

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA MENDONÇA

PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO DIVIDIDA (*SPLIT FEEDING*) PARA
GALINHAS POEDEIRAS.

UBERLÂNDIA

2020

MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA MENDONÇA

PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO DIVIDIDA (*SPLIT FEEDING*) PARA
GALINHAS POEDEIRAS.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência para obtenção do título de Doutora em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes

UBERLÂNDIA

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M539 2020	<p>Mendonça, Marina Cruvinel Assunção Silva, 1987- Programa de alimentação dividida (Split feeding) para galinhas poedeiras. [recurso eletrônico] / Marina Cruvinel Assunção Silva Mendonça. - 2020.</p> <p>Orientador: Evandro de Abreu Fernandes. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós- graduação em Ciências Veterinárias. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.41 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Veterinária. I. Fernandes, Evandro de Abreu ,1949-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.</p>
--------------	---

CDU: 619

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
 BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	TESE DE DOUTORADO PPGCVET Nº 001/2020				
Data:	14 DE FEVEREIRO DE 2020	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	12:00
Matrícula do Discente:	11613VET014				
Nome do Discente:	MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA MENDONÇA				
Título do Trabalho:	PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO DIVIDIDA (<i>SPLIT FEEDING</i>) PARA GALINHAS POEDEIRAS.				
Área de concentração:	PRODUÇÃO ANIMAL				
Linha de pesquisa:	PRODUÇÃO DE FORRAGENS, NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS				

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala 2D54, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Ana Luisa Neves Alvarenga Dias - UFU; Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento - UFU; Fernanda Heloisa Litz - UNIPAC; Érica Crosara Ladir de Lucca - IFTM; Evandro de Abreu Fernandes - UFU orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Evandro de Abreu Fernandes, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Érica Crosara Ladir de Lucca, Usuário Externo**, em 18/02/2020, às 07:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8](#)



[de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Evandro de Abreu Fernandes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/02/2020, às 19:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Heloisa Litz, Usuário Externo**, em 19/02/2020, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Ana Luisa Neves Alvarenga Dias, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 09:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 15:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1842826** e o código CRC **D25A0785**.

*Aos meus pais Valter e Carla, a meu marido
Guilherme, ao meu filho Miguel, a minha
irmã Marília e a todos familiares e amigos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente àquele que guia meus passos, me abençoa, e me deu a graça de viver, Deus.

Agradeço aos meus pais, Valter e Carla, por todo o amor, carinho, incentivo, dedicação, e ensinamentos. Sem eles meus sonhos não seriam possíveis.

Ao meu marido, Guilherme, o colega de profissão que mais admiro e confio. Agradeço todos os dias por estar ao meu lado, dividindo comigo os problemas, as tristezas, as alegrias e conquistas de uma vida.

Agradeço ao meu filho Miguel, meu motivo maior de iniciar este doutorado. Para ele e por ele me torno melhor a cada dia. O porquê da vida, das mudanças, de buscar um mundo melhor, é por ele.

Agradeço a minha irmã, Marília, simplesmente por ser minha melhor amiga, por me inspirar, e por me motivar todos os dias a seguir em frente.

Agradeço ao idealizador desta pesquisa, meu orientador, colega de profissão, amigo e padrinho, Evandro. Sem suas ideias, dedicação, ensinamentos e paciência nada disto seria possível.

Agradeço a todos meus familiares, amigos e colegas de profissão.

A equipe do Aviex, Fernanda, Sâmela, Letícia, Brenda, Carol, Flávia e Veridiana pelos trabalhos tão bem executados, pela colaboração e amizade. Ao amigo João Paulo, queridos de outros laboratórios Livia e Alexandre, ao Prof. Ednaldo e aos técnicos João (Lafer/UFU) e Lara (Ladoc/UFU) pela contribuição nas análises.

Aos alunos da graduação Camilla, Iago e Rafaela pelo auxílio em diversas atividades.

Ao funcionário da granja experimental Jean, pelo empenho e cuidado com as aves.

Aos componentes da banca, Ana Luísa, Mara, Érica e Fernanda por se disporem de seu tempo, e por contribuírem com suas experiências.

À empresa Somai Nordeste S.A., pela doação das aves.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pela bolsa de doutorado por três anos.

Enfim a todos que participaram direta ou indiretamente de minha vida e que contribuíram de algum modo para meu crescimento.

Obrigada!

“Só se vê bem com o coração

o essencial é invisível aos olhos.”

Antoine de Saint-Exupéry (*O Pequeno príncipe*).

RESUMO

Avaliou-se um programa de alimentação dividida, *Split feeding* para galinhas poedeiras comerciais, seus resultados zootécnicos e fisiológicos, bromatologia de ovos e a digestibilidade das rações utilizadas. Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann LSL*®, divididas em quatro tratamentos (60 aves/tratamento), com cinco repetições cada. Os tratamentos foram: MC – programa alimentar convencional (50% de ração pela manhã e 50% a tarde); SFB: *Split feeding* base (ração da manhã com maior densidade energia/proteína e baixa em cálcio e ração da tarde com baixa densidade energia/proteína e alta densidade em cálcio); SF-2: programa alimentar SFB com redução de 2% nos nutrientes; SF+2: programa alimentar SFB com acréscimo de 2% dos nutrientes. O experimento foi conduzido em 56 dias compreendendo dois ciclos de 28 dias. As aves foram alimentadas duas vezes ao dia, recebendo cada uma 108 g de ração/dia, dividida igualmente pela manhã e tarde. Foram avaliados os parâmetros produtivos, fisiológicos e sanguíneos das aves, análise econômica e teste de digestibilidade das rações, e composição bromatológicas dos ovos. A produção de ovos, o peso das aves e parâmetros sanguíneos foram iguais entre os tratamentos. Os melhores resultados para a gravidade específica foram observados nos sistemas de *Split feeding* (SFB; SF-2 e SF+2). O programa alimentar *Split feeding* não causou nenhum prejuízo no desempenho zootécnico das galinhas poedeiras e mostrou-se economicamente mais viável.

PALAVRAS CHAVE: Digestibilidade; produção de ovos; qualidade de ovos.

ABSTRACT

It was evaluated a *Split feeding* program for commercial laying hens, its zootechnical and physiological results, egg bromatology and the diets digestibility. A total of 240 commercial *Lohmann LSL*®, laying hens were used, divided into four treatments (60 birds / treatment), with five replications each. The treatments were: MC - conventional feed program (50% in the morning and 50% in the afternoon); SFB: *Split feeding* base (high energy / protein and low calcium in the morning and low energy / protein and high calcium in the afternoon); SF-2: SFB feed program with 2% reduction in nutrients; SF + 2: SFB feed program with 2% increase in nutrients. The experiment was carried out in 56 days, comprising two cycles of 28 days. The birds were fed twice a day, each one receiving 108 g of feed/day, divided equally in the morning and afternoon. We evaluated productive, physiological and blood parameters, economic analysis of diets, diets digestibility test and bromatological analysis of eggs. Egg production, bird weight and blood parameters were the same between treatments. The best results for specific gravity were observed in *Split feeding* systems (SFB; SF-2 and SF + 2). The *Split feeding* program did not cause any loss to the zootechnical performance of the laying hens, being economically more viable.

KEY WORDS: Digestibility; egg production; egg quality.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2		PÁG
TABELA 1	Composição alimentar e exigências nutricionais das rações experimentais.	55
TABELA 2	Produção e peso de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar <i>Split Feeding</i> (2018)	56
TABELA 3	Pesos corporais médios (Kg) de poedeiras (41 a 48 semanas) submetidas ao programa alimentar <i>Split Feeding</i> , (2018)	57
TABELA 4	Parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar <i>Split Feeding</i> (2018)	58
TABELA 5	Parâmetros de qualidade interna de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar <i>Split Feeding</i> (2018)	59
TABELA 6	Parâmetros de qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar <i>Split Feeding</i> (2018)	60
TABELA 7	Custos por quilo das rações (\$/Kg ração), do preço unitário de ovos (\$/Ovo) e por dúzia (\$/Dz) produzida em relação às dietas experimentais no programa alimentar <i>Split feeding</i> (Janeiro 2018)	61
CAPÍTULO 3		PÁG
TABELA 1	Composição de ingredientes e níveis nutricionais das rações experimentais.	67
TABELA 2	Composição bromatológicas de ovos de poedeiras comerciais em programa alimentar <i>Split Feeding</i> .	71
TABELA 3	Coefficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cálcio de dietas divididas para poedeiras comerciais submetidas ao sistema de <i>Split feeding</i> .	71
TABELA 4	Desdobramento dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EE das dietas divididas nos sistemas de <i>Split feeding</i> .	71

TABELA 5	Retenção de matéria seca (MS R), proteína (PB R), extrato etéreo (EE R) e cálcio (Ca R) em poedeiras comerciais submetidas a dietas divididas no sistema de Split feeding.	74
TABELA 6	Desdobramento da quantidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cálcio retido em poedeiras comerciais submetidas a dietas divididas no sistema de <i>Split feeding</i> .	75

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Formação do ovo e padrão de consumo poedeira.....	18
2.2 Sistemas de oferta de ração e seus efeitos na nutrição e produção de ovos...	20
2.2.1 Auto seleção alimentar (<i>Self selection</i>).....	23
2.2.2 <i>Split Feeding</i> (Sistema de alimentação dividida).....	25
2.3 A eficiência econômica e o impacto ambiental da atividade	28
REFERÊNCIAS.....	30

CAPÍTULO 2- IMPACTO DA DIMINUIÇÃO DE NUTRIENTES PARA GALINHAS POEDEIRAS NO SISTEMA DE *SPLIT FEEDING*

RESUMO.....	39
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO.....	46
<i>Desempenho produtivo</i>	46
<i>Parâmetros fisiológicos sanguíneos</i>	48
<i>Qualidade interna dos ovos</i>	48
<i>Qualidade de casca</i>	49
<i>Análise de custo das rações</i>	50
REFERÊNCIAS	51

CAPÍTULO 3- DIGESTIBILIDADE DE RAÇÕES E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS EM SISTEMA DE *SPLIT FEEDING*

RESUMO.....	64
INTRODUÇÃO	65
MATERIAIS E MÉTODOS	66

<i>Aves e criação</i>	66
<i>Tratamentos experimentais</i>	66
<i>Composição bromatológica dos ovos</i>	68
<i>Ensaio de digestibilidade</i>	69
<i>Determinação dos coeficientes de digestibilidade</i>	70
<i>Análise estatística</i>	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
REFERÊNCIAS	77
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
ANEXO I	
CERTIFICADO COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS- CEUA/UFU	82
ANEXO II	
NORMAS DAS REVISTAS	83

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

(Redigido conforme normas da Biblioteca UFU–MG)

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de alimentação convencionais para galinhas poedeiras são baseados no fornecimento de uma dieta completa, que esteja disponível *ad libitum* na forma de grânulos/pellets ou triturados. Nesse caso, a ingestão de ração pelas aves é controlada principalmente pela necessidade de energia dos animais e pela apresentação física da ração. Porém, nos sistemas industriais de criação as aves não conseguem ajustar seu consumo a outras necessidades fisiológicas e de produção, podendo consumir cálcio em excesso a fim de atender à exigência necessária para a formação da casca do ovo (MOLNÁR et al., 2018a).

Uma maneira eficiente de reduzir os custos de produção é investir na qualidade da alimentação, com o uso de nutrientes de acordo com as necessidades fisiológico-metabólicas das aves. Um dos objetivos atuais da produção de ovos comerciais é de estender o ciclo de produção a ponto de alcançar 500 ovos em 100 semanas. Para se obter sucesso com essa investida, a qualidade da casca dos ovos será o principal foco de trabalho e estudos (GALEA, 2015).

A casca de ovo é uma estrutura extremamente importante, pois fornece proteção mecânica e um meio controlado de troca de gases para os embriões, e para ovos de consumo humano é uma estrutura que protege o conteúdo, sendo uma embalagem única para um alimento de alto valor nutritivo. A casca consiste em 97% de carbonato de cálcio, sendo este mineral, cálcio, fornecido à galinha na dieta. No entanto, o mineral é ionizado no sistema digestivo, absorvido e depois novamente sintetizado na glândula da casca. Isso resulta em uma rotatividade de cálcio (Ca) no sangue de aproximadamente 100 vezes a cada 24 horas (HUNTON, 2005).

Tem se demonstrado que as aves possuem capacidade de selecionar seus ingredientes a fim de garantir os nutrientes necessários para seu crescimento e manutenção (BARKLEY; MILLER; FORBES, 2004; CRUZ et al., 2005; HENUK; DINGLE, 2002; KESHAVARZ, 1998a; LEESON; SUMMERS, 1978; SYAFWAN et al., 2012). O método da alimentação de livre escolha permite que o animal selecione os alimentos com base nos requisitos de manutenção e produção, o que pode aumentar a eficiência quando comparado às dietas padrão (OLIVEIRA, 1999). Diante destas observações, vários pesquisadores buscam formular dietas ideais para estas aves, com intuito de melhorar a produção e a qualidade dos ovos e determinar o comportamento e preferências destas aves (CLARK et al., 2019).

Assim, o conceito de alimentação dividida (*Split Feeding*) é baseado em fornecer diferentes tipos de alimentação durante o dia, de acordo com o metabolismo da ave, com o objetivo principal de melhorar a qualidade da casca dos ovos. Fornecer uma proporção diferente de cálcio e fósforo durante o dia permite que a nutrição das aves esteja próxima do necessário, já que seu metabolismo varia ao longo do dia. A mobilização óssea é reduzida e a qualidade das cascas de ovos melhora durante todo o período de produção e, especialmente, quando as aves estão em idade avançada (GALEA, 2015).

Molnar et al. (2018) descreveram que não existiam estudos disponíveis para investigar a aplicação prática da alimentação dividida, em ensaios de larga escala, para poedeiras comerciais, sendo que é um tema relativamente novo de estudo e que pode fornecer ótimos subsídios para a indústria avícola no sentido de aprimorar a eficiência de produção.

Objetivou-se avaliar a influência do programa alimentar dividido - *Split feeding* - sobre os aspectos produtivos, bromatológicos, digestível e fisiológicos de poedeiras comerciais, buscando uma fonte de manejo alternativo e eficiente no setor de ovos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Formação do ovo e padrão de consumo da poedeira

As galinhas poedeiras produzem um ovo a cada 24-26 horas, e isto se dá pelo fato de já possuírem vários folículos. Na fase reprodutiva o ovário possui folículos de vários tamanhos, hierarquia folicular, pequenos e pouco desenvolvidos a grandes e os quais são capazes de ovular (RUTZ et al., 2005). Este folículo ovulado é o vitelo comumente denominado gema, o qual é liberado do ovário, através de uma ruptura da membrana folicular, e é depositada no infundíbulo, primeira estrutura do oviduto.

A gema é formada constantemente ao longo do dia, começando por volta de seis dias antes da ovulação. A formação da casca se dá em fases e é restrita ao intervalo em que um óvulo está presente no útero. A incapacidade das galinhas de aumentar a quantidade de casca com tamanho de ovo foi atribuída ao metabolismo do cálcio (CHAH; MORAN, 1985). As galinhas suplementadas com cálcio extra ração demonstraram consumir preferencialmente esses ingredientes durante a formação da casca, melhorando, conseqüentemente, a qualidade dessas cascas (MONGIN; SAUVEUR, 1974).

As necessidades de Ca das galinhas poedeiras são frequentemente estimadas determinando o teor de Ca da casca e depois calculando uma ingestão diária com base na retenção de 60 a 70%. Segundo Waldroup e Hellwig (2000), poedeiras com acesso a

fontes de cálcio, separadamente do restante da ração, variam durante o dia sua ingestão de cálcio, sendo este geralmente influenciado pelo estágio de formação da casca do ovo.

Etches (1987) estudou a logística do cálcio nas poedeiras e verificou que a maioria do cálcio ingerido pela ave é absorvido no duodeno e jejuno e cai no sistema vascular, que serve como armazenador e transportador deste elemento. Parte deste componente é excretado nas fezes juntamente com o cálcio não absorvido. Segundo o autor o cálcio para formação da casca é advindo de fontes alimentares durante o dia, ingeridas principalmente no final da fotofase (período de luz).

A síntese de albúmen pelo magnum acontece a uma taxa consistente ao longo de cada dia. As proteínas do albúmen são produzidas pelas células das glândulas tubulares, sendo liberadas e associadas ao óvulo à medida que passa através do magnum, sendo que após essa incorporação o armazenamento de proteínas é retomado até a próxima ovulação (EDWARDS et al., 1976).

Hiramoto et al. (1990) relataram que para galinhas poedeiras, tanto o fígado quanto o oviduto apresentaram taxas mais rápidas de síntese de proteínas do que qualquer outro tecido estudado. No entanto, esses mesmos autores relataram que devido à rápida formação do albúmen, a síntese de proteínas em tecidos como o do oviduto pode flutuar substancialmente durante o ciclo de formação de óvulos, porém a síntese de proteínas no fígado pode permanecer constante independente da fase de formação dos óvulos.

É bem conhecido que os padrões de ingestão de galinhas poedeiras são influenciados pelo ciclo de formação de ovos (CHOI; NAMKUNG; PAIK, 2004). Morris e Taylor (1967) relataram que as galinhas consumiam mais ração no dia da formação de ovos do que no dia sem formação de ovos. Taylor (1970) sugeriu que a ingestão de ração no dia da formação dos ovos pode ser determinada pela necessidade

de cálcio e não de energia. Hughes (1972) ainda relatou que a ingestão de cálcio é regulada de hora em hora pelas necessidades de formação de ovos.

Roland et al. (1972) relataram que as galinhas nos dias de postura consumiam dois por cento a mais de ração do que nos dias de não postura. Duncan e Hughes (1975) descreveram que galinhas poedeiras conseguem autorregular seu consumo de ração, sendo que esse consumo diminui no momento da liberação do hormônio luteinizante, aumenta durante a ovulação, e aumenta novamente quando o ovo entra na glândula, diminui uma ou duas horas antes da oviposição e depois aumenta novamente.

As necessidades de aminoácidos da galinha não são constantes ao longo do dia, pois são influenciadas pela oviposição. Sqoibb (1966) relatou que os aminoácidos necessários para a síntese da proteína do ovo e membranas da casca, são derivados do pool de aminoácidos livres no plasma. Estes são secretados durante as primeiras cinco horas após a oviposição. Foi descrito que as concentrações de aminoácidos livres no plasma são influenciadas pela síntese de proteínas durante a formação do ovo (CHI, 1982). Foi sugerido que ocorrem mudanças diurnas na taxa de captação de aminoácidos pelo magnum e também diferentes taxas de síntese de proteínas por esse segmento do oviduto (GRIGORIEV; SHEVENKO, 1978).

2.2. Sistemas de oferta de ração e seus efeitos na nutrição e produção de ovos

Sabe-se que as galinhas são capazes de selecionar entre grãos integrais, um concentrado de proteínas e partículas de calcário para atender às suas necessidades. Desta forma Robinson (1985), sugeriu um sistema de alimentação a “granel”, onde apenas uma dieta é oferecida ao longo do dia em uma linha de comedouro calha, contendo uma mistura dos três componentes da dieta, grãos amídicos, concentrado proteico e calcário granulado com diferentes tamanhos de partícula. Esse sistema

permite a distribuição simultânea dos nutrientes em uma única dieta, e disponibilizaria as aves a oportunidade de separar grãos inteiros, partículas de Ca e concentrado de proteínas e assim, regular a ingestão de cada mistura. Já na alimentação “sequencial”, geralmente duas dietas são oferecidas, com diferentes composições em energia, proteína e Ca, na mesma linha de comedouro ao longo do dia, com o objetivo de que nutrientes específicos estejam disponíveis durante as fases do ciclo diário de formação de ovos (UMAR FARUK et al., 2010).

As aves de produção geralmente podem ser manejadas sob diferentes sistemas de alimentação, o que varia com a experiência do criador, os alimentos e as formas de alimentação disponíveis. Alguns exemplos desses sistemas são: uma ração seca completa, fornecida como uma mistura e disponível *ad libitum*; o mesmo alimento fornecido como pellets e/ou triturado, também disponível *ad libitum*; um alimento completo com adição de grãos integrais; alimentos úmidos administrados uma ou duas vezes ao dia; um alimento completo oferecido de forma restrita; e alimentação de livre escolha (HENUK; DINGLE, 2002).

Atualmente o predomínio é de dietas completas porque são mais fáceis de gerenciar nos sistemas de alimentação automatizada de gaiolas. Embora uma vantagem de se oferecer a ração triturada seja a uniformidade da dieta, uma das desvantagens é o custo de energia e de trabalho na moagem e mistura dos ingredientes (HENUK; DINGLE, 2002).

Por conta do grande desenvolvimento genético de poedeiras, vários e importantes aspectos fisiológicos nessas aves foram modificados, principalmente problemas relacionados à uniformidade. A nutrição correta aliada a saúde, bem-estar e manejo adequados, é essencial para permitir que as aves expressem todo o seu potencial genético de produtividade. Segundo Baião e Lúcio (2005), a maioria das exigências

nutricionais se baseia nas respostas produtivas das aves, e podem ser afetadas por fatores distintos como a função imunitária e estado sanitário, idade e interação entre nutrientes. e a digestibilidade dos nutrientes, que podem afetar a produtividade (ARAÚJO et al., 2011.)

Para determinar as exigências diárias de energia metabolizável de poedeiras, Rostagno et al. (2017), levam em consideração o peso corporal, ganho de peso, massa de ovo produzida e temperatura ambiente, sendo este último fator determinante para o consumo de ração destas aves.

Segundo Leeson e Summers (2005), as poedeiras utilizam a maior quantidade energética de ração no pico de postura em que a produção diária de massa de ovo é maximizada, no entanto estas aves ajustam com bastante precisão sua ingestão de acordo com as necessidades de energia, e estas são atendidas por mudança no consumo de ração. Segundo estes autores, as concentrações de nutrientes na dieta diminuem com o tempo, com a notável exceção da disponibilidade de cálcio que não diminui, a fim de manter a qualidade da casca.

Outro ponto importante e de destaque nas pesquisas é como prolongar a vida produtiva destas aves. Muitos autores apontam a utilização de muda forçada, a qual permite que a ave recupere o trato reprodutivo para um posterior ciclo de produção (PARK et al., 2004). Segundo Silva-Mendonça et al., (2015) a muda pelo método de jejum é estressante e envolve questões éticas relacionadas ao bem-estar, sugerindo que métodos que não retirem os alimentos, como a muda por excesso de zinco, sejam uma alternativa viável.

Hurwitz et al. (1969) relataram que os níveis de cálcio também influenciam a ingestão de alimentos, sendo que um alto nível desse mineral pode causar uma inibição do consumo de ração das galinhas. Já Roland et al. (1973) verificaram que sua

deficiência também reduziu significativamente o consumo de ração. Hughes (1972) relatou que as aves consumiam cálcio em resposta ao esgotamento fisiológico, e que antecipavam a necessidade do mineral devido às mudanças séricas dos hormônios.

2.2.1. Auto seleção alimentar (Self selection)

Henuk e Dingle (2002) estudaram o sistema de livre escolha em poedeiras comerciais, com três alimentos principais, e observaram uma melhoria na eficiência, com diminuição nos custos de alimentação. Esses autores relataram que cada ave, alimentadas no sistema livre, foi capaz de selecionar os alimentos adequados ao seu estado fisiológico e à sua taxa de produção momentânea. No entanto, também foi descrito que a natureza do alimento e a forma da fonte de proteína são fatores muito importantes, e que afetam o padrão de consumo de ração e o desempenho das aves alimentadas com livre escolha.

No ambiente natural as aves se deparam normalmente com um grande número de alimentos que variam em sua composição de nutrientes. Destes, as galinhas são capazes de selecionar uma dieta adequada às suas necessidades. As aves domésticas modernas demonstram claramente a capacidade de selecionar e regular sua dieta em situações naturais, a fim de atender aos seus requisitos de crescimento, produção e reprodução (HENUK; DINGLE, 2002; CRUZ et al., 2005). As aves sob condições de auto seleção conseguem regular a ingestão de uma ampla variedade de alimentos. Na seleção de alimentos pelas aves, a estimulação visual é de extrema importância e as preferências alimentares são claramente reconhecidas (FRASER; BROOM, 1997).

Moran (1982) relatou que as galinhas têm uma visão consideravelmente melhor do que a de suínos e dependem amplamente de sua visão na busca por alimentos,

levando à constatação que tamanhos variados de partículas de alimentos são facilmente identificados. Portanto, sabe-se que as aves domésticas possuem a capacidade efetiva de selecionar os alimentos, pressupondo que sua ótima percepção de escolha da dieta apropriada deve ser considerada pelos produtores, a fim de aprimorar a eficiência alimentar em escala comercial (HENUK; DINGLE, 2002).

Chah; Moran, (1985) em experimento de livre escolha com galinhas de postura, não encontraram diferenças na produção, no peso do ovo ou peso das aves diante dos métodos utilizados, porém demonstram que as aves que receberam a dieta de livre escolha consumiam mais proteína no início do dia, enquanto o cálcio era consumido mais tarde resultando em ovos com força de casca melhorada e albúmen líquido aumentado.

Holcombe et al. (1976) realizaram dois experimentos para determinar a capacidade e extensão da auto-regulação da ingestão de proteínas pelas galinhas poedeiras. Observaram que a ração com maior teor proteico, em relação à com menos proteína era consumida preferencialmente pela manhã. Verificaram que, a produção de ovos, o peso dos ovos e o cálcio sérico aumentaram à medida que o conteúdo de proteínas da dieta aumentou até que o conteúdo médio de proteínas da dieta fosse de 16%.

Vários estudos do tipo “cafeteria”, (livre escolha) com poedeiras comerciais relataram que as galinhas foram capazes de selecionar os nutrientes em proporções adequadas para sustentar o crescimento normal ou quase normal (KAUFMAN et al., 1978).

Henuk e Dingle, (2002) após um estudo sobre possíveis vantagens práticas e econômicas com a utilização de auto seleção para galinhas, relataram que as aves são capazes de selecionar sua própria dieta dentre uma variedade de alimentos, de modo que

suas necessidades nutricionais sejam atendidas. Além disso, os mesmos autores consideraram que a auto seleção evita a necessidade de misturar ingredientes, economizando energia, e que dietas mistas completas não são necessárias, economizando assim a necessidade de compra de alimentos caros e focando na utilização de ingredientes regionais.

2.2.2. *Split Feeding* (Sistema de alimentação dividida)

Keshavarz (1998b) sugeriu que fornecer uma única dieta pela manhã pode não ser a abordagem ideal para a nutrição de poedeiras. No sistema de alimentação dividida, ou também chamado de sistema *Split Feeding*, as galinhas recebem uma dieta diferente entre manhã e tarde. A dieta da manhã é elaborada para atender aos requisitos das fases iniciais da formação dos ovos (principalmente de energia e proteína), enquanto a dieta da tarde é focada para a formação da casca dos ovos (Ca).

Segundo Molnar et al., (2018b) os sistemas de alimentação dividida se concentraram na melhoria da qualidade dos ovos de galinhas mais jovens, ajustando o conteúdo de Ca e fósforo (P) nas dietas da manhã e da tarde, mas também podem ser utilizados para reduzir a necessidade de nutrientes específicos das aves (aminoácidos, Ca e P), fornecendo-os somente quando necessários para a formação dos ovos.

Em um sistema convencional de alimentação, as poedeiras são alimentadas por uma dieta durante o dia que fornece um nível constante de Ca. No entanto, esta abordagem pode não ser ideal, já que a absorção de Ca varia durante o dia (MOLNAR et al., 2018). Hurwitz e Bar (1965) relataram que durante as primeiras 5 a 6 h de formação de ovos (ovulação e formação de albúmen), apenas cerca de 40% do Ca disponível é absorvido da dieta, enquanto que durante a formação da casca, esta relação aumenta até 70 a 80%.

Molnar et al., (2018b) descreveram que é importante considerar um novo sistema de alimentação em longos ciclos de produção, para melhorar a eficiência da utilização dos diversos nutrientes dietéticos. Na alimentação dividida, diferentes nutrientes são oferecidos em alguns momentos no mesmo dia (manhã e tarde, por exemplo), a fim de manter principalmente a qualidade da casca de galinhas envelhecidas. O princípio seria uma ração com mais energia e proteína e menores níveis de cálcio pela manhã, e outra dieta menos energética e proteica e com níveis aumentados de cálcio pela tarde.

A forma de administração de cálcio na dieta, através do calcário, é de extrema importância e deve ser levado em conta tanto nas dietas convencionais, quanto nas divididas. O calcário fino e grosso são as principais fontes de cálcio utilizados na nutrição de aves, diferindo não apenas no tamanho da partícula, mas também na solubilidade. Partículas grossas de calcário (> 0,8 mm) demoram mais para solubilizar na moela, permitindo uma liberação de Ca mais constante. Já partículas finas, que se apresentam em pó, fornecem imediatamente Ca disponível para absorção (ZHANG et al., 1997).

Molnar et al. (2018), ainda consideraram que o calcário fino pode ser utilizado na dieta da manhã e o calcário grosso na dieta da tarde. Esses autores relataram que é importante considerar essa administração, já que a dieta da manhã deve apoiar a reabsorção de Ca ao osso, e a dieta da tarde deve fornecer Ca por mais tempo para a formação de casca durante a noite. Além disso, a dieta matinal deve fornecer proteínas e níveis de energia aumentados em relação à dieta vespertina, para fornecer mais proteína para formação do albúmen. Os mesmos autores descrevem que este sistema de alimentação tende melhorar a qualidade da casca, oferecendo uma melhor

correspondência entre a suplementação de Ca e os requisitos fisiológicos da galinha poedeira.

Segundo Keshavarz (1998a), as necessidades nutricionais variam ao longo do ciclo diário de formação de ovos. Na primeira metade do dia são necessários aminoácidos mais essenciais para a síntese de albúmen e a formação da membrana da casca. Quando a gema atinge o magnum a taxa de síntese proteica é mais do que duplicada, em comparação com sua passagem por outras partes do oviduto (HIRAMOTO et al., 1990).

Molnar et al. (2018b), levantaram a hipótese de que uma dieta mais rica em Ca pode ser necessária durante a tarde e a noite, devido à fisiologia da passagem do ovo pela glândula da casca nesses períodos. Entretanto esses mesmos autores, após análise experimental, concluíram que não ministrar uma fonte de cálcio pela manhã e fornecer o mineral a tarde não melhorou as características de qualidade da casca, e que a qualidade óssea não foi afetada pelo tamanho ou inclusão de partículas de calcário.

Lee e Ohh (2002), avaliaram o uso de dietas divididas para poedeiras comerciais, oferecendo rações com alta energia/proteína e baixo nível de Ca pela manhã (04:00 às 15:00 h), e baixa energia/proteína e alto nível de Ca pela tarde (15:00 às 21 h). Nos grupos de dieta dividida, o consumo diário de energia metabolizável e proteína bruta e o custo de alimentação foram significativamente reduzidos em comparação com o grupo da dieta convencional, enquanto a produção de ovos, o peso médio do ovo e o consumo diário de ração não foram diferentes entre os tratamentos. As qualidades de casca do ovo (gravidade específica, força de quebra e espessura da casca) foram melhoradas pela alimentação com dieta separada. Os autores concluíram que o consumo de ração e nutrientes, o custo de ração por dia ou por kg de massa de ovos podem ser reduzidos pela introdução de dietas divididas, e que esse método de alimentação

também foi efetivo para diminuir o custo da ração e melhorar a qualidade da casca do ovo.

2.3. A eficiência econômica e o impacto ambiental da atividade

Em uma temperatura constante de cerca de 22°C a ave vai regular o seu consumo de ração de acordo com a sua necessidade de manutenção e de produção (% e massa de ovo diária). Nutrientes como aminoácidos, vitaminas e minerais serão consumidos em função do nível energético da ração. (NRC, 1994).

As poedeiras comerciais regulam o consumo de ração principalmente em relação ao nível de energia da dieta. Porém, em diversas situações, o consumo voluntário de energia pode ultrapassar as necessidades de manutenção e de produção de ovos. Com isso ocorre um aumento do peso vivo das aves, aumentando em consequência, a necessidade energética de manutenção. Tudo isso resulta em perda da eficiência energética, com possível redução da longevidade e produção de ovos (SNETSINGER; ZIMMERMAN, 1974).

O custo da ração gira em torno de 70% dos custos totais de produção na avicultura, portanto, o foco tem sido principalmente as melhorias na eficiência da ração. Melhorar a capacidade digestiva das aves poderia permitir a incorporação de uma proporção maior de alimentos de menor qualidade, reduzindo também a competição entre humanos e aves pelos mesmos ingredientes para ração, com consequente melhoria nos custos e na eficiência do processo (ADEYEMO et al., 2017).

Promover a redução da ingestão de alimentos pelas poedeiras, mantendo a massa de ovos, poderia melhorar substancialmente a lucratividade dos sistemas de produção de ovos. Algumas características envolvidas na variação de consumo de ração por essas

aves são o apetite, a massa de ovos e a dinâmica do peso corporal (FAIRFULL et al., 1984; AKTER et al., 2018).

A excreção concomitante de fezes e urina em galinhas e suas consequências para a determinação da digestibilidade levaram cientistas a desenvolverem o método ileal. A utilização de dados de digestibilidade ileal é importante, pois a estimativa da digestibilidade dos nutrientes, que se dá pela análise de excrementos, pode ser bastante afetada pela fermentação microbiana (RAHARJO e FARRELL, 1984).

Cruz et al. (2005), avaliaram a digestibilidade ileal de nutrientes para frangos de corte, a fim de verificar a capacidade dessas aves para selecionar alimentos (sistema de livre escolha) para atender aos requisitos de proteína e energia. Esses autores concluíram que a dieta com uma fonte energética (milho) e uma fonte proteica (gluten de milho), apresentou o maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, enquanto a dieta de milho e farelo de soja resultou no maior coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo e do extrato livre de nitrogênio, indicando que a digestibilidade da dieta foi afetada pelo tipo de alimento utilizado como fontes de energia e proteína.

Quantidades consideráveis de nitrogênio (N) e fósforo (P) são excretadas ao meio ambiente diariamente por galinhas poedeiras comerciais. Além disso, proteína e P são os dois componentes mais caros em rações para aves, sendo que estratégias alimentares devem ser buscadas para redução da ingestão desses e de outros ingredientes. Com a redução da ingestão, obviamente a excreção também será reduzida. Assim, se a produtividade da galinha não for afetada, a indústria de ovos comerciais poderia propiciar um impacto significativo na redução da poluição ambiental, atribuída a esses nutrientes, com redução também dos custos de produção (KESHAVARZ, 1998b).

A amônia é produzida em instalações avícolas pela decomposição do ácido úrico, que ocorre dentro de alguns dias. Calvet et al.(2011) descreveram que a liberação de amônia em galpões de frangos de corte tem sido amplamente estudada, levando em conta o impacto ambiental, os efeitos negativos na saúde humana, a perda de N como nutriente, e os efeitos negativos na produção e desempenho das aves.

Solomon et al. (2007) relataram que CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso) são gases de efeito estufa com alto potencial de aquecimento global (21 e 310 vezes o efeito estufa do CO₂, respectivamente). O CH₄ é produzido pela fermentação de matéria orgânica, enquanto o N₂O está relacionado com o ciclo do N, e é produzido na nitrificação e processo de desnitrificação na fermentação do estrume e após a sua aplicação em solos agrícolas. Elliott e Collins (1982) consideram que inúmeros fatores afetam a emissão desses gases em instalações de frangos de corte. Esses autores também descreveram que a emissão de amônia é afetada pelo material de cama, temperatura, umidade da cama, técnicas de ventilação e de manejo de cama.

3. REFERÊNCIAS

ADEYEMO, G.O.; BADMUS, R.T.; LONGE, O.G.; OLOGHOB, A.D. Effect of Ad-libitum, *Split* and Restricted Feeding on performance, digestibility and welfare of broiler chickens. **Biotechnology Journal International**, London, v. 18, n. 3, p. 1–7, May. 2017. <https://doi.org/10.9734/BJI/2017/32760>

AKTER Y, GREENHALGH S, ISLAM MR, HUTCHISON C, O ‘SHEA CJ. Hens ranked as highly feed efficient have an improved albumen quality profile and increased polyunsaturated fatty acids in the yolk. **Journal of Animal Science**, Champaign, 2018; 96:3482–90. <https://doi.org/10.1093/jas/sky188>

ARAÚJO, J.A.; DA SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; DE SOUSA, J.M.B.; GIVISIEZ, P., SAKOMURA, N.K. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on

laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 997–1005, May. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500009>

BAIÃO, N.C., C.G. LÚCIO. **Nutrição de matrizes pesadas**. In: MACARI, M.; GONZÁLES, E. Manejo de Matrizes de Corte, Facta, Jaboticabal, pp. 197-216. 2005.

BARKLEY, G. R.; MILLER, H. M.; FORBES, J. M. The ability of laying hens to regulate phosphorus intake when offered two feeds containing different levels of phosphorus. **British Journal of Nutrition**, Bellevue, v. 92, n. 02, p. 233, 2004. <https://doi.org/10.1079/BJN20041182>

CALVET, S.; CAMBRA-LOPEZ, M.; ESTELLES, F.; TORRES, A. G. Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm. **Poultry Science**, Champaign, v.90, p.534–542, Mar. 2011. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01037>

CHAH, C. C.; MORAN, E. T. Egg characteristics of high performance hens at the end of lay when given cafeteria access to energy, protein, and calcium. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 9, p. 1696–1712, 1985. <https://doi.org/10.3382/ps.0641696>

CHI, M.S.; Effects of dietary regime and egg formation on plasma amino acids in laying hens. **Nutrition Reports International**. v.25, 213-220, 1982.

CHOI, J. H.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Feed consumption pattern of laying hens in relation to time of oviposition. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 17, n. 3, p. 371–373, Jan. 2004. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.371>

CLARK, C.E.F.; AKTER, Y.; HUNGERFORD, A.; THOMSON, P.; ISLAM, M.R.; GROVES, P.J.; CORMAC, J.O. The intake pattern and feed preference of layer hens selected for high or low feed conversion ratio. **Plos One**, San Francisco, v. 14, n. 9, p. 1–11, Sep. 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222304>

CRUZ, V.C.; PEZZATO, A.C.; PINHEIRO, D.F.; GONÇALVES, J.C.; SARTORI, J.R. Effect of free-choice feeding on the performance and ileal digestibility of nutrients in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 143–150, Jul-Sep. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2005000300002>

DUNCAN, I.J.H.; HUGHES, B.O. Feeding activity and egg formation in hens lit continuously. **British Poultry Science**, London, v.16, p.145-155, 1975. <https://doi.org/10.1080/00071667508416172>

EDWARDS, N.A.; LUTTRELL, V.; NIR, I. The secretion and synthesis of albumen by the mag- num of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.53, p.183-186, 1976 [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(76\)90032-8](https://doi.org/10.1016/0305-0491(76)90032-8)

ELLIOTT, H. A.; COLLINS, N. E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. **Transactions of the ASAE**, St.Joseph, v.25, n.2, p.413–418, 1982. <https://doi.org/10.13031/2013.33545>

ETCHES, R.J. Calcium Logistics in the Laying Hen. **The Journal of Nutrition**, Oxford, v.117, p.619-628, 1987. <https://doi.org/10.1093/jn/117.3.619>

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. *Farm Animal Behaviour and Welfare*, 3 Ed. CABI International, Wallingford, 437p. 1997.

FAIRFULL, R.W.; CHAMBERS, J.R. Breeding for feed efficiency. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.64, p.513–527, Sep.1984. <https://doi.org/10.4141/cjas84-062>

GALEA, Fabien. *Split feeding-* the concept and benefit for laying hens. **International Poultry Production**, Driffield, v. 23, n. 1, p. 21–23, 2015.

GRIGORIEV, N.G.; SHEVENKO, B.G. Albumen synthesis in the oviduct of chickens at diferente periods of ovulatory cycle. Pages 1195-1200 In: Proc. 14th. **World's Poultry Congress**, Rio de Janerio, Brazil. 1978

HENUK, Y.L.; THWAITES, C.J.; HILL, M.K.; DINGLE, J.G. Dietary self-selection in a single feeder by layers at normal environmental temperature. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, 208, Jul.2000.

HENUK, Y. L.; DINGLE, J. G. Practical and economic advantages of choice feeding systems for laying poultry. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen,v. 58, n.2, p. 199–208, Jun. 2002. <https://doi.org/10.1079/WPS20020018>

HIRAMOTO, K.; MURAMATSU, T.; OKUMURA, J. Protein Synthesis in Tissues and in the Whole Body of Laying Hens During Egg Formation. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 264–269, Feb.1990. <https://doi.org/10.3382/ps.0690264>

HOLCOMBE, D. J.; ROLAND, D. A.; HARMS, R. H. The ability of hens to regulate phosphorus intake when offered diets containing different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 308–317, Jan.1976. <https://doi.org/10.3382/ps.0550308>

HUGHES, B. O. A. A circadian rhythm of calcium in the domestic fowl. **British Poultry Science**, London, v.13, p.485-493, 1972. <https://doi.org/10.1080/00071667208415976>

HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67–71, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2005000200001>

HURWITZ, S.; BORNSTEINAND, S.; BAR, A. The effect of dietary calcium carbonate on feed intake and conversion in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 48, p.1453- 1456, 1969. <https://doi.org/10.3382/ps.0481453>

HURWITZ, S.; BAR, A. Absorption of calcium and phosphorus along the gastrointestinal tract of the laying fowl as influenced by dietary calcium and egg shell formation. **The Journal of Nutrition**, Oxford, v.86, p.433–438, Aug. 1965. <https://doi.org/10.1093/jn/86.4.433>

KAUFMAN LW, COLLIER G, SQUIBB RL. Selection of an adequate protein-carbohydrate ratio by the domestic chick. *Physiology and Behavior*, v.20, p.339-344, Mar.1978. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(78\)90229-9](https://doi.org/10.1016/0031-9384(78)90229-9)

KESHAVARZ, K. Further investigations on the effect of dietary manipulation of protein, phosphorus, and calcium for reducing their daily requirement for laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 1333–1346, Sep. 1998a. <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1333>

KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 1320–1332, Sep. 1998b. <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1320>

LEE, K. H.; OHH, Y. S. Effects of nutrient levels and feeding regimen of a.m. and p.m. diets on laying hen performances and feed cost. **Korean Journal of Poultry Science**, Sangju-si, v.29, p.195–204. 2002.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Voluntary Food Restriction by Laying Hens Mediated through Dietary Self-Selection. **British Poultry Science**, London, v. 19, n. 4, p. 417–424, 1978. <https://doi.org/10.1080/00071667808416496>

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**: 3ed. Nottingham University Press, 2005, 413p.

MOLNÁR, A.; KEMPEN, I.; SLEECKX, N.; ZOONS, J.; MAERTENS, L.; AMPE, B.; BUYSE, J., DELEZIE, E. Effects of *split feeding* on performance , egg quality , and bone strength in brown laying hens in aviary system. **The Journal of Applied Poultry Research**, London, v.27, p.401-415, Sep. 2018. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy011>

MOLNÁR, A.; HAMELIN, C.; DELEZIE, E.; NYS, Y. Sequential and choice feeding in laying hens: adapting nutrient supply to requirements during the egg formation cycle. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 74, p. 1–12, Jun. 2018a. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000247>

MOLNÁR, A.; MAERTENS, L.; AMPE, B.; BUYSE J.; ZOONS,J.; DELEZIE E. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 97, n. 1, p. 88–101, Jan. 2018b. <https://doi.org/10.3382/ps/pex255>

MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Voluntary food and calcium intake by the laying hen. **British Poultry Science**, London, v. 1668, p. 349-359, Nov. 1974. <https://doi.org/10.1080/00071667408416118>

MORRIS, B. A.; TAYLOR, T. G. The daily food consumption of laying hens in relation to egg formation. **British Poultry Science**, London, v.8, p.251-257, 1967. <https://doi.org/10.1080/00071666708415676>

MORAN, E.T., JR **Comparative nutrition of fowl and swine- The gastrointestinal system**. University of Guelph, Guelph,1982, 253p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**, Subcommittee on Poultry Nutrition, 9ed. 1994, 176 p.

OLIVEIRA, PMA. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2. ed. São Paulo: Roca; 1999. 245p.

PARK, S.Y.; BIRKHOLO, S.G.; KUBENA, L.F.; NISBET, D.J.; RICKE, S.C. Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and postmolt egg production and quality in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.24-33, Jan. 2004. <https://doi.org/10.1093/ps/83.1.24>

RAHARJO, Y.; FARRELL, D.J. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.12, p.29-45, Nov. 1984. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(84\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(84)90034-8)

ROLAND, D. A.; SLOAN, D. R.; HARMS, R. H. Calcium metabolism in the laying hens. 3. Pattern of feed (calcium) intake as influenced by the time of day and oviposition. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.1388-1391, Jul. 1972. <https://doi.org/10.3382/ps.0511388>

ROLAND, D. A.; SLOAN, D. R.; WILSON,H. R.; HARMS, R. H. Influence of dietary calcium deficiency on yolk and serum calcium, yolk and organ weights and other selected production criteria of the pullet. **Poultry Science**, Champaign, v.52, p.2220-2225, Nov. 1973. <https://doi.org/10.3382/ps.0522220>

ROBINSON, D. Performance of laying hens as affected by split time and split composition dietary regimens using ground and unground cereals. **British Poultry Science**, London, v.26, p.299-309, 1985. <https://doi.org/10.1080/00071668508416818>

ROSTAGNO, H. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ed. Departamento de Zootecnia UFV, Viçosa, 2017. 488p.

RUTZ, F.; ANCIUTTI, M.A.; PAN, E.A. Fisiologia e Manejo reprodutivo das aves. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte**. Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas. p.75-122, 2005.

SILVA-MENDONÇA, M.C.A; FAGUNDES, N.S.; MENDONÇA, G.A.; GONÇALVES, F.C.; FONSECA, B.B.; MUNDIM, A. V.; FERNANDES, E.A. Comparison of moulting methods for layers: high-zinc diet versus fasting. **British Poultry Science**, London, v. 56, n.5, p. 598–604, Sep. 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2015.1084412>

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; ALLEY, R.B.; BERNTSEN, T.; BINDOFF, N.L.; CHEN, Z.; CHIDTHAISONG, A.; GREGORY, J.M.; HEGERL, G.C.; HEIMANN, M.; HEWITSON, B.; HOSKINS, B.J.; JOOS, F.; JOUZEL, J.; KATTSOV, V.; LOHMANN, U.; MATSUNO, T.; MOLINA, M.; NICHOLLS, N.; OVERPECK, J.; RAGA, G.; RAMASWAMY, V.; REN, J.; RUSTICUCCI, M.; SOMERVILLE, R.; STOCKER, T.F.; WHETTON, P.; WOOD, R.A.; WRATT, D. **Climate Change 2007-The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC**, Hardback, 978p. 2007.

SNETSINGER, D. C.; ZIMMERMAN, R.A. **Limiting the energy intake of laying hens**. In: Energy Requirements of Poultry. p.185-199, 1974.

SQOIBB, RL, Nature of the free amino acid pool in avian tissues. **Nature**, v.209,p.710-711, Feb. 1966. <https://doi.org/10.1038/209710a0>

SYAFWAN, S.; WERMINK, G.J.; KWAKKEL, R.P.; VERSTEGE, M.W. Dietary self-selection by broilers at normal and high temperature changes feed intake behavior, nutrient intake, and performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 537–549, Mar. 2012. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01559>

TAYLOR, T. G. **The provision of calcium and carbonate for laying hens**. In 4th Nutritional Conference for Feed Manufactures. Churchill, London, pp. 108-128. 1970.

UMAR FARUK, M.; BOUVAREL, I.; MÊME, N.; RIDEAU, N.; ROFFIDAL, L.; TUKUR, H.M.; BASTIANELLI, D.; NYS, Y.; LESCOAT, P. Sequential feeding using whole wheat and a separate protein-mineral concentrate improved feed efficiency in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.89, p.785-96, Apr. 2010. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00360>

WALDROUP, P. W.; HELLWIG, H. M. The potential value of morning and afternoon feeds for laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, London, v. 9, n.1, p. 98-110, Marc. 2000. <https://doi.org/10.1093/japr/9.1.98>

ZHANG, B.; COON, C.N. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.76, p.1702–1706, Dec. 1997. <https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1702>

CAPÍTULO 2

(Redigido conforme as normas da Revista British Poultry Science)

Impacto da diminuição de nutrientes para galinhas poedeiras no sistema de *Split feeding*

M.C.A. Silva-Mendonça*, G.A. Mendonça, F.H. Litz, S.K.A. Santos, I.M.R. Leão¹, E.C. Guimarães, E.A. Fernandes.

Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia- MG, Brasil.

¹*Médico Veterinário.*

- Resumo** 1. Avaliou-se um programa de alimentação dividida, *Split feeding* para galinhas poedeiras comerciais, seus resultados zootécnicos e fisiológicos.
2. Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann LSL*®, com densidade de (375cm²/ave) seis aves por gaiola de (50 x 45)cm. As aves foram divididas em quatro tratamentos (60 aves/tratamento), com cinco repetições cada (12 aves). Os tratamentos foram: MC – programa alimentar convencional (50% da ração oferecida pela manhã e 50% no período da tarde); SFB: programa alimentar *Split feeding* base (ração da manhã com maior densidade energia/proteína e baixa em cálcio e ração da tarde com baixa densidade energia/proteína e alta densidade em cálcio); SF-2: programa alimentar SFB com redução de 2% nos nutrientes; SF+2: programa alimentar SFB com acréscimo de 2% dos nutrientes. As aves foram alimentadas duas vezes ao dia, recebendo cada uma 108 g de ração/dia, dividida em 54g pela manhã (7:00) e 54g à tarde (15:00) durante 56 dias divididos em dois ciclos.
3. A produção de ovos, o peso das aves e parâmetros sanguíneos foram iguais entre os tratamentos. Ovos oriundos de aves dos tratamentos *Split feeding* apresentaram melhores valores de gravidade específica.
4. O desempenho zootécnico de poedeiras não é prejudicado com a redução de 2% de nutrientes no programa alimentar *Split feeding*, e portanto, menor custo de produção.

Palavras chave: Alimentação dividida, casca, gravidade específica, produção de ovos.

*Autor correspondente: M.C.A. Silva-Mendonça, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Av. Pará n.1720, Bloco 2D, Umuarama, Uberlândia, MG 38400-902, Brazil. E-mail: marinacruvinel@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O segmento de produção comercial de ovos de consumo tem uma dinâmica evolutiva nos aspectos genéticos, de produtividade, de qualidade de casca e conteúdo interno dos ovos, e de desempenho econômico, de forma a atender a indústria de produção e o consumidor final em seus objetivos financeiros e de qualidade. Na atividade de produção industrial observa-se um constante investimento de forma a gerar bem-estar às aves, um modelo eficiente de criação e de produção que traga não só melhorias na qualidade dos produtos, mas também que otimize a utilização dos nutrientes das dietas, diminuindo a excreção de excedentes e contaminantes com consequente diminuição nos custos de produção (Batalha *et al.*, 2019).

As rações das galinhas poedeiras são baseadas na exigência energética diária envolvendo todos os nutrientes necessários e assim mantendo a oferta diária constante. Porém em decorrência de desafios ambientais ou mudanças fisiológicas da ave, a oferta de nutrientes torna-se muitas vezes sub ou superestimada. A temperatura ambiental tem efeito direto no comportamento das aves (Bueno *et al.*, 2017) e sobre a exigência de energia metabolizável para manutenção, sendo imprescindível a incorporação deste fator na correção das equações de predição (Sakomura *et al.*, 2005). Por outro lado, como a quantidade diária de ração é controlada, as aves não conseguem ajustar o seu consumo às necessidades nutricionais que não são estáticas, e acabam não ingerindo nutrientes essenciais ao longo do período de formação do ovo e da casca (Molnár *et al.*, 2018).

Estudos apontam que poedeiras, mesmo em sistema fechado, possuem capacidade de selecionar seus ingredientes quando oferecidos elementos para sua auto seleção, a fim de garantir os nutrientes necessários para seu crescimento, manutenção e produção de ovos (Henuk e Dingle, 2002). Os sistemas de livre

escolha permitem que os animais selecionem os alimentos ajustando o consumo à suas necessidades nutricionais, podendo ocorrer melhorias na produção de casca e albúmen de ovos (Chah e Moran, 1985). Galinhas poedeiras podem equilibrar a dieta final selecionando ingredientes e aumentando o consumo de partículas ricas em nutrientes específicos na dieta, como proteína, fibra e cálcio, quando lhes for dada a livre escolha (Herrera et al. 2018).

Diante dos estudos de livre escolha e na tentativa de melhorar a qualidade dos ovos foi desenvolvido o programa alimentar *Split feeding*, que consistiu em oferecer às aves alimentação dividida durante o dia, baseada nas exigências nutricionais ao longo da formação do ovo (Molnár et al., 2018). A alimentação da manhã busca atender as exigências de nutrientes necessários para formação dos elementos internos do ovo (Hiramoto et al., 1990) e a alimentação da tarde os requisitos de nutrientes necessários à produção da casca (Mongin e Sauveur, 1974).

Objetivou-se avaliar a influência do programa alimentar dividido - *Split feeding* - sobre os aspectos produtivos e fisiológicos de poedeiras comerciais, buscando uma fonte economicamente eficiente no setor de produção de ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Experimentação de aves, na Fazenda do Glória- FUNDAP, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG, e aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (protocolo nº114/17). Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann LSL*, com 41 semanas de idade, no período de Dezembro de 2017 a Fevereiro de 2018. Durante o andamento do estudo a temperatura média foi de 22,75°C (Mínima 17,82°C e Máxima 29,46°C) e umidade

relativa média do ar de 82% (Mínima 55% e Máxima 97%), mensurados através dos dados climatológicos diários da Fazenda Experimental do Glória, sedidos pelo Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental UFU.

O estudo foi dirigido num galpão aberto de alvenaria, laterais teladas, telhado em estrutura metálica e telhas de fibro-cimento, com sete metros de largura, 30 metros de comprimento e duas fileiras centrais de gaiolas de postura (50x45cm) justapostas ocupando 20 metros lineares. As galinhas foram, ao acaso, distribuídas em gaiolas de produção de ovos, com densidade de (375cm²/ave) seis aves por gaiola, equipadas com comedouro linear na região frontal e bebedouros do tipo Nipple na porção superior e receberam 17 horas de luz entre luz natural e artificial (12 lux m⁻²) e água *ad libitum*.

As aves foram divididas em quatro tratamentos (60 aves/tratamento), com cinco repetições cada (12 aves). Os tratamentos foram determinados pelo método de distribuição e pelo tipo de ração fornecido (Tabela 1). Foi praticado um período de adaptação das aves frente às rações por sete dias, já distribuídas aleatoriamente dentro do escopo experimental. O experimento teve duração de 56 dias, compreendendo dois ciclos de 28 dias. As aves de todos os tratamentos foram manualmente alimentadas duas vezes ao dia, recebendo cada uma 108 g de ração/dia, dividida em 54g pela manhã (07:00) e 54g à tarde (15:00), divididas nos seguintes tratamentos:

- ✓ Método convencional (MC): dieta formulada tomando como referência níveis nutricionais do manual da linhagem *Lohman LSL* e de Rostagno et al. (2017), e distribuída o mesmo tipo de ração no período da manhã (7:00) e no período da tarde (15:00).

- ✓ Split feeding base (SFB): rações divididas em duas dietas, manhã e tarde. A dieta base da manhã foi formulada priorizando atender as exigências nutricionais para formação do albúmen e membranas internas do ovo (maior teor protéico e energético). Para o período da tarde, foi formulada priorizando atender a formação da casca do ovo (maior teor de cálcio). Para a formulação destas dietas, tomou-se como referência os trabalhos de Leeson e Summers (1978), Chah e Moran (1985) e Molnár et al. (2017).
- ✓ Split feeding -2% (SF-2): as rações foram divididas em duas dietas, formuladas com menos 2% dos níveis nutricionais das rações SFB.
- ✓ Split feeding +2% (SF+2): as rações foram divididas em duas dietas, formuladas com mais 2% dos níveis nutricionais das rações SFB.

Em todos os tratamentos a quantidade de calcário das rações foi dividida em 40% de calcário fino (filler) e 60% de calcário pedrisco G4. Os ingredientes das rações foram analisados no LAMRA (Laboratório de Análises de Matéria Prima e Ração, Faculdade de Medicina Veterinária da UFU), para dar suporte à formulação das rações.

As variáveis estudadas foram consumo de ração (Kg), mortalidade (%), empenamento das aves (Silva-Mendonça et al., 2015), quantidade de ovos produzidos por ave dia (Ovos/ave dia), peso médios dos ovos produzidos (Peso ovos/tratamento) e peso corporal das aves (início e fim dos dois ciclos).

No fim de cada ciclo do experimento foram coletados ao acaso 30 ovos de cada tratamento para determinação de variáveis de qualidade interna e externa. As análises foram realizadas no LAMRA no dia da coleta, onde os ovos foram unitariamente pesados em balança de precisão (0,01g), determinada a gravidade específica (GE) pelo método de imersão em solução salina de concentrações

crescente (Hamilton, 1982). Os ovos foram quebrados, separados casca, albúmen e gema e a partir de cada um dos componentes realizou-se cálculo do índice de gema (IG= altura da gema/diâmetro da gema) e índice de albúmen (IA= altura do albúmen denso/diâmetro do albúmen denso), mensurados por paquímetro digital (Digimes com precisão de 0,01mm); pesados a gema, albúmen e casca para o cálculo da percentagem de gema (%G), albúmen (%A) e casca (%Casca); pH da gema (pH G) e albúmen (pH A), e calculada as unidades Haugh (UH) (Haugh, 1937); com um micrômetro digital (Mitutoyo) foi mensurada (mm) a espessura média da casca (EMC) em três pontos do ovo (polo maior, médio e menor); após coloração com solução de azul de metileno 1% delimitou-se uma área de 1cm² e quantificou-se o número médio de poros da casca (PMC) em três pontos do ovo (polo maior, médio e menor).

Além disso, foram realizadas análises de cálcio, fósforo e magnésio por digestão nitroperclórica da casca, e mensurados em espectrofotômetro UV com comprimento de onda 420 nm, no Laboratório de Tecnologia de Fertilizantes (LAFER) da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao final dos dois ciclos, foram coletadas, via veia braquial, amostras de sangue de cinco aves de cada tratamento. O período de coleta se deu pela manhã (06:30), antes do arraçoamento das aves, para determinação dos níveis de cálcio total (mg/dL) por kits Labtest Diagnostic (Lagoa Santa, MG, Brasil); fósforo (mg/dL) via complexo de cresoltaleína; proteínas totais (g/dL) pelo método de UV cinético; e albumina (g/dL) pelo método verde de bromocresol. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinária (LcVet-UFU).

Foi realizada análise econômica, avaliando o custo de produção da ração (\$/kg de ração), o custo de cada ovo produzido em relação aos custos de ração (\$/ovo

produzido) e de cada dúzia (\$/Dz). Para isto foram levados em consideração os preços de mercado das matérias primas utilizada no experimento durante o período de Janeiro de 2018 e realizada cotação do dólar neste mesmo período (R\$3,18/\$1).

Os dados foram inicialmente submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade das variâncias (5% de significância) e em seguida as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para os dados que não seguiram aquela premissa, foi realizado teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011) para análise de variância e IBM-SPSS (IBM, 2011) para as demais análises.

RESULTADOS

As aves foram acompanhadas duas vezes ao dia para monitoria do empenamento e contabilização das sobras de ração, porém durante todo o experimento, tanto no período da manhã quanto a tarde, não houve sobra de ração em nenhuma das gaiolas dos tratamentos. Quanto ao empenamento, as aves não sofreram nenhuma espécie de muda durante a aplicação dos testes. Não houve também mortalidade de qualquer ave durante o período experimental.

Com relação aos dados de desempenho produtivo das aves (Tabela 2), nos sistemas SF-2 e SF+2 foram encontradas as maiores porcentagem de ovos produzidos. Comparando-se o peso dos ovos o tratamento SFB foi superior em relação ao SF+2, porém esses dois tratamentos foram iguais ao MC e SF-2.

As galinhas foram pesadas três vezes ao longo do experimento (Tabela 3), e não foram observadas diferenças de pesos entre os tratamentos, e os pesos durante o

período experimental se mantiveram semelhantes ao início dos testes. Os valores de Ca, P, proteínas totais e albumina não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4).

A partir dos resultados dos parâmetros de qualidade interna dos ovos (Tabela 5), verifica-se que houve influência dos tratamentos na porcentagem de gema, sendo maior no MC comparado aos programas alimentares SFB e SF-2 ($p < 0,05$).

Com relação aos parâmetros que avaliam a qualidade de casca (Tabela 6), foram encontrada influência dos tratamentos apenas na gravidade específica dos ovos, sendo esta melhor nos sistemas de *Split feeding*.

Pela análise de custos (Tabela 7), verificou-se que a ração mais barata e o menor custo de produção de ovos ocorreram no tratamento SF-2.

DISCUSSÃO

Desempenho produtivo

O programa alimentar *Split feeding* não causou muda forçada nas aves, indicando que não houve nenhum desarranjo metabólico implicado às dietas experimentais. Sabe-se que modificações nas rações que causem carência de determinados elementos essenciais constituintes da dieta habitual da ave, podem provocar muda e conseqüentemente retardar a produção de ovos (Teixeira e Cardoso, 2011).

O oferecimento das dietas duas vezes ao dia pode ter causado estímulos para que as aves se alimentassem de toda a ração ofertada e não sobrasse alimento nos comedouros, haja vista, que a ração fora oferecida em quantidade fixa diária (108g). Diferentemente deste estudo, Molnár et al. (2017) verificaram diminuição no consumo de ração no sistema de *Split feeding*, assim como Galea (2015) que

demonstrou que o consumo de ração e de energia é reduzido com alimentação dividida e conseqüentemente os custos de produção diminuem.

Os programas alimentares *Split Feeding* SF-2 e SF+2 proporcionaram os melhores resultados com relação à produção de ovos. Estes resultados sugerem que as aves se comportaram de modo positivo nesta estratégia alimentar, porém não se pode estabelecer os níveis satisfatórios de nutrientes da ração somente a partir deste parâmetro. Não houve diferença entre o sistema de distribuição convencional (MC) e os sistemas de *Split feeding* no peso dos ovos, mostrando que a divisão das dietas não altera este parâmetro, assim como os resultados encontrados por Molnár et al. (2017) que avaliaram os efeitos da alimentação dividida para galinhas poedeiras, e não encontraram diferenças na produção e no peso dos ovos, comparada com a alimentação convencional. Lee e Ohh (2002) avaliaram poedeiras submetidas ao sistema de *Split feeding* e também não encontraram diferenças para o consumo diário de ração, produção e o peso médio dos ovos, corroborando com os resultados deste experimento.

Não houve diferença entre os tratamentos para peso corporal das poedeiras, sugerindo que as dietas experimentais não causaram desarranjo fisiológico, nem perdas de pesos das aves, e concorreram para o mesmo padrão de desempenho que a dieta do método convencional. Segundo Galea (2015) nos sistemas de *Split feeding* as aves podem diminuir o consumo de ração em relação à quantidade oferecida e conseqüentemente diminuir o peso corporal, fenômeno não apontado neste estudo. Possivelmente fatores como a temperatura ambiental e umidade relativa do ar, período de produção (pico), e o tipo de matéria prima utilizada nas rações contribuíram para que as aves se alimentassem de toda a ração oferecida.

Parâmetros fisiológicos sanguíneos

O tipo de sistema de alimentação não influenciou nos parâmetros sanguíneos. Esta similaridade entre os tratamentos indica que mesmo dividindo (*Split feeding*) ou reduzindo os nutrientes da ração SFB-2 as aves foram capazes de manter níveis sanguíneos constantes para suas funções fisiológicas e produtivas.

A concentrações séricas de cálcio total durante a produção variam de 20-40 mg/dL, e os de fósforo de 5-7 mg/dL, podendo valores superiores a estes indicar hiperfosfatemia, e consequentes distúrbios metabólicos para aves (Schmidt et al.,2007). Nas aves do MC e do SF+2 os valores foram superiores aos relatos por Schmidt et al. (2007), porem não foi encontrado diferença nas concentrações destes elementos e nem constatada nenhuma anormalidade durante o experimento.

Com relação aos teores de proteínas e albumina encontrados neste experimento, os mesmos condizem com os valores relatados por Silva-Mendonça et al., (2015) em aves no período de postura, podendo variar de $5,4 \pm 0,7$ g/dL para proteína e de 0,8-2,0 g/dL para albumina.

Qualidade interna dos ovos

Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para as UH, importante marcador para avaliar a qualidade interna dos ovos. Os resultados encontrados variaram de 77,32 a 80,59, e segundo o USDA (Agricultural Marketing Service 2000) representam ovos de qualidade excelente valores acima de 72 UH, mostrando que as rações experimentais e o programa alimentar de ração dividida, *Split feeding*, não influenciaram negativamente a qualidade interna de ovos comerciais.

Com relação aos demais parâmetros avaliados apenas a porcentagem de gema apontou diferenças entre os tratamentos. As maiores porcentagens de gema foram

encontradas no MC e SF+2, justamente nos tratamentos em que os teores de energia das rações eram maiores. A inclusão de óleos na ração visto com maior destaque no sistema SF+2, aumenta a eficiência energética assim como a densidade nutricional das rações podendo melhorar a conversão alimentar e o desempenho das aves (Baião 2005).

A porcentagem de gema foi maior no sistema MC, comparado ao SFB e SF-2 e igual ao SF+2. É possível que a quantidade de gema esteja diretamente relacionada ao peso do ovo, como demonstrado no sistema convencional, por outro lado, a hierarquia de gemas (vitelos) no ovário é devida à deposição num ciclo diário de componentes nutricionais da gema, e a ovulação segue a sequência de tamanho. Molnár et al. (2017), Molnár, Maertens, et al. (2018), Molnár, Kempen, et al. (2018), não encontraram diferenças nos parâmetros de qualidade interna de ovos em sistemas de *Split feeding* comparando com o manejo tradicional de arraçamento.

Qualidade de casca

Com relação aos componentes que avaliam a qualidade da casca, a GE diferiu entre os tratamentos. Os melhores resultados para a gravidade específica foram observados nos sistemas de *Split feeding*, demonstrando que a divisão das dietas pode melhorar a qualidade de casca em relação ao sistema convencional. Provavelmente a ave metabolizou de maneira mais eficiente os nutrientes das rações direcionando-os para a formação dos componentes do ovo no momento em que eram necessários.

Diferente deste estudo, (Molnár, Maertens, et al. 2018) não encontraram melhorias nas características de qualidade da casca quando diminuíram a quantidade de cálcio pela manhã e aumentando à tarde. Já Lee e Ohh (2002) observaram

qualidades de casca de ovo (gravidade específica, força de quebra e espessura da casca) melhoradas pela alimentação com dieta separada. Molnár et al. (2017) verificaram no sistema de *Split feeding* cascas com maior resistência à ruptura, porém com menor espessura em comparação ao sistema convencional. Os autores afirmaram que a utilização do sistema de divisão de dietas foi capaz de formar uma casca estruturalmente superior, fato observado neste estudo e demonstrado pela melhor gravidade específica.

Nesta pesquisa verificou-se que mesmo reduzindo todos os níveis nutricionais da ração (tratamento SF-2) a ave foi capaz de produzir ovos com qualidade de casca semelhante aos demais. Isto infere que as dietas para poedeiras podem ser ajustadas, aplicando um sistema de alimentação como o *Split feeding*, pode-se formular rações divididas visando atendimento nutricional ao longo das 24 horas do dia, sem alterar a qualidade dos ovos.

Análise de custo das rações

Com relação aos custos de produção o tratamento SF-2 obteve os menores custos de ração e os menores custos por ovo/dúzia produzida, chegando a uma diferença de seis centavos de dólar por dúzia em relação ao método convencional. Em uma escala comercial de produção de ovos estes valores tendem a ser consideráveis.

A utilização do sistema de *Split feeding* demonstrou que utilizar dietas divididas permite disponibilizar nutrientes para atender de forma mais eficaz as exigências nutricionais de galinhas poedeiras ao longo das 24 horas do dia. A oferta dos nutrientes das rações com a utilização de dietas divididas se mostrou eficiente, o que indica que o sistema *Split Feeding* pode ser utilizado na indústria de produção de

ovos, com ganhos produtivos e econômicos. Aprimorar os diferentes níveis nutricionais das rações divididas é um desafio que necessita de mais estudos e avaliações a campo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem à empresa Somai Nordeste S.A., pela doação das aves.

REFERÊNCIAS

Agricultural Marketing Service, United States Department of Agriculture (USDA). 2000. “Egg-Grading Manual”. *Agricultural Handbook*, n.75: 56.

Baião, N.C., C.G. Lúcio. Nutrição de matrizes pesadas (2005) in: Macari, M.; Gonzáles, E.(Eds). *Manejo de Matrizes de Corte*, pp. 197-216 (Campinas, Facta).

Batalha, O. S., Alfaia, S.S., Cruz, F.G.G., Jesus, R.S., Rufino, J.P.F., Guimarães, C.C. 2019. “Análise Econômica Da Farinha De Silagem Ácida De Resíduos De Pirarucu Em Rações De Poedeiras Comerciais Leves”. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 12 (2): 363. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n2p363-375>

Bueno, J. P. R., Nascimento, M.R.B.M., Martins, J.M.S., Marchini, C.F.P. Gotardo, L.R.M.; Sousa,G.M.R., Mundim, A.V., Guimarães, E.C., Rinaldi, F.P. 2017. “Effect of age and cyclical heat stress on the serum biochemical profile of broiler chickens”. *Semina: Ciências Agrárias* 38 (3): 1383–92. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1383>

Chah, C.C., Moran, E.T. 1985. “Egg Characteristics of High Performance Hens at the End of Lay When Given Cafeteria Access to Energy, Protein, and Calcium”. *Poultry Science* 64 (9): 1696–1712. <https://doi.org/10.3382/ps.0641696>.

Ferreira, D.F. 2011. “Sisvar: a computer statistical analysis system”. *Ciência e agrotecnologia* 35 (6): 1039–42. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Galea, F. 2015. “Split feeding – the concept and benefit for laying hens”. *International Poultry Production* 23 (1): 21–23.

Haugh, R.R. 1937. “The Haugh unit for measuring egg quality.” *United States Egg and Poultry Magazine* 43: 522-555.

Hamilton, R.M.G. 1982. “Methods and Factors That Affect the Measurement of Egg Shell Quality”. *Poultry Science* 61: 2022-39. <https://doi.org/10.3382/ps.0612022>

Henuk, Y.L., Dingle, J.G. 2002. “Practical and economic advantages of choice feeding systems for laying poultry”. *World’s Poultry Science Journal* 58 (02): 199–208. <https://doi.org/10.1079/wps20020018>

Herrera, J., Saldaña, B., Guzmán, P., Ibáñez, M.A., Mandalawi, H., Cámara, L., Mateos, G.G. 2018. “Particle size affects short-term preference behavior of brown-egg laying hens fed diets based on corn or barley”. *Poultry Science* 97 (4): 1324–33. <https://doi.org/10.3382/ps/pex441>

Hiramoto, K., Muramatsu, T., Okumura, J. 1990. “Protein Synthesis in Tissues and in the Whole Body of Laying Hens During Egg Formation”. *Poultry Science* 69: 264–69. <https://doi.org/10.3382/ps.0690264>

IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Lee, K.H., Ohh, Y.S. “Effects of nutrient levels and feeding regimen of a.m. and p.m. diets on laying hen performances and feed cost.” *Korean Journal of Poultry Science* 29 (2002): 195–204.

Leeson, S., Summers, J.D. 1978. “Voluntary Food Restriction by Laying Hens Mediated through Dietary Self-Selection”. *British Poultry Science* 19 (4): 417–24. <https://doi.org/10.1080/00071667808416496>

Molnár, A., Hamelin, C., Delezie, E., Nys, Y. 2018. “Sequential and choice feeding

in laying hens: adapting nutrient supply to requirements during the egg formation cycle”. *World’s Poultry Science Journal* 74: 1–12.

<https://doi.org/10.1017/s0043933918000247>

Molnár, A., Kempen, I., Sleenckx, N., Zoons, J., Maertens, L., Ampe, B., Buyse, J., Delezie, E. 2018. “Effects of split feeding on performance, egg quality, and bone strength in brown laying hens in aviary system”. *The Journal of Applied Poultry Research* 27 (3): 401–15. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy011>

Molnár, A., Maertens, L., Ampe, B., Buyse, J., Zoons, J., Delezie, E. 2017. “Supplementation of fine and coarse limestone in different ratios in a split feeding system: Effects on performance, egg quality, and bone strength in old laying hens A.” *Poultry Science* 96 (6): 1659–1671. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew424>

———. 2018. “Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens”. *Poultry Science* 97 (1): 88–101. <https://doi.org/10.3382/ps/pex255>

Mongin, P., Sauveur, B. 1974. “Voluntary food and calcium intake by the laying hen”. *British Poultry Science* 1668 (November): 349–359. <https://doi.org/10.1080/00071667408416118>

Rostagno, H. S., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Teixeira, M.L. 2017. *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos*.

Sakomura, N. K., Basaglia, R., Sá-Fortes, C. M.L., Fernandes, J.B.K. 2005. “Modelos para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras”. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34 (2): 575–83. <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n2/25471.pdf>

Schmidt, E.M.S., Locatelli-Dittrich, R., Santin, E., Paulillo, A.C. 2007. “Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão.” *Archives of Veterinary Science* 12 (3): 9–20. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v12i3.10906>

Silva-Mendonça, M.C.A., Fagundes, N.S., Mendonça, G.A., Gonçalves, F.C.,

Mundim, A.V., Fonseca, B.B., Fernandes, E.A. 2015. “Comparison of moulting methods for layers: high-zinc diet versus fasting”. *British Poultry Science* 56 (5): 598–604. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1084412>

Teixeira, R.S.C., Cardoso, W.M. 2011. “Muda forçada na avicultura moderna”. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 35 (4): 444–55. <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n4/pag444-455.pdf>

Tabela 1: Composição alimentar e exigências nutricionais das rações experimentais.

Dietas experimentais	MC	SFB		SF-2		SF+2	
Ingredientes (%)	-	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>
Milho 8,0%	67,62	54,45	58,94	56,44	61,84	59,58	56,00
Farelo trigo	0,00	15,00	0,00	18,00	0,00	8,88	0,00
Farelo soja 46,5%	21,32	27,04	19,02	23,00	17,92	28,44	20,19
Fosfato Bicálcico	1,27	0,19	1,46	0,05	1,41	0,27	1,51
Calcário 37	8,34	1,40	17,70	1,48	17,36	1,38	18,04
Óleo de soja	0,43	1,00	1,88	0,00	0,46	0,54	3,29
Premix postura ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20
Bicarbonato de Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,19	0,12	0,16	0,13	0,15	0,12	0,17
L-Lisina	0,03	0,00	0,02	0,09	0,04	0,00	0,01
Composição Nutricional Calculada							
EM (Kcal/Kg)*	2820	2820	2600	2765	2548	2875	2650
Proteína Bruta (%)	15,50	19,37	13,71	18,21	13,44	19,48	14,00
Cálcio (%)	3,50	0,70	7,00	0,69	6,86	0,71	7,14
Cloro (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Potássio (%)	0,59	0,81	0,52	0,77	0,51	0,79	0,53
Sódio (%)	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16
Fósforo Disp. (%)	0,35	0,20	0,37	0,18	0,36	0,20	0,38
Fibra bruta (%)	2,41	3,95	2,13	4,03	2,11	3,54	2,14
Extrato etéreo (%)	3,12	3,82	4,22	2,95	2,89	3,35	5,51
Lisina Dig. (%)	0,71	0,88	0,63	0,87	0,62	0,90	0,64
Met+Cis Dig. (%)	0,67	0,69	0,59	0,67	0,58	0,70	0,60
Metionina Dig. (%)	0,45	0,42	0,39	0,41	0,38	0,43	0,40

¹Premix vitamínico e minerais (níveis de garantia por Kg): Ácido pantotênico (min): 1.250,00 mg/Kg; Cobre (min): 2000,00 mg/Kg; Colina (min): 58,59 g/Kg; Ferro (min): 12,50 g/Kg; Iodo (min): 300,00 mg/Kg; Manganês (min): 17,50 g/kg; Metionina (min): 85,75 g/Kg; Niacina (min): 5000,00 mg/Kg; Selênio (min): 50,00 mg/Kg; Vitamina A (min): 1.750.000,00 U.I/Kg; Vitamina B12 (min): 2.000,00 mcg/Kg; Vitamina B2 (min): 750,00 mg/Kg; Vitamina D3 (min): 500.000,00 U.I/Kg; Vitamina E (min): 1.250,00 U.I/Kg; Vitamina K3 (min): 400,00 mg/Kg; Zinco (min): 12,50 g/Kg; Bacitracina de Zinco: 5.000,00 mg/kg. *Energia metabolizável aparente. MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).

Tabela 2: Produção e peso de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar *Split Feeding* (2018)

Tratamentos	Ovos/ave dia	Peso ovos (g)
MC	0,952 b	63,528 ab
SFB	0,964 b	63,522 a
SF-2	0,976 a	63,085 ab
SF+2	0,988 a	62,759 b
p valor	<0,01	0,014

Medianas seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). % MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).

Tabela 3: Pesos corporais médios (Kg) de poedeiras (41 a 48 semanas) submetidas ao programa alimentar *Split Feeding*, (2018).

		Peso aves (Kg)
Tratamentos	MC	1,591
	SFB	1,585
	SF-2	1,592
	SF+2	1,623
Períodos	Inicial	1,578
	Fim 1º Período	1,598
	Fim 2º Período	1,617
CV		8,340
p valor	Tratamentos	0,867
	Períodos	0,654
	Interação	0,306

Teste de Tukey (p<0,05). MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).

Tabela 4: Parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar *Split Feeding* (2018)

Tratamentos	Cálcio (mg/dL)	Fósforo (mg/dL)	Proteína (g/dL)	Albumina (g/dL)
MC	28,526	8,528	5,784	2,24
SFB	26,868	6,826	5,808	2,176
SF-2	27,554	7,004	5,892	2,172
SF+2	28,732	7,35	5,816	2,176
CV	12,02	17,16	7,26	4,32
p valor	0,7997	0,1869	0,9797	0,6252

Teste de Tukey (p<0,05). MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).

Tabela 5: Parâmetros de qualidade interna de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar *Split Feeding* (2018)

TRAT	UH	% G	% A	IG	IA	pH G	pH A
MC	78,46	28,02 a	56,50	0,432	0,073	6,10	8,38
SFB	80,04	26,96 b	57,11	0,430	0,076	6,07	8,40
SF-2	77,32	26,76 b	56,57	0,431	0,071	6,08	8,42
SF+2	80,59	27,68 ab	56,19	0,425	0,076	6,08	8,55
CV	8,19	6,00	5,36	5,94	19,53	1,31	2,26
p Valor	0,099	0,0018	0,5904	0,6717	0,3805	0,9074	0,211

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%). Unidades Haugh(UH); porcentagem de gema (%G); porcentagem de albúmen (%A); índice de gema (IG); índice de albúmen (IA); pH da gema (pH G); pH do albúmen (pH A).

Tabela 6: Parâmetros de qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras (41 a 48 semanas) em programa alimentar *Split Feeding* (2018)

TRAT	GE	EMC (mm)	PMC	%Casca ¹	%Ca ¹	%P	%Mg
MC	1085,71 b	0,448	152	11,27	37,258	0,380	0,0321
SFB	1086,89 ab	0,447	160	11,58	36,801	0,385	0,0320
SF-2	1087,93 a	0,438	153	11,43	37,098	0,468	0,0319
SF+2	1088,26 a	0,430	160	11,54	37,003	0,372	0,0320
CV	-	-	-	6,64	0,66	-	-
p valor	0,0011	0,1833	0,1092	0,2677	0,6529	0,9732	0,2243

Medianas seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). ¹ Tukey 5%. MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base - 2%); SF+2(Split feeding base+2%). Gravidade específica (GE); Espessura média da casca (EMC); Número médio de poros da casca (PMC); Porcentagem de casca (%Casca); Porcentagem de cálcio (%Ca); Porcentagem de fósforo (%P); Porcentagem de magnésio (%Mg).

Tabela 7: Custos por quilo das rações (\$/Kg ração), do preço unitário de ovos (\$/Ovo) e por dúzia (\$/Dz) produzida em relação às dietas experimentais no programa alimentar *Split feeding* (Janeiro 2018)

Tratamentos	\$/Kg Ração	\$/Ovo	\$/Dz
MC	0,251	0,028	0,340
SFB	0,253	0,029	0,343
SF-2	0,241	0,027	0,321
SF+2	0,258	0,028	0,342

*Cotação do dólar no período em Janeiro de 2018 (R\$ 3,18/\$).

CAPÍTULO 3

(Redigido conforme as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola)

1 **Digestibilidade de rações e composição centesimal de ovos de**
2 **poedeiras comerciais em sistema de *Split feeding***

3
4
5
6 Marina Cruvinel Assunção Silva-Mendonça*, Guilherme Arantes Mendonça,
7 Fernanda Heloísa Litz, Sâmela Keila Almeida dos Santos, Camilla Ferreira
8 Batista¹, Ednaldo Carvalho Guimarães, Evandro de Abreu Fernandes.

9
10 *Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária,*
11 *Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia- MG, Brasil.*

12 ¹ *Graduanda da Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia,*
13 *Uberlândia- MG, Brasil.*

14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

*Autor correspondente: M.C.A. Silva-Mendonça, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Rua Ceará, s/n, sala 3, Bloco 2D, Umuarama, Uberlândia, MG 38400-902, Brasil. e-mail: marinacruvinel@hotmail.com

28 **Resumo**

29 O objetivo deste estudo foi avaliar a composição bromatológicas de ovos de poedeiras
30 comerciais e a digestibilidade de rações no programa alimentar *Split feeding*. Foram utilizadas
31 240 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann LSL* divididas em quatro tratamentos (60
32 aves/tratamento), com cinco repetições cada. Os tratamentos foram: MC – programa alimentar
33 convencional (50% de ração pela manhã e 50% a tarde); SFB:*Split feeding* base (ração da
34 manhã com mais alta densidade energia/proteína e baixa em cálcio e ração da tarde com mais
35 baixa densidade energia/proteína e alta em cálcio); SF-2: programa alimentar SFB com
36 redução de 2% nos nutrientes; SF+2: programa alimentar SFB com acréscimo de 2% dos
37 nutrientes. O experimento foi conduzido ao longo de 56 dias (dois ciclos de 28 dias). As aves
38 foram alimentadas duas vezes ao dia, recebendo cada uma 108 g de ração/dia, dividida em
39 54g pela manhã (7h) e 54g à tarde (15h). Ao final de cada período, os ovos foram coletados e
40 analisados em laboratório quanto a matéria seca (MS); matéria mineral (MM); proteína bruta da
41 gema (PBG) e do albúmen (PBA); extrato etéreo da gema (EEG); matéria seca da casca
42 (MSC) e matéria mineral da casca (MMC); além disso, foram realizados testes de
43 digestibilidade das rações por coleta total de excretas. A exigência nutricional de galinhas
44 poedeiras variou durante o dia, estabelecendo um requerimento de diferentes nutrientes para a
45 formação do ovo. A reestruturação dos níveis nutricionais para atender a utilização de dietas
46 divididas se mostrou eficiente, o que indica que o sistema *Split Feeding* pode ser utilizado em
47 larga escala, com possíveis ganhos produtivos e econômicos.

48

49 **Palavras-chave:** Exigência nutricional; dietas divididas; produção de ovos.

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60 **Introdução**

61 A incessante busca por novos métodos, técnicas e manejos que melhorem a qualidade e
62 quantidade dos ovos produzidos por poedeiras comerciais, é uma constância na avicultura de
63 postura. Melhorar a capacidade digestiva das aves permitiria a incorporação de uma proporção
64 maior de alimentos de menor qualidade, reduzindo também a competição entre humanos e
65 aves pelos mesmos ingredientes para ração, com conseqüente melhoria nos custos e na
66 eficiência do processo (Adeyemo et al., 2017)

67 As exigências nutricionais das galinhas poedeiras são influenciadas por fatores, como
68 linhagem das aves; a produção em massa de ovos; procedimentos de manejo que incluem
69 ambiência, equipamentos e instalações, densidades de alojamento, espaçamento de
70 comedouros e manejos de arrazoamento (Perazzo et al., 2015).

71 No manejo tradicional de alimentação os ingredientes oferecidos nas rações buscam
72 satisfazer os requisitos variáveis de nutrientes durante o dia. Visto que o ovo é produzido ao
73 longo do dia, e que a demanda de nutrientes é variável em cada fase de sua formação
74 Keshavarz (1998a), sugeriu a criação de um sistema de alimentação dividida denominado *Split*
75 *feeding*. Neste manejo são fornecidas duas dietas ao longo do dia, uma mais energética e
76 proteica nas primeiras horas do dia, objetivando a síntese do albúmen, e outra no período da
77 tarde rica em cálcio, focando na formação da casca (Molnár et al., 2018).

78 Não só a capacidade da ave em selecionar os alimentos, mas a qualidade e quantidade
79 ingerida de determinado nutriente são determinantes para ajustar as necessidades nutricionais
80 (Cruz et al., 2005). Através da digestibilidade, pode-se determinar a efetividade de um alimento
81 e conseqüentemente de um sistema. Além disso, um fator importante é a oferta de níveis
82 adequados de energia, já que falhas podem levar a perdas de produtividade, comprometimento
83 do peso e qualidade dos ovos (Ribeiro et al., 2011).

84 A busca por sistemas de criação mais eficientes é a chave para a lucratividade da
85 produção, partindo desde a redução da ingestão de alimentos que compõem as dietas, até a
86 maximização da qualidade das rações (Clark et al., 2019). Porém, a diminuição drástica de
87 componentes como a proteína bruta, pode alterar a conversão alimentar, a produção e a
88 qualidade de ovos (Ribeiro et al., 2016).

89 Objetivou-se avaliar a composição bromatológica de ovos de poedeiras comerciais e a
90 digestibilidade de rações no programa alimentar de dietas divididas, *Split feeding*, buscando
91 uma estratégia alimentar alternativa e eficiente para o setor de ovos.

92

93 **Materiais e Métodos**

94 ***Aves e criação:***

95 O experimento foi realizado de Janeiro a Março de 2018 na Granja de Experimentação
96 de Aves (AVIEX), na Fazenda do Glória- FUNDAP, da Faculdade de Medicina Veterinária da
97 Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG, e aprovado pela Comissão de Ética
98 na Utilização de Animais (CEUA/UFU n°114/17).

99 Utilizou-se 240 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann LSL*, com 38 semanas de
100 idade, e o experimento foi conduzido num galpão aberto de alvenaria, laterais teladas, telhado
101 em estrutura metálica e telhas de fibro-cimento, com sete metros de largura, 30 metros de
102 comprimento e duas fileiras centrais de gaiolas de postura (50x45cm) justapostas ocupando 20
103 metros lineares. As galinhas foram distribuídas ao acaso em número de seis aves por gaiola
104 (375cm²/ave) ocupando 40 gaiolas, 20 de cada lado, equipadas com comedouro linear na
105 região frontal e bebedouros do tipo nipple na porção superior. Durante a pesquisa receberam
106 17 horas de luz diária entre luz natural e artificial (12 lux m⁻²) e água potável *ad libitum*.

107 ***Tratamentos experimentais:***

108 Foram programados quatro tratamentos (60 aves/tratamento), com cinco repetições
109 cada (12 aves/repetição). Os tratamentos foram determinados num esquema fatorial (dietas x

110 período de arraçoamento) entendendo por período de arraçoamento manhã e tarde. As rações
 111 foram produzidas a base de milho e farelo de soja (Tabela 1).

112 Tabela 1: Composição de ingredientes e níveis nutricionais das rações experimentais.

Dietas experimentais*	MC	SFB		SF-2		SF+2	
Ingredientes (%)	-	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>	<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>
Milho 8,0%	67,62	54,45	58,94	56,44	61,84	59,58	56,00
Farelo trigo	0,00	15,00	0,00	18,00	0,00	8,88	0,00
Farelo soja 46,5%	21,32	27,04	19,02	23,00	17,92	28,44	20,19
Fosfato Bicálcico	1,27	0,19	1,46	0,05	1,41	0,27	1,51
Calcário 37	8,34	1,40	17,70	1,48	17,36	1,38	18,04
Óleo de soja	0,43	1,00	1,88	0,00	0,46	0,54	3,29
Premix postura ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20
Bicarbonato de Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,19	0,12	0,16	0,13	0,15	0,12	0,17
L-Lisina	0,03	0,00	0,02	0,09	0,04	0,00	0,01
Composição Nutricional Calculada							
EM (Kcal/Kg)**	2820	2820	2600	2765	2548	2875	2650
Proteína Bruta (%)	15,50	19,37	13,71	18,21	13,44	19,48	14,00
Cálcio (%)	3,50	0,70	7,00	0,69	6,86	0,71	7,14
Cloro (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Potássio (%)	0,59	0,81	0,52	0,77	0,51	0,79	0,53
Sódio (%)	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16
Fósforo Disp. (%)	0,35	0,20	0,37	0,18	0,36	0,20	0,38
Fibra bruta (%)	2,41	3,95	2,13	4,03	2,11	3,54	2,14
Extrato etéreo (%)	3,12	3,82	4,22	2,95	2,89	3,35	5,51
Lisina Dig. (%)	0,71	0,88	0,63	0,87	0,62	0,90	0,64
Met+Cis Dig. (%)	0,67	0,69	0,59	0,67	0,58	0,70	0,60
Metionina Dig. (%)	0,45	0,42	0,39	0,41	0,38	0,43	0,40

113 ¹Premix vitamínico e minerais (níveis de garantia por Kg): Ácido pantotênico (min): 1.250,00 mg/Kg; Cobre (min):
 114 2000,00 mg/Kg; Colina (min): 58,59 g/Kg; Ferro (min): 12,50 g/Kg; Iodo (min): 300,00 mg/Kg; Manganês (min):
 115 17,50 g/kg; Metionina (min): 85,75 g/Kg; Niacina (min): 5000,00 mg/Kg; Selênio (min): 50,00 mg/Kg; Vitamina A
 116 (min): 1.750.000,00 U.I/Kg; Vitamina B12 (min): 2.000,00 mcg/Kg; Vitamina B2 (min): 750,00 mg/Kg; Vitamina D3
 117 (min): 500.000,00 U.I/Kg; Vitamina E (min): 1.250,00 U.I/Kg; Vitamina K3(min): 400,00 mg/Kg; Zinco(min): 12,50
 118 g/Kg; Bacitracina de Zinco; 5.000,00 mg/kg. *Dietas experimentais: MC(Método convencional), SFB(Spit feeding
 119 base), SF-2(Split feeding base -2%), SF+2(Split feeding base+2%). **Energia metabolizável aparente.

120

121 Foi realizado um período de adaptação das aves frente às rações por sete dias, já
 122 distribuídas aleatoriamente dentro do escopo experimental. A duração do experimento foi de 56
 123 dias de forma a incluir dois ciclos de 28 dias cada. As aves de todos os tratamentos foram

124 manualmente alimentadas duas vezes ao dia, recebendo cada uma 108g de ração/dia, dividida
125 em 54g pela manhã (7:00) e 54g à tarde (15:00), distribuídas nos tratamentos a seguir:

126 - Método convencional (MC): tratamento testemunha com dieta formulada tomando como
127 referência níveis nutricionais do manual da linhagem *Lohman LSL* e de Rostagno et al. (2017),
128 e distribuída no período da manhã (50%) e no período da tarde (50%).

129 - Split feeding base (SFB): o fornecimento da dieta diária foi dividido em duas rações (manhã e
130 tarde). A ração base da manhã foi formulada priorizando atender as exigências nutricionais
131 para formação do albúmen e membranas internas do ovo. Para o período da tarde, foi
132 formulada priorizando atender a formação da casca do ovo. Para a formulação desta dieta,
133 adotou-se como referência os trabalhos de Leeson e Summers (1978), Chah e Moran (1985) e
134 Molnár et al. (2017).

135 - Split feeding -2% (SF-2): a dieta foi dividida em duas rações, formuladas com menos 2% dos
136 níveis nutricionais das rações SFB.

137 - Split feeding +2% (SF+2): a dieta foi dividida em duas rações, formuladas com mais 2% dos
138 níveis nutricionais das rações SFB

139 Em todos os tratamentos a quantidade de calcário das rações foi dividida em 40% de
140 calcário fino (filler) e 60% de calcário pedrisco G4.

141 Os ingredientes das rações foram analisados no LAMRA (Laboratório de Análises de
142 Matéria Prima e Ração, Faculdade de Medicina Veterinária da UFU), para dar suporte à
143 formulação das rações.

144 **Composição bromatológica dos ovos:**

145 Ao final de cada ciclo experimental (28 dias), foram coletados ao acaso 30 ovos de cada
146 tratamento e enviados ao Laboratório de Análise de Ração e Matéria Prima (LAMRA) da
147 Faculdade de Medicina Veterinária da UFU para análises bromatológicas. Foram determinados
148 os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta da gema (PBG) e do

149 albúmen (PBA); extrato etéreo da gema (EEG); matéria seca da casca (MSC) e matéria mineral
 150 da casca (MMC) segundo metodologias proposta pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação
 151 Animal (BRASIL, 2009).

152 **Ensaio de digestibilidade:**

153 Na última semana de cada ciclo experimental foram conduzidos ensaios para determinar
 154 a digestibilidade dos componentes nutricionais das rações de cada tratamento (Figura1).
 155 Durante cinco dias, duas vezes ao dia (manhã e tarde) foram coletadas as excretas das aves,
 156 recolhidas por bandejas metálicas instaladas e forradas com saco plástico abaixo de cada
 157 gaiola. Foram utilizadas cinco gaiolas por tratamento, contendo seis aves cada. O consumo de
 158 ração era determinado a cada período de coleta. As fezes eram recolhidas, pesadas,
 159 armazenadas em sacos plásticos identificados e congeladas para posterior envio ao laboratório
 160 (LAMRA).

	04:30	07:00	07:20	15:00	15:20	21:30
TRATAMENTOS	L I G A R		C O L E T A		C O L E T A	A P A G A R
MC		DIETA MC		DIETA MC		
SFB		DIETA SFB MANHÃ		DIETA SFB TARDE		
SF-2		DIETA SF-2 MANHÃ	M A N H Ã	DIETA SF-2 TARDE	T A R D E	
SF+2		DIETA SF+2 MANHÃ		DIETA SF+2 TARDE		L U Z

162 Figura 1: Cronograma de coletas de excretas e distribuição das dietas experimentais. Coleta da manhã:
 163 fezes provenientes do consumo de ração da tarde anterior. Coleta da tarde: fezes provenientes do
 164 consumo de ração do período da manhã.

166 Após descongelamento e homogeneização as amostras foram distribuídas em estufa de
 167 circulação forçada durante 72 horas. Após este período, foram resfriadas em temperatura
 168 ambiente e novamente pesadas e amostradas para determinação de matéria seca (MS), cálcio
 169 (Ca), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB). Todas as análises foram

170 realizadas no LAMRA seguindo metodologias adaptadas e propostas pelo Compêndio
171 Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2009).

172 **Determinação dos coeficientes de digestibilidade:**

173 Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca das dietas, da PB, do EE e do Ca,
174 foram determinados com base no consumo de ração e na quantidade de excreta produzida
175 seguindo formulas propostas por Sakomura e Rostagno (2007). Foram comparados os
176 tratamentos e os períodos de distribuição em que as rações foram oferecidas.

177 Para determinação da quantidade de alimentos ou nutrientes retidos foi realizado o
178 cálculo:

$$179 \quad \text{Alimento/ Nutriente retido} = \text{ingerido (g)} - \text{excretado (g)}$$

180 **Análise estatística:**

181 Os dados foram inicialmente submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade
182 das variâncias (5% de significância) e em seguida as médias comparadas pelo teste de Tukey
183 ($p < 0,05$). Para os dados que não seguiram aquela premissa, foi realizado teste não
184 paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011) para
185 análise de variância e IBM-SPSS (IBM, 2011) para as demais análises.

186

187 **Resultados e Discussão**

188 Nenhuma composição bromatológica dos ovos diferiu entre os tratamentos (Tabela 2). A
189 divisão das dietas e o incremento ou redução de nutrientes nas rações não alteraram a %MM
190 da casca e não influenciaram na composição dos ovos avaliados. Isto demonstra que não há
191 alteração na composição nutricional dos ovos quando adotado um sistema de *Split feeding*,
192 sinalizando inclusive que as rações divididas com os menores níveis nutricionais testados (SF-
193 2) podem sustentar a qualidade nutricional dos ovos, num sistema eficaz de produção.

194 Tabela 2: Composição bromatológicas de ovos de poedeiras comerciais em programa
195 alimentar *Split Feeding*.

TRAT ²	MS A (%)	MM A (%)	MS G (%)	MM G (%)	MS C (%)	MM C ¹ (%)	PB A (%)	PB G (%)	EE G (%)
MC	12,55	0,79	50,73	1,63	99,47	97,07	11,08	18,23	30,87
SFB	12,93	0,79	52,43	1,74	99,55	97,07	11,52	17,90	32,79
SF-2	12,72	0,81	51,21	1,60	99,37	97,04	11,30	18,12	31,56
SF+2	12,88	0,85	52,55	1,73	99,42	97,20	11,18	18,52	32,48
CV	-	-	-	-	-	0,390	-	-	-
p Valor	0,883	0,079	0,768	0,812	0,075	0,767	0,719	0,91	0,457

196 *Teste de Kruskal-Wallis (p<0,05). ¹Teste de Tukey 5%. ²Tratamentos: MC(método convencional); SFB(Split*
197 *feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).MSA e MS G(Matéria seca do albúmen*
198 *e da Gema); MM A e MM G(Matéria mineral do albúmen e da Gema); MS C e MM C(Matéria seca e Matéria*
199 *Mineral da casca); PB A e PB G(Proteína bruta do Albúmen e da Gema); EE G(Extrato etéreo da Gema).*
200

201 A partir dos cálculos dos coeficientes de digestibilidade de nutrientes das dietas
202 experimentais (Tabela 3) foi verificada interação entre os tratamentos e o período do dia em
203 que as rações eram oferecidas e apenas no coeficiente digestibilidade do cálcio (CD Ca) foi
204 constatada diferença entre os tratamentos estudados.

205 Tabela 3: Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e
206 cálcio de dietas divididas para poedeiras comerciais submetidas ao sistema de Split feeding.

		CD MS (%)	CD PB (%)	CD EE (%)	CD Ca (%)
Trat.¹	MC	73,86	90,93	93,90	96,65 a
	SFB	70,06	89,37	95,49	94,70 c
	SF-2	70,43	90,16	95,96	95,56 b
	SF+2	72,15	89,27	96,52	95,01 bc
Período	Manhã	78,81	94,04	97,21	95,45
	Tarde	64,44	85,82	93,72	95,51
CV	CV	2,76	1,31	1,22	0,68
p Valor	Trat.	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
	Dieta	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,7721
	Interação	0,0157*	<0,0001*	<0,0001*	0,231

207 *Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. *<0,0001. ¹Tratamentos:*
208 *MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split feeding base+2%).*

209 No tratamento MC foi obtido o maior coeficiente de digestibilidade do cálcio comparado
210 ao sistema de divisão, apesar desses apresentarem na composição das rações níveis
211 superiores de cálcio e as aves consumirem toda a dieta oferecida diariamente, sem sobra de

212 ração. Segundo Molnár et al. (2017), poedeiras submetidas ao sistema de *Split feeding*
213 consumiram mais cálcio que aves do sistema convencional. Os autores não utilizaram no
214 sistema *Split*, suplementação de cálcio na dieta da manhã, oferecendo o mesmo apenas na
215 ração da tarde. Descreveram que este pode ser um dos motivos de não ter havido melhora na
216 produção, pois o cálcio era fornecido muito tarde. Afirmam ainda que uma melhor abordagem
217 seria o oferecimento de fontes de cálcio de absorção imediata no período da manhã, prática
218 esta utilizada neste estudo, com uma pequena inclusão de fonte de cálcio.

219 As fontes de cálcio utilizadas nesta pesquisa foram fosfato bicálcio e calcário calcítico
220 (37% Ca). Segundo Sordi (2019), os valores de digestibilidade do Ca para poedeiras com
221 fontes de fosfato bicálcico são em torno de 84,8%, e com fontes de calcário de 43,1 a 68,60%.
222 Araujo et al. (2011) observaram valores entre 82,56 a 85,88%, menores que os avaliados neste
223 estudo (SFB: 94,7% a MC: 96,65%).

224 O coeficiente de digestibilidade da matéria seca no período da manhã foi maior no MC
225 que nos sistemas *Split*, entretanto no período da tarde as rações dos quatro tratamentos,
226 embora menores em relação às rações da manhã, foram iguais em digestibilidade, sugerindo
227 que no momento de formação da casca, inclusive a ração tradicional (MC) tem uma perda de
228 digestibilidade da MS (Tabela 4).

229 Para a proteína bruta observou que o coeficiente de digestibilidade das quatro rações
230 testadas foram iguais no período da manhã, e superiores em cada tratamento para a ração
231 correspondente ao período da tarde. Uma variação de valores foi observada entre as rações do
232 período da tarde em que o SF+2 mostrou-se igual ao *Split* base e inferior aos demais.
233 Destaque para a ração do SF-2, que teve os níveis nutricionais reduzidos, porém com um
234 coeficiente de digestibilidade igual ao tratamento testemunha (MC).

235

236

237 Tabela 4: Desdobramento dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EE das dietas
 238 divididas nos sistemas de *Split feeding*.

Tratamentos ¹ Período	MC	SFB	SF-2	SF+2
CD MS (%)				
Manhã	82,28 Aa	76,88 Ab	76,91 Ab	79,18 Ab
Tarde	65,44 B	63,25 B	63,95 B	65,12 B
CD PB (%)				
Manhã	94,15 A	93,67 A	94,33 A	94,02 A
Tarde	87,71 Ba	85,08 Bab	85,99 Ba	84,51 Bb
CD EE (%)				
Manhã	97,11 Aab	96,34 Ab	97,82 Aa	97,56 Aab
Tarde	90,70 Bc	94,64 Bab	94,09 Bb	95,47 Ba

239 *Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey*
 240 *5%.¹Tratamentos: MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split*
 241 *feeding base+2%).*

242 Com relação ao CD EE da ração da manhã, somente o tratamento SFB mostrou-se
 243 menor que o SF-2, embora observa-se que este mesmo tratamento se igualou aos resultados
 244 de digestibilidade do SF+2 e do MC. No período da tarde o menor coeficiente encontrado foi na
 245 ração MC. Observa-se que nos quatro tratamentos o período da manhã apresentou um maior
 246 CD EE que o período da tarde, demonstrando a importância deste nutriente no momento das
 247 sintetizações do albúmen e membranas.

248 Em todos os tratamentos verificou-se uma maior digestibilidade para a ração da manhã
 249 comparado à tarde, provavelmente devido a maior demanda energética e proteica neste
 250 período. Segundo Keshavarz (1998b) as demandas nutricionais das poedeiras variam, porém o
 251 consumo de proteína não só pela manhã, mas também a tarde é necessário para manter
 252 satisfatoriamente o desempenho da produção de ovos. Hiramoto *et al.*(1990) em estudos que
 253 avaliaram a síntese proteica para a formação do ovo, afirmaram que a mais alta síntese de
 254 proteínas acontecia quando o óvulo estava presente no magno, seguida por uma imediata
 255 diminuição na porção do istmo. Levando em consideração o tempo de formação dos
 256 componentes e estrutura do ovo, e que no sistema de produção atual a maioria das aves põem
 257 seus ovos no período da manhã e logo a seguir iniciam a produção de um novo ovo, a maior

demanda energética e proteica se daria durante o período matutino, fato este evidenciado neste estudo.

Com relação ao consumo de ração, em todos os tratamentos as aves se alimentaram de todo o alimento oferecido nos períodos, não havendo sobra de ração. A quantidade de alimento e de nutrientes retidos nas aves (Tabela 5) sofreu interação entre os tratamentos analisados e o período de oferecimento das rações.

Tabela 5: Retenção de matéria seca (MS R), proteína (PB R), extrato etéreo (EE R) e cálcio (Ca R) em poedeiras comerciais submetidas a dietas divididas no sistema de Split feeding.

		MS R (g/ave/dia)	PB R (g/ave/dia)	EE R (g/ave/dia)	Ca R (g/ave/dia)
Trat.¹	MC	35,731	8,995	1,189	5,078
	SFB	33,852	9,673	1,442	4,647
	SF-2	34,162	10,209	1,466	5,099
	SF+2	34,994	8,686	1,854	4,772
Período	Manhã	37,931	10,946	1,375	4,409
	Tarde	31,439	7,836	1,601	5,388
CV	CV	3,10	1,54	1,25	0,68
p Valor	Tratamento	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
	Dieta	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
	Interação	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

Teste de Tukey 5%.¹Tratamentos: MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base - 2%); SF+2(Split feeding base+2%).

A menor quantidade de matéria seca retida (Tabela 6), correspondente à ração do período da manhã, foi encontrada no tratamento SFB. Não houve diferença entre os tratamentos para esta variável nas rações oferecidas no período da tarde, porém nota-se que em todos os tratamentos analisados houve uma maior retenção de matéria seca durante a manhã comparada à tarde. Independente dos níveis nutricionais e do tipo de sistema de distribuição da ração as aves mantiveram maior retenção de matéria seca no período da manhã, ratificando assim sua necessidade de maior aporte nutricional no período matutino.

Com relação à quantidade, em gramas por ave por dia, de PB R, no SF-2 observa-se a maior retenção deste nutriente, entre os tratamentos *Split feeding* bem como a dieta tradicional.

278 Analisando o período da tarde, a maior quantidade de grama diária de proteína retida ocorreu
 279 no sistema MC, exatamente a ração que continha a mesma concentração proteica do período
 280 da manhã, bem como a mesma ingestão, e como demonstrado neste estudo, um período de
 281 alimentação possivelmente sem interferência na composição proteica do albúmen. Isto
 282 demonstra que em todos os tratamentos houve maior retenção proteica no período da manhã,
 283 ratificando a maior demanda deste nutriente pela ave neste período do dia.

284 Tabela 6: Desdobramento da quantidade de matéria seca (MS R), proteína (PB R), extrato
 285 etéreo (EE R) e cálcio (Ca R) retido em poedeiras comerciais submetidas a dietas divididas no
 286 sistema de *Split feeding*.

Tratamentos ¹ Período	MC	SFB	SF-2	SF+2
MS R (g/ave/dia)				
Manhã	39,805 Aa	36,776 Ac	37,064 Aab	38,077 Ab
Tarde	31,658 B	30,928 B	31,261 B	31,910 B
PB R MS R (g/ave/dia)				
Manhã	9,314 Ad	11,578 Ab	12,474 Aa	10,418 Ac
Tarde	8,676 Ba	7,768 Bc	7,945 Bb	6,954 Bd
EE R MS R (g/ave/dia)				
Manhã	1,229 Ac	1,100 Bd	1,760 Aa	1,409 Bb
Tarde	1,148 Bd	1,784 Ab	1,172 Bc	2,298 Aa
Ca R MS R (g/ave/dia)				
Manhã	5,093 a	3,869 Bd	4,640 Bb	4,035 Bc
Tarde	5,062 c	5,424 Ab	5,559 Aa	5,509 Aa

287 Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey
 288 5%. ¹Tratamentos: MC(método convencional); SFB(Split feeding base); SF-2(Split feeding base -2%); SF+2(Split
 289 feeding base+2%).

290 Segundo Perazzo *et al.* (2015), a redução dos níveis proteicos das dietas para poedeiras
 291 pode causar perdas na produção e no desenvolvimento das aves, contudo não se sabe o real
 292 limite de diminuição deste nutriente a fim de reduzir custos na produção. Analisando o
 293 tratamento SF-2 em que os níveis nutricionais de PB foram reduzidos em relação aos
 294 tratamentos *Split feeding*, observou mesmo assim, que dentro de cada tratamento houve uma
 295 maior quantidade de PB (g/a/d) retida em decorrência da rações oferecidas no período da
 296 manhã. Possivelmente em outros estudos possam considerar até mesmo maiores reduções

297 destes nutrientes em um sistema *Split*, para verificação da real necessidade destas aves para a
298 produção de ovos.

299 Similar aos dados de PB pode-se observar maior retenção do EE no tratamento SF-2
300 entre os demais tratamentos nas rações oferecidas no período da manhã. Com relação às
301 rações oferecidas no período da tarde, a maior quantidade retida deste elemento ocorreu no
302 SF+2. Considerando os tratamentos individualmente, observou-se uma maior retenção do EE
303 no período da manhã nos tratamentos MC e SF-2 e menor taxa de retenção nos tratamentos
304 SFB e SF+2, não permitindo assim uma avaliação destes achados, haja vista, que a deposição
305 de material graxo na formação dos vitelos parece ter um comportamento diferente em relação à
306 formação do albúmen que é muito pontual no período de sua construção .

307 Analisando o Ca R não houve diferença no tratamento MC entre os períodos, por se
308 tratar da mesma ração, e nos demais uma maior quantidade de cálcio retido ocorreu nas
309 rações do período da tarde, quando as concentrações deste elemento eram maiores
310 confirmando assim a hipótese de que demanda por este mineral é maior para a formação da
311 casca do ovo, que ocorre no final da tarde e ao longo da noite. O tratamento MC demonstrou
312 quantidade igual de Ca (g/a/d) retido na ração do período manhã e naquela do período da
313 tarde, e este comportamento permite aventar a hipótese de que o Ca retido na ração do
314 período da manhã seja boa parte destinada a recompor o cálcio medular que possivelmente
315 fora demandado na construção da casca durante a noite. Se esta hipótese se confirmar pode-
316 se até mesmo supor que o sistema *Split feeding* minimizaria a demanda de cálcio medular,
317 favorecendo a homeostase deste mineral e permitindo assim uma maior longevidade da saúde
318 óssea ao longo da vida da poedeira.

319 Leeson e Summers (1978), em estudos de auto seleção de ingredientes, relataram que
320 as poedeiras consumiam mais cálcio, menos ração, proteínas e energia diariamente, quando
321 fornecidas dietas com alto teor energético, proteico e baixo cálcio pela manhã e o inverso no
322 período da tarde, semelhante ao apontado neste estudo. Segundo Chah e Moran (1985) as

galinhas consomem nutrientes de acordo com suas necessidades para formação do ovo podendo melhorar a casca e quantidade de albúmen.

A utilização do sistema de *Split feeding* mostra que a exigência nutricional de galinhas poedeiras varia durante o dia, estabelecendo uma requisição de diferentes nutrientes para a formação do ovo. A realocação dos nutrientes das rações com a utilização de dietas divididas se mostrou eficiente, o que indica que o sistema *Split Feeding* pode ser utilizado em larga escala, com possíveis ganhos produtivos e econômicos. Aprimorar os diferentes níveis nutricionais das rações divididas é um desafio que necessita de mais estudos e avaliações a campo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem à empresa Somai Nordeste S.A., pela doação das aves.

Referências

Adeyemo GO, Badmus RT, Longe OG, Ologhobo AD. Effect of Ad-libitum, Split and Restricted Feeding on Performance, Digestibility and Welfare of Broiler Chickens. *Biotechnology Journal International* 2017;18(3):1-7. <https://doi.org/10.9734/BJI/2017/32760>

Araujo JA, da Silva JHV, Costa FGP, de Sousa JMB, Givisiez PEN, Sakomura NK. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2011;40(5):997–1005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500009>

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Brasileira da Indústria de Alimentação Animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Métodos analíticos. In: *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*. São Paulo: Sindirações, 2009.

- 347 Chah CC, Moran ET. Egg Characteristics of High Performance Hens at the End of Lay When
348 Given Cafeteria Access to Energy, Protein, and Calcium. *Poultry Science*. 1985;64(9):1696–
349 712. <https://doi.org/10.3382/ps.0641696>
- 350 Clark CEF, Akter Y, Hungerford A, Thomson P, Islam MR, Groves PJ, et al. The intake pattern
351 and feed preference of layer hens selected for high or low feed conversion ratio. *PLoS One*.
352 2019;14(9):1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222304>
- 353 Cruz V, Pezzato A, Pinheiro D, Gonçalves J, Sartori J. Effect of free-choice feeding on the
354 performance and ileal digestibility of nutrients in broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*.
355 2005;7(3):143–50. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2005000300002>
- 356 Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*.
357 2011;35(6):1039–42. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- 358 Hiramoto K, Muramatsu T, Okumura J. Protein Synthesis in Tissues and in the Whole Body of
359 Laying Hens During Egg Formation. *Poultry Science*. 1990;69:264–9.
360 <https://doi.org/10.3382/ps.0690264>
- 361 IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM
362 Corporation.
- 363 Keshavarz K. Investigation on the Possibility of Reducing Protein, Phosphorus, and Calcium
364 Requirements of Laying Hens by Manipulation of Time of Access to These Nutrients. *Poultry
365 Science*.1998;77(9):1320–32.a <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1320>
- 366 Keshavarz K. Further Investigations on the Effect of Dietary Manipulation of Protein,
367 Phosphorus, and Calcium for Reducing Their Daily Requirement for Laying Hens. *Poultry
368 Science*. 1998;77(9):1333–46.b <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1333>
- 369 Leeson S, Summers JD. Voluntary Food Restriction by Laying Hens Mediated through Dietary
370 Self-Selection. *Poultry Science*. 1978; 19(4):417–24. <https://doi.org/10.1080/00071667808416496>
- 371 Molnár A, Maertens L, Ampe B, Buyse J, Zoons J, Delezie E. Effect of different split-feeding
372 treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying
373 hens. *Poultry Science*. 2018;97(1):88–101. <https://doi.org/10.3382/ps/pex255>

- 374 Molnár A, Maertens L, Ampe B, Buyse J, Zoons J, Delezie E. Supplementation of fine and
375 coarse limestone in different ratios in a split feeding system: Effects on performance, egg
376 quality, and bone strength in old laying hens A. Poultry Science. 2017;96(6):1659–1671.
377 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew424>
- 378 Perazzo FGC, Pinheiro SG, Lima MR. Exigências de aminoácidos para poedeiras. In: 29a
379 Reunião do CBNA – Congresso sobre Nutrição de Aves e Suínos 2015. 2015. p.11.
- 380 Ribeiro JV, Salguero SC, Vieira RA, Silva LM, Silva DL, Hannas MI, Albino LFT, Rostagno HS.
381 Crude protein levels in diets for laying hens. Archivos de Zootecnia. 2016;65(250): 225–229.
- 382 Ribeiro PAP, Burbarelli MFC, Ferreira NT, Ferreira JG, Antunes MT, Pulici PMM, Baião NC,
383 Albuquerque R. Níveis de energia metabolizável para poedeiras comerciais. In: Novos desafios
384 da pesquisa em nutrição e produção animal. Editora 5D. Pirassununga, SP, Brasil; 2011. p.
385 260.
- 386 Rostagno HS, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, et al. Tabelas
387 Brasileiras Para Aves e Suínos. 2017. 488 p.
- 388 Sakomura, N.; Rostagno, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.
389 Jaboticabal, SP: Funep-Unesp; 2007. 238p.
- 390 Sordi C. Digestibilidade de cálcio e de fósforo de fontes inorgânicas para galinhas poedeiras.
391 [Dissertação]. Chapecó-SC. Universidade do Estado de Santa Catarina; 2019.

CAPÍTULO 4
CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização do sistema de *Split feeding* verifica-se que a exigência nutricional de galinhas poedeiras varia durante o dia, de acordo com sua exigência por diferentes nutrientes para a formação do ovo. Os ingredientes da ração para poedeiras podem ser reduzidos em um sistema de *Split feeding* gerando o mesmo padrão de consumo, peso, produção, digestibilidade de nutrientes e qualidade de ovos que o método convencional de arraçamento. A diminuição de alguns ingredientes de mais alto custo da ração pode gerar uma produção economicamente mais eficiente e assim podem reduzir, em uma escala industrial, significativos contaminantes eliminados ao meio ambiente, como o nitrogênio e fósforo por exemplo. Aprimorar os diferentes níveis nutricionais das rações divididas é um desafio que necessita de constantes estudos e avaliações a campo.

ANEXO I



Universidade Federal de Uberlândia
 – Comissão de Ética na Utilização de Animais –



CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Avaliação de rações nutricionalmente divididas (*Split Feeding*) para galinhas poedeiras comerciais”, protocolo nº 114/17, sob a responsabilidade de **Evandro De Abreu Fernandes** – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS (CEUA) da UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, em reunião **23 de Fevereiro de 2018**.

(We certify that the project entitled “Avaliação de rações nutricionalmente divididas (*Split Feeding*) para galinhas poedeiras comerciais”, protocol 114/17, under the responsibility of Evandro De Abreu Fernandes - involving the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata, for purposes of scientific research - is in accordance with the provisions of Law nº 11.794, of October 8th, 2008, of Decree nº 6.899 of July 15th, 2009, and the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA) and it was approved for ETHICS COMMISSION ON ANIMAL USE (CEUA) from FEDERAL UNIVERSITY OF UBERLÂNDIA, in meeting of February 23rd, 2018).

Vigência do Projeto	Início: 19/03/2018 Término: 15/05/2018
Espécie / Linhagem / Grupos Taxonômicos	Ave
Número de animais	240
Peso / Idade	1,640 kg / 38 semanas
Sexo	Fêmeas
Origem / Local	AVIEX – Granja de Pesquisa Aves – Fazenda do Glória
Número da Autorização SISBIO	-
Atividade(s)	-

Uberlândia, 14 de março de 2018.

Prof. Dr. Lúcio Vilela Carneiro Girão
 Coordenador da CEUA/UFU

ANEXO II

NORMAS DO PERIÓDICO: BRITISH POULTRY SCIENCE

Manuscript preparation

General guidelines

1. Papers are accepted only in English. British English spelling and punctuation is preferred. Please use double quotation marks, except where “a quotation is „within“ a quotation”.
2. Papers must be double-spaced, leaving a margin of at least 40 mm on the left-hand side. Pages of text and references should be numbered at the top right hand corner.
3. All the authors of a paper should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the corresponding author. The affiliations of all named co-authors should be the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after the article is accepted.
4. For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms should not be used.
5. Authors must adhere to SI units. Units are not italicised.
6. When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.

Layout

Most manuscripts will be divisible into conventional form, but if another seems more appropriate the authors should consult the Editor. The conventional form comprises the following sections.

Abstract. *A series of numbered sentences or numbered short paragraphs briefly describing the purpose, approach, results and conclusions of the work, not to exceed 5% of the length of the following text (excluding references).*

Keywords Please include 5-8 keywords of terms relevant to your specific work, which are not used in the title. Preferably some of the keywords should be selected from this list.

Introduction. A description of background material to explain why the work was undertaken or culminating in a hypothesis. The object of the study should be clearly stated. Only representative, relevant references should be quoted.

Materials and Methods. A description of the broad outline of the approach taken and descriptions of the methods used *in sufficient detail to allow the work to be repeated.*

Results. A description of the findings.

Discussion. A consideration of the findings in relation to other published information and any initial hypothesis. The final paragraph(s) should present conclusions, but a separate heading is not required.

Acknowledgements. Brief formal acknowledgements may be included.

References. The journal uses the Chicago Author-Date reference style, with the modification that, where a paper has 3 or more authors, the in-text citation should cite the first author only.

The author is wholly responsible for the accuracy of the references.

Data availability statement. If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). Templates are also available to support authors.

Data deposition. If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a recognized data repository prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

Tables & Figures

These should follow the List of References.

Tables:

1. Tables should be strictly limited in number and authors should consider whether a point can be made without a Table, by a description and a few values in the text.
2. Each Table must be presented on a separate page, be numbered (except if it is the only Table) and be described by a brief informative title.
3. Specific points of detail should be made in numbered footnotes.
4. Very large Tables may cause difficulties in reproduction and should be avoided.
5. Supplementary data may be stored in a data banking system and a reference included to register this fact.

Figures:

1. Figures should only be included if they impart information not given in Tables.
2. Where values may be of intrinsic interest a Table is preferable.
3. Measures of variance are as important in Figures as in Tables. Lines must be bold and all symbols or hatching clear; symbols and points should be neat, well-defined (e.g. open or closed squares, circles or triangles) and unambiguous.
4. Diagrams and line drawings should be clear- and bold - in black, on white.
5. All Figures should be submitted larger than they are expected to appear in the Journal.
6. Approximate positions in the text should be indicated.
7. Explanatory captions should be brief but sufficient and typed where prompted on file upload.

8. Where appropriate a scale marker should be included and top and bottom indicated.
9. They should be identified as images/photographs, and numbered separately from figures. Details of numbering, identification and legends are as required for figures.
10. It is in the author's interest to provide the highest quality figure format possible. Please be sure that all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour.
11. Figures must be saved separate to text. Please do not embed figures in the paper file.
12. Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), PostScript or EPS (encapsulated PostScript), and should contain all the necessary font information and the source file of the application (e.g. CorelDraw/Mac, CorelDraw/PC).
13. All figures must be numbered in the order in which they appear in the paper (e.g. Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled (e.g. Figure 1(a), Figure 1(b)).
14. Figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the paper, and numbered correspondingly.
15. The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.
16. Colour figures will be reproduced in colour in the online edition of the journal free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply. Charges for colour pages in print are £250 per figure (\$395 US Dollars; \$385 Australian Dollars; 315 Euros). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$80 US Dollars; \$75 Australian Dollars; 63 Euros).

Aids to presentation

Contributors should consult recent issues of British Poultry Science for general presentation and remember that readers might require to translate the paper into another language. Complicated language and jargon will invite editorial alteration. In each specialist area of poultry science authors should approach the subject using the nomenclature and general standards of primary British journals in the field of study (e.g., *Journal of Physiology*, *Biochemical Journal*, *British Journal of Nutrition*, *Journal of Applied Bacteriology*, *Physics in Medicine and Biology*, *Heredity*, *Animal Behaviour*). **Nomenclature:** chemical nomenclature should follow the conventions of the Biochemical Society (*Biochemical Journal*, **145**: 13-14, 1975). Biochemical nomenclature should follow the recommendations of the IUPAC-IUB Commission (*Biochemical Journal*, **169**: 11-16, 1978). Enzymes should be defined initially by their full recommended names and EC numbers (*Enzyme Nomenclature* 1973, Amsterdam, Elsevier) and thereafter be referred to by accepted short names. Other specialised nomenclature should follow recent recommendations of a primary journal in the field. *Vitamins must be given their chemical names and identified as advised by IUNS (Nutrition Abstracts and Reviews Series, Series A, 48*: 831-835, 1978).

Approved names for genes can be accessed at the NCBI Entrez gene database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/>). Names of avian genes should follow those for human genes. Names of gene, RNA and proteins for different species must be formatted following international guidelines available at:

http://en.wikipedia.org/wiki/Gene_nomenclature

For birds, symbols of genes, cDNA and mRNA are in upper case italics and proteins are in upper case normal font. **Units.** The International System (SI) must be used - Baron, D.N. (1977).

Units, Symbols and Abbreviations. London, The Royal Society for Medicine. Common fundamental units are: metre (m), litre (l), kilogram (kg), Joule (J - the calorie is not acceptable), mole (mol), degree Celsius (°C) (kelvin (K) may also be used), lux (lx), Newton (N), Pascal (Pa). The following prefixes are used to indicate order of magnitude: n (10⁻⁹), μ (10⁻⁶), m (10⁻³), k (10³), M (10⁶), G (10⁹). Authors in unusual specialities should check carefully for conformity with the SI system.

Abbreviations. Very commonly used abbreviations in specific areas (for example, DNA, ATP) may be used without explanation. Abbreviations permitted in other areas that may not be familiar in poultry science (for example, releasing hormones) should be explained. If in doubt, explain. Units should appear in Roman type, symbols in italic and other abbreviations in Roman capitals without stops. Abbreviations are generally used in the singular and authors should avoid excessive use of idiosyncratic abbreviations and codings.

Concentrations, compositions, proportions. Chemical solutions should be expressed in molarities (M), where possible. In other cases w/v measures based on litres should be used. For solvent mixtures, ratios (for example: 1 chloroform: 2 methanol (v:v)) will be allowed. For compositions (for example, diet profiles), w/v expressions based on a relevant order of magnitude (g, kg) should be used. *Vitamins should be expressed as their chemical names and concentrations must be expressed on a mass basis, not in IU. Percentages are not to be used for any of these measures.*

Determinations and assays. All such methods must be accompanied by proof of, or a reference establishing, validity. The validity of any departures from an established method must be established. For binding assays (for example, radioimmunoassays) the guidelines of the **Journal of Endocrinology** (1980), **84**: 1-8 must be used. In addition to a reference, a statement concerning sensitivity, accuracy and specificity must be included.

Nomenclature for type of bird. Chicks: up to 2 weeks of age. (Broiler) chickens: meat type strains up to 8 weeks (or time of slaughter). Growers: layer type strains up to 12 weeks. Pullets: female layer type strains from 12 weeks to sexual maturity. Hens: mature females. Cockerels: mature males. **Note:** males between 12 weeks and maturity should simply be described as immature males.

Miscellaneous expressions. Indices of digestibility, protein quality (for example, Biological Value), proportional retention or availability (for example, nitrogen retention, net availability of ME) should be expressed as decimal coefficients or in identifying units (not as percentages). Egg production should be expressed as g egg/hen d or eggs produced/hen d (not as percentage production). Efficiency of food utilisation may be used as a general term but in specific reference to values, the ratio (preferably gain:food ratio) is required. In general, production measure:food ratios are preferred to their reciprocals.

Ethical standards. *Papers describing experiments which demonstrate a lack of concern for current ethical and welfare standards will not be accepted for publication.* The decision of the Editorial Board in this respect will be final.

Statistical standards. The experimental design and method of statistical analysis must be fully described. The statistical model must reflect the experimental design including both treatments and different sources of variation. The latter are identified by the experimental units to which treatments are applied. For example variation may be between pens or birds, or within birds when each bird receives several treatments. In analysis of variance these determine the appropriate residual mean squares against which treatment effects should be assessed. Special techniques may be necessary for correlated data from repeated sampling of individuals. Data transformation or analysis using Generalised Linear Models is more appropriate where data show non-constant variance, which sometimes arises from a restricted scale of measurement.

Presented results should include numbers of observations for each treatment combination. Parameters, such as means, differences between means, slopes etc., should be accompanied by estimates of variation. For unbalanced designs a residual standard deviation may be useful. Where transformations are used estimates of variation on the transformed scale are needed and means of transformed values should be derivable from those presented. For tests of hypotheses, distributions, degrees of freedom and values of test statistics should be presented along with significant probabilities. Experimental treatments with quantitative levels are more succinctly and appropriately described by contrasts of means (often polynomials) than by multiple range tests, following an overall test of the effect of the treatment. The conclusions should consider the possible influence of any confounded treatments on the response.

Procedures Authors will be emailed a PDF proof and a copyright transfer form. One corrected proof should be returned without delay. The copyright transfer form should be returned to the Publisher. Any special requirements about copyright should be made known by writing to the editor. The copyright and translation rights of papers become the property of British Poultry Science Limited.

Matters relating to subscriptions, offprints and advertising should be addressed to the Publisher: Taylor & Francis Ltd, 4 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxfordshire OX14 4RN, UK.

ARTICLE ACCESS

As an author, you will receive free access to your article on Taylor & Francis Online. You will be given access to the My authored works section of Taylor & Francis Online, which shows you all your published articles. You can easily view, read, and download your published articles from there. In addition, if someone has cited your article, you will be able to see this information. We are committed to promoting and increasing the visibility of your article and have provided guidance on how you can help.

Corresponding authors can receive a complimentary copy of the issue containing their article. Article reprints can be ordered when you receive your proofs. If you have any queries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at reprints@tandf.co.uk. To order extra copies of the issue containing your article, please contact our Customer Services team at OrderSupport@TandF.co.uk.

COPYRIGHT

It is a condition of publication that all contributing authors grant to British Poultry Science Ltd the necessary rights to the copyright in all articles submitted to the Journal, which is published for British Poultry Science Ltd by Taylor & Francis. Authors are required to sign an Article Publishing Agreement to facilitate this. This will ensure the widest dissemination and protection against copyright infringement of articles. The “article” is defined as comprising the final, definitive, and citable Version of Scholarly Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final and revised form, including the text, abstract, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material. Copyright policy is explained in detail at <http://journalauthors.tandf.co.uk/permissions/reusingOwnWork.asp>.

Using third-party material in your paper You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on requesting permission to reproduce work(s) under copyright .

OPEN ACCESS

This journal gives authors the option to publish open access via our Open Select publishing program, making it free to access online immediately on publication. Many funders mandate publishing your research open access; you can check open access funder policies and mandates [here](#).

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please contact openaccess@tandf.co.uk if you would like to find out more, or go to our Author Services website. For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go [here](#).

Updated 18-05-2018

NORMAS DO PERIÓDICO: REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA AVÍCOLA

Escopo e política A publicação da Revista Brasileira de Ciência Avícola é coordenada pela comissão editorial da FACTA (Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas). Todas as conclusões e resultados publicados são de responsabilidade integral do(s) autor(es).

A Revista Brasileira de Ciência Avícola é publicada trimestralmente e aceita apenas trabalhos originais de pesquisa que sejam relevantes à área de ciência avícola. As áreas consideradas para publicação são: Bioquímica e Biologia Celular; Construção, Ambiente e Bem-estar; Aves Silvestres; Produção e Manejo; Imunologia, Doenças Avícolas e Controle; Aves de Postura e Produção de Codornas; Nutrição; Fisiologia, Genética, Reprodução e Incubação; Tecnologia, Processamento e Segurança Alimentar. O objetivo principal da Revista é o de publicar artigos científicos e técnicos completos, assim como revisões de literatura na área de ciência avícola, escritos por pesquisadores e especialistas da área. Os autores que gostariam de publicar uma revisão de literatura, um editorial ou uma revisão técnica devem entrar em contato com o editor da Revista. Todos os manuscritos devem ser enviados em inglês. Os artigos são avaliados por revisão de pares de modo confidencial e imparcial.

O envio de um manuscrito à Revista Brasileira de Ciência Avícola significa que:

1. O artigo nunca foi publicado.
2. O artigo não está sendo enviado para publicação em outro lugar.
3. Todos os autores aprovaram o envio do artigo a Revista Brasileira de Ciência Avícola.
4. Todos os autores obtiveram permissão para publicar por parte dos empregadores ou instituições às quais são filiados.
5. As permissões necessárias, incluindo a aprovação ética, foram obtidas. Serão desconsiderados os trabalhos que descrevam experimentos que demonstram uma falta de preocupação com os padrões éticos e de bem estar animal.

O manuscrito deve ser enviado pelo sistema ScholarOne:

<https://mc04.manuscriptcentral.com/rbca-scielo>

As outras correspondências devem ser enviadas preferencialmente por email ou por correio para:

Brazilian Journal of Poultry Science

FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas

Avenida Andrade Neves, 2501 13070-001 – Campinas, SP, Brasil Tel. 55 (19) 3243-6555 Fax. 55 (19) 3243-8542

A Revista adota o software Grammarly/Plagiarism para identificação de plágio.

O processo de revisão dos manuscritos adotado pelo periódico é blind peer review.

Normas editoriais Artigos científicos O manuscrito deve conter os resultados de pesquisas originais que contribuem de modo relevante para o avanço da ciência avícola. Se alguma parte dos resultados já tiver sido publicada anteriormente como um resumo ou pequeno trabalho em algum evento científico, esta informação precisa constar no trabalho. Manuscritos que tragam novos conceitos, metodologias ou abordagens experimentais inovadoras terão prioridade.

O manuscrito deve ter as seguintes sessões:

Título Autor(es) Endereço para correspondência Resumo Palavras-chave Introdução Materiais e métodos Resultados Discussão Referências Agradecimentos que devem ser incluídos após a Discussão.

As sessões Resultados e Discussão podem ser apresentadas em conjunto. O resumo deve ter no máximo 250 (duzentas e cinquenta) palavras. As palavras-chave devem vir imediatamente após o resumo, em ordem alfabética, devem ser no máximo 5 (cinco) e devem ser palavras ou expressões que identifiquem o conteúdo do artigo.

Notas técnicas e Estudos de caso

Notas técnicas e estudos de caso devem ter a mesma estrutura de artigos científicos, incluindo as sessões (Introdução, Resumo, Material e métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências). Estas devem ser apresentadas em um texto com no máximo 1000 (mil) palavras, sem contar o Resumo e Referências, e não devem conter mais de três figuras e/ou tabelas.

Artigos técnicos

Artigos técnicos devem apresentar o desenvolvimento de novas metodologias e/ou técnicas que possam ser utilizadas de modo a contribuir para a área de ciência avícola. Estes artigos devem ter todas as sessões dos artigos científicos.

Editoriais e Revisões de convidados

Editoriais e Revisões de convidados serão publicadas somente através de convite. As revisões devem seguir as normas editoriais dos artigos científicos, porém sem as sessões Materiais e Métodos, Resultados e Discussão.

Layout do Manuscrito 1. Formato: cada manuscrito original deve ser devidamente identificado pelo título e nome(s) do(s) autor(es). A fonte utilizada deve ser Arial (tamanhos de fonte: 16pt para o título, 14pt para os subtítulos no corpo do texto e 12pt para

o corpo do texto), em espaçamento duplo e em papel A4 (21,0 x 29,7cm) com margens de 1,5 cm. As linhas e páginas devem ser numeradas consecutivamente. O manuscrito deve ser salvo em .doc (Microsoft Word ou editor de texto compatível). Somente nomenclaturas oficiais e reconhecidas serão aceitas. Abreviações não devem ser utilizadas no título.

2. Folha de rosto: todos os manuscritos devem ter uma folha de rosto com o título, o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) e a instituição de origem. Uma nota de rodapé com o endereço para correspondência completo e o email do autor a quem principal deve ser incluída nesta página.

3. Tabelas: as tabelas devem ser numeradas consecutivamente em números indo-arábicos e devem ter um título descritivo. Todas as explicações devem ser dadas em uma legenda imediatamente abaixo da figura. Todas as abreviações que apareçam na tabela devem ser explicadas nesta legenda, mesmo que sejam também explicadas no corpo do texto. As tabelas devem poder ser compreendidas sem qualquer referência ao corpo do texto.

4. Ilustrações (fotografias, gráficos e desenhos): as ilustrações devem ser numeradas consecutivamente em números indo-arábicos e devem ser enviadas no mesmo documento (arquivo) mas em páginas separadas, que devem também trazer o nome do artigo, o(s) nome(s) do(s) autor(es) e a indicação do local no corpo do texto onde a ilustração deve aparecer. Fotografias, figuras e material escaneado devem ser enviados em alta resolução (no mínimo 600 dpi) e no formato .tif ou .jpg. As figuras serão publicadas em preto e branco. Um acordo em relação aos custos da impressão colorida deve ser firmado caso o autor deseje publicar as ilustrações coloridas.

5. Unidades: o Sistema Internacional de Unidades (SI) deve ser usado para medidas e abreviações.

6. Referências: as referências devem aparecer em ordem alfabética de acordo com o sobrenome do autor. A lista completa de referências deve ser mencionada. Todos os autores de cada artigo devem ser citados.

Exemplos:

Bakst MR, Gupta K, Akuffo V. Comparative development of the turkey and chicken embryo from cleavage through hypoblast formation. *Poultry Science* 1997; 76(1):83-90.

Bouzoubaa K, Nagaraja KV. Epidemiological studies on the incidence of salmonellosis in chicken breeder/hatchery operations in Marocco. In: Snoeyenbos GH, editor. *Proceedings of the International Symposium on Salmonella*;1984; Kenneth Square,PA: American Association Avian Pathologists; 1985. p.337.

Briceno WNO, Guimarães FCR, Cruz FGG. Efeitos da densidade populacional de frangos de corte em época quente no município de Manaus. In: 10o Congresso Brasileiro de Avicultura; 1987; Natal, Rio Grande do Norte. Brasil. p. 131-2.

Gabriel JE. Efeitos do nível energético da ração e do estresse térmico na expressão da proteína de choque térmico Hsp70 e nos níveis do seu mRNA no fígado de frangos de corte em diferentes estágios de desenvolvimento. [Dissertation]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 1996.

Ginsburg M. Primordial germ cell development in avians. *Poultry Science* 1997; 76(1):91-5.

Simon VA, Oliveira C. Vacinação em avicultura através da água de bebida. In: Macari M, editor. *Água na avicultura industrial*. Jaboticabal: Funep-Unesp; 1996. p. 73-85.

Summers JD, Leeson S. *Commercial poultry nutrition*. 2 ed. New York; N.Y / State Manual Book & Periodical Services; 1997.

7. Citações no corpo do texto: o sobrenome do autor deve ser seguido pelo ano em parênteses. No caso de dois autores, os dois sobrenomes devem aparecer. No caso de mais de dois autores, a citação deve ser feita usando-se o sobrenome do primeiro autor seguido pela expressão *et al.* (em itálico). Exemplos: Simon (1996) Silva & Silva (1988) Briceno et al. (1987)

8. nomes científicos de microorganismos:

seguir as recomendações do Berg's Manual

9. Taxas: A Revista Brasileira de Ciência Avícola não cobra taxa para submissão, somente a taxa para publicação que é de US \$ 400,00 (quatrocentos dólares) por artigo aprovado.

10. Versão editorada: Uma versão editorada e diagramada será enviada ao autor cujos dados para correspondência aparecem na página de rosto do manuscrito. Eventuais correções feitas pelo autor nesta versão devem ser retornadas em até três dias, preferencialmente via fax. O editor se reserva o direito de enviar o manuscrito para a impressão sem o envio da versão editorada ao autor. O editor não deve ser considerado responsável por eventuais erros que apareçam no artigo publicado.

11. Direitos autorais: a transferência dos direitos autorais do artigo à FACTA é uma das condições para publicação na Revista Brasileira de Ciência Avícola. Os autores podem usar o artigo após a publicação sem autorização prévia da FACTA contanto que os devidos créditos sejam dados à Revista como o local original de publicação. Os autores são responsáveis pela obtenção de permissões para reproduzir no artigo materiais de outras fontes que sejam protegidos por direitos autorais.