



Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias

<http://rccp.udea.edu.co>

RCCP

Efectos en el tracto reproductivo, digestivo y pérdida de peso corporal del ave semipesada sometida a descanso ovárico[✉]

The effects on the reproductive and digestive tract and loss of body weight of the Brown egg layers submitted to ovarian rest.

Efeitos no trato reprodutivo, digestivo e perda do peso de aves semi-pesadas submetidas a descanso ovárico

Luis F Galeano ¹, Zoot, MSc; Juan D Sorza ¹, Zoot, PhD; Luis F Restrepo ¹, Est, Esp; Carlos A Vélez ¹, Eco, MSc; Pablo Lopera², MV.

¹Grupo GRICA, Profesor Escuela de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. AA1226, Medellín, Colombia.

²Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, A.A. 1226, Medellín, Colombia;

(Recibido: 21 noviembre, 2007; aceptado: 6 abril, 2010)

Resumen

Esta investigación evaluó la aplicación del descanso ovárico (DO) en aves semipesadas y el efecto que tienen la edad y la duración del ayuno sobre el tracto reproductivo y gastrointestinal. Se utilizaron 840 ponedoras de la línea Hy-Line Brown® con 64 semanas de edad, se evaluaron tres edades de inducción al DO (65, 70 y 75 semanas) y tres períodos de ayuno (cinco, diez y quince días), en un modelo estadístico completamente aleatorizado, anidado, efecto fijo y balanceado. Se sacrificaron aves para evaluar el peso corporal, peso del tracto digestivo, peso del tracto reproductivo (ovario y oviducto), porcentaje de folículos con diámetro igual o superior a diez mm (LYF) y el porcentaje de pérdida de peso del ave. El modelo fue significativo ($p < 0.05$) para todas las variables evaluadas; la edad presentó efecto significativo ($p < 0.05$) en el peso del ovario y el porcentaje de folículos (LYF), mientras que la duración del ayuno anidado en la edad presentó efecto significativo ($p < 0.05$) en todas las variables, lo que indica un mayor efecto del período de ayuno en contraste con la edad de aplicación del DO sobre las variables evaluadas. El peso del ovario (edad 65: 15.87 ± 15.11 ; edad 70: 7.92 ± 5.46 ; y edad 75: 7.54 ± 4.96) y porcentaje de folículos (LYF) (edad 65: 43.75 ± 21.54 ; la edad 70 18.05 ± 8.72 y edad 75: 8.33 ± 6.85), mostraron tendencia en la disminución a medida que aumenta la edad, comportamiento que está asociado con la disminución gradual del número de folículos y la ampliación del tiempo entre la maduración de una onda folicular y la siguiente normal del ave a medida que envejece (Kim y Donalson, 2000; North y Bell, 1990). Los porcentajes de pérdida

✉ Para citar este artículo: Galeano LF, Sorza JD, Restrepo LF, Vélez CA, Lopera P. Efectos en el tracto reproductivo, digestivo y pérdida de peso corporal del ave semipesada sometida a descanso ovárico. Rev Colomb Cienc Pecu 2010; 173-182.

* Autor para correspondencia: Luis Fernando Galeano. Escuela de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de investigación en avicultura GIA, Grupo de investigación GRICA, Universidad de Antioquia. AA1226, Medellín, Colombia. Correo electrónico: gavo76@agronica.udea.edu.co.

de peso (edad 65: $24.24 \pm 8.53\%$; edad 70: $20.91 \pm 5.50\%$ y edad 75: $20.88 \pm 7.15\%$), fueron menores en comparación con los reportes en líneas livianas, posiblemente debido al contenido de reservas lipídicas, lo que ofrece al ave semipesada la capacidad de tolerar el ayuno. Las tres edades presentaron relación directa entre la duración de los periodos de ayuno y el efecto en la atrofia reproductiva y pérdida de peso, permitiendo determinar que no es necesario someter un ave a ayunos superiores a diez días, puesto que con este periodo se logra la pérdida de peso y atrofia reproductiva necesaria en la implementación del DO.

Palabras clave: descanso ovárico, edad, muda forzada, ovario, oviducto, restricción alimento.

Summary

The effects on the reproductive and digestive tract and loss of body weight of the Brown egg layers submitted to ovarian rest. This research evaluated the application of the ovarian rest (OR) on brown egg layers and the effect the age and duration of feed withdrawal have over the reproductive and gastrointestinal tract. 840 Hy-Line Brown® layers were used at 64 weeks of age in which three ages of induction to the OR (65, 70 and 75 weeks) and three feed withdrawal periods (five, ten and fifteen days) in a completely randomized statistical model, nested, of balanced and fixed effect. Sacrifices were carried out in order to evaluate body weight, weight of the digestive and reproductive tract (ovary and oviduct), follicle percentage with a diameter equal to or higher than ten mm (LYF) and the percentage of the bird's weight loss. The model was significant ($p < 0.05$) for all the variables evaluated; the age presented a significant effect ($p < 0.05$) over the ovary weight and the follicle percentage (LYF), while the duration of the feed withdrawal related to the age had a significant effect ($p < 0.05$) on all the variables, which indicates a greater effect of the feed withdrawal period contrasted to the age of the application of the OR upon the variables evaluated. The ovary's weight (age 65: 15.87 ± 15.11 ; age 70: 7.92 ± 5.46 ; and age 75: 7.54 ± 4.96) and the follicle percentage (65: 43.75 ± 21.54 ; age 70 18.05 ± 8.72 and age 75: 8.33 ± 6.85) showed a lowering tendency as the age increased. This type of behavior is associated with the gradual decrease in the number of follicles and the extended time between the maturation of one follicular wave and the next as the layer ages (Kim, Donalson, 2006; North, Bell, 1990). The weight loss percentages (age 65: $24.24 \pm 8.53\%$; age 70: $20.91 \pm 5.50\%$ and age 75: $20.88 \pm 7.15\%$) were low compared to the reports on white egg layers, possibly due to the content of lipidic reserves which offers the brown egg layers the capacity to tolerate feed withdrawal minimizing the effect over weight loss. All three ages had a direct relation between the extent of the feed withdrawal periods and the effect over reproductive atrophy and weight loss. The latter leads to the conclusion that periods of feed withdrawal over 10 days are not necessary due to the fact that the weight loss and reproductive atrophy needed in the implementation of the OR is achieved.

Key words: age, feed withdrawal, forced molting, ovarian rest, ovary, oviduct.

Resumo

Foi avaliado o descanso ovárico (DO) em galinhas semipesadas e o efeito da idade e a duração do jejum sobre o trato reprodutivo e gastrointestinal. Foram utilizadas 840 galinhas poedoras da linha Hy-Line Brown® com 64 semanas de idade, foram avaliadas três idades de indução ao DO (65, 70 e 75 semanas) e três períodos de jejum (cinco, dez e quinze dias), utilizando um modelo desenho completamente aleatório, aninhado, efeito fixo e balanceado. As aves foram sacrificadas para avaliar o peso corporal, peso do trato digestivo, peso do trato reprodutivo (ovário e oviduto), porcentagem de folículos com diâmetro igual ou superior a dez mm (LYF) e a porcentagem da perda de peso da ave. O modelo foi significativo ($p < 0.05$) para todas as variáveis avaliadas; a idade foi significativa ($p < 0.05$) no peso do ovário e a LYF e a duração do jejum aninhado na idade apresentou efeito significativo ($p < 0.05$) em todas as variáveis, o que indicou um maior efeito do período de jejum do que a idade sobre as variáveis avaliadas. O peso do ovário (idade 65: 15.87 ± 15.11 ; idade 70: 7.92 ± 5.46 ; e idade 75: 7.54 ± 4.96) e porcentagem de folículos (idade 65: 43.75 ± 21.54 ; idade: 70: 18.05 ± 8.72 e idade 75: 8.33 ± 6.85), mostraram tendência na diminuição à medida que aumenta a idade. As porcentagens de perda de peso (idade 65: $24.24 \pm 8.53\%$; idade 70: $20.91 \pm 5.50\%$ e idade 75: $20.88 \pm 7.15\%$) e as três idades apresentaram uma relação direta entre a duração dos períodos de jejum e o efeito na atrofia reprodutiva e perda de peso, permitindo determinar que não é necessário submeter a jejuns superiores a dez dias.

Palavras chave: descanso ovárico, muda forçada, avicultura, ovário, restrição do alimento.

Introducción

El DO no fue creado por el hombre, pero la imitó para utilizarlo en la producción avícola. El DO es un comportamiento natural de las aves quizás para sobrevivir los rigores del invierno en actividades como la migración, búsqueda de alimento en la nieve, incubación y protección del nido (Baker, Brake y McDaniel, 1981; Ruzsler, 1998). El DO o muda natural, consiste en la renovación periódica, normalmente una vez al año, y global del plumaje cuando el ave no está sometida a condiciones artificiales de hábitat: manipulación del fotoperíodo, temperatura y otros factores que generen estrés (Baker, Brake y Krista, 1981; Buxadé, 1987). Durante el DO natural el ave rechaza la alimentación por un período extendido (Mrosovsky y Sherry, 1980), suspende su actividad reproductiva y concentra sus energías para permanecer caliente y generar un nuevo plumaje.

En el comportamiento natural de un lote de gallinas, la producción y calidad del huevo declinan perceptiblemente al finalizar el primer ciclo de postura (Alodan y Mashaly, 1999; Buxadé, 1995; Hester, 2005). Como alternativa para mejorar esta situación, varios autores (Ruzsler, 1994; Zimmermann, Andrews y McGinnis, 1987) coinciden en afirmar que la inducción al DO es una manera eficaz de generar recuperación en el índice de producción y en la calidad interna y externa del huevo, ya que durante la muda se suspende la ovulación, pero luego de la estimulación retorna a la producción por un período extendido de 25 a 35 semanas, con índice productivo uniforme y superior al del final del ciclo anterior (Roland *et al.*, 2007); (Webster, 2000). Por lo tanto, el DO es simplemente una herramienta administrativa copiada de la naturaleza que se utiliza para ayudar a manejar y sincronizar los ciclos de producción de un lote de aves (Mazzuco y Hester, 2005; Mazzuco *et al.*, 2005; Ruzsler 1998), cuya aplicación es común en los sistemas de producción avícola nacional e internacional, pero es muy criticada y rechazada por grupos defensores de los derechos animales, ya que consideran que ningún animal debe ser sometido a ninguna clase de restricción alimenticia o de agua (Instituto de protección animal, 1998).

Efectos del DO en el ave

El cese de la producción, característica principal del DO, es necesario para llevar a cabo el proceso de regeneración del aparato genital (Brake y Thaxton, 1982) y el rejuvenecimiento de la zona reproductiva (Alodan y Mashaly, 1999), procesos que incluyen la disminución del peso del ovario, oviducto y grasa uterina (Buxadé 1987; Brake 1992). Estos cambios traen como consecuencia directa la regresión o involución del útero (Buxadé, 1995). Para Berry (2003), Brake y Thaxton (1982), el rejuvenecimiento del tracto reproductivo puede entenderse como el incremento en la sensibilidad y eficiencia del tejido que lo conforma. Como consecuencia del cese de la producción de huevos y la consecuente regeneración de la zona reproductiva, se producen huevos con peso mayor, cáscara más fuerte y calidad interna superior en comparación con el primer ciclo de producción. Por lo tanto, la respuesta productiva postmuda, se relaciona directa y positivamente con la cantidad de rejuvenecimiento del tracto reproductivo y a su vez, la regresión está directamente relacionada con la duración del período en que se suspende la producción de huevos (Lee, 1982; Noles, 1966; Webster, 2003).

El proceso de regresión o atresia reproductiva del ave es reversible, ya que luego de terminado el ayuno comienza la etapa de recuperación en la cual con suministro de alimento o fotoestimulación, los niveles de LH y hormonas ováricas retornan a valores normales, en contraposición con la disminución de los niveles de corticosterona (Berry, 2003; Biggs, 2004).

La pérdida de peso corporal del ave, es otro aspecto fisiológico que permite evaluar la efectividad y progreso de un método de inducción al DO, este efecto se caracteriza por la disminución del peso del ovario, del oviducto, tejidos finos y grasa uterina (Buxadé, 1987; Brake, 1992; Buhr y Cunningham, 1994), acompañada de la reducción del contenido gástrico. El ave liviana sometida al ayuno pierde entre el 25% al 30% de su peso corporal (Baker, Brake, McDaniel 1981; Mazzuco y Hester, 2005; McReynolds y Moore, 2006). Brake y Thaxton (1979) y Brake (1992), indicaron que una pérdida más alta de peso corporal repercute

en una producción más alta en el ciclo posterior al DO, ya que existe correlación directa entre la pérdida de peso, la regresión del tracto reproductivo y la respuesta productiva del segundo ciclo (Baker, Brake y McDaniel 1983; McReynolds y Kubena, 2005). Webster (2000), por el contrario no encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en la producción en el segundo ciclo entre aves con distintos niveles de pérdida de peso, recalando que las aves que pierden menos peso empiezan a producir de forma más rápida después del DO, presentando un menor período no productivo, en contraste con las aves con mayor pérdida de peso, las cuales empiezan producción más tarde pero con huevos de mayor tamaño.

En el ámbito de la fisiología digestiva, el DO genera una atrofia considerable del intestino (Buxadé, 1987), notándose una disminución en el peso del duodeno (Berry, 2003; y Kubena y Byrd, 2005), la cual es causada por la pérdida y regeneración celular del tracto gastrointestinal, principalmente por el vaciado del alimento causado por el ayuno.

Materiales y métodos

La evaluación recibió el aval para su desarrollo por parte del comité de Bioética para la experimentación animal de la Universidad de Antioquia en el acta 15 del 16 de abril de 2004. La fase experimental se desarrolló en la granja Aves Emaús, localizada en el municipio de El Retiro, Departamento de Antioquia, noroccidente de Colombia, a 2400 metros sobre el nivel del mar y con temperatura promedio de 18 °C.

Se utilizaron 840 gallinas semipesadas Hy Line Brown® con 64 semanas de edad, se pesaron y seleccionaron las aves que presentaron variación máxima del 5% del peso propuesto por la línea para la edad, con el fin de evitar animales con un peso corporal bajo, débiles, enfermas o que se hubieran mudado de forma natural, y así garantizar homogeneidad en los animales. Las aves se distribuyeron aleatoriamente en los 10 tratamientos; de ellos, nueve consistían en la combinación de las tres edades (65, 70 y 75 semanas de vida) y

tres períodos de ayuno (cinco, diez y quince días). El décimo tratamiento (control) no recibió ningún estímulo inductor del DO. Todos los tratamientos se evaluaron hasta la semana 100 de vida. Cada unidad experimental corresponde a seis aves por réplica, divididas en dos jaulas, cada una con una dimensión de 35 cm por 45 cm y con un total de catorce réplicas por tratamiento. Las aves recibieron de forma continua agua fresca y tratada en bebederos de copa. El alimento se suministró de forma gradual a las aves luego de terminado el ayuno, recibiendo 30 gr/ave el primer día, 60 gr/ave el segundo día, 90 gr/ave el tercero y a partir del cuarto día se suministró el alimento a voluntad. La composición de la dieta postmuda suministrada a las aves se elaboró basada en la propuesta de Koelkebeck (1991) (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de la dieta postmuda (Koelkebeck 1991).

Nutriente	Cantidad
Proteína cruda	17.5%
Fósforo disponible	0.4%
Calcio	3.75%
Lisina	0.95%
Met + Cist	0.70%
Energía Metabolizable	1,300 kcal/lb

Las aves se sacrificaron con el método de embolia gaseosa el último día de ayuno y diez días posayuno. Se les evaluó el peso corporal antes y después del ayuno para calcular el porcentaje de pérdida de peso del ave, también se evaluó la variación de peso absoluto del tracto digestivo, tracto reproductivo (peso del oviducto y peso del ovario) y la clasificación de los folículos con base en su diámetro (LYF). La metodología para la obtención de órganos, evaluación del tracto reproductivo y clasificación de los folículos se desarrolló con base en lo propuesto por Perusquia (1985) y Renema (1995, 2001).

Para evitar afectar la integridad del tracto digestivo, en los animales sacrificados, las reservas lipídicas adheridas al tracto digestivo no se separaron, por lo que el dato de peso del tracto gastrointestinal incluye el peso de la grasa, lo que pudo influir en la mínima variación del peso con respecto a la edad del ave como se puede apreciar en la figura 1.

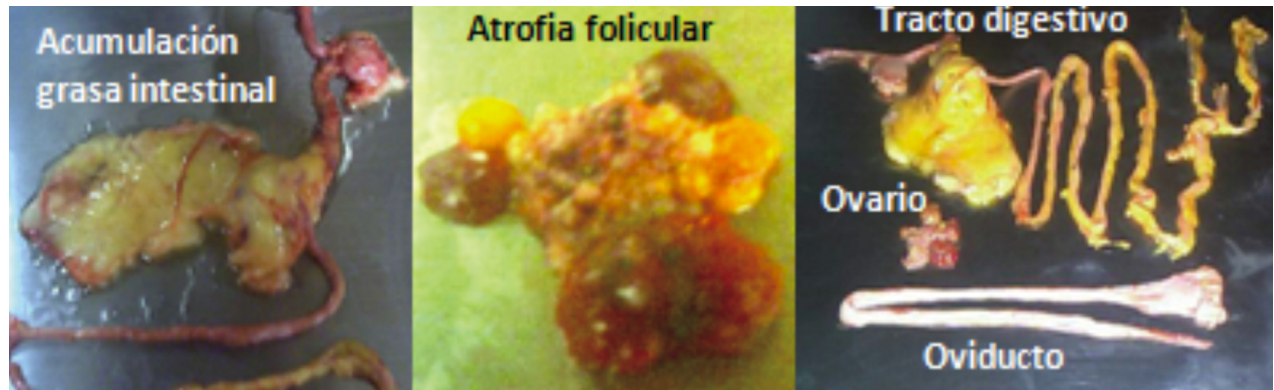


Figura 1. Alteraciones en el tracto gastrointestinal y reproductivo como consecuencia de la aplicación del DO en aves semipesadas

En el análisis estadístico se utilizó un diseño de clasificación basado en una estructura experimental completamente aleatorizada de tipo anidado efecto fijo balanceado con catorce réplicas por tratamiento; se construyó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y_{ij} fue la variable de respuesta, μ la media general, α_i el efecto de la i -ésima edad, $\beta_{j(i)}$ el efecto del j -ésimo período de ayuno anidado en la i -ésima edad y ε_{ij} el error asociado al modelo. Se realizó un análisis MANOVA. Se empleó la prueba de contraste de Tukey con nivel de significancia de 5% complementándose con análisis de correlación por el método de Sperman por edad; por último, se realizó un análisis de componentes principales donde se quiso evaluar la relación de las variables porcentaje de pérdida de peso del ave, peso del tracto gastrointestinal, peso del oviducto, peso

del ovario y porcentaje de folículos mayores a 10mm (LFY) para cada edad. Se realizó un análisis descriptivo unidimensional utilizando el software SAS v.9 (1993).

Resultados

El análisis para el modelo presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables evaluadas peso del tracto gastrointestinal, peso del oviducto, peso del ovario, porcentaje de pérdida de peso y porcentaje de folículos (LYF). Con respecto a la edad a la cual se aplica el DO sólo presentó efecto significativo ($p < 0.05$) en el peso del ovario y el porcentaje de folículos (LYF) (Tabla 2). El período de ayuno anidado en la edad, arrojó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables tracto gastrointestinal, peso del oviducto, peso del ovario y porcentaje de pérdida de peso.

Tabla 2. Efecto de la edad en las variables evaluadas.

Factor Edad (sem)	Peso (g)			Porcentaje de pérdida de peso corporal	Porcentaje folículos (LYF)
	Tracto gastrointestinal	Oviducto	Ovario		
65	181.73 ± 44.95	27.601 ± 18.08	15.871 ± 15.11	24.247 ± 8.53	43.750 ± 21.54
70	174.55 ± 30.99	20.704 ± 10.77	7.922 ± 5.46	21.916 ± 5.50	18.056 ± 8.72
75	191.54 ± 42.59	22.242 ± 11.09	7.549 ± 4.96	20.882 ± 7.15	8.333 ± 6.85
Modelo	***	***	***	***	***
E Sign	NS	NS	***	NS	***
A(E) Sign	***	***	***	***	NS

*** Altamente significativo ($P < 0.05$)

NS No significativo

E

A(E)

Edad

Ayuno anidado en la edad

Las variables de peso del ovario y porcentaje de folículos (LYF), muestran una tendencia en la disminución a medida que aumenta la edad, aunque sólo se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la edad 65 (15.87 ± 15.11) y la edad 70 (7.92 ± 5.46) y 75 (7.54 ± 4.96) para el peso del ovario ($p < 0.05$), y entre la edad 65 (43.75 ± 21.54) y la edad 70 (18.05 ± 8.72) y 75 (8.33 ± 6.85) para el porcentaje de folículos (LYF) ($p < 0.05$). Lo observado en el experimento comparte el comportamiento normal del ave, el cual está enmarcado en la ampliación del tiempo entre la maduración de una onda folicular y la siguiente, llegando a ser 28 horas (Kim y Donalson, 2006; North y Bell, 1990), lo que está relacionado con la disminución gradual del número de folículos, pero no con la disminución en el peso del ovario, ya que se debería encontrar menor número de folículos pero de mayor peso, lo cual que está asociado con la producción de huevos con mayor peso o de doble yema a medida que el ave envejece; además, se muestra el desgaste productivo del ave con la edad, comportamiento normal del ciclo biológico de producción, conocido como la ley de rendimientos decrecientes.

No se presentó diferencia significativa entre edades para las variables peso del tracto gastrointestinal (edad 65: 171.73 ± 44.95 ; edad 70: 174.55 ± 30.99 y edad 75: 191.54 ± 42.59), peso del oviducto (edad 65: 27.60 ± 18.08 ; edad 70: 20.704 ± 10.77 y edad 75: 22.242 ± 11.09) y porcentaje de pérdida de peso corporal (edad 65: $24.24 \pm 8.53\%$;

edad 70: $20.91 \pm 5.50\%$ y edad 75: $20.88 \pm 7.15\%$) ($p > 0.05$), esta última entendida como la pérdida de peso del ave como consecuencia directa del agotamiento de reservas, vaciamiento gástrico y disminución del peso del tracto reproductivo en las aves que son sometidas al ayuno (Donalson, Kim y Woodward 2005; Webster, 2003).

En lo que respecta a los períodos de ayuno cinco, diez y quince días para la edad 65, 70 y 75, presentaron efecto marcado sobre las variables de pérdida de peso y atrofia del tracto reproductivo (Tabla 3), esta última explicada por la alteración generada por el ayuno sobre los niveles normales de las hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, GnRH, FSH y LH) (Biggs, 2004). Este cese productivo es necesario para el rejuvenecimiento del tracto y con ello la mejora en la producción de huevos y calidad de la cáscara en el segundo ciclo de producción (Brake y Thaxton, 1982); efectos que se evaluará en la siguiente fase de la investigación con el fin de determinar cual de los tres períodos ofrecerá una mejor respuesta productiva de las aves semipesadas, pues según Roland (1977), la relación entre edad, pérdida de peso y comportamiento postmuda no es muy clara; aunque autores como McDaniel (2000) y Webster (2000, 2003), reportan en aves livianas que un mayor período de ayuno hace necesario un prolongado tiempo de recuperación del ave y mayor necesidad de alimento, pero con una producción de huevos con mayor peso.

Tabla 3. Efecto de los períodos de ayuno para cada edad en las variables evaluadas.

Edad (sem)	Período ayuno (días)	Peso (g)						Porcentaje de pérdida de peso corporal	Porcentaje folículos (LYF)		
		Tracto gastrointestinal		Oviducto	Ovario						
65	5	182.33	± 48.20	39.000	± 11.29	28.667	± 19.58	17.616	± 5.19	31.25	± 27.09
	10	191.33	± 51.85	31.333	± 23.03	13.333	± 7.00	22.526	± 6.00	12.50	± 15.81
	15	171.51	± 40.26	12.470	± 2.41	5.612	± 3.70	32.599	± 6.66	0	± 0
70	5	197.32	± 39.38	34.495	± 5.67	13.907	± 4.23	16.861	± 3.91	12.50	± 11.18
	10	158.67	± 25.12	15.667	± 2.33	6.667	± 2.33	19.663	± 5.51	2.083	± 12.50
	15	167.67	± 10.12	11.952	± 2.54	3.192	± 1.61	29.570	± 5.29	0	± 0
75	5	222.87	± 19.60	32.658	± 2.82	11.213	± 3.40	17.822	± 3.91	8.333	± 10.20
	10	207.17	± 33.86	23.333	± 10.17	8.667	± 5.16	18.550	± 5.51	0	± 0
	15	144.58	± 22.78	10.733	± 4.08	2.767	± 0.69	29.370	± 5.29	0	± 0

En la evaluación los porcentajes mayores de pérdida de peso están relacionados con período más largos de ayuno, los cuales varían entre 16% y 32% (Tabla 3); según Ruzler (1998) esta pérdida de peso es un efecto de la técnica del DO requerido para rejuvenecimiento de los tejidos del tracto reproductivo y lo recomendado en aves blancas, y se busca alcanzar disminuciones entre el 15% al 40% del peso, otros autores como Webster (2000, 2003) y Woodward (2005), hablan de pérdidas del 15 al 35%, mientras que Fontana 1991, reporta que en ayunos largos (12-16 días) las aves llegan a perder el 31% de su peso y en ayunos cortos (4-6 días) hasta el 25%.

Las aves del experimento perdieron menos peso en comparación con lo reportado, indicando una menor merma en líneas semipesadas, posiblemente debido al mayor contenido de reservas lipídicas, las que pueden ofrecer al ave mayor capacidad de tolerancia al ayuno y menor índice de pérdida de peso necesario, lo que podría incidir en la respuesta en la producción postmuda.

Se observó para las tres edades, que los períodos de ayuno tenían relación directa con el efecto en la atrofia reproductiva y pérdida de peso, es decir que con períodos de ayuno más largos el efecto en atrofia reproductiva y la disminución en el peso fueron mayores. Esto se apreció al comparar los valores de porcentaje de pérdida de peso entre los períodos de ayuno de cinco y diez días, donde se obtuvo diferencia de pérdida de peso menor (edad 65: 4.91; edad 70:2.80 y Edad 75:0.72) en comparación con la diferencia entre los períodos cinco y quince (edad 65: 14.98; edad 70:12.70 y Edad 75:11.55) y entre diez y quince (edad 65:10.07; edad 70: 9.90 y Edad 75: 10.82) lo cual se puede apreciar en la tabla 3. Las variables reproductivas peso del ovario, peso del oviducto y porcentaje de foliculs (LFY), las cuales median el efecto de atreca reproductiva, presentaron un comportamiento similar con mayor disminución en el peso del tracto reproductivo y menor número de foliculos al aumentar el período de duración del ayuno.

Estos resultados permitieron concluir que con el período de ayuno de 10 días, se logra el

mismo impacto sobre el tracto reproductivo que con el período de ayuno de 15 días, pero no se somete al ave a pérdidas de peso tan grandes, las cuales podrían incurrir en períodos más largos de recuperación del ave para reiniciar su segundo ciclo productivo como lo afirmó McDaniel (2000) y Webster (2000, 2003). Aspecto este importante a la hora de determinar cual es el periodo de tiempo necesario para generar la atrofia reproductiva necesaria, sin incurrir en extensos periodos que sólo ocasionen mayores afecciones al ave.

Es importante entonces, recalcar la importancia y relación que deben tener las variables relacionadas con la atresia en el tracto reproductivo (peso del ovario, peso del oviducto y porcentaje de LYF) con la variable de porcentaje de pérdida de peso corporal, como indicativos de que los tres períodos de ayuno son efectivos para inducir al ave al DO, aunque el grado de atrofia sea distinto entre los períodos de ayuno.

Para el análisis de correlación las variables analizadas peso del ovario (POVA), peso del oviducto (POVI), porcentaje de folículos mayores a 10 mm (LYF), porcentaje de pérdida de peso corporal (PPC) y peso del tracto gastrointestinal (PTGI) (Tabla 4), se puede resaltar la correlación inversa que existe entre la pérdida de peso corporal y las variables reproductivas, lo que confirmó que en presencia de una mayor pérdida de peso se acrecienta la disminución en el peso del tracto reproductivo, por lo cual remarca el objetivo principal de la aplicación de la técnica planteado por autores como Brake y Thaxton (1979), Buxade (1987) y Webster (2003), entre otros, quienes afirmaron la importancia que tiene la pérdida de peso sobre el proceso atresia y consecuente rejuvenecimiento del tracto reproductivo y su relación con el rendimiento productivo en el ciclo de producción postmuda, pero plantea el objetivo de investigación de determinar cual es el porcentaje de pérdida de peso que genere la atrofia reproductiva necesaria para el cese de producción, pero con período improductivo de recuperación corto y con nivel productivo en el segundo ciclo igual o superior al del primer ciclo.

Tabla 4. Análisis de correlación.

Edad	Período ayuno	Variables	Gado de asociación	Tipo de correlación
	5	No		
65	10	PTGI-PPC	94.2	-
		LYF-PPC	88.0	-
		PFOL-TGI	94.1	+
		PFOL-POVI	88.0	+
	15	POVI-POVA	94.2	+
70	5	No		
	10	No		
	15	PTGI-POVI	82.9	+
75	5	No		
	10	No		
	15	No		

El análisis de componentes principales (Terrádez, 2002), se realizó para cada período de ayuno, y como resultado reunió las variables en grupos o factores que fueron nombrados o denominados por el investigador con base en las variables que el factor agrupó.

En la tabla 5 se puede observar las variables incluidas en el análisis de componentes así: peso del ovario (POVA), peso del oviducto (POVI), porcentaje de folículos mayores a 10 mm (LYF), porcentaje de pérdida de peso corporal (PPC) y peso del tracto gastrointestinal (PTGI).

Tabla 5. Análisis de componentes.

Ayuno	Factor	Denominación componente principal	Variables	porcentaje de variabilidad del componente
5	Factor 1	Tracto reproductivo	LYF	50%
			POVA	
10	Factor 1	Alteraciones en el ave	POVI	75.86%
			PGI	
			PPC	
			LYF	
15	Factor 1	Alteraciones en el ave	POVA	72%
			PPC	
			POVI	
			PTGI	
			PTGI	

Peso del ovario (POVA), peso del oviducto (POVI), porcentaje de folículos mayores a 10 mm (LYF), porcentaje de pérdida de peso corporal (PPC) y peso del tracto gastrointestinal (PTGI).

Para el período de ayuno de cinco días, la variabilidad en los datos se explicó en un 50% por el componente denominado tracto reproductivo, que incorporó las variables peso del ovario, peso del oviducto y porcentaje de folículos (LYF) y en un 25.38% por el componente pérdida de peso que

incluyó las variables peso del tracto digestivo y porcentaje de pérdida de peso corporal. Se puede concluir que en períodos cortos de ayuno el ave manifiesta tener un menor efecto sobre el tracto reproductivo del ave y menor efecto en el peso del ave, esto esta respaldado por los hallazgos en la baja

pérdida de peso en el período de ayuno de cinco días comparados con los períodos de 10 y 15 días.

Para los períodos 10 y 15 días de ayuno, todas las variables se reúnen en el componente Alteraciones en el ave, mostrando así que ambos períodos de ayuno tienen un efecto marcado sobre las variables evaluadas en la aplicación del DO.

El resultado del análisis de componentes recalca la similitud de los efectos generados en el ave en la aplicación del DO con la técnica del ayuno por 10 o 15 días lo que reitera el hecho de que no es necesario someter al ave a ayunos superiores a 10 días, para obtener la pérdida de peso y atrofia del tracto reproductivo necesario para producir el cese de la producción de huevos y rejuvenecimiento del tracto reproductivo del ave.

Discusión

Con los datos obtenidos y los objetivos planteados en esta primera etapa, se puede concluir que la edad no presentó ningún efecto en la aplicación de la técnica del DO, mientras que el período de ayuno al cual es sometida el ave tiene efecto sobre las variables evaluadas, en especial los períodos de ayunos más largos, los cuales tienen un efecto marcado en la disminución del peso tracto reproductivo (ovario y oviducto).

De la comparación del porcentaje de pérdida de peso, reportado en investigaciones anteriores en las líneas livianas y los resultados de esta

evaluación en aves semipesadas, se puede concluir, que estas últimas no igualaron las pérdidas de peso reportadas por varios autores en aves blancas, quizás debido a la acumulación de reservas que parecen ser una fuente de energía para el ave en períodos de ayuno a partir de procesos como la gluconeogénesis y betaoxidación, evitando la emaciación muscular producto de períodos prolongados de ayuno. Además, el efecto en la reducción del peso del ave está centrado en la pérdida de peso del tracto reproductivo, grasa uterina y masa corporal, mucho más que en la disminución de peso del tracto gastrointestinal, lo cual está en contraposición con autores que reportan pérdidas significativas del tracto gastrointestinal, específicamente el peso del duodeno (Berry 2003); esto puede deberse a la cantidad de grasa que circundaba el tracto gastrointestinal y en todos los períodos de ayuno permaneció sin mayores cambios. Queda como interrogante para nuevas investigaciones, determinar el nivel de movilización de reservas a partir de la disección y medición del tracto gastrointestinal y las reservas grasa de forma independiente, además, la comparación con otras técnicas que permitan medir el grado de estrés al que es sometida el ave y su respuesta productiva.

Agradecimientos

Al Señor Juan Manuel Mejía y familia, a la empresa avícola Aves Emaus y a todo su personal administrativo y trabajadores, quienes de manera desinteresada hicieron posible el desarrollo de esta investigación, a todos ellos muchas gracias.

Referencias

Alodan M A, Mashaly M M. Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. *Poult Sci* 1999; 78:171-177.

Baker M, Brake J T, Krista L M. Total body lipid and uterine lipid changes during a forced molt of caged layers. *Poult Sci* 1981^a; 60:1593-1598.

Baker M, Brake J T, McDaniel G R. The relationship between body weight loss during forced molt and posmolt reproductive performance of caged layers. *Poult Sci* 1981^b; 60:1595-1599

Baker M, Brake J T, McDaniel G R. The relationship between body weight loss during an induced molt and posmolt egg

production, egg weight, and shell quality in caged layers. *Poult Sci* 1983; 62:409-413.

Berry W D. The physiology of induced molting. *Poult Sci* 2003; 82:971-980.

Biggs P. E et al. Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poult Sci* 2004; 83:745-52

Brake J, Thaxton P. Comparative effect of photoperiod modification and/or fasting with a short period without water on physiological and performance parameters associated with molt in SCWL hens. *Poult Sci* 1982; 61:1382-1389

Brake J T. Mechanism of and metabolic requirements for complete and rapid reproductive rejuvenation during an induced molt- a brief review. *Ornis Scand* 1992; 23:335-339.

- Brake J, Thaxton P. Physiological changes in caged layers during a forced molt 2 Gross changes in organs. *Poult Sci* 1979; 58:707-716.
- Buhr R J, Cunningham D L. 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. *Poult Sci* 1994; 73:1499-1510.
- Buxadé C. La gallina ponedora: Sistemas de explotación y técnicas de producción. 2ª edición. Madrid España: Ediciones Mundi-prensa; 1987.
- Buxadé C. Zootecnia bases de producción animal: Avicultura clásica y complementaria. Madrid España: Ediciones Mundi-prensa; 1995.
- Donalson LM, Kim WK, Woodward CL. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poult Sci* 2005 84:362-369.
- Fontana E A, Ruzsler P L, Bean W L, Magar V. The effect of two feed withdrawal and two corticosterone supplementation programs on overall performance, body weight and reproductive organ weights of force-rested layers *Poult Sci* 1991; 70:159-164.
- Hester PY. Impact of science and management on the welfare of egg laying strains of hens. *Poult Sci* 2005 84:687-696.
- Instituto de protección animal. The Cruelty of Forced Molting, 1998. [20/04/2003] URL:www.poultry.org/molting.htm
- Kim WK, Donalson LM. Effects of alfalfa and fructooligosaccharide on molting parameters and bone qualities using dual energy X-ray absorptiometry and conventional bone assays. *Poult Sci* 2006, 85:15-20.
- Koelkebeck KW; Parsons CM; Leeper RW; Moshtaghian J. Effect of protein and methionine levels in molt diets on postmolt performance in laying hens. *Poult Sci* 1991, 70:2063-2073.
- Kubena LF, Byrd JA. Effects of drinking water treatment on susceptibility of laying hens to *Salmonella enteritidis* during forced molt. *Poult Sci* 2005, 84:204-211.
- Lee K , Effects of forced molt period on posmolt performance of Leghorn hens. *Poult Sci* 1982; 61:1594-1598.
- Mazzuco H and Hester PY. The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of White Leghorns. *Poult Sci* 2005 84:771-781.
- Mazzuco H and Hester PY. The effect of an induced molt using a nonfasting program on bone mineralization of white leghorns. *Poult Sci* 2005 84:1483-1490.
- Mazzuco H, McMurtry JP, Kuo AY, and Hester PY. The effect of pre- and postmolt diets high in n-3 fatty acids and molt programs on skeletal integrity and insulin-like growth factor-I of White Leghorns. *Poult Sci* 2005 84: 1735-1749
- McDaniel B A, Aske D R. Egg prices, feed costs and the decision to molt. *Poult Sci* 2000; 79:1242-1245.
- McReynolds J, Kubena L. Evaluation of *Salmonella enteritidis* in molting hens after administration of an experimental chlorate product (for nine days) in the drinking water and feeding an alfalfa molt diet. *Poult Sci* 2005 84:1186-1190.
- McReynolds JL, Moore RW. Effect of various combinations of alfalfa and standard layer diet on susceptibility of laying hens to *Salmonella enteritidis* during forced molt. *Poult Sci* 2006 85: 1123-1128.
- Mrosovsky N, Sherry D F. Animal anorexias *Science* 1980; 207:837-842
- Noles, R K. Subsequent production and egg quality of forced molt hens. *Poult Sci* 1966; 45:50-57.
- North M O, Bell D. Manual de producción avícola. 3ª edición. México: Editorial Manual moderno; 1990.
- Perusquia M T, Paasch L. Manuales para educación agropecuaria: Necropsias en aves. Mexico: Editorial Trillas; 1985.
- Renema R A, Robinson F E. Effects of light from photoestimulation in four strains of commercial egg layers: 1. Ovarian morphology and carcass parameters. *Poult Sci* 2001; 80:1112-1120.
- Renema R A, Robinson F E. The use of feed restriction for improving reproductive traits in male-line large white turkey hens: 2. Ovarian morphology and laying traits. *Poult Sci* 1995; 74:102-120.
- Roland D A, Holcombe D J, Harms R H. Further studies with hens producing a high incidence of noncalcified or partially calcified eggs. *Poult Sci* 1977; 56:1232-1236.
- Ruzsler P L. Health and husbandry considerations of induced molting. *Poult Sci* 1998; 77:1789-1793.
- SAS Institute, 1993. Statistical Analysis System proprietary software release 6.10. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Terrádez M. Análisis de componentes principales, 2002; [20/04/2007] URL:www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf.
- Webster AB. Behavior of white leghorn laying hens after withdrawal of feed. *Poult Sci* 2000; 79:192-200.
- Webster AB. Physiology and behavior of the hen during induced molt. *Poult Sci* 2003; 82:992-1002.
- Woodward CL, Kwon YM. Reduction of *Salmonella enterica* serovar enteritidis colonization and invasion by an alfalfa diet during molt in Leghorn hens. *Poult Sci* 2005; 84:185-193.
- Zimmermann NG, Andrews DK, McGinnis J. Comparison of several induced molting methods on subsequent performance of single comb White Leghorn hens. *Poult Sci* 1987; 66:408-417.