

Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2021; 11:1-15. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.16>  
Artículo Original. Recibido: 30/09/2020. Aceptado: 02/03/2021. Publicado: 02/04/2021. Clave: e2020-84.

## Evaluación de dietas hipocalóricas e hiperfibrosas sobre la muda inducida en gallinas en postura

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

Gutiérrez-Vázquez Ernestina<sup>1ID</sup>, Ordaz-Ochoa Gerardo<sup>2ID</sup>, Val-Arreola Daniel<sup>1ID</sup>,  
Pérez-Sánchez Rosa<sup>3ID</sup>, Juárez-Caratachea Aureliano<sup>\*1ID</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. <sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP, Querétaro, México. <sup>3</sup>Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. \*Autor para la correspondencia: Aureliano Juárez Caratachea. Km. 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro Tarímbaro, Michoacán, México. Correo electrónico: [ernestinagvazquez@gmail.com](mailto:ernestinagvazquez@gmail.com), [ordazog@gmail.com](mailto:ordazog@gmail.com), [dval\\_@hotmail.com](mailto:dval_@hotmail.com), [rosa\\_elenap@yahoo.com](mailto:rosa_elenap@yahoo.com), [aurelianojuarez@hotmail.com](mailto:aurelianojuarez@hotmail.com)

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de dietas bajas en energía y altas en fibra sobre la muda inducida en gallinas en postura. Cuarenta gallinas Rhode Island Red fueron divididas en cuatro esquemas de alimentación (EA): I) harina de alfalfa (HA), II) salvado de trigo (ST), III) HA/ST (1:1); *ad libitum* y, IV) dieta testigo (30 g·día<sup>-1</sup>). Se evaluó, consumo de alimento (CA), cese de postura (CP), pérdida de peso corporal (PPC), balance energético (BE), reinicio de postura (RP), peso y producción de huevo. La información se analizó mediante los modelos mixtos. El CA·gallina<sup>-1</sup> fue menor en el EA I (P < 0.05). El CP fue más prolongado (P < 0.05) en el EA II (7.3 días). La HA propicio la PPC ideal (25-30%) más rápido (16.9 días) con respecto los demás EA (P < 0.05): rango entre 22.9 a 32.4 días. El RP fue más rápido en el EA II (P < 0.05): 12.3 días. El peso y producción de huevo no se afectó por el EA (P > 0.05). Inducir la muda en gallinas mediante EA a base de HA ofrece ventajas sobre métodos convencionales, acelera la pérdida de peso corporal, se minimiza el tiempo de reactivación ovárica y no se altera la productividad.

**Palabras clave:** pelecha, pérdida de peso, balance energético, reactivación ovárica, producción de huevo.

### ABSTRACT

The effect of low-energy and high-fiber diets on induced molting 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<sup>-1</sup>). Feed intake (FI), laying cessation (LC), body weight loss (BWL), energy balance (EB), laying restart (LR), weight and egg production were evaluated. The information was analyzed using mixed models. FI·hen<sup>-1</sup> was lower in FS I (P < 0.05). The LC 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 LR 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.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies de aves experimentan muda natural; por lo tanto, las gallinas de postura no se encuentran exentas a dicho proceso fisiológico (Berry, 2003); la muda implica incremento en la tasa metabólica y síntesis proteica, pérdida de tejido adiposo, masa ósea, supresión del sistema inmune (Mumma *et al.*, 2006); así como alteración del sistema endocrino de la gallina (Davis *et al.*, 2000); ello asociado típicamente con procesos reproductivos o migratorios que realizan las aves en la naturaleza y que se reflejan en un consumo de alimento mínimo, reemplazo de las plumas (generalmente incompleto) e irregularidades en la tasa de postura (Koelkebeck y Anderson, 2007). No obstante, en los actuales sistemas de producción de huevo, la muda incompleta (muda natural) significa un periodo no rentable, debido a la reducción en la producción y al término de la vida productiva de la gallina (Berry, 2003).

Con la finalidad de incrementar la vida productiva de la gallina, la industria productora de huevo generalmente extiende el periodo productivo de las aves de 80 semanas (un ciclo productivo) hasta 140 semanas mediante el uso de la muda inducida (Bell, 2003); puesto que se ha observado que post inducir la muda, producción y calidad de huevo mejoran (Webster, 2003). Tradicionalmente la muda ha sido inducida mediante la aplicación de ayuno por un periodo de hasta diez días, retiro de agua durante dos días, o ambos; junto con una reducción del fotoperiodo. Sin embargo, dichas prácticas han sido prohibidas por las organizaciones dedicadas al bienestar animal y en EE. UU. y la UE ya han sido eliminadas (Mazzuco *et al.*, 2011); prácticas que en México seguramente están próximas a ser suprimidas. Debido a que el ayuno prolongado no solo estimula la muda en las aves; además propicia incremento de enfermedades por la supresión del sistema inmune (Ricke, 2003), debido a que inducen una cascada de adaptaciones fisiológicas para restaurar la homeostasis; tal es el caso de la movilización de células del sistema inmunitario al torrente sanguíneo (Mumma *et al.*, 2006), aumento de la proporción de heterófilos-linfocitos circulantes (Campo *et al.*, 2008) y cambios en la etología de las aves (Dunkley *et al.*, 2008).

Por lo antes mencionado, se ha optado por investigar nuevas alternativas menos agresivas para inducir la muda en gallinas de postura y que a su vez aceleren la transición estresante del mecanismo neuroendocrino para la formación del huevo y la ovoposición (Buxade, 2000). Al respecto, Guzmán *et al.* (2016) sugiere la existencia de una relación de estimulación de la muda entre el tiempo y tipo de alimento; de acuerdo con la relación fibra- energía se reporta pérdida de peso de la tiroides e hipofunción que induce la muda. Otros métodos alternativos para inducir la muda incluyen la modificación de minerales de la dieta, reducción de Ca o Na e incremento de Zn o el suministro de dietas hipocalóricas (Woodward *et al.*, 2005). Así mismo, se ha implementado el acetato de melengestrol, con la finalidad de suprimir la actividad ovárica (Koch *et al.*, 2005; Koch *et al.* 2007). Se tienen reportes (Donalson *et al.* 2005; Petek y Alpay, 2008) que dietas altas en fibra (salvado de

trigo, cascarilla de arroz o semilla de algodón) propician en el ave saciedad, debido a que la digestión de la fibra es parcial y más lenta, lo cual determina menor consumo de alimento; aunado a ello, el menor aporte energético de dietas fibrosas con respecto a una dieta convencional (2200 vs. 2800 kcal kg<sup>-1</sup>) causa pérdida de peso corporal sin deprimir el sistema inmune (Gordon *et al.*, 2009). Donalson *et al.* (2005) al evaluar la adición de alfalfa con alimento comercial sobre la muda y producción de huevos, reportan que al suministrar 90% alfalfa y 10% alimento comercial cesó la postura a los seis días post-tratamiento. Así mismo, Landers *et al.* (2005) indican que la alimentación de gallinas con alfalfa propicia reactivación ovárica y retorno de postura a un ritmo similar al de las gallinas sometidas a ayuno prolongado.

Recientemente se probó el efecto de diferentes niveles (100, 60 y 40%) de restricción de alimento comercial para gallinas de postura, adicionadas con nopal (*Opuntia ficus-indica*), sobre la muda inducida (Juárez *et al.*, 2018); observándose que la restricción de 60% de la dieta, adicionada con 24 g de nopal, fue la alternativa más favorable para inducir la muda, puesto que, no existió restricción total de alimento y se cumplió con los objetivos que tiene la muda, reincorporación de la gallina lo más pronto posible al siguiente ciclo de postura. Por lo anterior, es necesario explorar otras alternativas como el uso de dietas hipocalóricas e hiperfibrosas, para inducir la muda en gallinas de postura, propiciando el menor estrés posible.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dietas bajas en energía y altas en fibra sobre la muda inducida en gallinas de postura y su relación con la productividad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Sector Avícola de la Posta Zootécnica, perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Michoacán, México. El procedimiento que se siguió en el manejo de las aves cumplió con la [NOM-062-ZOO-1999](#), especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

### Animales dietas y alojamiento

Se utilizaron 40 gallinas de doble propósito de genotipo Rhode Island Red, con 52 semanas de postura y 72 de edad. El total de animales fue distribuido de acuerdo a un diseño completamente al azar en jaulas individuales convencionales tipo batería, con dimensiones de 46 x 40 x 43 cm (largo, ancho y alto respectivamente); en cuatro esquemas de alimentación (EA, n=10 aves·EA<sup>-1</sup>): EA I, animales que consumieron harina de alfalfa (HA) *ad libitum*; EA II, aves que consumieron salvado de trigo (ST) *ad libitum*; EA III, animales que consumieron HA y ST en proporciones 50 a 50% *ad libitum* y; EA IV, aves que consumieron una dieta testigo (DT) para “ponedoras”, restringida a 30 g·día<sup>-1</sup>. Dichas dietas fueron suministradas a las aves hasta lograr una pérdida de peso

aproximado entre 25 a 30%; posterior a ello, a las aves de todas las dietas se les suministró DT: 120 g·día<sup>1</sup> y se procedió a su monitoreo hasta las 18 semanas post iniciado el experimento. En la tabla 1 se condensa la composición y valor nutricional de la dieta e insumos utilizados.

**Tabla 1. Composición y valor nutricional de la dieta e insumos utilizados**

Ingredientes, %	Dieta testigo (DT)			
Maíz	69.00			
Pasta de soya	18.88			
Piedra caliza	8.55			
Fosfato dicalcio	1.35			
Caolín	0.59			
Aceite de soya	0.53			
Minerales + vitaminas premezcla <sup>§</sup>	0.50			
Sal (NaCl)	0.43			
DL-metionina-98%	0.12			
L-lisina-78%	0.03			
Butilhidroxitolueno	0.02			
Análisis de nutrientes	DT	HA	ST	HA/ST
Energía metabolizable, kcal/kg	2800	900	1640	1207
Proteína cruda, %	14.50	14.78	15.40	14.34
Fibra bruta, %	4.00	11.11	26.6	17.91
Calcio total, %	3.65	1.30	0.14	0.68
Fósforo total, %	0.34	0.18	1.00	0.56
Arginina digestible, %	0.84	0.60	1.00	0.76
Lisina digestible, %	0.64	0.63	0.61	0.59
Metionina digestible, %	0.34	0.21	0.23	0.21
Met + Cis digestible, %	0.56	0.36	0.55	0.43

<sup>§</sup>Niveles por Kg de dieta: Vit. A – 8000 UI; Vit. D3 – 2000 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. Pantoténico – 10 mg; Niacina – 30 mg; Biotina – 0.1 mg; Colina – 300 mg; Hierro – 50 mg; Cobalto – 10 mg; Zinc – 70 mg; Manganeso – 100 mg; Iodo – 1 mg; Selenio – 0.3 mg; Antioxidantes 50 mg.  
HA=harina de alfalfa; ST=salvado de trigo.

### Procedimiento experimental

Las variables evaluadas fueron: peso vivo inicial (PVI) y final (PVF) y pérdida de peso corporal (PPC) en kg, con ayuda de una báscula digital con precisión de 1.0 g, cese de puesta (CP), medida en días, intervalo inicio de pelecha-pérdida de 25 a 30% de peso (IIPP<sub>25-30</sub>, días), mortalidad (Mo) %, intervalo pelecha-retorno a segundo ciclo de postura (IPR<sub>SCP</sub>) en días, pérdida de peso pos-tratamiento (PP<sub>PT</sub>) en g, peso corporal al reinicio de postura (PC<sub>RP</sub>) en días, consumo de alimento durante pelecha (CA<sub>DP</sub>) en g, consumo de alimento post-pelecha (CA<sub>PP</sub>) en kg, peso corporal al reiniciar actividad ovárica (PC<sub>RAO</sub>) en kg, producción de huevo en segundo ciclo (PH<sub>SC</sub>) en unidades, peso del huevo (Ph) en g y reinicio de postura (RP) en días. Con respecto al reinicio de actividad ovárica se determinó de manera indirecta y es el tiempo (días) en que tarda la gallina en ovoposita, su primer huevo post-pelecha. La diferencia con respecto al reinicio de postura, es que este último indicador es cuando la gallina ya tiene una producción constante en su producción de huevo.

## Análisis estadístico

Previo al análisis de datos, se determinó la normalidad de la distribución y la homogeneidad de la varianza para los residuales; para ello se utilizó PROC UNIVARIATE (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE. UU.) (Guido, 2009). La prueba utilizada para determinar la normalidad fue la de Shapiro-Wilks (Flores *et al.*, 2019); mientras que la prueba de Bartlett se utilizó para determinar la homogeneidad (Arsham y Lovric, 2011). Se realizó una transformación (Gutiérrez y de la Vara, 2008) de las variables PPC y PP<sub>PT</sub> para obtener homogeneidad de varianza, ello bajo la siguiente formula:  $Y' = \log_{10}(Y)$ .

Los datos se analizaron por ANDEVA, a través de mediciones repetidas mediante los procedimientos mixtos (MIXED) del SAS (Littell *et al.*, 1998), con ave anidada dentro de EA como fuente de variación aleatoria y EA, día de evaluación y la interacción EA\*día como fuentes de variación fijos. Se estimaron los coeficientes de regresión (PROC REG; SAS) para la pérdida de peso vivo de la gallina de acuerdo con el día de evaluación, siendo estos cúbicos o cuadráticos de acuerdo con la distribución de los valores. Cada ecuación de regresión se derivó e igualó a cero, para determinar los puntos críticos (Sánchez, 2012). Las diferencias entre grupo se obtuvieron mediante la metodología de medias de cuadrados mínimos (LSmeans).

Para determinar el balance energético de las gallinas se utilizó la ecuación de predicción establecida por el National Research Council (NRC, 1994), para estimar los requerimientos de energía metabolizable (EM):

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

Donde: *EM*=energía metabolizable, *T*=temperatura ambiente, °C; *P*=peso del ave, kg;  $\Delta P$ =ganancia de peso, g; y *P.Hu*=peso del huevo, g.

El consumo de EM de las gallinas se calculó a partir del aporte de EM del alimento consumido día<sup>-1</sup> y el balance de energía correspondió a la diferencia entre la ingesta de energía y la demanda de energía, valor obtenido de la ecuación previamente descrita. Los valores en las tablas y figuras se presentan como medias de cuadrados mínimos  $\pm$  EEM.

## RESULTADOS

Se encontró efecto de EA sobre el consumo de alimento, cese de postura y pérdida de peso corporal ( $P < 0.001$ ). Las gallinas que presentaron menor consumo de alimento fueron las que consumieron HA únicamente ( $P < 0.05$ ): 71.6, 66.6 y 20.6 g·día<sup>-1</sup> menos con respecto a los EA a base de ST, HA/ST y DT, respectivamente (tabla 2). El cese de postura fue más prolongado ( $P < 0.05$ ) en las gallinas que consumieron ST (7.3 días); ello con respecto a los demás EA evaluados (tabla 2). La pérdida de peso corporal pre-inicio de reactividad ovárica fue menor (2.9% menos) en las gallinas que consumieron HA y ST, con respecto a las gallinas que se les adicionó HA/ST o DT ( $P < 0.05$ ) (tabla 2).

**Tabla 2. Rendimiento productivo de la gallina durante el periodo de restricción de alimento de acuerdo con la dieta**

	Dieta				EEM
	HA	ST	HA/ST	DT	
Peso vivo inicial, kg	1.926	1.961	1.947	1.953	0.100
Consumo de alimento, g	9.4 <sup>a</sup>	81.0 <sup>b</sup>	75.7 <sup>c</sup>	30.0 <sup>d</sup>	1.313
Cese de postura, d	3.0 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>	4.4 <sup>c</sup>	4.1 <sup>c</sup>	0.033
Peso vivo final, kg	1.409 <sup>a</sup>	1.459 <sup>a</sup>	1.381 <sup>b</sup>	1.385 <sup>b</sup>	0.100
Pérdida de peso, %	26.6 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>	29.7 <sup>b</sup>	29.4 <sup>b</sup>	0.513

HA=harina de alfalfa; ST=salvado de trigo; DT=dieta testigo; EEM=error estándar de la media

<sup>a, b, c, d</sup> Literales diferentes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) dentro de fila

De acuerdo con la distribución de los valores para el porcentaje de pérdida de peso corporal de las gallinas, se encontró que las gallinas que consumieron la dieta a base de HA y las gallinas que consumieron la DT; los estimadores de la regresión para dicha variable presentaron distribución polinómica de grado cuatro (tabla 3); mientras que para las gallinas que consumieron ST y HA/ST presentaron distribución polinómica de grado tres (tabla 3).

**Tabla 3. Estimadores de regresión para la pérdida de peso vivo (%) de acuerdo con el día de pelea**

Dieta	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	R <sup>2</sup>	P < valor
HA	-7.0122	-2.6416	0.1083	-0.0013	0.000005	0.74	<.0001
ST	-4.1437	-1.4325	0.0284	-0.00013	--	0.75	<.0001
HA/ST	-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

HA=harina de alfalfa; ST=salvado de trigo; DT=dieta testigo. R<sup>2</sup>=coeficiente de determinación

De acuerdo con las ecuaciones de regresión para la pérdida de peso·EA<sup>-1</sup> (tabla 3), al ser derivadas e igualadas a cero, se encontró el punto crítico (X; Día, Y; Pérdida de peso). Con respecto a ello, las gallinas del EA a base de HA de acuerdo con el punto crítico de la ecuación de regresión, fueron las que presentaron más rápido la pérdida de peso vivo ideal (25 a 30%), para que se inicie la reactividad ovárica; la cual fue a los 16.9 días con una pérdida de peso de 26.6% (figura 1); mientras que las gallinas del EA a base de ST fueron las que tardaron más tiempo (32.4 días) en llegar a la pérdida de peso vivo requerida, la cual fue de 25.2%. Las gallinas que consumieron HA/ST y las gallinas que consumieron la DT presentaron la pérdida de peso requerida en un rango de 22.9 a 28.7 días (figura 1).

Con respecto al balance energético (kcal·día<sup>-1</sup>), se encontró efecto de EA y de la interacción EA por día ( $P < 0.001$ ). Las gallinas que presentaron menor ( $P < 0.05$ ) balance energético promedio pre-inicio de reactivación ovárica fueron las que consumieron la HA únicamente (-247 kcal·día<sup>-1</sup>); ello con respecto a las gallinas que consumieron ST (-184 kcal·día<sup>-1</sup>), HA/ST (-143 kcal·día<sup>-1</sup>) y la DT (-192 kcal·día<sup>-1</sup>) (figura 2). De acuerdo con la interacción dieta por día para el balance energético, las gallinas que consumieron ST o HA/ST, son las que presentaron desbalance energético durante más tiempo; puesto que

ni durante la fase de reactivación ovárica (fase de menor demanda energética y normalización del suministro de dieta) presentaron balance energético positivo, como fue en el caso de las gallinas que recibieron HA únicamente o la DT (figura 2).

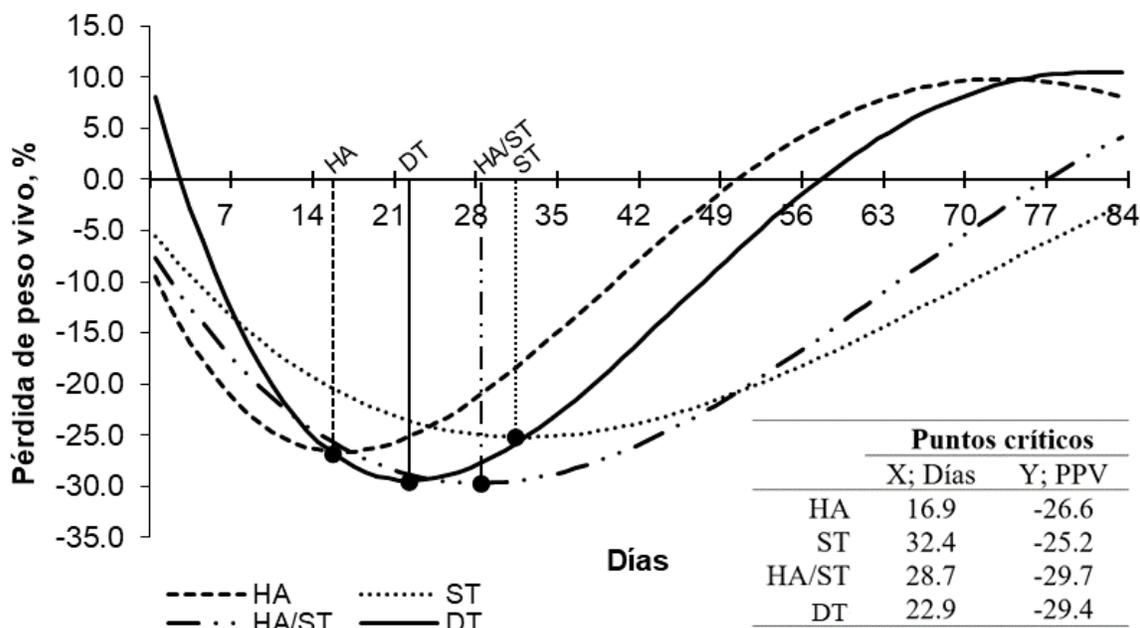


Figura 1. Curvas de predicción y puntos críticos para la pérdida de peso vivo (%) de las gallinas de acuerdo con la dieta y día. HA=harina de alfalfa; ST=salvado de trigo; DT=dieta testigo

De acuerdo con el efecto del EA ( $P < 0.001$ ) para el peso recuperado durante la fase de reactivación ovárica, las gallinas que presentaron menor recuperación de peso vivo fueron las que consumieron ST únicamente (15.5%), con respecto a los demás EA (tabla 4). La reactivación ovárica de las gallinas que consumieron ST solo o HA/ST fue más corta (rango de 11.6 a 12.3 día), con respecto a las gallinas que consumieron únicamente HA o la DT ( $P < 0.05$ ) (figura 2 y tabla 4). De acuerdo con el inicio de postura, las gallinas del EA a base de HA fueron las que lo presentaron más rápido (35.7 días); mientras que en los demás EA el inicio de postura fue a los: 44.7, 40.3 y 40.2 días para ST, HA/ST y DT, respectivamente (figura 2).

No se encontró efecto del EA sobre el peso y producción de huevo ( $P > 0.05$ ). El peso del huevo se encontró en un rango de 63.7 a 67.5 g; mientras que la producción estimada durante un periodo de cuarenta días fue de 25.6 huevos promedio (tabla 4). No obstante, las gallinas que consumieron HA únicamente, presentaron una tendencia en el incremento de huevos producidos; 6.0 huevos promedio más con respecto a las demás dietas evaluadas (tabla 4).

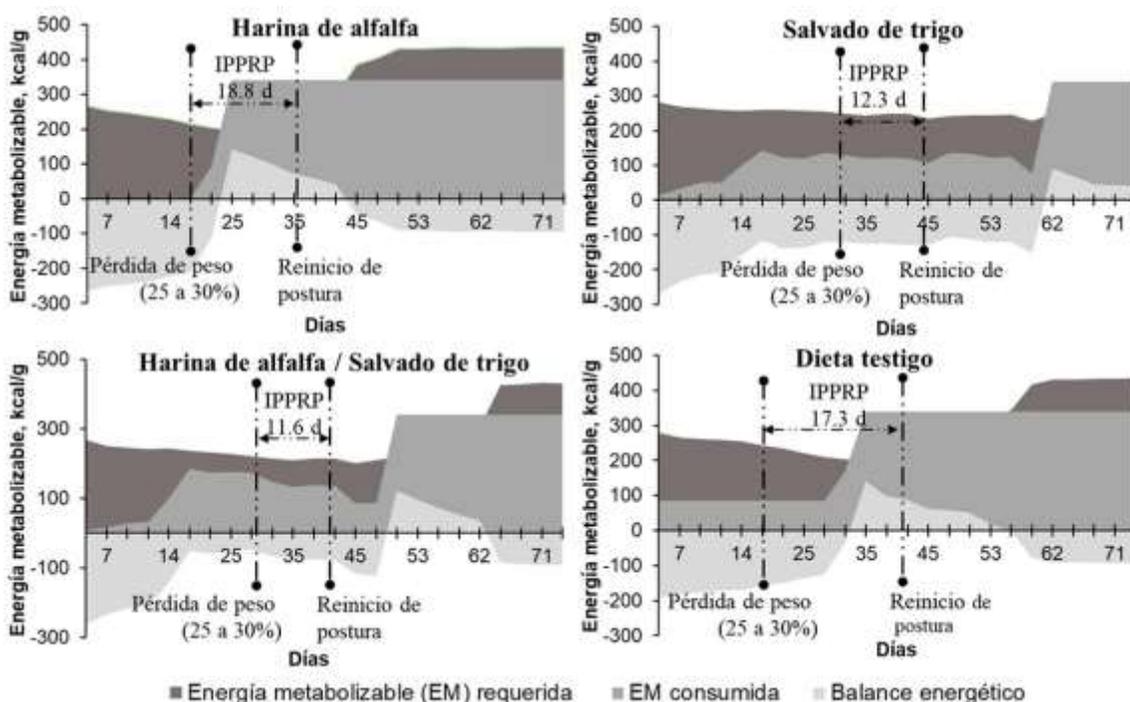


Figura 2. Energía metabolizable requerida y consumida y balance energético de las gallinas de acuerdo con la dieta y día. IPPRP=intervalo pérdida de peso ideal-reinicio de postura

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio apoyan investigaciones anteriores sobre los efectos de dietas altas en fibra y bajas en calorías sobre la muda inducida y comportamiento productivo en gallinas de postura (Petek y Alpay, 2008). Se ha establecido (Bell, 2003) que la inducción de muda por ayuno y el método de muda por inducción rápida mediante la implementación de dietas hipocalóricas, pueden ser igualmente efectivos para promover el proceso de muda; ello se puede observar en la pérdida de peso y cese de postura durante la etapa de muda (tabla 2 y figura 1); en donde el EA a base de HA fue el que tuvo mejores resultados, provocó la muda con pérdida de peso y rápida interrupción de la puesta (Petek y Alpay, 2008). Es importante destacar que el cese de postura fue en un rango entre 3.0 a 7.3 días post iniciada la implementación de las dietas; puesto que entre más rápido sea dicho proceso la gallina estará sometida a menos estrés, lo que mejora la salud de las aves a largo plazo; por lo tanto, de acuerdo con dicha pauta, el régimen de muda inducida puede promover la salud y bienestar de las gallinas (McCowan *et al.*, 2015).

**Tabla 4. Rendimiento productivo de las gallinas post-reinicio de dieta de postura, de acuerdo con la dieta establecida en el periodo de restricción de alimento**

	Dieta				EEM
	HA	ST	HA/ST	DT	
Peso vivo al RDT, kg	1.563 <sup>a</sup>	1.651 <sup>a</sup>	1.561 <sup>a</sup>	1.629 <sup>a</sup>	0.139
Peso vivo al RAO, kg	1.926 <sup>a</sup>	1.953 <sup>b</sup>	1.947 <sup>b</sup>	1.990 <sup>c</sup>	0.139
Peso vivo al reinicio de postura, %	18.9 <sup>a</sup>	15.5 <sup>b</sup>	19.1 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	0.498
Reinicio de postura, días	18.8 <sup>b</sup>	12.3 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	17.3 <sup>b</sup>	0.517
Peso del huevo, g	66.6	67.5	65.5	63.7	3.012
Producción de huevo <sup>§</sup> , unidades	30.1	26.2	22.5	23.6	2.540

HA=harina de alfalfa; ST=salvado de trigo; DT=dieta testigo, EEM=error estándar de la media, RDT=reiniciar dieta testigo; RAO=reinicio de actividad ovárica; <sup>§</sup>Producción estimada durante un periodo de cuarenta días.

<sup>a, b, c</sup> Literales diferentes indican diferencia estadística (P < 0.05) dentro de fila.

Al analizar la muda en el contexto salud-producción de acuerdo con especialistas en la fisiología reproductiva de las aves, los argumentos emitidos por las organizaciones que promueven el bienestar animal, pierden su justificación, debido en primera instancia a que la muda es un proceso fisiológico y, en segunda instancia, la muda inducida acelera el periodo de estrés de las aves. Aunado a ello, si se parte de procesos epistemológicos del estrés, la ausencia de estrés es la muerte ([Selye, 1973](#)); además, existen 2 tipos de estrés, alostático “estrés bueno” y pantostático “estrés malo”. Sobre la base de estas investigaciones, es difícil apoyar la suposición de que las gallinas están en peligro durante la muda inducida; puesto que la muda es un proceso fisiológico inherente de la especie y los patrones de producción, o la fisiología de la gallina cambia a través de fases adaptativas en su vida de forma continua, independientemente de cómo están alojadas o qué prácticas de manejo se imponen ([Koelkebeck y Anderson, 2007](#)).

Se ha demostrado que no se puede obtener cero por ciento de producción de huevos mediante la muda de gallinas con ninguna dieta de abstinencia, comparada con ayuno total; sin embargo, independientemente de ello, el rendimiento post-muda es similar en gallinas alimentadas con dietas de muda a base de maíz:pasta de soja (47:47%), o maíz:trigo (23:71%), en comparación con el ayuno durante 10 días ([Scheideler y Beck, 2002](#)). Dicho comportamiento no se presentó en esta investigación, puesto que las gallinas no fueron sometidas a ayuno y sí presentaron cese de postura (tabla 2). Respecto a lo reportado por [Woodward et al. \(2005\)](#), posiblemente al implementar dietas convencionales las gallinas no tuvieron cese de postura por dos razones: 1) los insumos implementados en las dietas son elevados en proteína y energía, lo cual pudo por mayor tiempo mantener a las gallinas en estado de confort energético y, 2) al presentar confort energético las aves no experimentan estrés agudo; por lo tanto, no se estimulan los centros neuroendocrinos que inducen la muda y restablecimiento ovárico total.

Con respecto a las dietas implementadas en esta investigación, al ser hipocalóricas e hiperfibrosas, estimulan el estrés agudo (alostasis), lo cual se ve reflejado en un rápido descenso del peso corporal (figura 1), ello debido a que las calorías consumidas no satisfacen los requerimientos nutricionales; por lo tanto, las aves entran en balance

energético negativo (figura 2); puesto que la fibra en monogástricos no se digiere por enzimas gastrointestinales, ello modifica la absorción de sales biliares, colesterol y glucosa (Molist *et al.*, 2009). La modificación en la absorción de dichos componentes estimula el catabolismo corporal y la pérdida de peso, aspecto observado en las aves que consumieron HA principalmente (figuras 1 y 2). Aunado a ello, el consumo de dietas fibrosas en monogástricos reduce el coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica (Rentería *et al.*, 2008), lo que indica que esta estrategia promueve la saciedad mecánica en el animal sin exceder la ingesta de energía metabolizable. Por lo tanto, dicha estrategia cumpliría con los estándares de bienestar animal, puesto que las aves no presentarían periodos estresantes crónico (pantostásico), debido a los beneficios que tiene la fibra en relación con el llenado gástrico.

De acuerdo con el descenso de peso corporal agudo en las gallinas que consumieron la DT, fue debido al aporte ( $30 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$ ) de alimento, con la finalidad de no proporcionar ayuno total; dicho aporte no satisface los requerimientos nutricionales; por lo tanto, el peso y balance energético fueron negativos (figuras 1 y 2). Independientemente que este protocolo de alimentación tuvo éxito al inducir la muda y no afectó la productividad posterior, carece de las propiedades de la fibra; por lo tanto, las aves estuvieron expuestas a periodos de hambre. Con base en la teoría de Webster (2003) los EA menos efectivos fueron los que contenían ST. De acuerdo con Jasso (2012) si la pérdida de peso ideal (25 a 30%) no ocurre en un periodo menor a 15 días y hay mayor estrés en el ave, debido a que el cortisol se sintetiza durante mayor periodo de tiempo (pantostasis), con respecto a si se aplica ayuno total o en este caso el EA a base de HA, protocolos que inducen estrés agudo. Dichos protocolos propician aumento temporal de cortisol a los pocos días de la primera fase de la muda (pérdida de peso), posteriormente; debido a que todo el gasto de energía se deriva del metabolismo de las grasas; los niveles de corticosterona serán bajos durante segunda fase de la muda (reactivación ovárica) (Webster, 2003). Ello se puede observar de manera indirecta en el balance energético que presentaron las aves que consumieron ST (figura 2), aves que presentaron menor balance energético; lo cual se puede atribuir a las propiedades del ST que puede ser fermentado en el tracto gastrointestinal y producir ácidos grasos de cadena corta que pueden participar en el mantenimiento del animal (Berruezo *et al.*, 2011), lo cual limita el proceso de muda de manera aguda.

Se ha reportado (Davis *et al.*, 2000), que la muda es un estrés en la gallina que provoca el cese de postura y una pérdida significativa en el peso corporal; sin embargo, el estrés es el que inicia la muda tanto en el entorno comercial, como en estado natural. No obstante, los beneficios que propicia la muda son evidentes, mejora la calidad de la carne hasta un 9%; eficiencia reproductiva y la calidad del huevo (Anderson, 2002), lo cual se traduce en mejor salud y vitalidad en comparación con las gallinas que nunca han mudado. Dicha respuesta se observó en la presente investigación, puesto que el reinicio

de actividad de postura, peso del huevo y producción no fueron afectadas por las dietas implementadas.

Finalmente, hay algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados de este estudio. El comportamiento hormonal del eje hipotálamo-hipófisis-glándulas adrenales, no fue evaluado; sin embargo, incluso con tales limitaciones, esta investigación proporciona información valiosa para especialistas en el área y productores de aves sobre la importancia de la implementación de dietas hipocalóricas e hiperfibrosas, como estrategia para inducir la muda en gallinas de postura de una manera exitosa; puesto que la implementación de estas dietas no propicia estrés pantostático a los animales, lo cual es una limitante que tienen estos sistemas ante las nuevas leyes de bienestar animal; así mismo, este tipo de dietas reducen el tiempo de reactivación ovárica y reinicio de postura.

### CONCLUSIÓN

La implementación de dietas a base de harina de alfalfa para inducir la muda en gallinas de postura, ofrece ventajas sobre los métodos de muda convencional a base de ayuno, debido a que acelera la pérdida de peso corporal al propiciar menor balance energético, lo cual se ve reflejado en menor tiempo de reactivación ovárica; ello sin alterar la productividad post muda de la gallina.

### 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](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](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)

GUZMAN 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](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>