia metabolizável foi observados valores de 3719 kcal/kg do milho, 3265 kcal/kg do trigo e 3695 kcal/kg do sorgo para pintos de 22 a 28 dias. Já Yang et al. (2020) encontrou valores de energia metabolizável de 1259 kcal/kg e 1316 kcal/kg do milho e trigo, respectivamente, para aves de 7, 14, 21, 28 e 35 dias. No entanto, essas diferenças de energia bruta e a energia metabolizável dos alimentos eram esperadas, pois há variações nas condições de solo, clima, obtenção da matéria-prima, tempo de armazenamento, processamento, idade das aves, estado fisiológico, metodologia utilizada e a composição química (Junqueira et al. 2009, Liu et al. 2020, Khalil et al. 2021).

O valor da EMA da palma miúda 1402 kcal/kg foi superior ao da palma gigante 1142 kcal/kg. Tais diferenças podem estar relacionada a espécie e a composição química das variedades da palma forrageira que pode interferir da energia metabolizável. A EMA da palma miúda se sobressaiu devido a sua composição bromatológica apresentar menores teores de fibra solúvel em relação à palma gigante (Batista et al. 2009, Magalhães et al. 2021, Rocha Filho et al. 2021).

Conte et al. (2002) afirma que a energia metabolizável é afetada direta e positivamente pela composição do alimento em amido, gordura e proteína e negativamente pelos carboidratos estruturais da planta. A EMA da palma gigante pode ter sido afetada negativamente devido ao teor de fibra solúvel (PNA,s e pectina) especialmente ao alto ter de pectina Magalhães et al. (2021) e sua alta solubilidade em água (Slama et al. 2019). Essas características físico-químicas da fração solúvel da fibra resultam em um aumento da viscosidade da digesta. A alta viscosidade diminuirá a taxa de difusão de enzimas endógenas na digesta, o que reduzirá a digestão de nutrientes. Além disso, a digesta altamente viscosa terá menos interação com as

enzimas da membrana da borda em escova, o que também diminui a digestibilidade e a utilização de nutrientes (Sadeghi et al. 2015, Slama et al. 2019).

Por outro lado, a EMA da palma miúda foi afetada positivamente devido altos teores de carboidratos não fibrosos (Cavalcante et al. 2014, Fotius et al. 2014, Magalhães et al. 2021, Rocha Filho et al. 2021) especialmente o amido (Rocha Filho et al. 2021), sendo a principal fonte de energia para aves. Esses resultados são atribuídos a uma maior ingestão de carboidratos não fibrosos, conseqüentemente proporcionou maior aporte de energia (Cardoso et al. 2019).

O CDMS, CDPB e CDMM da variedade palma miúda foi maior em relação à palma gigante (Figura 2), isso é presumivelmente devido ao valor nutritivo que varia entre as cultivares (Dubeux Jr et al. 2021). O valor do CDMS da palma miúda (43,5%) foi superior a gigante (27,9%). A digestibilidade reduzida da matéria seca das variedades da palma, principalmente a gigante pode estar atribuída a quantidade consideráveis de PNA's que não podem ser digeridas pelas aves porque não possuem enzimas endógenas. O PNA's solúvel pode aumentar a viscosidade da digesta e reduzir a digestibilidade dos nutrientes (Zhang et al. 2022a). A superioridade do CDMS da palma miúda pode ser atribuída os teores de açúcar e amido (Magalhães et al. 2021, Rocha Filho et al. 2021), a concentração desses carboidratos contribui consideravelmente para alta palatabilidade, justificando a maior digestibilidade da matéria seca da palma miúda corroborando com os resultados representados na Figura 2.

O CDPB da palma miúda (36,0%) e gigante (25,8%) nesse estudo foi inferior quanto comparado aos valores encontrados por Santos et al. (2015), onde o coeficiente de digestibilidade da proteína do milho foi de 92,69% e sorgo de 91,41% para frangos Isa Label, de 28 a 35 dias. Em outra pesquisa, Godoy et al. (2021) encontrou coeficiente de digestibilidade da proteína de 75,24% para o milho e 87,84% para o sorgo em aves Label Rouge. Essas diferenças significativas em relação ao CDPB do farelo de palma, milho e sorgo estão relacionadas à composição química (fatores antinutricionais e a quantidade de fibra presente)

nos alimentos, além da linhagem das aves que podem influenciar na digestibilidade dos nutrientes. A menor CDPB pode ser devido ao fato de que as palmas são dos gêneros *Opuntia* gigante e *Nopalea* miúda, ou seja, o gênero influencia a composição e a composição influencia no aproveitamento dos nutrientes. A palma gigante apresenta maior concentração de fibras solúveis (Batista et al. 2009, Magalhães et al. 2021, Rocha Filho et al. 2021). As fibras solúveis prejudicam a digestibilidade das proteínas, pois aumenta a viscosidade do conteúdo intestinal, reduzindo a ação das enzimas proteolíticas, consequentemente para perdas endógenas do nitrogênio (Pascoal et al. 2020). Outra possível explicação é que a lignina é uma substância da fração insolúvel da fibra, sua ligação com as proteínas as deixa indisponíveis para absorção animal (Batista et al. 2009).

Para o CDMM, o valor da palma miúda foi superior ao valor encontrado por Fernandes et al. (2015), porém a palma gigante comportou-se de forma inferior, mas bem próximo do valor encontrado do coeficiente de digestibilidade de 27,66 e 21,42% para aves Label Rouge jovens e adultas, respectivamente, alimentadas com ração a base de milho e farelo de soja. A palma forrageira é considerada uma boa fonte de minerais, independente da espécie (*Opuntia* e *Nopalea*), sendo as maiores concentrações encontradas para Ca, K, Mg e P e as menores para Cu, Fe, Sr e Zn (Dessimoni et al. 2014, Santana et al. 2021). Entretanto, os cactos possuem o fator antinutricional oxalato de cálcio, este antinutriente se liga ao cálcio e possivelmente em outros minerais em uma forma nutricionalmente indisponível, interferindo assim na biodisponibilidade do cálcio para absorção animal (Mcconn & Nakata 2004, Batista et al. 2009). Du Toit et al. (2018) observaram que a morfologia dos cristais de oxalato de cálcio era diferente, pois os cristais eram maiores (variando de 30 a 100 μm) e mais abundantes nos tecidos frescos de cladódio das três cultivares de *Opuntia ficus-indica* (argelina, morado e gymno-carpo) do que em *Opuntia robusta*, que eram menores (variando de 6 μm a 35 μm), mais arredondados, muito escassos e observados principalmente próximos à epiderme. Isso teve uma redução na

redução da concentração de cálcio em *Opuntia robusta*. Possivelmente a inferioridade do coeficiente de digestibilidade da matéria mineral da palma gigante (19,2%) pode estar associada aos cristais de oxalato de cálcio.

As deitas contendo os níveis de uso do FPM não comprometem as variáveis de desempenho produtivo, apesar principalmente da presença dos PNA's e o ácido oxálico. Na literatura científica não existem estudos disponíveis sobre o uso do farelo de palma para poedeiras, mas muitos estudos são encontrados com boas alternativas ao milho para poedeiras, mas com problemas que limitam seu uso. O farelo de arroz que é alternativo ao milho, em sua composição contém alto percentual de ácido fítico e PNA's (Ruan et al. 2015), tornando-se um alimento semelhante ao farelo da palma devido à sua composição química e presença de fatores antinutricionais. Sabendo-se da presença dos fatores antinutricionais presente no farelo de arroz, Abubakar et al. (2006) testaram a inclusão do farelo de arroz na alimentação de poedeiras e descobriram que não teve efeito significativo sobre a produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e massa de ovos, assim como o presente estudo.

A porcentagem da gema, porcentagem da casca, espessura da casca, gravidade específica, Unidade Haugh, resistência da gema e o valor da luminosidade da gema não tiveram efeitos significativos com o aumento do uso dos níveis de FPM. O farelo da palma forrageira tem alta concentração de carboidratos não fibrosos (Andrade et al. 2016), isso o torna boa fonte alternativa ao milho, mas por outro lado há limitação de uso devido a concentração de PNA's (Carvalho et al. 2020). Não há relatos em meio científico de seu uso em poedeiras, portanto, é aceitável comparar resultados com alimentos semelhantes em termos energéticos e fibras (PNA's). O farelo de trigo é amplamente utilizado para poedeiras devido sua disponibilidade e energia, mas é limitado devido á quantidade de PNA's. Abdollahi et al. (2021), verificaram que as galinhas responderam da mesma forma do presente estudo, ou seja, não houve efeito significativo ao adicionar 3 e 6% de farelo de trigo e polpa de beterraba à dieta de galinhas

poedeiras com 90^a semanas de idade sobre o índice de forma do ovo, porcentagem da gema, porcentagem da casca, espessura da casca, unidade Haugh e gravidade específica.

Os ovos de aves que receberam níveis de uso do FPM apresentaram menores valores de diâmetro da gema, enquanto aves alimentadas com ração a base de farelo de milho e soja teve um maior diâmetro da gema, mas nenhum estudo com alimentos semelhantes foi encontrado para essa característica. O diâmetro da gema é uma variável importante, visto que está diretamente relacionada com as reações que ocorrem no albúmen, onde a água da albumina atravessa a membrana vitelínica por osmose e é retida na gema. O excesso de água na gema determina o aumento do seu volume, levando ao enfraquecimento da membrana vitelínica. Isto faz com que a gema pareça maior e achatada quando o ovo é observado em uma superfície plana após a sua quebra (Santos et al. 2016).

A porcentagem do albúmen foi aumentando de acordo com o aumento do uso dos níveis de FPM. O comportamento da porcentagem do albúmen teve um efeito contrário a porcentagem da gema, principalmente quando usou 9% FPM, pois são inversamente proporcionais, ou seja, conforme aumentou a porcentagem do albúmen, diminuía a porcentagem da gema. Presumivelmente esse aumento na porcentagem do albúmen deve estar relacionado ao ácido linoleico da dieta das poedeiras (Tabela II). As dietas experimentais foram formuladas para conter a mesma energia metabolizável, com isso conforme aumentava o nível de palma era necessário aumentar a quantidade de óleo de soja na ração para padronizar a energia metabolizável. O óleo de soja possui uma quantidade razoável de ácido linolênico (Muramatsu et al. 2005), esse ácido promove o aumento das concentrações de estrógeno, que é importante no controle do peso do ovo e que as gorduras da dieta influenciam o peso do ovo (Grobas et al. 1999, Silva et al. 2021). No estudo de Grobas et al. (1999) verificou-se que as dietas com gordura suplementar e ácido linoleico aumentou o peso da albumina para poedeiras Isabrow de 22^a a 65^a semanas de idades.

Os alimentos alternativos ao milho são bem explorados no intuito de reduzir o custo de produção avícola, compreendo a importância de explorar os efeitos desses alimentos na qualidade de ovos Ofiço et al. (2021), avaliaram uma combinação de ingredientes alternativos e constatou-se que a porcentagem de albúmen foi maior no grupo 4 (64.06) do que nos demais grupos (1 - 63.24, 2 - 63.27 e 3 - 63.56), esses valores são próximos dos encontrados nesse estudo.

A resistência da casca reduziu com o aumento dos níveis do uso do FPM, ou seja, à alimentação das galinhas que receberam 9% de FPM favoreceu menor resistência da casca em comparação à alimentação controle 0% de FPM. Essa redução pode ser em função do efeito do ácido oxálico presente na palma, o oxalato é um composto orgânico que se liga ao cálcio ou outros minerais em uma forma nutricional indisponível, afetando a disponibilidade para absorção pelo animal (Batista et al. 2009, Dubeux Jr et al. 2021) assim ocorrendo uma deficiência de minerais importantes para a formação da casca, pois cerca de 94-95% da casca do ovo seca é composta de carbonato de cálcio (CaCO_3).

Para a cor da gema, a luminosidade não apresentou efeito significativo entre as dietas experimentais, mas as galinhas alimentadas com 9% de FPM apresentaram valores significativamente menores na região do vermelho ao verde e coloração no intervalo do amarelo ao azul. No entanto a intensidade da cor da gema foi maior na dieta controle, o que pode ser pela redução na quantidade de milho nas dietas experimentais 3, 6 e 9%. Uma possível razão para esse resultado é que o milho é o ingrediente que é considerado uma fonte de carotenoides das rações avícolas, sendo esses carotenoides são classificados em xantofilas e em carotenos (Fassani et al. 2019). Estudo realizado por Wang et al. (2021) acrescentando 15% de casca de amêndoa na alimentação de poedeiras, constatou que houve uma diminuição nos valores de a (mais verde) e b (menos amarelo) na coloração da gema.

O método de análise de perfil de textura, baseia-se em comprimir o alimento por duas

vezes, pelo menos, simulando a ação de duas dentadas no alimento. Não houve efeito significativo para Indicador de Conversão, no qual trate-se de modificações sofridas (aumento ou redução de peso) pelo processo de cocção, ou seja, processo de cozimento do ovo. A propriedade de Dureza que é a força necessária para atingir uma deformação da amostra, não apresentou efeito significativo. No que se refere a propriedade de Coesividade, houve aumento linear nos níveis de uso do FPM. A coesividade é definida como o grau em que o material é deformado antes que se rompa (física) ou entre os dentes antes de quebrar (sensorial) (Szczeniak 2002). Provavelmente esse efeito significativo para coesividade esteja relacionado a quantidade de gordura presente na gema (Tabela VII) visto que no estudo de Zhang et al. (2022b) foi relatado que gordura nas gemas aumenta a coesividade na gema. Não houve efeito significativo para a propriedade de Elasticidade, definida como o grau em que o material deformado retorna a sua condição original após a força aplicada (física) ou pressionado entre os dentes (sensorial). Também não foram encontrados efeitos para o parâmetro Gomosidade. É um parâmetro definido como energia necessária para desintegrar um alimento até um estado pronto para ser engolido. Em relação a Mastigabilidade, número de mastigações requeridas, a uma força constante, para o alimento poder ser engolido (Zhang et al. 2022b) não houve efeito significativo.

Os parâmetros de coloração da gema cozida a^* e b^* foram afetados pelo uso dos níveis FPM, ou seja, conforme aumentava o nível de uso do FPM, a cor da gema reduzia. A redução da intensidade da cor da gema em poedeiras alimentadas pode estar relacionada a presença de pigmentos naturais (luteína, zeaxantina e β -caroteno) (Krawczyk et al. 2015). Possivelmente essa variação é em função do milho ser ingrediente considerado a principalmente de carotenoides das rações avícolas (Fassani et al. 2019), ou seja, a presença de pigmentos é maior no milho do que na palma forrageira. Na pesquisa de Rios et al. (2010) mostra os teores médios de luteína, zeaxantina e betacaroteno, em grãos de milho verde 0.71, 9.85 e 0,88 $\mu\text{g/g}$ na amostra

fresca, respectivamente.

A matéria mineral dos ovos provenientes de galinhas alimentadas reduziu com os níveis de uso do FPM, no entanto a matéria seca e a proteína bruta não diferiram entre os tratamentos. Isso possivelmente ocorreu porque a palma forrageira apresenta o fator antinutricional oxalato de cálcio, que é um composto orgânico que se liga ao cálcio ou outros minerais em uma forma nutricional indisponível, afetando a disponibilidade para absorção animal (Batista et al. 2009, Dubeux Jr et al. 2021).

Segundo El-Mostafa et al. (2014) análises cromatográficas de lipídios totais extraídos de cladódios de cactos mostram que o ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1), ácido linoleico (C18:2), ácido linolênico (C18:3) contribuem 13,87, 11,16, 34,87 e 32,83% do teor total de ácidos graxos, respectivamente. Esses quatro ácidos graxos representam, portanto, mais de 90% do total de ácidos graxos com os ácidos linoleico e linolênico, os principais ácidos graxos poliinsaturados, totalizando 67,7%.

Os ácidos graxos saturados identificados foram Mirístico, Palmítico e Esteárico. Os ácidos Mirístico e Palmítico reduziu à medida que aumentava o nível de uso do FPM, no entanto, com relação ao ácido esteárico comportou-se de forma inversamente proporcional ao mirístico e palmítico, ou seja, com o aumento do nível de FPM aumentava o valor do esteárico nas gemas.

Os ácidos graxos monoinsaturados que foram identificados foram Miristoleico, Palmitoleico, Oleico e Vacênico. Para todos os ácidos graxos monoinsaturados o tratamento controle (0% FPM) teve maior concentração na gema, enquanto conforme aumentava o nível de FPM reduzia a concentração desses ácidos graxos presente na gema. Em relação ao ácido oleico, uma possível justificativa para redução é a presença do óleo de soja na ração, pois no estudo de Muramatsu et al. (2005) a incorporação de óleo de soja reduziu o ácido oleico na gemas provenientes de galinhadas alimentadas com milho.

Os ácidos graxos poliinsaturados linoleico e α -linolênico aumentou conforme aumentava o nível do uso do FPM, possivelmente devido a incorporação do óleo de soja na ração. Conforme aumentava o nível de FPM aumenta a quantidade de óleo de soja. O óleo de soja é rico em ácido linoléico e possui uma quantidade razoável de ácido linolênico. A inclusão de óleo de soja na dieta aumentou os teores de ácido linoleico e linolênico das rações e consequentemente aumentou os ácidos graxos linoleico e α -linolênico na gema (Muramatsu et al. 2005). O ácido linoleico promove o aumento das concentrações de estrógeno e, assim estimula a síntese proteica no oviduto, ocasionando maior deposição de proteína no albúmen, resultando em um ovo mais pesado (Silva et al. 2021). Além disso o ácido linoleico tem sido aceito há muito tempo como tendo um efeito hipocolesterolêmico e propriedades inibitórias contra células metastáticas de câncer de cólon. O ácido linolênico ômega-3 é conhecido por ser benéfico para a saúde, doenças cardiovasculares, condições inflamatórias, distúrbios autoimunes e diabetes (El-Mostafa et al. 2014). O ácido araquidônico precursor do ácido linoleico foi detectado nas gemas e a menor concentração foi na deita controle a base de milho triturado e farelo de soja, conforme o aumento do nível de FPM na deita, a concentração desse ácido graxo aumentava.

O teor de colesterol na gema aumento linearmente com o uso dos níveis do FPM ($CT = 397,4 + 20,37 \text{ FPM}$, $R^2=0,77$), ou seja, com o aumento dos níveis de farelo de palma miuda, o teor de colesterol na gema aumentava. Isso pode ser justificado devido também o aumento dos ácidos graxos poliinsaturados linoleico e α -linolênico, A composição lipídica da gema de ovo pode ser alterada, principalmente no que diz respeito ao perfil de ácidos graxos, incluindo o teor de ácidos graxos poliinsaturados n-3 (PUFA) (Omidi et al. 2015). O teor de colesterol da gema tornou-se uma questão importante para os consumidores, uma vez que o colesterol é sintetizado pelo corpo humano e os consumidores foram aconselhados a evitar o consumo de colesterol na dieta para prevenir doenças crônicas, incluindo doenças coronarianas. Mais

recentemente, foi determinado que o colesterol exógeno na verdade representa uma quantidade muito pequena de colesterol hemático (Tomaszewska et al. 2021).

Apesar do consumo de ração apresentar-se maior na dieta com 6% de uso do FPM, o preço da ração foi superior na dieta que continha 9% em relação as demais dietas, isso pode ser em função do aumento do óleo de soja nas dietas para manter as rações isoenergéticas. Conseqüentemente o custo de arraçamento foi também superior na deita que continha 6% de FPM, em função do maior consumo de ração. A produção de dúzia de ovos (dúzia/ave) se sobressaiu quando as galinhas consumiram as dietas com 6% de uso do FPM. Uma explicação plausível é pelo fato de que com 6% de farelo de palma miúda na dieta apresentou-se um consumo de ração mais alto do que as demais rações, conseqüentemente gastou-se mais para produzir a ração com 6%. Em contraste, a relação entre o Custo do Arraçamento/Dúzia de Ovos, R\$/dúzia foi superior para deita dieta controle, com 6% o custo de arraçamento para produzir dúzia de ovos foi superior as dietas com 3% e 9%, respectivamente.

Considerando os resultados, é possível fazer o uso 9% do farelo da palma forrageira miúda nas dietas de poedeiras em sistema semi-intensivo sem prejuízo nos parâmetros de desempenho e qualidade de externa e interna de ovos e ao utilizar 3% de farelo de palma forrageira obteve-se um maior retorno econômico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas por ceder as instalações experimentais e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): Call MCTI/CNPq N° 19/2017 – Nexus I/ Process n° 441321/2017-8, pelo suporte para a realização do projeto. A primeira autora também agradece ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia Tropical da Universidade Federal do Piauí e a Coordenação de Aprimoramento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo do mestrado.

CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR

Iara Silva Sousa: Mestranda em Zootecnia, responsável pela elaboração e execução de todas as etapas do projeto e a redação do manuscrito. Gabriela Gomes da Silva: Mestranda em Zootecnia, ajudou na implementação e condução de todas as fases dos dois experimentos. Roseane Madeira Bezerra: Pós-doutoranda em Zootecnia, responsável por projetar e contribuir para realização das análises estatísticas, além de auxiliar na formulação de rações, implementação e análise de qualidade de ovos (experimento de desempenho e qualidade de ovos). Douglas Reis Sampaio Borges e Regimar Viana Pereira: Alunos de Iniciação Científica, eles ajudaram na implementação da área experimental, preparar as rações experimentais, manejo diário das aves e em todas as análises do experimento II. Edson Cavalcanti da Silva Filho: concebeu o projeto e auxiliou nas análises. Ricardo Loiola Edvan: responsável pela produção dos cladádios da palma forrageira para a fabricação do farelo. Leilane Rocha Barros Dourado: Professora orientadora responsável por conceber o projeto, orientar os alunos envolvidos no projeto, responsável por projetar e realizar as análises estatísticas e acompanhamento na redação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI A, KARIMI A, SADEGHI AA, BEDFORD MR, ASHENGROPH M. 2021. The effects of the fiber source and xylanase supplementation on production, egg quality, digestibility, and intestinal morphology in the aged laying hen. *Poult Sci* 100:100936.
- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEINA ANIMAL. 2022. Relatório Anual de Atividades 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>. Acesso em: 16 fev 2023.
- ABUBAKAR A, TUKUR HM, SEKONI AA, HASSAN WA. 2006. Performance and Egg Quality Characteristics of Laying Birds Fed Diets Containing Rice Bran with and Without Yeast Supplementation. *Asian J Anim Sci* 1(1): 1-9.

ANDRADE SFJ, BATISTA ÂMV, CARVALHO FFR, LUCENA RB, ANDRADE RPX, LIMA JÚNIOR DM. 2016. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. *Acta Sci Anim Sci* 38(2):155-161.

AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

BATISTA ÂMV, RIBEIRO NETO AC, LUCENA RB, SANTOS DC, DUBEUX JB, MUSTAFA AF. 2009. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. *Rangel Ecol Manag* 62(3):297-301.

BOHAC CE, RHEE KS, CROSS HR, ONO K. 1988. Assessment of Methodologies for Calorimetric Cholesterol Assay of Meats. *J Food Sci* 53(6): 1642-1644.

CARDOSO DB, CARVALHO FFR, MEDEIROS GR, GUIM A, CABRAL AMD, VÉRAS RML, SANTOS KC, DANTAS LCN, NASCIMENTO AGO. 2019. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. *Anim Feed Sci Technol* 247: 23-31.

CARVALHO CBM, EDVAN RL, NASCIMENTO KS, NASCIMENTO RR, BEZERRA LR, JÁCOME DLS, SANTOS VLF, SANTANA JÚNIOR HA. 2020. Methods of storing cactus pear genotypes for animal feeding. *African J Range Forage Sci* 37(2): 173-179.

CAVALCANTE LAD, SANTOS GRA, SILVA LM, FAGUNDES JL, SILVA MA. 2014. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. *Pesq Agropec Trop* 44(4): 424-433.

CONTE AJ, TEIXEIRA AS, BERTECHINI AG, FIALHO ET, MUNIZ JA. 2002. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. *Ciênc e Agrotecnologia* 26(6): 1289-1296.

DESSIMONI GV, BATISTA ÂG, BARBOSA CD, DESSIMONI-PINTO NA. 2014. Composição bromatológica, mineral e fatores antinutricionais da palma forrageira. *Tecnol &*

Ciênc Agropec 8(3): 51-55.

DU TOIT A, DE WIT M, HUGO A. 2018. Cultivar and harvest month influence the nutrient content of *Opuntia* spp. Cactus pear cladode mucilage extracts. *Molecules* 23(4): 916.

DUBEUX JR JCB, SANTOS MVF, CAVALCANTE M., SANTOS DC. Potencial Da Palma Forrageira Na América Do Sul. 2013. *Cactusnet Newsl* 13: 29-40.

DUBEUX JR JCB, SANTOS MVF, CUNHA MV, SANTOS DC, SOUZA RTA, MELLO ACL, SOUZA TC. 2021. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value: A review. *Anim Feed Sci Technol* 275: 114890.

EL-MOSTAFA K ET AL. 2014. Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. *Molecules* 19: 14879-14901

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2017. Guia de manejo das poedeiras coloniais de ovos castanhos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Manual+Poedeira+031+Embrapa.pdf>. Acesso em 16 fev 2023.

FASSANI EJ, ABREU MT, SILVEIRA MMBM. 2019. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. *Cienc Anim Bras* 20:e50231.

FERNANDES RTF, ARRUDA AMV, ARAÚJO MS, MELO AS, MARINHO JBM, VASCONCELOS NVB, LOPES FF, HOLANDA JS. 2015. Energy values and digestibility coefficients of a traditional ration for Label Rouge poultry in different ages. *Acta Vet Bras* 9(2): 108-113.

FIGUEIREDO ACS, SOARES PR, ALBINO LFT, GRAÇAS AS, GOMES PC. 1998. Desempenho, Rendimento de Carcaça e Avaliação Econômica de Diferentes Programas de Restrição Alimentar em Frangos de Cortes. *R Bras Zootec* 27(3): 564-571.

FOTIUS ACA, FERREIRA MA, VÉRAS ASC, SALLA LE, SOUZA ARDL, BISPO SV. 2014. Estratégia de nutrientes para ovinos em distintas sequências de fornecimento alimentar

- em dieta a base de palma forrageira. *Rev Bras Saúde Prod Anim* 15(2): 504-516.
- FROTA MNL, CARNEIRO MSS, CARVALHO GMC, ARAÚJO NETO RB. 2015. *Palma Forrageira na Alimentação Animal*, 1^a ed., Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, p. 47.
- GARCIA CV, MELLO ACL, CUNHA MV, SILVA C, SANTOS DC, SANTOS MVF, DUBEUX JR CB, HOMEM BGC. 2021. Agronomic characteristics and nutritional value of cactus pear progenies. *Agron J* 113(6): 4721-4735.
- GODOY HBR, RODRIGUES KF, MASCARENHAS AG, FERNANDES ES, ASSIS SD, STRINGHINI JH. 2021. Effect of grain particle size on energy values and chemical components of diets for label Rouge broilers. *Ciêñ Rural* 51(12): 2021.
- GOMES GMF, CÂNDIDO MJD, LOPES MN, GALVANI DB, SOARES I., NEIVA JNM, MARIO G, GOMES F. 2021. Nutritional value of cactus pear grown under different levels of nitrogen and phosphorus and two harvest frequencies. *R Bras Zootec* 50: e20210002.
- GROBAS S, MENDEZ J, DE BLAS C, MATEOS G. 1999. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poult Sci* 78: 1542-1551.
- HAMILTON RMG. 1982. Methods and Factors That Affect the Measurement of Egg Shell Quality. *Poult Sci* 61: 2022-2039.
- HARDER MNC, CANNIATTI-BRAZACA SG, ARTHUR V. 2007. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). *Rev Port Ciênc Vet* 102(563-564): 339-342.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Censo Agropecuario 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6959#resultado>. Acesso em: 16 fev 2023.
- JARDIM AMRF, SILVA TGF, SOUZA LSB, ARAÚJO JÚNIOR GN, ALVES HKM, SOUZA MS, ARAÚJO GGL, MOURA MSB. 2021. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-

arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. *J Arid Environ* 188: 104464.

JUNQUEIRA OM, DUARTE KF, CANCHERINI LC, ARAÚJO LF, OLIVEIRA M, GARCIA EA. 2009. Chemical composition, metabolizable energy and digestible amino acids values of rice by-products for broilers. *Ciênc Rural* 39(8): 2497-2503.

KHALIL MM, ABDOLLAHI MR, ZAEFARIAN F, CHRYSTAL PV, RAVINDRAN V. 2021. Apparent metabolizable energy of cereal grains for broiler chickens is influenced by age. *Poult Sci* 100: 101288.

KRAMER JKG, FELLNER V, DUGAN MER, SAUER FD, MOSSOBA MM, YURAWECZ MP. 1997. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids* 32(11): 1219-1228.

KRAWCZYK M, PRZYWITOWSKI M, MIKULSKI D. 2015. Effect of yellow lupine (*L. luteus*) on the egg yolk fatty acid profile, the physicochemical and sensory properties of eggs, and laying hen performance. *Poult Sci* 94: 1360–1367.

LIMA TJ ET AL. 2019. Optimizing the use of spineless cactus in the finishing diet of lambs: physicochemical properties and sensory characteristics of meat. *J Sci Food Agric* (99)14: 6241–6247.

LIU W, YAN XG, YANG HM, ZHANG X, WU B, YANG PL, BAN ZB. 2020. Metabolizable and net energy values of corn stored for 3 years for laying hens. *Poult Sci* 99: 3914-3920.

MAGALHÃES ALR, TEODORO AL, OLIVEIRA LP, GOIS GC, CAMPOS FS, ANDRADE AP, MELO AAS, NASCIMENTO DB, SILVA WA. 2021. Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. *Ciênc Anim Bras* 22: e69338.

MARQUES OFC, GOMES LSP, MOURTHÉ MHF, BRAZ TGS, PIRES NETO OS. 2017.

- Palma forrageira : cultivo e utilização na alimentação de bovinos. Cad Ciên Agra 9(1): 75-93.
- MATTERSON LD, POTTER LM, STUTZ MW. 1965. Metabolizable Energy and Digestibility Coefficients of Barley for Chicks as Influenced by Water Treatment or by Presence of Fungal Enzyme. Poultr Sci 44: 565-573.
- MCCONN MM & NAKATA PA. 2004. Oxalate Reduces Calcium Availability in the Pads of the Prickly Pear Cactus through Formation of Calcium Oxalate Crystals. J Agric Food Chem 52(5):1371-1374.
- MEDEIROS RM, CAVALCANTI EP, DUARTE JFM. 2020. Classificação climática de Köppen para o estado do Piauí - Brasil. Rev Equador 9(3): 82-99.
- MELLO HHC, GOMES PC, ROSTAGNO HS, ALBINO LFT, SOUZA RM, CALDERANO AA. 2009. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. R Bras Zootec 38(5): 863-868.
- MORA-LUNA RE, HERRERA-ÂNGULO AM, SIQUEIRA MCB, CONCEIÇÃO MG, CHAGAS JCC, MONTEIRO CCF, VÉRAS ASC, CARVALHO FFR., FERREIRA MA. 2022. Spineless Cactus plus Urea and Tifton-85 Hay: Maximizing the Digestible Organic Matter Intake, Ruminal Fermentation and Nitrogen Utilization of Wethers in Semi-Arid Regions. Animals 12(3): 401.
- MURAMATSU K, STRINGHINI JH, CAFÉ MB, JARDIM FILHO RDM, ANDRADE L, GODOI FR, FILHO MJ, ANDRADE L. 2005. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. Acta Sci Anim Sci 27(1): 43-48.
- OFIÇO AV. 2021. Egg quality of laying hens fed with cassava (*Manihot esculenta*), moringa (*Moringa oleifera*) and bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) in semi-intensive rearing system. Res Soc Dev 10(6): 15410-64828.
- OLIVEIRA FT, SOUTO JS, SILVA RP, ANDRADE FILHO FC, PEREIRA JÚNIOR EB.

2010. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. *Rev Verde Agroecol Desenvol Sustentável* 5(4): 27-37.
- OMIDI M, RAHIMI S, KARIMI TORSHIZI MA. 2015. Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources. *Vet Res Forum* 6(2): 137-41.
- PASCOAL LAF ET AL. 2020. Forage cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) meal in rabbit diets in the growth phase. *Rev Bras Saúde Prod Anim* 21: e2121102020.
- PESSOA DV. 2020. Forage nutritional differences within the genus *Opuntia*. *J Arid Environ* 181: 104243.
- PINHEIRO CC, FERREIRA FLF, SILVA AA, FREITAS ER, LOPES IRV. 2019. Desempenho e rendimento de carcaça de frango de corte de crescimento lento alimentados com farelo de palma forrageira. In: *Congreso Internacional de Ciências Agrárias*. Recife, Pernambuco, Brazil, p.1-16.
- REIS FILHO RJC, CARNEIRO MSS, PEREIRA ES, FURTADO RN, MORAIS NETO LB, MAGALHÃES JA, ALVES FGS, LOPES MN. 2022. Biomass components and water use efficiency in cactus pear under different irrigation systems and harvest frequencies. *R Bras Zootecv* 51: e20210093.
- RIOS SA, PAES MCD, KARAM D, BORÉM A, CARDOSO WS. 2010. Carotenoides em grãos de milho verde após a aplicação de herbicidas pós-emergentes. *Pesq Agropec Bras* 45(1): 106-109.
- ROCHA FILHO RR ET AL. 2021. Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) -The Best Forage Cactus Genotype for Feeding Lactating Dairy Cows in Semiarid Regions. *Animals* 11(6):1774.
- ROMANOFF AL & ROMANOFF AJ. 1963. *The avian egg*. New York: John Wiley & Sons, p. 918.
- ROMERO C, ARIJA I, VIVEROS A, CHAMORRO S. 2022. Productive Performance, Egg

Quality and Yolk Lipid Oxidation in Laying Hens Fed Diets including Grape Pomace or Grape Extract. *Animals* 12(9): 1076.

RUAN D, LIN YC, CHEN W, WANG S, XIA WG, FOUAD AM, ZHENG CT. 2015. Effects of rice bran on performance, egg quality, oxidative status, yolk fatty acid composition, and fatty acid metabolism-related gene expression in laying ducks. *Poult Sci* 94: 2944-2951.

SADEGHI A, TOGHYANI M, GHEISARI A. 2015. Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poult Sci* 94: 2734-2743.

SAKOMURA NK & ROSTAGNO HS. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: FUNEP, p. 262.

SANTANA FB, SILVEIRA HFA, SOUZA LA, SOARES SAR, SANTOS JÚNIOR AF, ARAUJO RGO, SANTOS DCMB. 2021. Evaluation of the Mineral Content in Forage Palm (*Opuntia ficus-indica* Mill and *Nopalea cochenillifera*) Using Chemometric Tools. *Biol Trace Elem Res* 199(10): 3939-3949.

SANTOS JF & GRANJEIRO JIT. 2012. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma Performance of free range birds fed with cassava and cactus pear enriched with yeast. *Tecnol & Ciên Agropec* 6(2): 49-54.

SANTOS SL, GOMES PMA, RODRIGUES MAS, SILVESTRE MA, MELO DRM. 2014. Avaliação físico-química do peito de frango alimentado com farelo de palma forrageira. *Agropecuária Científica no Semiárido* 10(1): 01-06.

SANTOS FR, STRINGHINI JH, OLIVEIRA PR, DUARTE EF, MINAFRA CS, CAFÉ MB. 2015. Values of metabolizable energy and metabolism of nutrients for slow- and fast-growing birds at different ages. *Rev Bras Cienc Avic* 17(4): 517-522.

SANTOS JS, MACIEL LG, SEIXA VNC, ARAÚJO JA. 2016. Parâmetros avaliativos da qualidade física de ovos de codornas (*Coturnix coturnix* japônica) em função das características

de armazenamento. Rev Desafios 3(1): 54-67.

SANTOS JS, CUNHA FSA, CORREIA SRA, SOARES ALS. 2017. Farelo de palma na alimentação de codornas. Nutritime 13(4): 5093-5099.

SILVA CCF & SANTOS LC. 2006. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. Rev Electrónica Vet 2(10): 1-13.

SILVA RC, FERREIRA MA, OLIVEIRA JCV, SANTOS DC, GAMA MAS, CHAGAS JCC, INÁCIO JG, SILVA ETS, PEREIRA LGR. 2018. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. S Afr J Anim Sci 48(3): 516-525.

SILVA LAL, MIRANDA VMMC, ANDRADE JMM, SANTOS TC. 2021. Relação do ácido linoleico e alfa linolênico na alimentação de aves de postura: Uma revisão. Res Soc Dev 10: e11101018427.

SILVERSIDES FG & BUDGELL K. 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. Poult Sci 83: 1619-1623.

SLAMA J, SCHEDLE K, WURZER GK, GIERUS M. 2019. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. J Sci Food Agric 99(8): 3895-3902.

SOKOŁOWICZ Z, DYKIEL M, TOPCZEWSKA J, KRAWCZYK J, AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR A. 2020. The Effect of the Type of Non-Caged Housing System, Genotype and Age on the Behaviour of Laying Hens. Animals 10(12): 2450.

SÖZCÜ A, İPEK A, OGUZ Z, GUNNARSSON S, RIBER AB. 2021. Comparison of performance, egg quality, and yolk fatty acid profile in two turkish genotypes (Atak-s and atabey) in a free-range system. Animals 11(5): 1458.

SZCZESNIAK AS. 2002. Texture is a sensory property. Food Qual Prefer 13: 215-225.

TOMASZEWSKA E, MUSZYŃSKI S, ARCZEWSKA-WŁOSEK A, DOMARADZKI P,

PYZ-ŁUKASIK R, DONALDSON J, ŚWIĄTKIEWICZ S. 2021. Cholesterol Content, Fatty Acid Profile and Health Lipid Indices in the Egg Yolk of Eggs from Hens at the End of the Laying Cycle, Following Alpha-Ketoglutarate Supplementation. *Foods* 10(3): 596.

WANG J, KONG F, KIM WK. 2021. Effect of almond hulls on the performance, egg quality, nutrient digestibility, and body composition of laying hens. *Poult Sci* 100: 101286.

YAHIA EM & SAENZ C. 2018. Cactus pear fruit and cladodes. *Fruit Veg Phytochem* 2: 941-956.

YANG Z, PIRGOZLIEV VR, ROSE SP, WOODS S, YANG HM, WANG ZY, BEDFORD M R. 2020. Effect of age on the relationship between metabolizable energy and digestible energy for broiler chickens. *Poult Sci* 99: 320–330.

ZHANG AR. 2022a. Effects of feeding solid-state fermented wheat bran on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult Sci* 101:101402

ZHANG R, DENG J, LI X, SHANG W, NING Z. 2022b. Research Note: Comparison of the texture, structure, and composition of eggs from local Chinese chickens and a highly selected line of egg-type chickens and analysis of the effects of lipids on texture. *Poult Sci* 101:101934.

LEGENDAS DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Energia bruta e energia metabolizável do farelo das variedades da palma forrageira miúda e gigante pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.

Figura 2: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral do farelo das variedades palma forrageira miúda e gigantes para pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.

Tabela I: Composição da dieta referência do ensaio de energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral para pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.

Tabela II: Composição das dietas experimentais com o uso de níveis farelo da palma miúda na alimentação de poedeiras de 32^a a 40^a semanas de idade em sistema semi-intensivo: Experimento II.

Tabela III: Dados da temperatura interna e umidade das instalações das poedeiras de 32^a a 40^a semanas de idades em sistema semi-intensivo. Experimento II.

Tabela IV: Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Produção de Ovos (PR), Consumo de Ração (CR), Consumo de Água (Cag), Peso do Ovo (PO), Massa do Ovo (MO), Conversão por Massa de Ovo (CMO) e Conversão por Dúzia de Ovos (CDO). Experimento II.

Tabela V: Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Diâmetro de Gema (DG), Porcentagem da Gema (GEM), Porcentagem de Albúmen (ALB), Porcentagem de Casca (CAS), Espessura da Casca (EspC), Peso específico (PE), Hnidade Haugh (HU), Resistência da Casca (RC), Resistência da Gema (RG) e Parâmetros de pigmentação da gema L*, a* e b*. Experimento II.

Tabela VI: Efeito dos níveis de uso do farelo de palma miúda sobre o Indicador de Conversão (IC), Dureza (DUR), Coesividade (COES), Elasticidade (ELAST), Gomosidade (GOMOS), Mastigabilidade (MAS) e Parâmetros de pigmentação da gema L*, a* e b*. Experimento II.

Tabela VII: Efeito dos níveis do uso farelo da palma miúda sobre a Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB) do albúmen e gema, e perfil de ácidos graxos (AGs) e colesterol total (CT) da gema dos ovos de poedeiras em sistema semi-intensivo. Experimento II.

Tabela VIII: Efeito dos níveis do uso do farelo de palma miúda sobre os parâmetros de viabilidade econômica de poedeiras em sistema semi-intensivo. Experimento II.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Figura 1: Energia bruta e energia metabolizável do farelo das variedades da palma forrageira miúda e gigante pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.

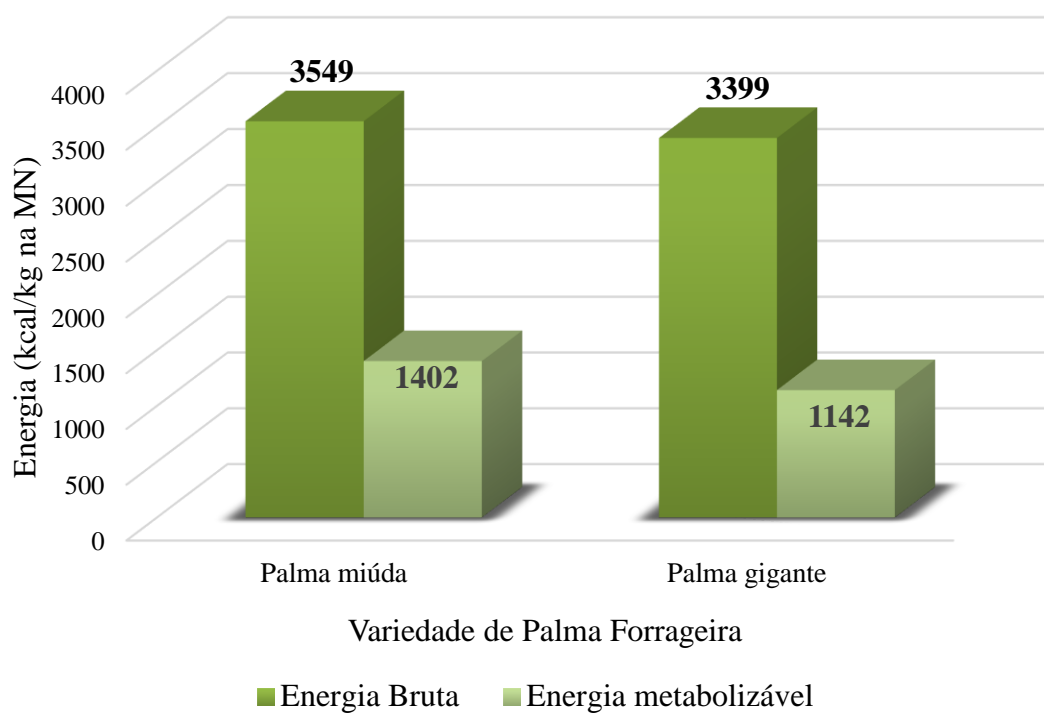


Figura 2: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral do farelo das variedades palma forrageira miúda e gigantes para pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade a linhagem Isa Label. Experimento I.

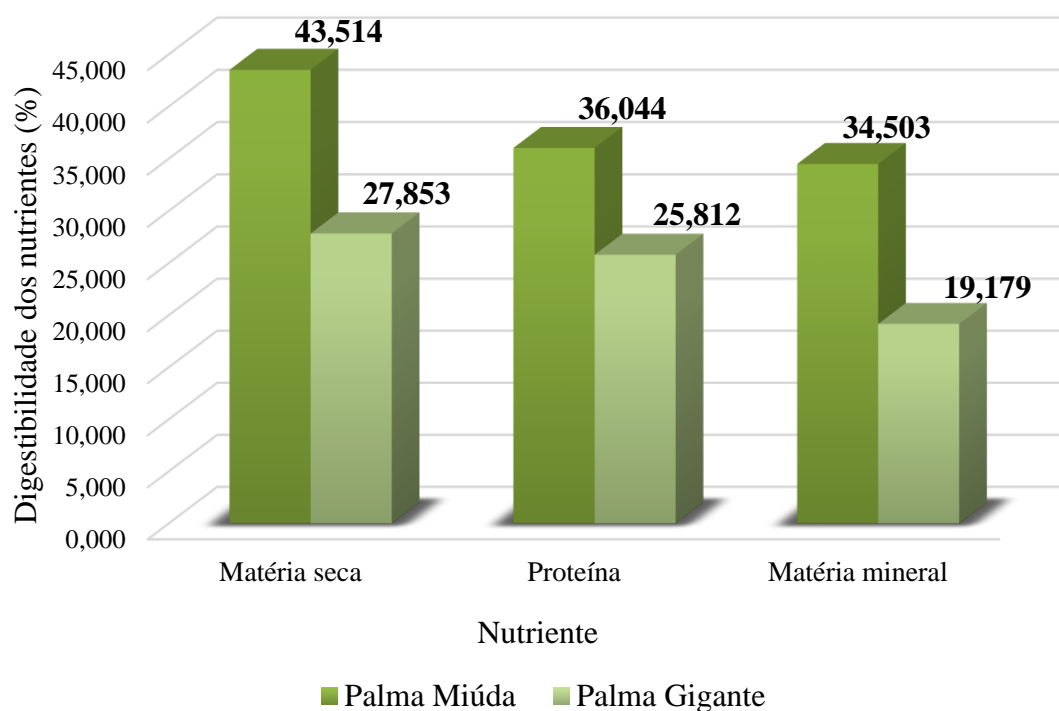


Tabela I: Composição da dieta referência do ensaio de energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral para pintos de corte, machos e fêmeas de 24 a 32 dias de idade da linhagem Isa Label. Experimento I.

Ingredientes	% na matéria natural
Milho Grão (8,8% PB)	61,8903
Farelo de soja (45%)	32,4421
Calcário	0,4799
Fosfato Bicálcico	1,0465
Sal Comum	0,1318
Núcleo Fit Aves Inicial*	4,0000
DL-Metionina	0,0094
Total	100,0000
Composição Calculada	
Cálcio (%)	1,1600
Cloro (%)	0,1505
Energia Metabolizável Aves (kcal/kg)	2,8769
Fósforo Disponível (%)	0,4400
Lisina Digestível Aves (%)	0,9540
Metionina + Cistina Digestíveis Aves (%)	0,7000
Proteína Bruta (%)	20,0508
Sódio (%)	0,2410

*Níveis de garantia por kg do produto: Cálcio (min):100g/kg, Cálcio (máx):200g/kg, Fósforo (min): 40g/kg, Metionina (min): 32,276g/kg, Sódio (min): 44g/kg, Ferro (min):600mg/kg, Cobre (min): 1.600mg/kg, Manganês (min): 1.440mg/kg, Zinco (min): 1.248mg/kg, Iodo (min): 28,8mg/kg, Selênio (min): 6,6mg/kg, Vitamina A (min): 140.000UI/kg, Vitamina D3 (min): 50.000UI/kg, Vitamina E (min): 260UI/kg, Vitamina K3 (min): 20mg/kg, Vitamina B1 (min): 12mg/kg, Vitamina B2 (min): 110mg/kg, Vitamina B5 (min): 32mg/kg, Vitamina B12 (min): 240mg/kg, Niacina (min): 650mg/kg, Pantotenato de Cálcio (min):150mg/kg, Ácido Fólico (min):440mg/kg, Biotina (min):0,6mg/kg, Cloreto de Colina (min):4.563mg/kg, Fitase (min): 10.000FTUI/kg, Nicarbazina (min): 2.500mg/kg, Halquinol: 600mg/kg.

Tabela II: Composição das dietas experimentais com o uso de níveis farelo da palma miúda na alimentação de poedeiras de 32^a a 40^a semanas de idade em sistema semi-intensivo:

Experimento II.

Ingredientes	Níveis de FPM (%)			
	0	3	6	9
Milho grão	65,650	62,650	59,650	56,650
Farelo de soja	16,264	16,914	17,564	18,214
Calcário	8,747	8,498	8,249	7,999
Farelo de trigo	5,533	4,372	3,212	2,052
Fosfato bicálcico	2,141	2,165	2,189	2,213
Óleo de soja	0,546	1,288	2,030	2,772
Sal comum	0,375	0,376	0,377	0,377
Vitini-ave*	0,300	0,300	0,300	0,300
DL-metionina	0,214	0,218	0,223	0,228
L-lisina HCl	0,192	0,180	0,168	0,156
L-treonina	0,025	0,026	0,026	0,027
L-triptofano	0,013	0,012	0,011	0,010
Palma forrageira	0,000	3,000	6,000	9,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição nutricional e energética				
Proteína bruta (%)	14,15	14,15	14,14	14,14
E. Met. Aves (kcal/kg)	2750	2750	2750	2750
Calcio (%)	3,900	3,900	3,900	3,900
Fosforo total (%)	0,702	0,692	0,682	0,672
Fosforo disponível (%)	0,500	0,500	0,500	0,500
Sódio (%)	0,160	0,160	0,1600	0,160
Cloro (%)	0,295	0,292	0,289	0,286
Potássio (%)	0,614	0,682	0,750	0,812
Metionina dig. Aves (%)	0,414	0,416	0,419	0,422
Met.+cist. Dig. Aves (%)	0,620	0,620	0,620	0,620
Lisina dig. Aves (%)	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina dig. Aves (%)	0,500	0,500	0,5000	0,500
Valina dig. Aves (%)	0,556	0,557	0,5570	0,557
Triptofano dig. Aves (%)	0,160	0,160	0,1600	0,160
Arginina dig. Aves (%)	0,800	0,800	0,800	0,800
Ácido linoleico (%)	1,750	2,070	2,391	2,711

*Níveis de garantia por kg do produto: Metionina (min): 160g/kg, Ferro (min): 5.760mg/kg, Cobre

(min): 1.600mg/kg, Manganês (min): 11,52g/kg, Zinco (min): 12g/kg, Iodo (min): 288mg/kg, Selênio (min):

60mg/kg, Vitamina A (min): 2.000.000UI/kg, Vitamina D3 (min): 600.000UI/kg, Vitamina E (min): 5.400UI/kg,

Vitamina K3 (min): 300mg/kg, Vitamina B1 (min): 300mg/kg, Vitamina B2 (min): 1.400mg/kg, Vitamina B6

(min): 600mg/kg, Vitamina B12 (min): 4.000mcg/kg, Niacina (min): 6.400mg/kg, Pantotenato de Cálcio (min):

2.600mg/kg, Ácido Fólico (min): 400mg/kg, Biotina (min): 20mg/kg, Cloreto de Colina (min): 66g/kg,
Halquinol: 6000mg/kg

Tabela III: Dados da temperatura interna e umidade das instalações das poedeiras de 32^a a 40^a semanas de idades em sistema semi-intensivo. Experimento II.

Temperatura Máxima C°	Temperatura Mínima C°	Umidade Máxima %	Umidade Mínima %
39,6	21,9	64,0	13,4

Tabela IV: Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Produção de Ovos (PR), Consumo de Ração (CR), Consumo de Água (Cag), Peso do Ovo (PO), Massa do Ovo (MO), Conversão por Massa de Ovo (CMO) e Conversão por Dúzia de Ovos (CDO). Experimento II.

Variáveis	Níveis de FPM (%)				ANOVA	P reg	CV
	0	3	6	9			
PR (%)	89,68	93,95	95,15	93,73	0,3134	ns	4,60
CR (g/ave/dia)	114,53	109,82	115,97	109,25	0,6058	ns	8,03
Cag (mL/ave/dia)	319,41	356,15	348,67	351,03	0,4295	ns	9,67
PO (g)	55,63	53,82	54,19	53,45	0,4142	ns	3,47
MO (g)	49,91	50,55	51,61	50,10	0,8791	ns	6,65
CMO (g/g)	2,31	2,17	2,26	2,18	0,7026	ns	8,36
CDO (kg/dúzia)	1,54	1,40	1,47	1,40	0,2898	ns	8,03

CV = coeficiente de variação, ns = não significativo.

Tabela V: Efeito dos níveis de uso do farelo da palma miúda sobre Diâmetro de Gema (DG), Porcentagem da Gema (GEM), Porcentagem de Albúmen (ALB), Porcentagem de Casca (CAS), Espessura da Casca (EspC), Peso específico (PE), Hnidade Haugh (HU), Resistência da Casca (RC), Resistência da Gema (RG) e Parâmetros de pigmentação da gema L* a* e b*. Experimento II.

Variáveis	Níveis de FPM (%)				ANOVA	P reg	CV
	0	3	6	9			
DG (mm)	34,27	33,69	33,50	33,33	0,0887	0,0127 ^L	1,50
GEM (%)	24,11	23,63	24,10	23,42	0,1948	ns	2,43
ALB (%)	62,07	62,11	62,61	62,78	0,2431	0,0447 ^L	0,92
CAS (%)	10,29	10,41	10,36	10,31	0,8984	ns	2,22
EspC (mm)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,9599	ns	3,53
PE (g/cm ³)	1,0922	1,0932	1,0924	1,0927	0,9113	ns	0,19
HU	90,62	93,39	91,54	93,10	0,3660	ns	2,78
RC (g/cm ²)	4311,81	4254,08	4115,06	3856,69	0,2370	0,0425 ^L	7,94
RG (g/cm ²)	17,33	15,65	15,44	14,93	0,7362	ns	17,23
L*	59,49	59,82	60,58	60,37	0,7348	ns	2,53
a*	9,67	8,75	6,99	6,34	0,0004	<0,0001 ^L	11,73
b*	59,11	52,50	52,53	51,78	0,0266	0,0049 ^L	6,71

L = linear, ns = não significativo, CV = coeficiente de variação

Tabela VI: Efeito dos níveis de uso do farelo de palma miúda sobre o Indicador de Conversão (IC), Dureza (DUR), Coesividade (COES), Elasticidade (ELAST), Gomosidade (GOMOS), Mastigabilidade (MAS) e Parâmetros de pigmentação da gema L*, a* e b*. Experimento II.

Variáveis	Níveis de FPM (%)				ANOVA	P reg	CV
	0	3	6	9			
IC	0,995	0,998	0,996	0,988	0,7857	ns	2,26
DUR	189,5	195,8	186,7	191,0	0,7857	ns	17,36
COES	0,398	0,380	0,452	0,458	0,0299	0,0122 ^L	15,41
ELAST	6,0	6,0	6,3	6,5	0,7729	ns	17,31
GOMO	80,8	77,8	86,0	86,1	0,7127	ns	20,85
MAST	6,1	5,9	6,3	6,2	0,9813	ns	41,39
Cor L	81,9	82,1	84,2	84,1	0,4005	ns	4,75
Cor a	6,60	5,30	4,26	3,91	0,0054	0,0006 ^L	33,88
Cor b	42,1	34,5	33,1	33,5	0001	0,0017 ^Q	9,98

L = linear, Q = quadrático, ns=não significativo, CV=coeficiente de variação.

Tabela VII: Efeito dos níveis do uso farelo da palma miúda sobre a Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB) do albúmen e gema, e perfil de ácidos graxos (AGs) e colesterol total (CT) da gema dos ovos de poedeiras em sistema semi-intensivo.

Experimento II.

Níveis (%)	0	3	6	9	ANOVA	P reg	CV
Variáveis	Albúmen						
MS (%)	20,92	17,47	23,16	19,95	0,0061	ns	6,68
MM (%)	2,68	2,41	2,12	2,38	0,0094	0,0202 ^Q	4,58
PB (%)	9,45	9,22	9,31	9,41	0,8168	ns	3,35
	Gema						
MS (%)	49,9	49,74	49,94	50,51	0,6242	ns	2,07
MM (%)	3,12	3,16	3,16	3,20	0,9976	ns	14,59
PB (%)	3,34	3,75	3,29	3,33	0,3808	ns	10,01
Total AGs (%)	45,94	47,20	45,54	46,22	0,7633	ns	4,23
Mirístico (%)	0,486	0,433	0,410	0,392	0,0678	0,0074 ^L	8,61
Miristoleico (%)	0,079	0,080	0,069	0,070	<0,0001	0,0010 ^L	2,15
Palmitico (%)	27,51	25,76	25,54	25,18	0,0004	0,0202 ^Q	1,51
Palmitoleico (%)	4,27	3,21	2,87	2,79	<0,0001	<0,0001 ^Q	1,76
Esteárico (%)	7,58	8,05	8,22	7,99	0,0201	0,0090 ^Q	2,45
Oleico (%)	39,26	39,46	38,24	37,84	0,0092	0,0028 ^L	1,25
Vacênico (%)	2,22	1,97	1,83	1,75	<0,0001	0,0006 ^Q	1,49
Linoleico (%)	12,38	14,47	16,05	16,79	<0,0001	0,0002 ^Q	1,33
α -linolênico (%)	0,395	0,517	0,580	0,627	0,0004	<0,0001 ^L	7,16
Araquidônico (%)	1,701	1,837	1,836	1,806	0,0002	0,0003 ^Q	1,22
OUTROS AGs (%)	4,51	4,86	5,04	5,02	0,0113	0,0036 ^L	3,27
CT (mg/100g)	388	469	534	572	<0,0001	<0,0001 ^L	8,75

L = linear, Q = quadrático, ns=não significativo, CV=coeficiente de variação.

Tabela VIII: Efeito dos níveis do uso do farelo de palma miúda sobre os parâmetros de viabilidade econômica de poedeiras em sistema semi-intensivo. Experimento II.

Variáveis	Níveis de FPM %			
	0	3	6	9
Consumo de ração, kg/ave	7,216	7,150	7,342	7,022
Preço/kg de Ração, R\$/kg	1,969	1,983	1,997	2,011
Custo de arração, R\$/ave	14,209	14,179	14,664	14,122
Dúzia de Ovos, dz/ave	4,708	4,953	5,003	4,943
Custo do Arração/Dúzia de Ovos, R\$/dúzia	3,029	2,861	2,932	2,857
Preço da dúzia de ovos, R\$	8,000	8,000	8,000	8,000
Renda Bruta, R\$	37,665	39,625	40,021	39,542
Margem Bruta, R\$	23,458	25,446	25,358	25,420
Margem Bruta Relativa, %	100,00	114,97	109,49	109,54