

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-15. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.16>
Artigo Original. Recebido: 30/09/2020. Aceito: 02/03/2021. Publicado: 02/04/2021. Chave: e2020-84.

Avaliação de dietas hipocalóricas e hiperfibéricas na muda induzida em galinhas poedeiras

Evaluation of hypocaloric and hyperfibrous diets on molting induced in laying hens

Gutiérrez-Vázquez Ernestina^{1ID}, Ordaz-Ochoa Gerardo^{2ID}, Val-Arreola Daniel^{1ID},
Pérez-Sánchez Rosa^{3ID}, Juárez-Caratachea Aureliano^{*1ID}

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP, Querétaro, México. ³Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. *Autor para correspondência: Aureliano Juárez Caratachea. Km. 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro Tarímbaro, Michoacán, México. Correo electrónico: ernestinagvazquez@gmail.com, ordazog@gmail.com, dval_@hotmail.com, rosa_elenap@yahoo.com, aurelianojuarez@hotmail.com

RESUMO

Avaliou-se o efeito de dietas de baixa energia e alta fibra na muda induzida em galinhas poedeiras comerciais. Quarenta galinhas Rhode Island Red foram divididas em quatro esquemas de alimentação (EA): I) farinha de alfafa (FA), II) farelo de trigo (FT), III) FA/FT (1: 1); *ad libitum* e, IV) dieta controle (30 g dia⁻¹). Foram avaliados o consumo alimentar (CA), a cessação da postura (CP), a perda de peso corporal (PPC), o balanço energético (BE), o reinício da postura (RP), o peso e a produção de ovos. As informações foram analisadas por meio de modelos mistos. CA galinha⁻¹ foi menor no EA I (P <0,05). O CP foi mais longo (P <0,05) no EA II (7,3 dias). A FA levou ao PPC ideal (25-30%) mais rápido (16,9 dias) em relação ao outro EA (P <0,05): variação entre 22,9 a 32,4 dias. O RP foi mais rápido no EA II (P <0,05): 12,3 dias. O peso e a produção dos ovos não foram afetados pela EA (P > 0,05). A indução da muda em galinhas usando EA à base de FA oferece vantagens sobre os métodos convencionais, acelera a perda de peso corporal, minimiza o tempo de reativação ovariana e não altera a produtividade.

Palavras-chave: pelecha, perda de peso, balanço energético, reativação ovariana, produção de ovos.

ABSTRACT

The effect of low-energy and high-fiber diets on induced molt in laying hens was evaluated. Forty Rhode Island Red hens were divided into four feeding schemes (FS): I) alfalfa meal (AM), II) wheat bran (WB), III) AM/WB (1: 1); *ad libitum* and, IV) control diet (30 g·day⁻¹). Feed intake (FI), posture cessation (PC), body weight loss (BWL), energy balance (EB), posture restart (PR), weight and egg production were evaluated. The information was analyzed using mixed models. FI·hen⁻¹ was lower in FS I (P < 0.05). The PC was higher (P < 0.05) in FS II (7.3 days). The AM led to the ideal BWL (25-30%) faster (16.9 days) with respect to the other FS (P < 0.05): range between 22.9 to 32.4 days. The PR was faster in FS II (P < 0.05): 12.3 days. Egg weight and production were not affected by FS (P > 0.05). Inducing molt in laying hens using AM-based FS offers advantages over conventional methods, accelerates body weight loss, ovarian reactivation time is minimized, and productivity is not altered.

Keywords: molting, weight loss, energetic balance, ovarian reactivation, egg production.

INTRODUÇÃO

A maioria das espécies de pássaros sofre muda natural; portanto, as galinhas poedeiras não estão isentas desse processo fisiológico (Berry, 2003); a muda implica em aumento da taxa metabólica e da síntese protéica, perda de tecido adiposo, massa óssea, supressão do sistema imunológico (Mumma *et al.*, 2006); bem como alteração do sistema endócrino da galinha (Davis *et al.*, 2000). Isso está normalmente associado a processos reprodutivos ou migratórios realizados por aves na natureza e que se refletem no consumo mínimo de alimentos, substituição de penas (geralmente incompleta) e irregularidades na taxa de postura (Koelkebeck e Anderson, 2007). No entanto, nos atuais sistemas de produção de ovos, a muda incompleta (muda natural) significa um período não lucrativo, devido à redução da produção e ao fim da vida produtiva da galinha (Berry, 2003).

Para aumentar a vida produtiva da galinha, a indústria produtora de ovos geralmente estende o período produtivo das aves de 80 semanas (um ciclo produtivo) até 140 semanas através do uso de muda induzida (Bell, 2003); visto que foi observado que a muda pós-indução, a produção e a qualidade dos ovos melhoram (Webster, 2003). A muda é tradicionalmente induzida por jejum por um período de até dez dias, retirada de água por dois dias, ou ambos; junto com uma redução no fotoperíodo. No entanto, tais práticas foram banidas por organizações dedicadas ao bem-estar animal e nos EUA e na UE já foram eliminadas (Mazzuco *et al.*, 2011); práticas que no México certamente estão perto de serem abolidas. Porque o jejum prolongado não apenas estimula a muda em pássaros; também favorece o aumento de doenças devido à supressão do sistema imunológico (Ricke, 2003), pelo fato de induzirem uma cascata de adaptações fisiológicas para restaurar a homeostase; é o caso da mobilização de células do sistema imunológico para a corrente sanguínea (Mumma *et al.*, 2006), aumento da proporção de heterófilos-linfócitos circulantes (Campo *et al.*, 2008) e alterações na etologia das aves (Dunkley *et al.*, 2008).

Diante do exposto, optou-se por investigar novas alternativas menos agressivas para induzir a muda em poedeiras e que, por sua vez, aceleram a transição estressante do mecanismo neuroendócrino de formação de ovos e oviposição (Buxade, 2000). A esse respeito, Guzmán *et al.* (2016) sugere a existência duma relação de estimulação da muda entre o tempo e o tipo de alimento. De acordo com a relação fibra-energia, há relatórios de perda de peso da tireoide e hipofunção que induz a muda. Outros métodos alternativos para induzir a muda incluem a modificação de minerais da dieta, redução de Ca ou Na e aumento de Zn, ou fornecimento de dietas de baixa caloria (Woodward *et al.*, 2005). Da mesma forma, o acetato de melengestrol foi implementado para suprimir a atividade ovariana (Koch *et al.*, 2005; Koch *et al.* 2007). Há relatórios (Donalson *et al.* 2005; Petek e Alpay, 2008) que dietas ricas em fibras (farelo de trigo, casca de arroz ou caroço de algodão) promovem saciedade nas aves, devido ao fato da digestão das fibras ser parcial

e mais lenta, o que determina menor consumo de alimentos. Além disso, a menor ingestão de energia de dietas fibrosas em comparação com uma dieta convencional (2.200 vs. 2.800 kcal kg⁻¹) causa perda de peso corporal sem deprimir o sistema imunológico (Gordon *et al.*, 2009). Donalson *et al.* (2005) ao avaliar a adição de alfafa com ração comercial na muda e produção de ovos, relatam que ao fornecer 90% de alfafa e 10% de ração comercial, a postura cessou seis dias após o tratamento. Da mesma forma, Landers *et al.* (2005) indicam que a alimentação de galinhas com alfafa favorece a reativação ovariana e o retorno da postura numa taxa semelhante à de galinhas submetidas a jejum prolongado.

O efeito de diferentes níveis (100, 60 e 40%) de restrição alimentar comercial para poedeiras, acrescido de nopal (*Opuntia ficus-indica*), sobre a muda induzida foi recentemente testado (Juárez *et al.*, 2018); observando que a restrição de 60% da dieta, acrescida de 24 g de nopal, foi a alternativa mais favorável para induzir a muda, uma vez que não houve restrição total da alimentação e os objetivos da muda foram atendidos, reincorporação da galinha conforme o mais rápido possível para o próximo ciclo de postura. Portanto, faz-se necessário explorar outras alternativas, como o uso de dietas hipocalóricas e hiperfibréricas, para induzir a muda em galinhas poedeiras, promovendo o mínimo possível de estresse.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de dietas com baixo teor de energia e alto teor de fibras sobre a muda induzida em galinhas poedeiras comerciais e sua relação com a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Setor Avícola do Posto Zootécnico, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootécnica da Universidade Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Michoacán, México. O procedimento seguido no manejo das aves atendeu à [NOM-062-ZOO-1999](#), especificações técnicas para a produção, cuidado e uso de animais de laboratório.

Alimentação e alojamento de animais

Foram utilizadas 40 galinhas de dupla finalidade do genótipo Rhode Island Red, com 52 semanas de postura e 72 de idade. O número total de animais foi distribuído de acordo com o delineamento inteiramente casualizado em gaiolas individuais do tipo bateria convencional, com dimensões de 46x40x43 cm (comprimento, largura e altura respectivamente); em quatro esquemas de alimentação (EA, n=10 aves EA⁻¹): EA I, animais que consumiram farinha de alfafa (FA) *ad libitum*; EA II, aves que consumiram farelo de trigo (FT) *ad libitum*; EA III, animais que consumiram FA e FT na proporção de 50 a 50% *ad libitum* e; EA IV, aves que consumiram dieta controle (DC) para "galinhas poedeiras", restrita a 30 g dia⁻¹. As referidas dietas foram fornecidas às aves até atingir uma perda de peso aproximada entre 25 a 30%. Em seguida, as aves de todas as dietas

receberam TD: 120 g dia⁻¹ e foram monitoradas até 18 semanas após o início do experimento. A Tabela 1 resume a composição e o valor nutricional da dieta e insumos usados.

Tabela 1. Composição e valor nutricional da dieta e insumos utilizados

Ingredientes, %	Dieta controle (DC)			
Milho	69.00			
Pasta de soja	18.88			
Cálcario	8.55			
Fosfato dicálcico	1.35			
Caulim	0.59			
Óleo de soja	0.53			
Minerais + vitaminas pré-mistura ^{&}	0.50			
Sal (NaCl)	0.43			
DL-metionóina-98%	0.12			
L-lisina-78%	0.03			
Butilhidroxitolueno	0.02			
Análise de nutrientes	DC	FA	FT	FA/FT
Energia metabolizável, kcal/kg	2800	900	1640	1207
Proteína bruta, %	14.50	14.78	15.40	14.34
Fibra bruta, %	4.00	11.11	26.6	17.91
Cálcio total, %	3.65	1.30	0.14	0.68
Fósforo total, %	0.34	0.18	1.00	0.56
Arginina digestível, %	0.84	0.60	1.00	0.76
Lisina digestível, %	0.64	0.63	0.61	0.59
Metionina digestível, %	0.34	0.21	0.23	0.21
Met + Cis digestível, %	0.56	0.36	0.55	0.43

[&]Níveis por Kg de dieta: Vit. A - 8.000 UI; Vit. D3 - 2.000 UI; Vit. E - 50 mg; Vit. K - 3 mg; Vit. B1 - 1,5 mg; Vit. B2 - 4 mg; Vit. B6 - 0,12 mg; Vit. B12 - 15 mg; Ac. Fólico - 0,6 mg; Ac. Pantotênico - 10 mg; Niacina - 30 mg; Biotina - 0,1 mg; Colina - 300 mg; Ferro - 50 mg; Cobre - 10 mg; Zinco - 70 mg; Manganês - 100 mg; Iodo - 1 mg; Selênio - 0,3 mg; Antioxidantes 50 mg.
FA = farinha de alfafa; FT = farelo de trigo.

Procedimento experimental

As variáveis avaliadas foram: peso vivo inicial (PVI) e final (PVF) e perda de peso corporal (PPC) em kg, com auxílio de balança digital com precisão de 1,0 g, cessação da postura (CP), medida em dias, intervalo pelecha-retorno para o segundo ciclo de postura (IPR_{SCP}) em dias, perda de peso pós-tratamento, mortalidade (Mo)%, intervalo de retorno da pele para o segundo ciclo de postura (IPR_{SCP}) em dias, perda de peso pós-tratamento (PP_{PT}) em g, corpo peso no reinício da postura (PC_{RP}) em dias, consumo de ração durante pelecha (CA_{DP}) em g, consumo de ração pós-depenagem (CA_{PP}) em kg, peso corporal no reinício da atividade ovariana (PC_{RAO}) em kg, produção de ovos de segundo ciclo (POV_{SC}) em unidades, peso do ovo (Po) em g e reinício de postura (PR) em dias. Em relação ao reinício da atividade ovariana, ela foi determinada indiretamente e é o tempo (dias) que a galinha leva para ovoposita, seu primeiro ovo pós-pele. A diferença com relação ao reinício da postura é que este último indicador é quando a galinha já tem uma produção constante em sua produção de ovos.

Análise estatística

Antes da análise dos dados, a normalidade da distribuição e a homogeneidade da variância foram determinadas para os resíduos; PROC UNIVARIATE (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA) foi usado para isso (Guido, 2009). O teste utilizado para determinar a normalidade foi o teste de Shapiro-Wilks (Flores *et al.*, 2019); enquanto o teste de Bartlett foi usado para determinar a homogeneidade (Arsham e Lovric, 2011). Foi realizada uma transformação (Gutiérrez e de la Vara, 2008) das variáveis PPC e PP_{PT} para obter homogeneidade de variância, esta sob a seguinte fórmula: $Y' = \log_{10}(Y)$.

Os dados foram analisados pela ANDEVA, por meio de medidas repetidas utilizando os procedimentos mistos (MIXED) do SAS (Littell *et al.*, 1998), com ave aninhada dentro de EA como fonte de variação aleatória e EA, dia de avaliação e interação EA*dia como fontes de variação fixas. Os coeficientes de regressão (PROC REG; SAS) foram estimados para a perda de peso vivo da galinha de acordo com o dia da avaliação, sendo estes cúbicos ou quadráticos de acordo com a distribuição dos valores. Cada equação de regressão foi derivada e igualada a zero, para determinar os pontos críticos (Sánchez, 2012). As diferenças entre os grupos foram obtidas pela metodologia dos mínimos quadrados (LSmeans).

Para determinar o balanço energético das galinhas, foi utilizada a equação de predição estabelecida pelo National Research Council (NRC, 1994) para estimar os requisitos de energia metabolizável (EM):

$$EM_i = (173 - 1.97T)P^{0.75} + 5.5\Delta P + 2.07P.Ov;$$

Onde: EM = energia metabolizável, T = temperatura ambiente, °C; P = peso da ave, kg; ΔP = ganho de peso, g; e $P.Ov$ = peso do ovo, g.

O consumo de EM das galinhas foi calculado a partir da contribuição de EM do alimento consumido no dia 1 e o balanço energético correspondeu à diferença entre a ingestão e a demanda energética, valor obtido pela equação descrita anteriormente. Os valores nas tabelas e figuras são apresentados como médias dos mínimos quadrados \pm EPM.

RESULTADOS

Um efeito da EA foi encontrado no consumo de alimentos, interrupção da postura e perda de peso corporal ($P < 0,001$). As galinhas que apresentaram o menor consumo de ração foram aquelas que consumiram apenas FA ($P < 0,05$): 71,6, 66,6 e 20,6 g dia⁻¹ a menos em relação ao EA com base em FT, FA/FT e DC, respectivamente (Tabela 2). A cessação da postura foi mais longa ($P < 0,05$) nas galinhas que consumiram FT (7,3 dias); isso em relação ao outro EA avaliado (Tabela 2). A perda de peso corporal pré-início da

reatividade ovariana foi menor (2,9% menos) nas galinhas que consumiram FH e FT, em relação às que receberam FA/FT ou DC (P <0,05) (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho produtivo da galinha durante o período de restrição alimentar de acordo com a dieta

	Dieta				EPM
	FA	FT	FA/FT	DC	
Peso vivo inicial, kg	1.926	1.961	1.947	1.953	0.100
Consumo de alimento, g	9.4 ^a	81.0 ^b	75.7 ^c	30.0 ^d	1.313
Cessação da postura, d	3.0 ^a	7.3 ^b	4.4 ^c	4.1 ^c	0.033
Peso vivo final, kg	1.409 ^a	1.459 ^a	1.381 ^b	1.385 ^b	0.100
Perda de peso, %	26.6 ^a	25.2 ^a	29.7 ^b	29.4 ^b	0.513

FA = farinha de alfafa; FT = farelo de trigo; DC = dieta controle; EPM = erro padrão da média. ^{a,b,c,d} Literais diferentes indicam diferença estatística (P <0,05) dentro da linha

De acordo com a distribui o dos valores para o percentual de perda de peso corporal das galinhas, constatou-se que as galinhas que consumiram a dieta   base de FA e as que consumiram DC; os estimadores de regressão para essa variável apresentaram distribui o polinomial de grau quatro (Tabela 3); enquanto para as galinhas que consumiram FT e FA/FT apresentaram distribui o polinomial de grau três (Tabela 3).

Tabela 3. Estimadores de regressão para perda de peso vivo (%) de acordo com dia de muda

Dieta	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	R ²	P < valor
FA	-7.0122	-2.6416	0.1083	-0.0013	0.000005	0.74	<.0001
FT	-4.1437	-1.4325	0.0284	-0.00013	--	0.75	<.0001
FA/FT	-5.8978	-1.8328	0.0410	-0.00021	--	0.67	<.0001
DC	12.1803	-4.2995	0.1402	-0.0015	0.000005	0.70	<.0001

FA=farinha de alfafa; FT=farelo de trigo; DC=dieta controle. R²= coeficiente de determina o

De acordo com as equa es de regressão para perda de peso EA⁻¹ (Tabela 3), quando derivado e igualado a zero, foi encontrado o ponto crítico (X; Dia, Y; Perda de peso). Com rela o a isso, as galinhas da EA com base na FA, de acordo com o ponto crítico da equa o de regressão, foram as que apresentaram a perda de peso vivo ideal mais rápida (25 a 30%), de modo que a reatividade se iniciou ovariana; que foi aos 16,9 dias com uma perda de peso de 26,6% (Figura 1); enquanto as galinhas EA com base em FT foram as que levaram mais tempo (32,4 dias) para atingir a perda de peso vivo necessária, que foi de 25,2%. Galinhas que consumiram FA/FT e galinhas que consumiram DC apresentaram a perda de peso necessária na faixa de 22,9 a 28,7 dias (Figura 1).

Em rela o ao balanço energético (kcal dia⁻¹), foi encontrado o efeito da intera o EA e EA por dia (P <0,001). As galinhas que apresentaram a menor (P <0,05) média de balanço energético pr -início da reativa o ovariana foram aquelas que consumiram apenas FA (-247 kcal dia⁻¹); isso em rela o às galinhas que consumiram FT (-184 kcal dia⁻¹), FA/FT (-143 kcal dia⁻¹) e DC (-192 kcal dia⁻¹) (Figura 2). De acordo com a intera o dieta por dia para balanço energético, as galinhas que consumiram FT ou FA/FT são as

que apresentaram desequilíbrio energético por mais tempo; pois nem mesmo durante a fase de reativação ovariana (fase de menor demanda energética e normalização da oferta alimentar) apresentaram balanço energético positivo, como foi o caso das galinhas que receberam somente FA ou DC (Figura 2).

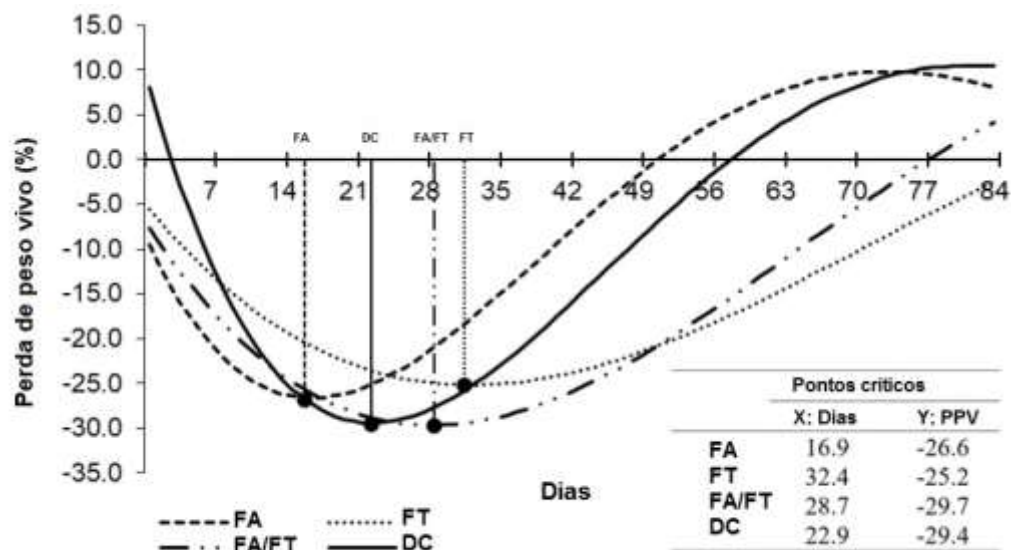


Figura 1. Curvas de predição e pontos críticos para perda de peso vivo (%) de galinhas de acordo com dieta e dia. FA = farinha de alfafa; FT = farelo de trigo; DC = dieta controle

De acordo com o efeito da EA ($P < 0,001$) para o peso recuperado durante a fase de reativação ovariana, as galinhas que apresentaram a menor recuperação de peso vivo foram as que consumiram apenas FT (15,5%), em relação às demais EA (Tabela 4). A reativação ovariana das galinhas que consumiram FT isoladamente ou FA/FT foi menor (variação de 11,6 a 12,3 dias), em relação às galinhas que consumiram apenas FA ou DC ($P < 0,05$) (Figura 2 e Tabela 4). De acordo com o início da postura, as galinhas EA à base de FA foram as que apresentaram mais rápido (35,7 dias); já no outro EA, o início da postura foi: 44,7, 40,3 e 40,2 dias para FT, FA/FT e DC, respectivamente (Figura 2).

Nenhum efeito da EA foi encontrado no peso e na produção do ovo ($P > 0,05$). O peso do ovo variou de 63,7 a 67,5 g; enquanto a produção estimada durante um período de quarenta dias foi de 25,6 ovos em média (Tabela 4). Porém, as galinhas que consumiram apenas FA, apresentaram tendência no aumento da produção de ovos; 6,0 ovos a mais em média em relação às outras dietas avaliadas (Tabela 4).

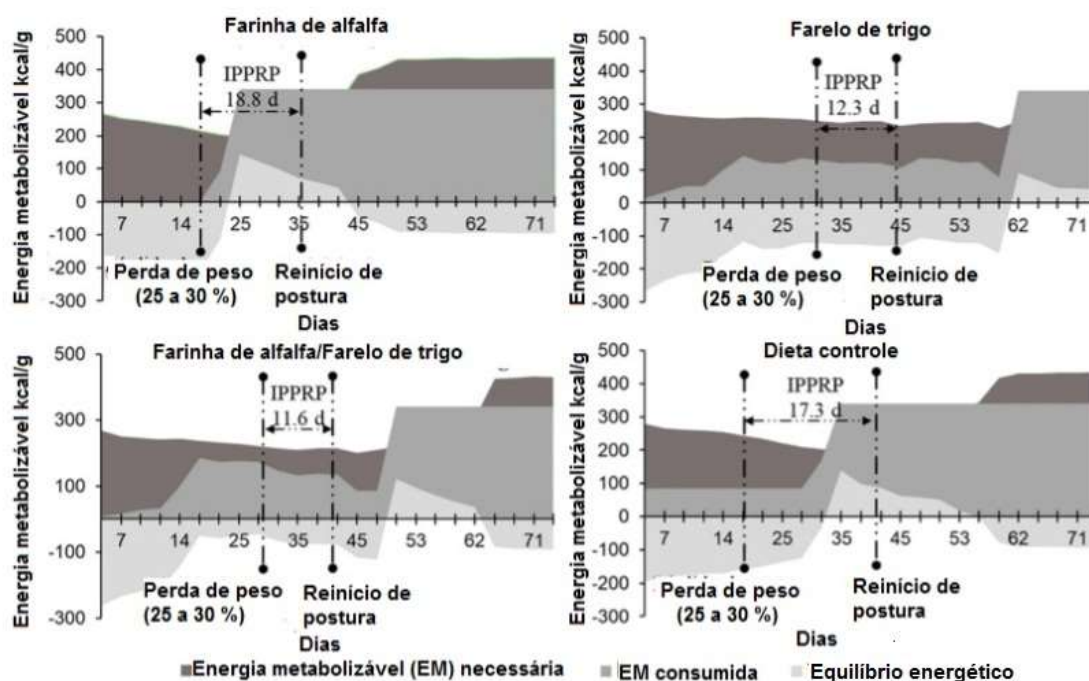


Figura 2. Energia metabolizável necessária e consumida e equilíbrio energético das galinhas de acordo com dieta e dia. IPPRP = intervalo de reinício de postura e perda de peso ideal

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo apoiam pesquisas anteriores sobre os efeitos de dietas ricas em fibras e baixas calorias na eliminação induzida e no comportamento produtivo em galinhas poedeiras (Petek e Alpay, 2008). Foi estabelecido (Bell, 2003) que a indução da muda por jejum e o método da muda por indução rápida por meio da implementação de dietas hipocalóricas podem ser igualmente eficazes na promoção do processo de muda. Isso pode ser observado na perda de peso e na cessação da postura durante a fase de muda (Tabela 2 e Figura 1); onde o EA à base de FA foi o que obteve os melhores resultados, ocasionou a muda com perda de peso e rápida interrupção da postura (Petek e Alpay, 2008). É importante ressaltar que a cessação da postura ficou numa faixa entre 3,0 a 7,3 dias após o início da aplicação das dietas; já que quanto mais rápido for esse processo a galinha estará sujeita a menos estresse, o que melhora a saúde das aves a longo prazo; portanto, de acordo com essa diretriz, o regime de muda induzida pode promover a saúde e o bem-estar das galinhas (McCowan *et al.*, 2015).

Tabela 4. Desempenho produtivo das galinhas após a retoma da dieta de postura, de acordo com a dieta estabelecida no período de restrição alimentar

	Dieta				EPM
	FA	FT	FA/FT	DC	
Peso vivo na RDC, kg	1.563 ^a	1.651 ^a	1.561 ^a	1.629 ^a	0.139
Peso vivo na RAO, kg	1.926 ^a	1.953 ^b	1.947 ^b	1.990 ^c	0.139
Peso vivo no reinício de postura, %	18.9 ^a	15.5 ^b	19.1 ^a	18.2 ^a	0.498
Reinício de postura, dias	18.8 ^b	12.3 ^a	11.6 ^a	17.3 ^b	0.517
Peso do ovo, g	66.6	67.5	65.5	63.7	3.012
Produção de ovos ^{&} , unidades	30.1	26.2	22.5	23.6	2.540

FA=farinha de alfalfa; FT= farelo de trigo; DC=dieta controle, EPM= erro padrão da média, RDC=reiniciar dieta controle; RAO=reinício da actividade ovárica; [&] Produção estimada ao longo dum período de quarenta dias.

^{a, b, c} Diferentes literais indicam diferença estatística (P < 0,05) dentro da linha.

Quando a molhagem é analisada no contexto da produção sanitária de acordo com especialistas na fisiologia reprodutiva das aves, os argumentos emitidos por organizações que promovem o bem-estar animal, perdem a sua justificação, em primeiro lugar porque a molhagem é um processo fisiológico e, em segundo lugar, a molhagem induzida acelera o período de stress das aves. Além disso, se partirmos de processos epistemológicos de stress, a ausência de stress é a morte (Selye, 1973); além disso, existem 2 tipos de stress, o alostático "stress bom" e o pantostase "stress mau". Com base nesta investigação, é difícil apoiar a suposição de que as galinhas estão em risco durante a molhagem induzida; uma vez que a molhagem é um processo fisiológico inerente da espécie e dos padrões de produção, ou a fisiologia da galinha muda através de fases adaptativas na sua vida numa base contínua, independentemente da forma como são alojadas ou das práticas de gestão impostas (Koelkebeck e Anderson, 2007).

Tem sido demonstrado que a produção de ovos a zero por cento não pode ser obtida por galinhas em qualquer dieta de fome em comparação com o jejum total; no entanto, independentemente disso, o desempenho pós-molta é semelhante em galinhas alimentadas com milho:farinha de soja (47:47%) ou milho:trigo (23:71%) dietas de molta em comparação com o jejum de 10 dias (Scheideler e Beck, 2002). Este comportamento não ocorreu nesta investigação, uma vez que as galinhas não foram sujeitas a jejum e apresentaram paragem de postura (Tabela 2). Woodward *et al.* (2005), possivelmente através da implementação de dietas convencionais as galinhas não pararam de pôr por duas razões: 1) as entradas implementadas nas dietas são elevadas em proteínas e energia, o que poderia manter as galinhas num estado de conforto energético durante um período de tempo mais longo e, 2) apresentando conforto energético as aves não sofrem de stress agudo; portanto, os centros neuroendócrinos que induzem o molting e a recuperação total dos ovários não são estimulados.

Relativamente às dietas implementadas nesta investigação, sendo hipocalóricas e hiperfibrasas, estimulam o stress agudo (alostasia), que se reflecte numa rápida diminuição do peso corporal (Figura 1), isto deve-se ao facto de as calorias consumidas não satisfazerem as necessidades nutricionais; portanto, as aves entram num balanço

energético negativo (Figura 2); uma vez que a fibra em monogástricos não é digerida pelas enzimas gastrointestinais, isto modifica a absorção de sais biliares, colesterol e glucose (Molist *et al.*, 2009). A modificação na absorção destes componentes estimula o catabolismo corporal e a perda de peso, um aspecto observado nas aves que consumiram principalmente FA (Figuras 1 e 2). Além disso, o consumo de dietas fibrosas em monogástricos reduz o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (Rentería *et al.*, 2008), o que indica que esta estratégia promove a saciedade mecânica no animal sem exceder a ingestão de energia metabolizável. Portanto, esta estratégia cumpriria as normas de bem-estar animal, uma vez que as aves não apresentariam períodos crônicos de stress (pantostase), devido aos benefícios da fibra em relação ao enchimento gástrico.

De acordo com a diminuição aguda do peso corporal das galinhas que consumiram o DC, foi devido à ingestão de ração (30 g-dia^{-1}), com o objectivo de não proporcionar um jejum total; tal ingestão não satisfaz as necessidades nutricionais; por conseguinte, o peso e o balanço energético foram negativos (Figuras 1 e 2). Embora este protocolo de alimentação tenha sido bem sucedido na indução de bolor e não tenha afectado a produtividade subsequente, faltam-lhe as propriedades da fibra; por conseguinte, as aves foram expostas a períodos de fome. Com base na teoria de Webster (2003), as EA menos eficazes foram as que continham FT. Segundo Jasso (2012), se a perda de peso ideal (25 a 30%) não ocorrer num período inferior a 15 dias e houver maior stress na ave, porque o cortisol é sintetizado por um período de tempo mais longo (pantostase), no que diz respeito ao jejum total ou, neste caso, a EA baseada em FA, são aplicados protocolos que induzem stress agudo. Estes protocolos levam a um aumento temporário do cortisol durante alguns dias na primeira fase da muda (perda de peso), então, porque todo o gasto energético é derivado do metabolismo da gordura, os níveis de corticosterona serão baixos durante a segunda fase da muda (reactivação ovariana) (Webster, 2003). Isto pode ser observado indirectamente no balanço energético das aves que consumiram FT (Figura 2), aves que apresentaram um balanço energético inferior; que pode ser atribuído às propriedades de FT que podem ser fermentadas no tracto gastrointestinal e produzir ácidos gordos de cadeia curta que podem participar na manutenção do animal (Berruezo *et al.*, 2011), o que limita fortemente o processo de moldagem.

Foi noticiado (Davis *et al.*, 2000), que o molting é um stress na galinha que provoca a cessação da postura e uma perda significativa de peso corporal; no entanto, é o stress que inicia o molting tanto no ambiente comercial como no meio selvagem. No entanto, os benefícios do molting são evidentes, melhorando a qualidade da carne até 9%; eficiência reprodutiva e qualidade dos ovos (Anderson, 2002), o que se traduz em melhor saúde e vitalidade em comparação com galinhas que nunca molestaram. Tal resposta foi observada na presente investigação, uma vez que o recomeço da actividade de postura, o peso dos ovos e a produção não foram afectados pelas dietas aplicadas.

Finalmente, há algumas limitações que devem ser tidas em conta ao interpretar os resultados deste estudo. O comportamento hormonal do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal não foi avaliado; contudo, mesmo com tais limitações, esta investigação fornece informação valiosa para especialistas na área e produtores avícolas sobre a importância de implementar dietas hipocalóricas e hiperfibrasas como uma estratégia para induzir com sucesso a muda em galinhas poedeiras. Uma vez que a implementação destas dietas não causa stress pantostático aos animais, o que é uma limitação que estes sistemas têm perante as novas leis de bem-estar animal; da mesma forma, este tipo de dietas reduz o tempo de reactivação dos ovários e de recomeço da postura.

CONCLUSÃO

A implementação de dietas à base de farinha de alfafa para induzir a muda em galinhas poedeiras, oferece vantagens sobre os métodos convencionais de molhagem baseados no jejum, porque acelera a perda de peso corporal ao promover menos equilíbrio energético, o que se reflecte em menos tempo de reactivação ovárica, sem alterar a produtividade pós molhagem da galinha.

LITERATURA CITADA

ANDERSON KE. 2002. Final report of the thirty fourth North Carolina layer performance and management test, Production Report, 34(4) North Carolina Coop. Ext., Raleigh. <https://poultry.ces.ncsu.edu/layer-performance/>

ARSHAM H, LOVRIC M. 2011. Bartlett's Test. In: Lovric M. (eds) *International Encyclopedia of Statistical Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_132

BELL DD. 2003. Historical and current molting practice in the U.S. table egg industry. *Poultry Science*. 82:956-970. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.965>

BERRUEZO GR, Graciá CM, Valencia JA. 2011. Biodisponibilidad de los ácidos grasos de cadena corta: mecanismos de absorción. *Analesz*. 24:125-134. ISSN 1130-2534 <http://hdl.handle.net/10396/9453>

BERRY WD. 2003. The physiology of induced molting. *Poultry Science*. 82:971-980. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.971>

BUXADE CC. 2000. La gallina ponedora. 2da. Ed. Editorial Mundi-Prensa S.A., Madrid, España. 639 pp. ISBN: 84-7114-880-3 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=639837>

CAMPO JL, Prieto MT, Dávila SG. 2008. Effects of housing and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens. *Poultry Science*. 87:621–626. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00466>

DAVIS GS, Anderson KE, Carrol AS. 2000. The effects of long term caging and molt of single comb white Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. *Poultry Science*, 79:514–518. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.514>

DONALSON LM, Kim WK, Hererra P, Woodward CL, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke RC. 2005. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Science*. 84:362–369. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/84.3.362>

DUNKLEY CS, Friend TH, McReynolds JL, Woodward CL, Kim WK, Dunkley KD, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC. 2008. Behavioral responses of laying hens to different alfalfa-layer ration combinations fed during molting. *Poultry Science*. 87:1005–1011. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2006-00386>

FLORES MP, MUÑOZ EL, SÁNCHEZ AT. 2019. Estudio de potencia de pruebas de normalidad usando distribuciones desconocidas con distintos niveles de no normalidad. *Perfiles*. 21(1):4-11. ISSN: 2477-9105. <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/public/archivos.xhtml;jsessionid=48b23bce0419e9972f7badd7b8f7>

GORDON R, Bryant MM, Roland DA. 2009. Performance and profitability of second-cycle laying hens as influenced by body weight and body weight reduction during molt, *Journal of Applied Poultry Research*. 18:223-231. ISSN: 1056-6171 <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00014>

GUIDO JJ. 2009. Guido's Guide to PROC UNIVARIATE: A Tutorial for SAS® Users. *NESUG Statistics & Analysis*. 1-18. <https://www.lexjansen.com/nesug/nesug09/sa/SA07.pdf>

GUTIÉRREZ PH, DE LA VARA SR. 2008. Análisis y diseño de experimentos. Mc Graw Hill. Segunda edición. ISBN: 10: 970-10-6526-3. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf

Guzmán P, Saldaña B, Bouali O, Cámara L, Mateos G. 2016 Effect of level of fiber of the rearing phase diets on egg production, digestive tract traits, and body measurements of brown egg-laying hens fed diets differing in energy concentration. *Poultry Science*, 95: 1836-1847. ISSN 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps/pew075>

JASSO MJB. 2012. Pelecha o muda forzada, Memoria 5a Reunión de la Asociación de Especialistas en Ciencias Avícolas del Centro de México AC, Querétaro, México, marzo de 2012:349-351. <http://avem.mx/memorias2012.pdf>

JUÁREZ CA, Nakamura DMH, Corona MLV, Aguilar MJ, Calderón GM, Ortiz RR. 2018. Efecto de diferentes niveles (100, 60 y 40%) de restricción de una dieta para gallinas de postura adicionada con nopal (*Opuntia ficus-indica*) sobre la inducción a pelecha. *Los avicultores y su entorno*. 122:112-118. ISSN 2395-8146. <https://bmeditores.mx/wp-content/uploads/2019/10/20180413114622-700784.pdf>

KOCH JM, Lay Jr, DC, McMunn KA, Moritz JS, Wilson ME. 2007. Motivation of hens to obtain feed during a molt induced by feed withdrawal, wheat middings or melengestrol acetate. *Poultry Science*. 86:614-620. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/86.4.614>

KOCH JM, Moritz JS, Smith DL, Lay Jr, DC, Wilson ME. 2005. Melengestrol acetate as an effective alternative to induce a decline in egg production and reversible regression of the reproductive tract in laying hens. II. Effect on post-molt egg quality. *Poultry Science*. 84:1757-1762. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/84.11.1757>

KOELKEBECK KW, Anderson KE. 2007. Molting layers-alternative methods and their effectiveness. *Poultry Science*. 86:1260–1264. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1260>

KOELKEBECK KW, Anderson KE. 2007. Molting Layers—Alternative Methods and Their Effectiveness. *Poultry Science*. 86:1260-1264. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1260>

LANDERS KL, Woodward CL, Howard ZR, Birkhold SG, Ricke SC. 2005. Potential of alfalfa as an alternative molt induction diet for laying hens: Egg quality and consumer acceptability. *Bioresource Technology*. 96:907–911. ISSN: 0960-8524 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.08.014>

LITTELL RC, Henry PR, Ammerman CB. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *Journal of Animal Science*. 76:1216-1231. ISSN 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/1998.7641216x>

MAZZUCO H, Avila VS, Coldebella A, Mores R, Jaenisch FRF, Lopes LS. 2011. Comparison of the effect of different methods of molt: Production and welfare evaluation. *Poultry Science*. 90:2913–2920. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01670>

McCOWAN B, Schrader J, DiLorenzo AM, Cardona C, Klingborg D. 2015. Effects of induced molting on the well-being of egg-laying hens. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 9(1):9–23. ISSN impreso: 1088-8705 ISSN en línea: 1532-7604 https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0901_2

MOLIST F, Gómez de Segura A, Gasa J, Hermes RG, Manzanilla EG, Anguita M, Pérez JF. 2009. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and the microbial activity in early weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*. 149:346–353. ISSN: 0377-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.06.015>

MUMMA JO, Thaxton JP, Vizzier-Thaxton Y, Dodson WL. 2006. Physiological stress in laying hens. *Poultry Science*. 85:761–769. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/85.4.761>

NORMA Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio. Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de junio de 2001. <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=743>

NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC. ISBN: 978-0-309-04892-7 <https://www.nap.edu/catalog/2114/nutrient-requirements-of-poultry-ninth-revised-edition-1994>

PETEK M, Alpay F. 2008. Utilization of grain barley and alfalfa meal as alternative moult induction programmes for laying hens: body weight losses and egg production traits. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 11(4):243-249. ID 59143983. <http://tru.uni-sz.bg/bjvm/index.html>

RENTERÍA FJA, JOHNSTON LJ, SHURSON GC, GALLAHER DD. 2008. Effect of soluble and insoluble fiber on energy digestibility, nitrogen retention, and fiber digestibility of diets fed to gestating sows. *Journal of Animal Science*, 86:2568–2575. ISSN 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0375>

RICKE SC. 2003. The gastrointestinal tract ecology of Salmonella Enteritidis colonization in molting hens. *Poultry Science*. 82:1003–1007. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.1003>

SÁNCHEZ G. 2012. Derivación y diferenciación. Máximos y mínimos. *Diarivm*. <https://diarium.usal.es/guillermo/files/2013/04/DerivadasMaximosMinimos.pdf>

SCHEIDELER SE, Beck MM. 2002. Guidelines for a nonfasting feeding program for the molting of laying hens. Univ. Nebraska Coop. Ext. Bull. G02-1482-A. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=2814&context=extensionhist>

SELYE H. 1973. The evolution of the stress concept. *American Scientist*. 61:692-699. ISSN 0003-0996. <https://www.jstor.org/stable/27844072>

WEBSTER AB. 2003. Physiology and behavior of the hen during the induced molt. *Poultry Science*. 82:992–1002. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.992>

WOODWARD CL, Kwon YM, Kubena LF, Byrd JA, Moore RW, Nisbet DJ, Ricke SC. 2005. Reduction of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis colonization and invasion by an alfalfa diet during molt in Leghorn hens. *Poultry Science*. 84:185–193. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1093/ps/84.2.185>