

**Efecto del mes de incubación, caracteres físicos del huevo
y almacenamiento, sobre la mortalidad embrionaria en Codornices
Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**

Rafael Galíndez*, Vasco De Basilio, Gonzalo Martínez, Daniel Vargas, Edwin Uztariz,
y Patricia Mejía

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal, Apdo. Postal 4579, Maracay,
Venezuela. *Correo electrónico: galindez70@yahoo.com

RESUMEN

Para estudiar el efecto que sobre la mortalidad embrionaria hasta el día 17 (M17) y entre los días 18 y 21 (M21) tienen el mes de postura (MP), peso del huevo (PH), color de la cáscara del huevo (CCH), brillo de la cáscara del huevo (BRH) y el tiempo de almacenamiento de estos (TA), se realizaron análisis de varianza asumiendo una distribución binomial de los datos. Se usaron 1.403 registros para M17 y 845 para M21 de 5 incubaciones de huevos recolectados de 120 codornices experimentales provenientes de la Sección – Laboratorio de Aves (UCV). Se ofreció agua y alimento *ad libitum*. Encontrándose promedios de 29,9% y 35,04% para M17 y M21, respectivamente. El mes de mayor ($P < 0,01$) mortalidad fue abril (56,90% y 48,22%); mientras que la menor mortalidad ocurrió en mayo (20,95%) y junio (18,09%) para M17 y M21, respectivamente. Los huevos que presentaron mayor mortalidad ($P < 0,01$) pesaron menos de 10 g. (41,94%), de cáscara brillante (38,71%) y almacenados por más de 8 días (40,48% y 60,35% para M17 y M21, respectivamente). En conclusión existe mayor sobrevivencia en aquellos huevos incubados en los meses lluviosos, con pesos superiores a 10 g, de cáscara mate y almacenados por menos de 8 días.

Palabras clave: Eclosión, incubación, sobrevivencia, brillo de cáscara.

**Effect of Hatching Month, Egg Physical Characters and Storage,
on Embryonic Mortality in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*)**

ABSTRACT

To study the effect on the embryonic mortality until the 17th day (M17) and between the 18th and 21st day (M21), of month of lay (MP), egg weight (PH), shell color (CCH), shell sheen (BRH) and time of storage (TA), analyses of variance were realized assuming a binomial distribution of the data, using 1403 records for M17 and 845 for M21 of five incubations of eggs gathered from 120 experimental quails of the Poultry Section - Laboratory (UCV). Water and food were offered *ad libitum*. Was found mortality averages of 29,9 % and 35,04 % for M17 and M21, respectively. The month of higher ($P < 0,01$) mortality was April (56,90 % and 48,22 %); whereas the lowest mortality happened in May (20,95 %) and June (18,09 %) for M17 and M21, respectively. Eggs with higher mortality ($P < 0,01$) were those that weighed less than 10 g. (41,94 %), of brilliant shell (38,71 %) and stored for more than 8 days (40,48 % and 60,35 % for M17 and M21, respectively). In conclusion less mortality occurs in those eggs incubated in the rainy months, with superior weight to 10 g., with mat shell and stored for less than 8 days.

Keywords: eclosion, hatching, survival, shell sheen.

INTRODUCCIÓN

La explotación de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) ha tenido un desarrollo acelerado a nivel mundial, principalmente en países Europeos y en América Latina, encontrándose variación en los objetivos productivos entre un país y otro, como consecuencia de las exigencias de la sociedad, mercados y realidades económicas particulares de cada nación. En Latinoamérica y particularmente en Venezuela han aumentado sensiblemente las poblaciones de esta ave, considerándose la producción de huevos como finalidad productiva principal. En este sentido, la Federación Nacional de Avicultores Venezolana reportó para el año 2005, la existencia de 46.800 codornices (FENAVI, 2005), censo no actualizado hoy en día; sin embargo, se estima que el número de individuos sea muy superior.

La codorniz es un ave muy eficiente llegando a producir (en algunos casos) más de un huevo por día (Lucotte, 1990), comienza la puesta a los 55 días (d) de edad consumiendo alrededor de 40 g de alimento (Vargas, 2005). Estas características aunadas al bajo nivel de inversión inicial, hacen de la codorniz un ave muy promisoría para la producción de huevos a bajo costo, cumpliéndose de esta manera con los siguientes objetivos de la producción animal: producción rentable, sustentable y de interés social.

Aún cuando la población coturnícola ha aumentado en los últimos años, su explotación sigue siendo rudimentaria y existen muchas dudas de los procesos que ocurren en las unidades de producción. Uno de los procesos menos estudiados en la explotación de codornices es la incubación; práctica que representa un aspecto crucial a la hora de producir animales para la producción comercial o la reproducción. En este sentido, durante el mismo pueden detectarse fallas reproductivas (infertilidad) o errores en el mismo proceso de incubación, pudiendo estos últimos ocasionar la muerte de los embriones que se encuentran en desarrollo. La práctica común, tal y como señalan Muriel y Serrano (2008) es realizar el embriodiagnóstico, el cual representa una herramienta muy útil para determinar que la falla de eclosión de un huevo puede deberse a la ausencia de fertilidad, factores que afectan la calidad del huevo a incubar, como lo es el almacenamiento, u otros factores que pudiesen afectar la viabilidad de este. Las causas de mortalidad embrionaria son diversas, pudiendo ser

debidas a factores genéticos o medioambientales o a la imposibilidad del embrión de realizar un adecuado intercambio de gases y de agua a través de la cáscara (Kuurman *et al.*, 2001). En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto del mes de postura, peso del huevo, color y brillo de la cáscara del huevo, además del tiempo de almacenamiento sobre los niveles de mortalidad durante el proceso de incubación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó utilizando los registros productivos de la Sección – Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía de la UCV, la cual está ubicada en Maracay, Aragua, Venezuela, a una altitud de 452 m.s.n.m.; con las siguientes coordenadas geográficas: 10° 16' 50" latitud norte y 67° 35' 58" longitud oeste. La temperatura promedio anual es de 25,1 °C y la humedad relativa promedio anual de 78,3% (INIA, 2007).

Instalaciones y equipos

Los animales (reproductores) estaban alojados en jaulas de alambre galvanizado con dimensiones de 50 cm de largo x 12,5 cm de ancho y 20 cm de altura. Estas jaulas estaban dispuestas en casetas construidas de madera cerradas con tela metálica, techo de zinc y piso de cemento, con dimensiones de 4 m de ancho x 4 m de largo y 2,30 m de altura mayor. Las jaulas estaban provistas de comederos y bebederos individuales. Los huevos fueron incubados en un equipo marca Robinsón con capacidad para 3.900 huevos de gallina, el cual inicialmente era una nacedora y se adaptó para realizar las incubaciones. En este sentido, se modificó el sistema de control de temperatura y las bandejas, para poder separar los huevos y obtener registros individuales de eclosión. Estas bandejas se subdividieron en pequeños recuadros con dimensiones de 5 x 6 cm.

Manejo de las aves e incubación

Se utilizaron 120 codornices hembras, las cuales provenían de huevos fértiles colectados en cuatro granjas de los estados Aragua y Yaracuy, los mismos fueron incubados en la Sección – Laboratorio de Aves de la UCV. Las aves fueron criadas y

alimentadas usando un alimento comercial iniciador durante las primeras cuatro semanas de vida, el cual contenía 20% de proteína; se ofreció agua *ad libitum*. Posteriormente, a las aves en postura se ofreció un alimento comercial que contenía 15% de proteína y agua *ad libitum*. La relación macho:hembra en reproducción fue 1:3.

El sistema de reproducción era rotativo; es decir, se colocaba al macho probado un día completo con cada hembra asignada, otorgándosele un día de descanso (4 d) entre cada ciclo reproductivo. Durante el período de evaluación se registró la postura diaria (fechas) y el consumo de alimento (semanal). Diariamente los huevos eran recogidos en la mañana y almacenados en un cuarto provisto con un equipo acondicionador de aire. La temperatura promedio en el cuarto de almacenamiento era de 21 ± 2 °C.

La temperatura de incubación promedio era de 37,5 °C y la humedad relativa se mantuvo entre 65 y 75%.

Durante el período de postura, se aplicó un programa de iluminación artificial, que consistió en ofrecer 5 horas de luz adicionales; este programa de iluminación se aplicó entre las 02:00 am. y las 07:00 am. Las evaluaciones se realizaron durante tres generaciones a saber: padres, primera y segunda generación.

Variables evaluadas

Se realizó el estudio de la mortalidad embrionaria, para lo cual se dividió el período de incubación en dos fases: muerte hasta el día 17 de incubación (M17) y muerte entre los días 18 y 21 de incubación (M21), para lo cual se abrieron los huevos no eclosionados determinándose visualmente el estado de desarrollo del embrión (North y Bell, 1993).

Para el cálculo de M17 se consideraron todos los huevos fértiles; es decir, la sumatoria de los huevos eclosionados y aquellos que no eclosionaron pero que se detectaron visualmente como fértiles al abrir los huevos. De esta manera M17 se calculó como un porcentaje del total descrito. Para calcular el total de huevos considerados en M21 se restó a los huevos fértiles descritos anteriormente la mortalidad hasta el día 17; así M21 se calculó como un porcentaje del total señalado.

Al momento de la incubación se anotó el peso de cada huevo, brillo y color de la cáscara, la fecha de incubación y tiempo de almacenamiento. Se realizaron incubaciones en los meses: marzo, abril, mayo, junio, agosto, noviembre y diciembre. Los huevos se agruparon por peso en las siguientes categorías: 1 = entre 5,0 y 10,0 g, 2 = entre 10,1 y 11,0 g y 3 = 11,1 g o más. El brillo de la cáscara se clasificó en dos categorías: 1 = brillante y 2 = mate, para el color de la cáscara se consideró la tonalidad de fondo y la presencia de manchas, clasificándose los mismos en tres categorías: 1 =claro, aquellos huevos con ausencia o muy poca pigmentación, 2 =medio, los de fondo claro con pocas manchas presentes y 3 =oscuro, los de fondo más oscuro con abundantes manchas presentes.

De igual manera, se incluyó el efecto del tiempo de almacenamiento; en este sentido, los huevos se agruparon de acuerdo a los siguientes criterios: 1 = entre 0 y 2 días de almacenamiento, 2 = entre 3 y 5 días, 3 = entre 6 y 8 días, 4 = entre 9 y 15 días de almacenamiento.

Análisis estadístico

Tanto para la M17 como para M21 se realizaron análisis de varianza asumiendo distribución binomial (Littell *et al.*, 2002), considerando 1.403 registros para M17 y 845 para M21. El modelo utilizado se describe a continuación:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Mp_i + Ph_j + Ch_k + Brh_l + Ta_m + e_{ijklmn},$$

donde:

Y_{ijkl} = porcentaje de mortalidad embrionaria hasta el día 17 o 21 en los huevos incubados en el mes “i”, con un peso “j”, color de la cáscara “k”, brillo de la cáscara “l”, almacenados durante “m” días.

μ = media teórica de la población.

Mp_i = mes de postura (i = 3, 4, 5, 6 y 11).

Ph_j = peso del huevo (j = 1, 2 y 3).

Ch_k = color de la cáscara del huevo (k = 1, 2 y 3).

Brh_l = brillo de la cáscara del huevo (l = 1, 2).

Ta_m = tiempo de almacenamiento del huevo (1, 2, 3 y 4).

e_{ijkl} = residual con media (np) y varianza (npq), binomialmente distribuido.

Los promedios ajustados y sus errores estándar asintóticos para ambos caracteres, se calcularon utilizando las fórmulas siguientes (Littell *et al.*, 2002):

$$\text{Promedio} = \frac{\exp^{(\text{estimado})}}{1 + \exp^{(\text{estimado})}}, \text{ donde:}$$

Promedio = media asintótica (binomial).

Estimado = media mínimos cuadrados.

Error estándar = promedio x (1 - promedio) x (error estándar del estimado), donde:

Error estándar = Error estándar del promedio asintótico (binomial).

Error estándar del estimado = error estándar de la media mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron promedios (error estándar) de 29,9% (3,37%) y 35,04% (2,49%) para la mortalidad hasta el día 17 (M17) y entre los días 18 y 21 (M21), respectivamente. Los porcentajes de M17 fueron superiores (10,6; 3,2; 11,2 puntos) a los reportados en la literatura (Lembcke *et al.*, 2001; Mejía, 2005; Fernández, 2007). En el caso de M21, el porcentaje obtenido fué superior en 16,5 puntos sobre el promedio reportado por Mejía (2005) y 15,9 puntos por encima del porcentaje de muertes evidenciado por Fernández (2007). Es claro que los promedios reflejan una situación no adecuada durante la incubación, puesto que un porcentaje apreciable de los embriones presentes no llegaron a eclosionar. Aún cuando no se conoce la causa precisa del aumento de la mortalidad; es probable que algunos agentes patógenos hayan influenciado estos resultados.

Para ambos caracteres evaluados se detectó efecto ($P < 0,01$) del mes de incubación, observándose que la mayor mortalidad ocurrió en marzo y abril; mientras que los promedios inferiores se evidenciaron en mayo y junio (Cuadro). En este sentido, las mayores temperaturas ambientales, sobre los 33 °C, se registraron en estos meses (INIA, 2007).

Es conocido que las altas temperaturas ambientales afectan el comportamiento animal, incidiendo en forma negativa sobre los parámetros productivos. De Basilio (2002) registró aumentos de la ingesta de agua y reducción del consumo de alimento cuando

se incrementa la temperatura ambiental; explicando este autor que esta situación puede derivar en una disminución de la suplencia de nutrientes que a su vez puede ocasionar reducción en la fertilidad y sobrevivencia de los animales. Aún cuando en este trabajo no se evaluó la eclosión, es de suponer que el aumento de mortalidad va a redundar en una disminución de la eclosión en los meses mencionado, situación que había sido señalada con anterioridad por Uztariz (2005).

El análisis evidenció efecto ($P < 0,01$) del peso de huevo sobre M17, observándose menor mortalidad (9,08 - 9,95 puntos) en los huevos que pesaban más de 10 g (Cuadro). Señalan González *et al.* (1999) y Petek *et al.* (2003) que en la mayoría de la aves de corral (gallinas, patos y codornices) se observa mejor eclosión (menor mortalidad embrionaria) en los huevos de tamaño intermedio, en los cuales ocurre un mejor intercambio gaseoso entre este y el medio ambiente. Por otro lado, Hassan *et al.* (2005) observaron mayor pérdida de humedad en los huevos de avestruz de menor peso, situación que relacionan los autores con una mayor mortalidad, probablemente por la pérdida de calidad del albumen que ocasiona un desbalance del equilibrio ácido - base.

El brillo de la cáscara del huevo afectó ($P < 0,05$) la mortalidad embrionaria, evidenciándose mayor mortalidad (6,33 puntos) para los huevos brillantes (Cuadro). Resultado contradictorio, puesto que los huevos brillantes poseen una película protectora que ofrece mayor posibilidad de conservar la integridad de los embriones dentro de los mismos; reduciendo el nivel de contaminación de embriones y regulando el intercambio gaseoso y humedad entre el huevo y el medio ambiente (Brake *et al.*, 1997).

Por otra parte, se ha establecido que el brillo y tiempo de permanencia en el oviducto son proporcionales, más brillo más tiempo, lo que pudiera ser una posibilidad de mayor edad embrionaria al momento de la expulsión del huevo; es decir, tiempo entre fecundación y postura (Lucotte, 1990). Para ambos casos los promedios son inferiores a los mencionados en la literatura (19,6% y 25,35%) por Lembcke *et al.* (2001) y Mejía (2005), respectivamente. Es lógico pensar que las condiciones ambientales, manejo general, equipos de incubación y manejo de esta labor puedan ser la causa de la variación presentada.

En otro orden de ideas, es necesario mencionar el trabajo de Uztariz (2005), quién no evidenció diferencias en cuanto a la eclosión de los huevos se refiere, cuando comparó los de cáscara brillante con los que poseían cáscara mate. En este sentido, la eclosión es un reflejo de la fertilidad y muertes en el desarrollo embrionario, lo que hace suponer que las muertes en la etapa de desarrollo del embrión no presentaron diferencias en el trabajo citado.

El tiempo de almacenamiento de los huevos tuvo un efecto altamente significativo sobre M17 y M21. En la Figura se evidencia una tendencia de aumento de la mortalidad en la medida que transcurren los días de almacenamiento de los huevos, notándose claramente que los mejores resultados se obtienen cuando se almacenan los huevos por un máximo de 2 d, ya que, la mortalidad es menor.

Los porcentajes de mortalidad embrionaria aumentan alrededor de 8 puntos (en relación al primer período) cuando los huevos son almacenados

entre 3 y 5 d; 10 puntos entre 6 y 8 d, hasta llegar a resultados muy perjudiciales al incubar huevos que tienen entre 9 y 15 d almacenados (entre 16 y 38 puntos sobre el primer período). Una situación similar fue observada por Muriel y Serrano (2008) al incubar huevos de guinea, reportando los valores más altos de mortalidad embrionaria acumulada (29%) al incubar huevos almacenados durante 14 d.

Tal y como se mencionó anteriormente no se encontraron reportes del efecto del tiempo de almacenamiento sobre la mortalidad de codornices en el período de incubación; sin embargo, diversos estudios en gallinas y patos evidenciaron un aumento significativo de la mortalidad embrionaria durante la incubación al almacenar los huevos por más de 7 d.

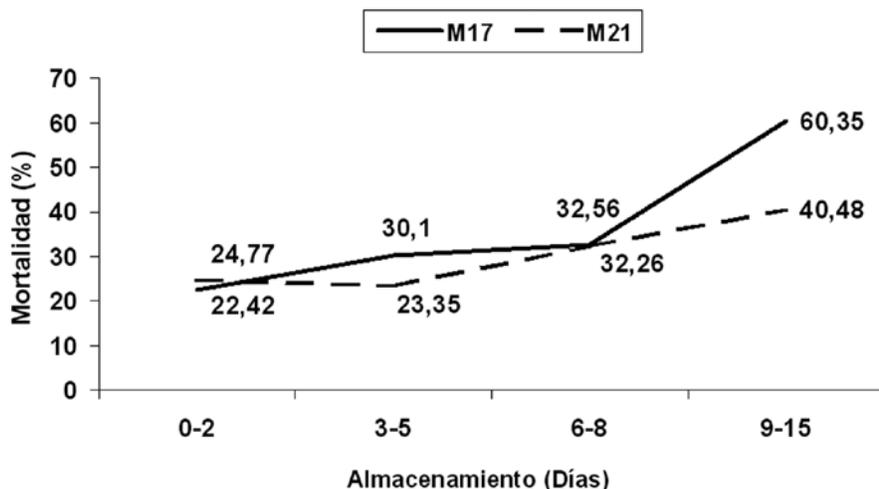
De esta manera, Fassenko *et al.* (2001a) registraron una mortalidad de 22,9% para huevos de pato almacenados 4 d vs. una mortalidad de 29,28% en los huevos almacenados durante 14 d. Un patrón similar de mortalidad embrionaria fue observado en huevos

Cuadro. Promedios asintóticos y errores estándar de mortalidad embrionaria hasta el día 17 (M17) y entre los días 18 y 21 (M21) para mes de incubación, peso del huevo y brillo de la cáscara.

Factor	N ¹	M17 (%)	E.E. ²	N ¹	M21(%)	E.E. ²
Mes de Incubación						
Marzo	316	44,11 bc	3,25	168	34,36 d	3,83
Abril	245	56,90 c	3,75	92	48,22 e	5,51
Mayo	332	20,95 a	2,35	245	28,56 c	2,96
Junio	360	25,47 a	2,58	251	18,09 a	2,47
Noviembre	150	34,78 b	4,44	89	24,29 b	4,61
Peso del Huevo (g.)						
5,0 – 10,0	439	41,94 b	3,05	---	-----	-----
10,1 – 11,0	549	31,99 a	2,50	---	-----	-----
≥ 11,1	415	32,86 a	2,68	---	-----	-----
Brillo de la Cáscara						
Brillante	856	38,71 b	2,42	---	-----	-----
Mate	547	32,38 a	2,42	---	-----	-----

1: Número de registros; 2: Error estándar.

Letras distintas en la misma columna expresan diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).



M17: Mortalidad hasta el día 17 de incubación.

M21: Mortalidad entre los días 18 y 21 de incubación.

Letras distintas en la misma línea señalan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Figura. Porcentaje de mortalidad embrionaria de huevos de codorniz almacenados hasta 15 días antes de la incubación.

de pollos Broilers almacenados durante 4 d (10,7%) cuando se compararon con huevos almacenados 14 d (27,7%; Fasenko *et al.*, 2001b). Los aumentos de la mortalidad embrionaria han sido relacionados por Reis *et al.* (1997) y Lapao *et al.* (1999) con una reducción de la altura del albumen con la consecuente disminución de la capacidad buffer de este (aumento del pH), lo que provoca una liberación muy rápida de CO_2 fuera del huevo; sugiriendo dichos autores que esta pérdida puede ocasionar un cambio brusco del equilibrio ácido – base del embrión resultando en la muerte. Señalan Lapao *et al.* (1999) que la reducción ($P < 0,01$) de la altura del albumen de pollos Broilers es cercana a 1,88 mm. en 8 d de almacenamiento.

Por otra parte, Fasenko *et al.* (2001b) atribuyen el aumento de la mortalidad embrionaria a la disminución de la calidad de la yema con el almacenamiento, la cual contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento del embrión durante el período de incubación. Reportan los autores que el peso de la yema de huevos de pollos Broilers en este experimento fue mayor ($P = < 0,015$), en huevos almacenados durante 4 d (17,4 g) que aquellos almacenados 14 d (16,7 g).

En codornices, Bazarte (2005) evidenció una reducción de las alturas del albumen y la yema de 2,3 mm y 2,5 mm, respectivamente, en huevos almacenados durante 21 d; observándose un aumento del pH del albumen, lo que coincide con los señalamientos de Reis *et al.* (1997) y Lapao *et al.* (1999). Los otros efectos incluidos en los análisis no resultaron significativos.

CONCLUSIONES

Basados en los resultados, es preferible incubar los huevos en mayo y junio, debido a que se observó menor mortalidad para estos meses cuando se comparan con marzo, abril y noviembre.

Los huevos con 10 o más gramos de peso y de cáscara de color mate presentan una menor mortalidad embrionaria.

Los huevos fértiles destinados a la incubación no deben ser almacenados por más de ocho días, debido al aumento de la mortalidad embrionaria.

LITERATURA CITADA

Bazarte, M. 2005. Estudio comparado de la calidad físico – química y culinaria de huevos de

- gallina y codorniz bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p. 85
- Brake, J., T. Walsh, C. Benton, J. Petite, R. Meijerhof and G. Peñalva. 1997. Egg handling and storage. *Poult. Sci.* 76: 144 – 151
- De Basilio V. 2002. Acclimatation précoce des poulets de chair au climat tropical. Thèses Doctoral en sciences mention Biologie Agronomie. De L'Ecole National Supérieur Agronomique de Rennes. 20-06. 2002b.
- Fasenko, G. , M. Christensen, M. Wineland and J. Petite. 2001a. Examining the effects of prestorage incubation of turkey breeder eggs on embryonic development and hatchability of eggs stored for four or fourteen days. *Poult. Sci.* 80:132–138.
- Fasenko, G., M. Robinson, A. Whelan, K. Kremeniuk and J. Walker. 2001b. Prestorage incubation of long-term stored broiler breeder eggs. 1. Effects on hatchability. *Poult. Sci.* 80:1406–1411.
- Federación Nacional de Avicultura de Venezuela, FENAVI. 2005. **In:** IX Congreso Nacional de Avicultura. Caracas. Venezuela. 3 p.
- Fernández, A. 2007. Efecto del intervalo apareamiento – incubación sobre la reproducción y sobrevivencia de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p. 59.
- González, A., D. Satterlee, F. Moharer and G. Cadd. 1999. Factors affecting ostrich egg hatchability. *Poult. Sci.* 78: 1257 – 1262.
- Hassan, S., A. Siam, M. Mady and A. Cartwright. 2005. Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Poult. Sci.* 84:1908–1912.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA. 2007. Unidad Agroclimática. Maracay. Venezuela. Formato digital.
- Kuurman, W., B. Bailey, W. Koops and M. Grossman. 2001. Effect of hatch on the distribution for failure of an embryo to survive incubation. *Poult. Sci.* 80: 710 – 717.
- Lapao, C., L. Gama and M. Chaveiro. 1999. Effects of broiler breeder age and length of egg storage characteristics and hatchability. *Poult. Sci.* 78: 640 – 645.
- Lembcke, C., E. Figueroa, P. Sulca y N. Falcón. 2001. Efecto de la edad de las reproductoras sobre el peso del huevo, incubabilidad y peso al nacer de la codorniz, variedad japonesa (*Coturnix japonica*). [En línea]. Disponible: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/veterinaria/v12_n1/efec_edad. [Enero 22, 2008]. *Rev. Inv. Vet. Perú* 12(1).
- Littell, R., W. Stroup and R. Freund. 2002. SAS for Linear Models. 4th Ed. SAS Institute Inc. p.466.
- Lucotte, G. 1990. La Codorniz, Cría y Explotación. 2^{da} edición. Editorial Mundi – Prensa. España. p. 110
- Mejía, P. 2005. Comparación de dos métodos de apareamiento utilizados en la cría de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japonica*). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p. 75.
- Muriel, A y A. Serrano. 2008. Análisis de la fertilidad y determinación de la mortalidad embrionaria en huevos de gallinas de guinea. [En línea]. Disponible: http://www.aida-itea.org/jornada38/reproduccion/iv_reprod_monogastricos/rm3_muriel.pdf. [Mayo 10, 2008].
- North, M. y D. Bell. 1993. Manual de Producción Avícola. 3^{ra} edición. Editorial El Manual Moderno. D.F., México. 829 p.
- Petek, M., H. Baspinar and M. Ogan. 2003. Effects of egg weight and length of storage on hatchability and subsequent growth performance of quail. *South Afr. Jour. Ani. Sci.* 33: 242 - 247.
- Reis, L., L. Gama and M. Chaveiro. 1997. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. *Poult. Sci.* 76: 1459 – 1466.
- Uztariz, E. 2005. Evaluación física de huevos fértiles de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*)

en Venezuela. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p. 53.

Vargas, D. 2005. Factores ambientales que afectan la edad al primer huevo y conversión de alimentos

en codornices (*Coturnix coturnix japonica*). Tesis Ing. Agr. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. p 41.