

Inducción de la muda de gallinas ponedoras mediante el uso de alimentos bajos en energía y proteína: efectos en la producción y en la calidad del huevo postmuda

A. CALLEJO^{1*}, N. NICODEMUS² y C. BUXADÉ²

¹ E.U. de Ingeniería Técnica Agrícola, ² E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Dpto. de Producción Animal, Ciudad Universitaria, s/n, 28040 Madrid., España.

*e-mail: antonio.callejo@upm.es

La inducción de la muda en gallinas ponedoras mediante la supresión total del alimento sólido está prohibida en la UE por perjudicar el bienestar de la gallina y su sistema inmunitario. Por ello, es necesario estudiar alternativas (sin ayuno) que logren una adecuada pérdida de peso vivo para que la puesta cese rápidamente, su tracto reproductor se “rejuvenezca”, y la producción de huevos se reanude rápida y satisfactoriamente, con una mínima mortalidad. El objetivo del trabajo fue determinar la eficacia con que tres alimentos (salvado de trigo, cebada y un pienso comercial suministrado en cantidad restringida) podían inducir la muda en ponedoras de dos estirpes genéticas, y analizar comparativamente los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos, tanto por estirpe como por tratamiento. La muda se indujo a 216 gallinas de una estirpe ligera y a 216 gallinas de estirpe semipesada. Las gallinas se alojaron en bloques de 3 jaulas con 4 aves por jaula, con 18 réplicas por estirpe y 12 réplicas por tratamiento. El salvado y la cebada causaron el cese de la puesta más rápidamente (días 7 y 9 desde el inicio de la muda; respectivamente) que el pienso restringido (día 14) ($P < 0,001$). La producción de huevos durante la muda fue mayor con pienso restringido ($P < 0,001$) y también mayor en las semipesadas (28,1 %) que en las ligeras (18,9%). Tras la muda, las gallinas ligeras tuvieron mayor producción (73,1%) que las semipesadas (70,8%), aunque un peso medio del huevo inferior (69,8 vs 70,7 g). El salvado dio lugar a una mayor IP (74,6%) pero el peso del huevo fue inferior (69,7 g). Todos los parámetros cualitativos analizados presentaron diferencias significativas entre gallinas ligeras y semipesadas, de uno u otro signo. En cambio, el alimento utilizado para inducir la muda no influyó en la calidad del huevo tras la muda.

To induce the moult by feed withdrawal is forbidden at European Union due to damage the layer welfare and the immune system. That's why is need to study alternative moulting methods (non feed withdrawal) to get a suitable body weight loss, a quick stop pf laying, a rejuvenation of reproductive organs, and laying starts again quickly an suitably. The goal of this trial was determinate the efficiency of three feed (wheat bran, barley and restricted layer diet) to induce the moult in two egg layer strains. 216 egg white layers and 216 brown egg layers were used, housed in groups of three side cages with four birds per cage (12 birds per group or replication), with 18 replications per strain and 12 ones per treatment. Wheat bran and barley caused a quicker laying stop (days 7 and 9, respectively) than restricted layer diet (day 14). Egg production during moulting period was higher with this last diet, and that of brown layers was also higher (28,1%) than that of white layers (18,9%). After moulting, white layers production was higher (73,1%) than that of brown ones (70,8%), although egg weight was smaller (69,8 vs 70,7 g). Layer moulted by means of wheat bran had the highest (74,6%) but egg weight was the smallest (69,7 g). All of quality parameters were affected by the strain of layer, in one way or another. However, moulting treatment had not effect on egg quality after moult.

Palabras clave: muda; salvado; cebada; ponedoras.

Introducción

La muda es un proceso natural en las aves durante el que reducen la ingestión de alimento, pierden peso corporal, interrumpen la producción de huevos y renuevan el plumaje. En la producción industrial de huevos es preciso que este proceso se realice de forma simultánea en todas las aves y en el período de tiempo más breve posible, para lo que es necesario inducir dicho proceso de muda.

Tras la muda, se observa un mayor peso del huevo, menor número de huevos rotos, mayor masa de huevos diaria (Yousaf, 2006a), y una mejor calidad tanto del albumen como de la cáscara (Yousaf, 2006b), habitualmente deficiente al final del primer ciclo de producción (Keshavarz y Quimby, 2002).

El método más habitual para inducir la muda ha consistido en someter a las aves a un ayuno alimenticio durante un determinado período de tiempo. A pesar de los incuestionables buenos resultados de este método (Brake, 1993), actualmente se considera que este método genera un fuerte estrés en la gallina, además de deprimir su sistema inmunitario e incrementar su susceptibilidad a la invasión y colonización de su aparato digestivo por *Salmonella enteritidis* (Holt, 2003; Park y col., 2004), lo que incide negativamente sobre el bienestar del animal y en la seguridad alimentaria, al haber una transmisión transovárica de esta bacteria a los huevos (Patwardhan y col., 2011).

Por ello, se trabaja en poner a punto distintos métodos de inducción de la muda sin suprimir la alimentación de la gallina, que no le generen estrés y que no disminuyan los resultados cuantitativos y cualitativos de la producción posterior. Los que implican la suplementación con oligoelementos como el Zn (Creger & Scott, 1977), el I (Arrington y col., 1967) o el Al (Lipstein & Hurwitz, 1982) también están muy cuestionados por el riesgo de acumulación en ciertos órganos, además de por la dificultad en conseguir una buena uniformidad de la mezcla (Buxadé y Flox, 2000).

En los últimos años se ha investigado en dietas de alto nivel de fibra (bajo nivel energético y proteico) incorporando distintos ingredientes como harina de jojoba (Vermaut y col., 1998), harina de algodón en diversas proporciones (Davis y col., 2002), tercerillas de trigo (Biggs y col., 2003), alfalfa (Donalson y col., 2005), pulpa de uva (McKeen, 1984), pulpa de tomate (Patwardhan y col., 2011), cebada (Petek y Alpay, 2008) o distintas proporciones de maíz (Bell y Kuney, 2004).

El objetivo es conseguir una pérdida de peso adecuada y una interrupción de la puesta lo más rápida posible. La producción tras la muda se relaciona con el grado de regresión y subsiguiente recuperación de los órganos y tejidos reproductivos. Lee (1982) halló una correlación positiva entre la duración del período de reposo (parada de puesta) y la producción por gallina alojada, tras la muda.

Baker y col. (1983) y Gordon y col. (2009) recomiendan pérdidas de peso entre 25 y 35%, aunque en otros trabajos, sin privación de alimento, se obtienen resultados productivos similares con pérdidas de peso corporal más reducidas (Fontana y col., 1991; Buhr y Cunningham, 1994; Soe y col., 2007; Khodadadi y col., 2008; Mejía y col. 2011), junto a un mejor estado inmunitario y menor mortalidad (Yousaf y Chaudry, 2008).

En el presente trabajo se analizan los efectos de tres métodos nutricionales de inducción de la muda sobre resultados cuantitativos y cualitativos resultantes.

Material y métodos

La prueba desarrolló en la nave experimental de ponedoras del Dpto de Prod. Animal de la Universidad Politécnica de Madrid, desde Junio a Diciembre de 2011. Dicha nave disponía de 2 baterías tipo semi-California, con 12 filas de 28 jaulas (2.268 cm²) por fila, dispuestas en 3 pisos. Para la prueba sólo se utilizaron las cuatro filas del nivel central. La nave es de ambiente controlado (ventilación dinámica) y dispone de sistema de refrigeración evaporativa mediante paneles humectantes.

Se utilizaron 216 gallinas ligeras (Hy-Line) y 216 gallinas semipesadas (Lohmann Brown), alojadas en grupos de 4 aves por jaula. Cada estirpe se ubicó en 2 filas de 27 jaulas por fila, configurándose bloques al azar de 3 jaulas contiguas (12 ponedoras), cada uno de los cuales recibió uno de los 3 alimentos experimentales como inductores de la muda: salvado de trigo (S), cebada (C) y pienso comercial restringido (R). El diseño experimental correspondió a un modelo factorial 2 x 3, con

18 bloques por estirpe y 12 por tratamiento. La muda se indujo tras un primer ciclo de puesta de 53 semanas de duración, cuando todas las gallinas tenían 68 semanas de edad.

Para inducir la muda, la iluminación se redujo de 16 a 9 horas/día y se suministraron los 3 alimentos citados en la forma que se expresa en el *Tabla 1*.

Tabla 1. Cantidades de alimento suministradas (kg/ave y día)

ALIMENTO	DÍAS				
	1-7	8-14	15-21	22-29	>30
Cebada	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>			
Restricción	60	45	60	90	<i>ad libitum</i>
Salvado	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>			

La composición química de los alimentos y el pienso se muestra en la *Tabla 2*

Tabla 2. Composición química de los alimentos y el pienso suministrados a lo largo del período de muda

	Cebada	Pienso ponedoras	Salvado
Materia Seca (MS), %	90,6	90,3	89,3
Cenizas, % MS	3,01	18,4	5,80
Fibra Neutro Detergente, % MS	18,0	12,6	38,9
Fibra Acido Detergente, % MS	4,63	3,72	11,6
Lignina Acido Detergente, % MS	0,00	0,02	3,08
Proteína Bruta, % MS	12,2	17,3	17,3
Extracto Etéreo, % MS	2,65	5,39	3,52
Ca, % MS	0,06	3,87	0,13
Energía Bruta, kcal/kg MS	4.422	3.971	4.624
Energía Metabolizable, kcal/kg MS	2.800	3.045	1.830

El contenido en FND, FAD y LAD se determinó secuencialmente utilizando el sistema de bolsas filtrantes (filter bag) (Ankom Technology, New York) de acuerdo con Mertens (2002) y AOAC (2000; procedimiento 973.187). Todos los demás análisis se realizaron siguiendo los procedimientos descritos por la AOAC (2000). La materia seca (MS) de las muestras se determinó mediante secado a 103° C durante 24 horas (934.01). Para la determinación de las cenizas se siguió el método de incineración de la muestra a 550° C (942.05). La PB se analizó mediante el método Dumas (N x 6,25; FP-528 LECO®, St. Joseph, MI (USA). Para determinar el extracto etéreo (EE) se realizó una hidrólisis ácida, tratando la muestra en caliente con ácido clorhídrico. Posteriormente se filtró y el residuo se sometió a análisis (RD 609/1999 n°4). Para medir la Energía Bruta (EB), se utilizó una bomba calorimétrica isoperibólica (Model 1356, Parr Instrument Company, Moline, IL).

A partir del día 29 desde el inicio de la inducción a la muda se aplicó un programa de iluminación creciente para estimular la puesta, aumentando 1 hora a la semana hasta alcanzar las 16 horas/día.

Durante los 30 días de muda, la puesta se controló diariamente, recogiendo los huevos puestos por cada bloque de 12 animales. A partir de la semana 5, la recogida de huevos se realizó de martes a viernes, siempre a la misma hora (10:00 am). En ambos períodos, eran clasificados según su clase comercial (XL, L, M y S), anotando el número de enteros y de rotos.

Se analizaron parámetros de calidad de la cáscara (espesor y peso específico del huevo), de albumen (altura y unidades Haugh) y de yema (color mediante escala DSM) las semanas 2, 6, 10, 14 y 18 del segundo ciclo de puesta, tomando al azar, para cada uno de los bloques considerados, tres huevos de la clase XL y otros tres de la clase L, pues el número de huevos de clase M era ya muy reducido y el de los de clase S prácticamente nulo.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). Los resultados obtenidos de IP y con una estructura factorial mediante un análisis de medidas repetidas utilizando en procedimiento MIXED del SAS (Littell et al., 1996), siendo el período de 1 día la unidad temporal repetida a lo largo del tiempo. Se incluyeron en el modelo, como efectos principales, la estirpe, el tipo de alimento y sus interacciones.

Se consideró una estructura de varianzas y covarianzas simétrica compuesta según el criterio de información de Schwarz (Littell et al., 1998). Esta estructura asume que las medidas entre ciclos tienen

la misma varianza y que la correlación entre los pares de medidas dentro del mismo animal es la misma. Todas las medias se han presentado corregidas por mínimos cuadrados.

En todas las variables estudiadas se utilizó un test LSD protegido para la comparación de medias, y las diferencias fueron consideradas significativas cuando $P < 0,05$.

La clasificación de los huevos por tamaños y la proporción de huevos rotos y útiles se analizaron con una regresión logística mediante el procedimiento GENMOD del SAS utilizando una distribución binomial (McCullagh y Nelder, 1989; Agresti, 1990). Para ello, todas estas variables se expresaron como porcentaje sobre el total de huevos puestos. Se incluyeron como efectos fijos en el modelo, la estirpe, el tratamiento de muda, y sus interacciones.

Resultados y discusión

La estirpe de las gallinas influyó sobre la IP media en el período de muda (*Tabla 3*), siendo el un 48,7% mayor en la estirpe semipesada que en la ligera. En éstas también se registró un porcentaje de huevos rotos significativamente mayor que en las semipesadas, lo que podría explicarse por el mayor nivel de nerviosismo y de picaje que manifestaron durante los dos ciclos que estuvieron en producción, hecho corroborado por una mortalidad significativa más elevada (dato no expuesto).

Tabla 3. Influencia de la estirpe de gallinas y del método de muda en la producción (%) y en el consumo (g/ave y día) medios durante la muda.

	n	IP (%)	Consumo (g/día)	Rotos (%)
Ligera	18	18,9	80,7	3,30
Semipesada	18	28,1	81,7	1,50
EEM		2,68	0,90	
P		<0,001	0,21	<0,001
Cebada	12	21,2 ^b	81,9	3,08 ^a
Pienso Restringido	12	30,0 ^a	80,3	1,43 ^b
Salvado	12	19,2 ^b	81,4	2,46 ^{ab}
EEM		3,29	1,1	
P		<0,001	0,20	0,021

IP: índice de puesta, sobre gallinas presentes; EEM: Error estándar medio

Según el factor de variación, las medias con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Las IP fue menor cuando la muda se indujo con cebada o con salvado. Las gallinas mudadas con cebada tuvieron, en esta fase, un porcentaje de huevos rotos significativamente mayor que las mudadas con restricción de pienso. La muy baja concentración de calcio en la cebada y en el salvado seguramente está detrás de esta diferencia en el porcentaje de huevos rotos.

Las gallinas ligeras respondieron antes a la inducción de la muda (*Figura 1*), y mostraron un nivel de producción que se situó a niveles significativamente menores durante el tiempo de postura controlado. En la estirpe ligera se logró el cese completo de la puesta ($< 2\%$) el día 12 tras el inicio del tratamiento, prolongándose hasta el día 18. En la estirpe semipesada, el nivel más bajo de producción llegó, el día 15 de iniciado el mencionado tratamiento, hasta el 3,24%.

La cebada y el salvado provocaron el cese de la puesta ($< 2\%$) de forma relativamente rápida, el día 7 tras el inicio del proceso, manteniendo esta interrupción durante 10 días, mientras que la restricción de pienso comercial no logró interrumpir la puesta completamente (4,86%), y este nivel mínimo no se consiguió hasta el día 14 desde el inicio del tratamiento y con muy escasa persistencia, apenas 2 días.

Tras la muda (*Tabla 4*), la IP media durante el segundo ciclo de puesta fue significativamente más alta en las gallinas ligeras, mientras las gallinas semipesadas presentaron un mayor PMH, por lo que la MHD exportada por ambas estirpes durante el segundo ciclo no fue significativamente distinta. Los mejores resultados en IP se produjeron en las gallinas que fueron mudadas con salvado, no habiendo diferencias entre los otros dos métodos de inducción de muda utilizados. En cambio, el tratamiento más eficiente en lo que respecta al PMH fue la cebada, sin diferencias entre los otros dos métodos. Como consecuencia, las gallinas mudadas con salvado de trigo exportaron más MHD que las gallinas

mudadas con restricción de pienso, en tanto que el uso de cebada para inducir la muda no presentó diferencias con los otros dos métodos.

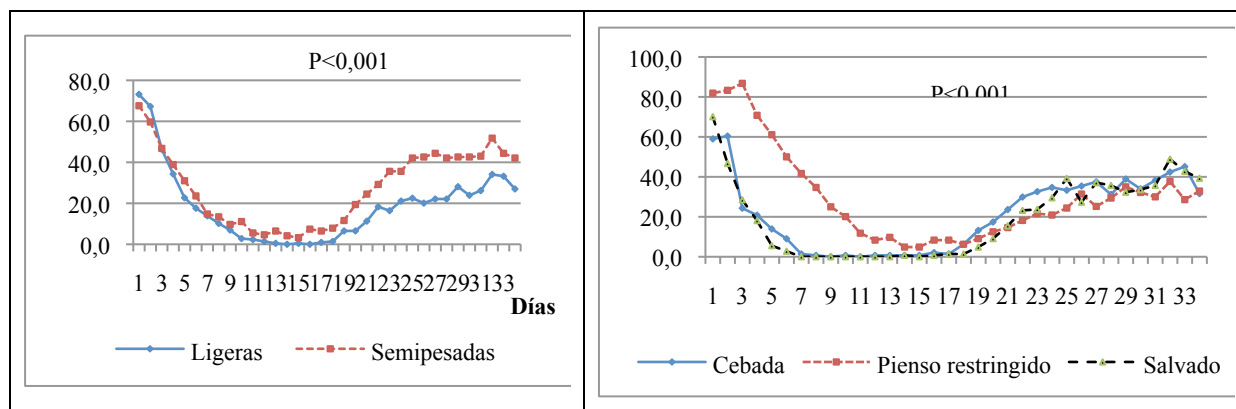


Figura 2. Evolución de la producción (%) durante la muda, según la estirpe (izda) y el método de muda (dcha.)

Tabla 4. Efecto de la estirpe y del método de muda sobre los parámetros productivos del segundo ciclo de puesta

	n	IP (%)	PMH (g)	MHD (g/ave y día)	CONSUMO (g/ave y día)
Ligera	18	73,1	69,8	51,0	115,7
Semipesada	18	70,8	70,7	50,1	121,8
EEM		2,28	0,77	1,63	2,03
P		0,041	0,002	0,28	<0,001
Cebada	12	71,2 ^b	70,8 ^a	50,4 ^{ab}	118,9
Restricción	12	70,1 ^b	70,2 ^b	49,3 ^b	118,5
Salvado	12	74,6 ^a	69,7 ^b	51,9 ^a	118,8
EEM		2,79	0,94	2,00	2,49
P		0,0063	0,008	0,042	0,97

IP: índice de puesta, sobre gallinas presentes; PMH: Peso medio del huevo; MHD: masa de huevo exportada diariamente; IC: Índice de conversión; EEM: error estándar medio. Según el factor de variación, las medias con letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05)

Las gallinas morenas produjeron un porcentaje de huevos XL significativamente más alto y menor de huevos L (Tabla 5). Los huevos no comercializables (rotos y fárfaras) supusieron un mayor porcentaje en las gallinas ligeras. La mayor producción de huevos de clase XL se obtuvo en las gallinas mudadas con cebada, y la menor, en las mudadas con salvado. Lo contrario sucedió en el caso de los huevos de clase L. El menor porcentaje de huevos no comercializables se dio en las gallinas mudadas con restricción de pienso.

Tabla 5. Distribución de la producción por clases comerciales (en %), según estirpe y método de muda

	Huevos XL	Huevos L	Huevos M	Huevos S	Huevos no comercializables
Ligera	26,1	66,4	4,07	0,08	3,38
Semipesada	30,6	62,7	4,27	0,07	2,30
P	<0,0001	<0,0001	0,41	0,77	<0,0001
Cebada	32,5 ^a	59,9 ^c	4,31	0,08	3,17 ^a
Restricción	27,9 ^b	65,4 ^b	4,26	0,07	2,32 ^b
Salvado	24,9 ^c	68,0 ^a	3,95	0,08	3,00 ^a
P	<0,0001	<0,0001	0,41	0,90	0,0012

Según el factor de variación, las medias con letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05)

Las gallinas semipesadas produjeron huevos con mayor espesor de cáscara (Tabla 6), si bien en el peso específico no hubo diferencias entre estirpes. La calidad interna fue mayor en los huevos blancos, tanto si se valoraba por altura del albumen como por el valor de las unidades Haugh. El color de la

yema presentó un valor más alto en la escala DSM en los huevos morenos. Ninguno de los parámetros cualitativos analizados fue afectado por el alimento utilizado para inducir la muda.

Tabla 6. Calidad del huevo tras la muda, según la estirpe genética de la gallina

	n	Espesor cascara (mm)	Peso específico (g/cm ³)	Altura albumen (mm)	Unidades Haugh	Color yema
Ligera	18	338	1,0850	9,71	102,4	11,4
Semipesada	18	343	1,0846	8,68	97,7	11,87
EEM		6,74	0,0016	0,363	1,666	0,290
P		0,04	0,55	<0,001	<0,001	<0,001
Según el factor de variación, las medias con letras distintas son significativamente diferentes (P<0.05)						

La recuperación más rápida de la puesta tras la muda en las ponedoras semipesadas coincide con lo indicado por Ovejero (1991) y Cardoso (1996), si bien en nuestro estudio las gallinas morenas no llegaron a interrumpir por completo la puesta y su período de descanso fue algo más breve.

Ovejero (1991) y Lillpers y Wilhemson (1993) también señalan la mayor producción de las gallinas ligeras tras ser sometidas a una muda forzada: como en nuestro caso, el mayor pico de puesta y la mayor persistencia de la puesta que manifestaron las gallinas ligeras permiten explicar esta diferencia.

De acuerdo con Lee (1982), existiría una correlación positiva entre la duración del período de reposo y la producción tras la muda. En nuestro caso, los tratamientos con cebada y salvado demoraron unos días más en parar la producción y en retomarla, si bien el período de reposo fue similar y más largo que el de las gallinas que consumieron pienso restringido, traduciéndose en una mayor IP durante el segundo ciclo con los dos primeros tratamientos citados. Sin embargo, la IP después de la muda fue superior en las gallinas mudadas con salvado que con cebada, lo que puede explicarse por una mayor pérdida de peso durante la muda de las primeras.

Nuestros resultados de IP superan los registrados por Mohammadi y Sadeghi (2009), quienes indujeron la muda con distintos porcentajes de inclusión de veza amarga en la dieta; a los de Patwardhan y col. (2011), con harina de cártamo o pulpa de tomate; y muy similares a los de Mejía y col. (2011) cuando utilizaron cascarilla de soja o cascarilla de soja más un 10 o un 20% de DDGS.

La muda mejoró la calidad interna del huevo (unidades Haugh), el peso específico y el color de la yema, con respecto a los valores obtenidos en los últimos 4 meses del primer ciclo productivo de estas gallinas (Nicodemus y col., 2012). En cambio, el espesor de cáscara sólo fue ligeramente mejor al inicio del segundo ciclo que al final del primero y sólo en los huevos morenos, lo que no coincide con lo observado por Jimeno (2003), quien obtuvo una mejor calidad de cáscara tras la muda en los huevos blancos.

Mejía y col. (2010) midieron el peso específico de los huevos producidos tras la muda, inducida ésta con dietas que contenían distintos porcentajes de DDGS. En ninguno de los casos nuestros resultados fueron inferiores

La mejora en calidad del albumen tras la muda se relaciona con el proceso de rejuvenecimiento del tracto reproductivo de las aves. Otros autores (Bell y Kuney, 1992), en cambio, no encontraron efecto significativo alguno de una muda inducida mediante ayuno, con dos niveles de pérdidas de peso y en seis estirpes de ponedoras ligeras, sobre la calidad del albumen.

Nuestros datos de IP, PMH y MHD están condicionados por el descenso experimentado en los valores de estos tres parámetros durante las semanas en que se registraron las temperaturas máximas más altas dentro de la nave avícola. Aunque algunas referencias (Deaton y col., 1982; Peguri y Coon, 1991) consideran que la IP no se ve afectada por la temperatura, el que nuestras gallinas sean de “segundo ciclo” (es decir, más viejas) quizá haya tenido algo que ver en que sí que hayamos visto dicho efecto, al igual que Arima y col (1976), para quienes la producción de huevos se veía afectada más severamente en las gallinas de más edad.

Podríamos concluir que alimentos simples, como el salvado y la cebada, con niveles deficitarios de energía o de proteína, constituyen alternativas técnica y económicamente válidas para la inducción de la muda, logrando rápidas interrupciones de la puesta y un tiempo de reposo suficiente.

El suministro restringido de pienso como método de inducción de muda, aplicado a nivel comercial, podría plantear ciertas dificultades de índole práctica en su distribución por medios mecánicos, por la dificultad en conseguir un ajuste preciso de la cantidad a distribuir. También es

preciso asegurarse que, de utilizarse alimentos simples como los de este trabajo experimental, no presentan problemas de fluidez de tránsito en los silos y/o en los sistemas mecánicos de distribución de alimento.

Referencias

- AOAC. (ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS).** (2000) Official Methods of Analysis (17th edition), Washington, DC, USA
- ARIMA, Y., MATHER, F.B. y AHMAD, M.M.** (1976) Response of egg production and shell quality to increase in environmental temperature in two age groups of hens. *Poultry Science* **55**: 818-820.
- ARRINGTON, L.R., SANTACRUZ, R.A., HARMS, R.H. y WILSON, H.R.** (1967) Effects of excess dietary iodine upon pullets and laying hens. *Journal of Nutrition* **92**: 325-330.
- BAKER, M., BRAKE, J. y McDANIEL, G.R.** (1983) The relationship between body weight loss during an induced molt and postmolt, postmolt egg production, egg weight, and shell quality in caged layers. *Poultry Science* **62**: 409-413.
- BELL, D.D. y KUNEY, D.R.** (2004) Farm evaluation of alternative molting procedures. *Journal of Applied Poultry Research* **13**: 673-679.
- BIGGS, P.E., DOUGLAS, M.W., KOELKEBECK, K.W. y PARSON, C.M.** (2003) Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Science* **82**: 749-753.
- BRAKE, J.** (1992) Mechanisms and metabolic requirements for complete and rapid reproductive rejuvenation during induced molt. A brief review. *Ornis Scandinavia* **23**: 335-339.
- BRAKE, J.** (1993) Recent advances in induced molting. *Poultry Science*. **72**: 929-931.
- BUHR, R.J., y CUNNINGHAM, D.L.** (1994) Evaluation of molt induction to body weight loss of fifteen, twenty, or twenty-five percent by feed removal, daily limited, or alternate-day feeding of a molt feed. *Poultry Science* **73**: 1499-1510.
- BUXADÉ, C. y FLOX, J.R.** (2000) La muda forzada en las gallinas ponedoras comerciales, en: *La gallina ponedora*. 2ª ed., pp 369-416, Mundi-Prensa Libros.
- CARDOSO, W.** (1996) Muda forzada de ponedoras comerciales: influencia de la pérdida de peso vivo sobre las principales variables productivas y de calidad física del huevo. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid.
- CREGER, C.R., y J.T. SCOTT.** (1977) Dietary zinc as an effective resting agent for the laying hen. *Poultry Science* **56**: 1706. (Abstr.)
- DAVIS, A.J., LORDELO, M.M. y DALE, N.** (2002) The use of cottonseed meal with or without added soap stock in laying hen diets. *Journal of Applied Poultry Research* **11**: 127-133.
- DEATON, J.W., McNAUGHTON, J.L. y LOTT, B.D.** (1982) Effect of heat stress on laying hens acclimated to cyclic versus constant temperatures. *Poultry Science*. **61**: 875-878.
- DONALSON, L.M., KIM, W.K., WOODWARD, C.L., HERRERA, P., KUBENA, L.F., NISBET, D.J. y RICKE, S.C.** (2005) Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Science* **84**: 362-369.
- FONTANA, E.A., RUSZLER, P.L., BEAN, W.L. y MAGAR, V.** (1991) The effect of two feed withdrawal and two corticosterone supplementation programs on overall performance, body weight and reproductive organ weights of forcé-rested layers. *Poultry Science* **70**: 159.
- GORDON, R., BRYANT, M.M. y ROLAND, D.A. Sr.** (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.
- HOLT, P.S.** (2003) Molting and *Salmonella enterica serovar enteritidis* infection: the problem and some solutions. *Poultry Science* **82**: 1008-1010.
- JIMENO, V.** (2003) Muda forzada con óxido de zinc: diferencias entre estirpes y repercusión sobre la calidad del huevo. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid.
- KESHAVARZ, K. y QUIMBY, F.W.** (2002) An investigation of different moulting techniques with an emphasis on animal welfare. *Journal of Applied Poultry Research* **11**: 54-67.

- KHODADADI, I.H., MORAVEJ, H., SHIVAZAD, M. y MEHRABANI-YEGANEH, H.** (2008) Comparison of four induced molting methods base on subsequent performance and welfare of single comb White Leghorn hens. *Pakistan Journal of Biology Science* **11**(1): 98-102.
- LEE, K.** (1982) Effects of forced moltperiod on postmolt performance of Leghorn hens. *Poultry Science* **61**: 1594-1598.
- LILLPERS, K. y WILHEMSON, M.** (1993) Age-dependent changes in oviposition pattern and egg production traits in the domestic hens *Poultry Science* **72**: 2005-2011.
- LIPSTEIN, B., y S. HURWITZ.** (1982) The nutritional value of sewage-grown, alum-flocculated micractinium algae in broiler and layer diet. *Poultry Science*. **60**:2628-2638.
- McKEEN, W.D.** 1984. Feeding grape pomace to Leghorn hens as an alternative to starvation to induce a moult. *Poultry Science* **63**(Suppl. 1): 148-149.
- MEJÍA, L., MEYER, E.T., STUDER, D.L., UTTERBACK, P.L., UTTERBACK, C.W., PARSONS, C.M. y KOELKEBECK, K.W.** (2011) Evaluation of limit feeding varying levels of distillers dried grains with solubles in non-feed-withdrawal molt programs for laying hens. *Poultry Science* **90**: 321-327.
- MEJÍA, L., MEYER, E.T., UTTERBACK, P.L., UTTERBACK, C.W., PARSONS, C.M. y KOELKEBECK, K.W.** (2010) Evaluation of limit feeding corn and distillers dried grains with solubles in non-feed-withdrawal molt programs for laying hens. *Poultry Science* **89**: 386-392.
- MOHAMMADI, L. y SADEGUI, Gh.** (2009) Using different ratios of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for moult induction and post-moult performance in commercial laying hens. *British Poultry Science* **50**: 207-212.
- NICODEMUS, N., CALLEJO A., BLANCO, D. y BUXADÉ, C.** (2012). Efecto de la densidad de gallinas por jaula y de la estirpe sobre la producción y la calidad del huevo. *Proc. V Reunión Anual de la Asociación de Especialistas Avícolas del Centro de México (AECACEM)*, pp. 391-406, Querétaro, Mx.
- OVEJERO, I., CALLEJO, A., DAZA, A., PENA, J. y BUXADÉ, C.** (1991) Muda forzada de ponedoras ligeras y semipesadas: influencia de la pérdida de peso sobre los rendimientos durante las primeras semanas posmuda. *IV Jornadas sobre Producción Animal, ITEA*, vol, extra nº **11**, pp. 355-357.
- PARK, S.Y., BIRKHOOLD, S.G., KUBENA, L.F., NISBET, D.J. y RICKE, S.C.** (2004) Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and postmolt egg production and quality in laying hens. *Poultry Science* **83**: 24-33.
- PATWARDHAN, D.S., KING, A.J., OBERBAUER, A.M. y HOLLAND, T.B.** (2011a) Bone measurements of molted layers fed low-salt corn and soybean diets containing safflower meal or tomato pomace. *Journal of Applied Poultry Research* **20**: 190-196.
- PATWARDHAN, D.S. y KING, A.J.** (2011b) Review: feed withdrawal and non feed withdrawal moult. *World's Poultry Science Journal* **67**: 253-268.
- PEGURI, A. y COON, C.** (1991) Effect of temperature and dietary energy on layer performance. *Poultry Science* **70**: 126-138.
- PETEK, M., y ALPAY, F.** (2008) Utilization og 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.
- SAS.** (1991) SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA
- SOE, H.Y., MAKINO, Y., UOZOMI, N., YAYOTA, M. y OHTANI, S.** (2007) Evaluation of non-feed removal induced molting in laying hens. *Journal of Poultry Science* **44**: 153-160.
- VERMAUT, S., CONINCK, K.D., ONAGBESA, O., FLO, G., COKELAERE, M. y DECUYPERE, E.A.** (1998) Jojoba-rich diet as a new forced molting method in poultry *Journal of Applied Poultry Research* **7**: 239-246.
- YOUSAF, M.** (2006a) Influence of different copper and aluminium levels on organ weights, feather renewal and production performance of molted layers. *Pakistan Journal of Arid Agriculture* **9**(1): 35-39
- YOUSAF, M.** (2006b) Induced molting: Tips for success. *Poultry International* **45**(4): 36-40.
- YOUSAF, M., CHAUDRY, A.S.** 2008. History, changing scenarios and future strategies to induce moulting in laying hens. *World's Poultry Science Journal* **64**: 65-75.