

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE HUEVOS DE CODORNICES ALIMENTADAS CON DIETAS CON HARINA DE RESIDUOS ASERRADOS DE CARNICERÍAS

Egg Production and Quality in Quail Fed With Diets Supplementted with Meal from Butchery Waste

José Rosario¹ y Duilio Nieves²

¹Fundacion la Salle Campus Boconó, Trujillo, Venezuela. nrosario23@gmail.com.

²Programa de Producción Animal, UNELLEZ, Guanare, Po, Venezuela. duilionieves@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo, composición y calidad del huevo de codornices en etapa de postura alimentadas con dietas con inclusión de harina de residuos aserrados de carnicerías (HRC), se realizó un experimento durante 60 días en la Fundación la Salle de Ciencias Naturales, Campus Boconó, estado Trujillo, Venezuela. Se utilizaron 75 codornices en postura de 22 semanas de edad y peso promedio de $152 \pm 6,6$ g, distribuidas según diseño completamente aleatorizado, en tres tratamientos con cinco codornices por unidad experimental y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron: T1= Dieta Balanceada (DB) testigo, con 0 % inclusión de HRC, T2= DB con 8 % de HRC y T3= DB con 12 % de HRC. El porcentaje de huevos rotos (T1=0,77; T2=0,87 y T3=1,00) y fáfara (T1=0,97; T2=1,09 y T3=1,12) fueron afectados ($P<0,05$) por la inclusión de HRC en la dieta; mientras que el peso de la cáscara, yema y albúmina de los huevos fueron similares entre tratamientos. Los niveles de producción obtenidos pueden considerarse adecuados para sistemas de producción animal sostenibles en países tropicales, HRC muestra buen potencial alimenticio como ingrediente alternativo en dietas para codornices.

Palabras clave: Codornices, alimentación alternativa, postura, calidad de los huevos.

ABSTRACT

In order to evaluate the productive performance, composition and quality of egg from laying quail fed with diets supplemented with meal from butchery waste (HRC), an experiment

was conducted during 60 days at La Salle Natural Science Foundation, Campus Boconó, Trujillo State, Venezuela. Seventy five quails of 22 weeks of age and 152 ± 6.6 g of live weight were distributed according to a completely randomized design in three treatments with five quails per experimental unit and five replicates. Treatments were: T1= Balanced Diet (DB) control, with 0% inclusion of HRC, T2= DB with 8% HRC and T3= DB with 12% HRC. Percentage of broken eggs (T1= 0.77, T2= 0.87, and T3= 1.00) and of soft-shelled eggs (T1= 0.97, T2= 1.09, and T3= 1.12) were affected ($P<0.05$) by HRC inclusion in the diet; while shell weight, yolk and egg albumen did not differ between treatments. Yields obtained are considered appropriate for sustainable animal production systems in tropical countries. HRC shows potential as an alternative food ingredient in quails diets.

Key words: Quail, alternative foodstuff, eggs laying, egg quality.

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos para la población humana es paralela al crecimiento demográfico y requiere intensificación de los sistemas de producción pecuarios. En virtud de esta premisa, es obligatoria la búsqueda de alternativas alimenticias para satisfacer las necesidades nutritivas de origen animal para los humanos; en este sentido la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) puede producir alimento económico para el consumo de la familia. La codorniz es una eficiente convertidora de alimento en carne y huevos, son precoces y eficientes en la producción de huevos con alto valor nutritivo y de delicioso sabor. Sin embargo, exige un adecuado contenido de proteína (20%) y energía (2900 kcal) en la dieta [7]. Uno de los factores que limita la avicultura es la importación de

materias primas para fabricar alimentos balanceados con base en cereales y soya (*Glycine max*) [16], problema que se acentúa en los países del trópico como Venezuela, debido a que la producción de estos insumos es costosa y compite con la alimentación humana.

El gasto en alimento representa 70% del costo de producción de huevos en codornices [11]. Por esto, se debe incentivar el uso de materias primas no tradicionales, de esta manera se aprovecharían subproductos poco usados como fuentes alimenticias, lo que contribuye a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para alcanzar sus propias necesidades [15].

En ese mismo orden de ideas, la información sobre alimentación alternativa de esta especie es escasa, no existen estudios referentes a niveles de inclusión de fuentes alimenticias locales de origen animal en raciones para codornices en postura criadas en sistemas de producción de bajo grado de intensidad en condiciones tropicales.

En la actualidad se buscan opciones alimenticias con recursos propios del trópico como restos de cosechas, plantas nativas, subproductos del beneficio en mataderos y restos de carnicerías, establecimientos donde se comercializan carnes crudas para consumo humano. Estos alimentos alternativos tienen utilidad en la medida que puedan satisfacer los requerimientos nutricionales de animales a bajo costo. Los residuos de carnicerías (restos aserrados de carne, hueso y grasa) en forma deshidratada, contienen valores proteicos, energéticos y de minerales adecuados para uso en la alimentación para aves [10].

En este estudio se planteó como objetivo evaluar el comportamiento productivo, composición y calidad del huevo de codornices en etapa de postura alimentadas con dietas con inclusión de harina de residuos aserrados de carnicerías (HRC).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Modelo Pedagógico Productivo Codornices de la Fundación la Salle de Ciencias Naturales, Campus Boconó, estado Trujillo, Venezuela (09° 15' 13" LN y 70° 16' 38" LO). La zona presenta una temperatura que oscila desde 18 hasta 26°C, 1200 msnm, precipitación promedio anual de 1992,3 mm y humedad relativa promedio de 70%. Se caracteriza como bosque húmedo tropical [13].

Se utilizaron 75 codornices en postura de 22 semanas de edad y peso promedio de 152 ± 6,6 g. Se distribuyeron según un diseño completamente aleatorizado en tres tratamientos con cinco codornices por unidad experimental y cinco repeticiones.

Para la elaboración de la HRC se colectaron 30 kg de residuos de aserrado de canales de bovinos (*Bos taurus* x *Bos indicus*) de carnicerías locales, se deshidrataron a 60°C durante 48 h en secadora artesanal de aire forzado, se molió en un equipo marca Penagos modelo MPD-60, (Colombia), con gra-

duación de 2 mm, de acuerdo con lo informado por González y Vázquez [10]. Las dietas se mezclaron manualmente y se suministraron en forma de harina.

Se formularon raciones balanceadas de acuerdo con los requerimientos nutricionales (proteína, energía, calcio y fósforo) para codornices en etapa de postura [18]. Se incluyó ocho y 12% de HRC en la dieta, los tratamientos estudiados se muestran en la TABLA I.

TABLA I
COMPOSICIÓN DE INGREDIENTES Y CONTENIDO ESTIMADO DE NUTRIENTES DE RACIONES BALANCEADAS CON INCLUSIÓN DE HRC.

Ingrediente (-% -)	T1 (0% HRC)	T2 (8% HRC)	T3 (12% HRC)
Harina de maíz	50	50	50
Harina de sorgo	13	13	13
Harina de carne	5	0	0
Harina de pescado	4	4	4
Torta de soya	27	24	20
Carbonato de calcio	0,5	0,5	0,5
Cloruro de sodio	0,5	0,5	0,5
HRC	0	8	12
Total	100	100	100
EMa (kcal/kg)	3060	3050	3000
Proteína Bruta (%)	22	22	22
Calcio (%)	2,5	3,0	3,3
Fósforo (%)	0,9	1,4	1,8
Costo (Bs/kg)	3,75	3,45	3,33

Las codornices se alojaron en jaulas de alambre galvanizado (0,40 x 0,50 x 0,25 m), provistas de comederos lineales de lámina galvanizada y bebederos automáticos tipo sifón, se aplicaron cuatro horas (h) adicionales de luz artificial. La duración del ensayo fue de 60 días (d); siete de acostumbramiento a las dietas experimentales y 53 de evaluación de las variables asociadas al comportamiento productivo, calidad y composición del huevo. La ración ofrecida fue 28 g/ave/d en dos suministros; 10:00 y 18:00 h, con la finalidad de garantizar un consumo *ad libitum* por parte de los animales.

Se determinó diariamente el porcentaje de postura, de huevos rotos y fáfara (huevos con cáscara blanda). La estimación de peso, composición del huevo y determinación de la calidad se efectuó durante 50 d, con recolección al azar de un huevo por unidad experimental, a intervalos de cinco d. La medición se efectuó al día siguiente de la colecta a las 16:00 h.

El peso de la cáscara, yema, albúmina y total de los huevos, se midió con balanza electrónica marca Diamond, (modelo A04, max= 500 g y min 0,01g, China). Primero se pesaron los huevos, luego se fraccionaron, para determinar el peso de la yema y cáscara (limpia sin albúmina); el peso de la

albumina se calculó por diferencia, de acuerdo con lo propuesto por Closa y col. [6].

El grosor de la cáscara se midió con un tornillo micrómetro marca Baxlo de 0-15mm, (España), mientras que para determinar la altura de la yema y albúmina, se colocaron estas fracciones del huevo en superficie plana y se usó un vernier Ohaus 1350-50 de 0-160mm (EUA) [23]. El coeficiente de cáscara se valoró al dividir el peso de la cáscara entre el peso del huevo multiplicado por 100.

Las unidades de Haugh (UH) de los huevos se estimaron de acuerdo con la fórmula indicada por Haugh [12], y se clasificaron según la siguiente escala: de 55 hasta 59 HU: pobre, de 60 hasta 64 HU: punto de resistencia del consumidor, de 65 hasta 69 HU: regular, de 70 hasta 79 HU: aceptable, de 80 hasta 89 HU: muy bueno y más de 90 HU: excelente. El cálculo se efectuó según la fórmula siguiente:

$$UH = 100 * \log (h - 1,7 * p^{0,37} + 7,57)$$

Donde:

h = altura de la clara en mm.

p = peso del huevo en g.

Las determinaciones químicas en las muestras de dietas y HRC se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, Maracay, estado Aragua. Las fracciones de proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, ceniza y extracto libre de nitrógeno fueron estimadas por el método Weende [3]; para la determinación de calcio se usó el método de espectrometría de absorción atómica [4], en equipo Perkin Elmer 200 (EUA); mientras que el fósforo se evaluó por espectrometría de luz visible en equipo Turner 390, (EUA). El análisis de energía se llevó a cabo en bomba calorimétrica adiabática Parr (modelo 1261, EUA).

Para el procesamiento estadístico de los datos, se efectuaron pruebas para verificar el cumplimiento de los supuestos exigidos por el análisis de varianza en cada variable medida, se efectuaron transformaciones para conseguir el cumplimiento de normalidad cuando fue necesario. Se realizó un análisis de varianza según un diseño completamente aleatorizado y los promedios se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0,05$) [20].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de la HRC y dietas evaluadas se muestra en la TABLA II. El contenido de proteína bruta (22,18; 22,25 y 22,18%) y energía metabolizable aparente (2967,11; 2833,80 y 2883,23 kcal/kg) de las dietas estudiadas, respectivamente, se encuentran cercanos a los valores requeridos para codornices japonesas en postura (20% de proteína y 2900 Kcal/Kg de EM) [18]. Shim [22] reportó que se puede alimentar codornices de puesta con dietas no inferiores a 18% de proteína ni superiores a 24%, pero con concentraciones

TABLA II
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HRC Y DIETAS
CON INCLUSIÓN DE HRC.

Fracción	HRC	Dieta con 0% HRC	Dieta con 8% HRC	Dieta con 12% HRC
Materia Seca (%)	93,43	88,19	87,33	88,89
Proteína Bruta (%)	34,16	22,18	22,25	22,18
Cenizas (%)	32,33	4,63	5,81	6,46
Fibra Cruda (%)	-	3,99	4,16	3,54
Extracto Etéreo (%)	16,09	1,96	2,83	3,79
ELN (%)	10,44	55,43	52,37	52,92
Calcio (%)	9,50	2,41	3,25	3,38
Fósforo (%)	5,00	0,99	1,56	1,75
EB (kcal/kg)	4219,48	3715,34	3555,12	3606,99
EMa (kcal/kg)	1755,92	2967,11	2833,80	2883,23

EB= energía bruta; Ema= energía metabolizable aparente. ELN= Extracto Libre de Nitrógeno.

energéticas crecientes. Angulo y col. [2] informaron que las codornices mantienen la ingesta de energía proporcionalmente a la de proteína.

La dieta con 0% HRC mostró valores de Ca y el P ajustados a los requerimientos propuestos por National Research Council (NRC) [18]; así mismo las dietas con inclusión de 8 y 12% de HRC presentaron concentraciones superiores en ambos minerales, esto obedece a la creciente inclusión de HRC.

La composición química de la HRC presentó valores similares a los informados por Rostagno y col. [21] para harina de carne y hueso (materia seca: 92,65%; proteína: 35,40%; extracto etéreo: 13,40%; energía bruta: 3122,00 Kcal/kg, cenizas: 42,19%; calcio: 15,12% y fósforo total: 7,92%); por tal razón la HRC posee potencial en la alimentación de aves y se puede proponer como ingrediente proteico en dietas para codornices en postura.

En la TABLA III se presenta el porcentaje de postura, huevos rotos y fáfara de codornices alimentadas con dietas balanceadas con inclusión de HRC. Hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre dietas, el porcentaje de postura de los tratamientos con 0 y 8% fue superior con respecto al de 12%; datos cercanos a los emitidos por Díaz y col. [8] para codornices alimentadas con balanceados comerciales en la región de los Andes Venezolanos. El porcentaje de huevos rotos y fáfara en el caso de inclusión de 12% de HRC fue mayor ($P < 0,05$) que con 0 y 8%. Estos resultados concuerdan con lo informado por Hurtado y col. [14], según los cuales el aumento de harina de origen animal en la dieta, incrementa la proporción de huevos rotos y fáfara.

Los valores observados implican niveles de producción de huevos adecuados para condiciones de producción sustentable con base en el uso de fuentes alimenticias de origen animal en raciones para codornices en postura criadas en sis-

temas de producción de bajo grado de intensidad en áreas rurales tropicales.

El peso de los huevos y sus componentes se resumen en la TABLA IV. No hubo diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos para estas variables. El peso de huevos observado es inferior al informado por Pérez [19] y Closa y col. [6] con alimentos balanceados comerciales, quienes reportaron un peso promedio del huevo de 11,40 g. El peso del huevo se relaciona con factores como el grosor de la cáscara, alimentación del ave, humedad y temperatura ambiental.

La inclusión de 8 y 12% de HRC no afectó el peso del huevo, cáscara, yema ni albúmina, lo que sugiere que este ingrediente dietético no afecta las características físicas del huevo, por lo tanto es recomendable para inclusión en dietas para codornices en postura.

En la TABLA V se muestra la calidad de los huevos de codornices alimentadas con dietas balanceadas con inclusión

de HRC. La altura de la albúmina fue mayor ($P<0,05$) en los huevos de las codornices alimentadas con la dieta con 0% HRC. En tal sentido, Alleoni y Antunes [1] afirmaron que a mayor altura de la clara existe más firmeza y por consiguiente mejor calidad del huevo.

En las variables grosor de la cáscara, altura de la yema, unidades Haugh y coeficiente de la cáscara no hubo diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos dietéticos, resultados que muestran discrepancias con los encontrados por Gamboa y col. [9], quienes reportaron para el grosor de cáscara 0,18 mm; sin embargo, Murakami [17] halló promedios superiores a 0,20 mm. Así mismo, Belo y col. [5] afirmaron que el coeficiente de la cáscara aumenta con dietas altas en energía y la altura de la yema es proporcional al consumo de proteína. Las unidades de Haugh se encuentran dentro del rango (84 a 85,90 UH) obtenido por Murakami [17] en condiciones ideales de alimentación.

TABLA III
PORCENTAJE DE POSTURA, HUEVOS ROTOS Y FÁRFARA DE CODORNICES ALIMENTADAS CON DIETAS BALANCEADAS CON INCLUSIÓN DE HRC.

Parámetro productivo	Dieta con 0% HRC	Dieta con 8% HRC	Dieta con 12% HRC	EEM
Postura (%)	73,78a	73,21a	71,95b	0,193*
Huevos rotos (%)	0,77c	0,87b	1,00a	0,016**
Huevos fáfara (%)	0,97b	1,09a	1,12a	0,017*

Valores con letras distintas en la misma fila presentan diferencias (*= $P<0,05$ y **= $P<0,01$). EEM= Error estándar del grupo de medias.

TABLA IV
PESO DE HUEVOS Y SUS COMPONENTES EN CODORNICES ALIMENTADAS CON DIETAS BALANCEADAS CON INCLUSIÓN DE HRC.

huevo(g)	Dieta con 0% HRC	Dieta con 8% HRC	Dieta con 12% HRC	EEM
Peso cáscara	1,04	1,04	1,04	0,024ns
Peso albúmina	6,02	5,93	6,04	0,086ns
Peso yema	3,79	3,68	3,74	0,091ns
Peso total	10,65	10,41	10,66	0,238ns

Valores con letras distintas en la misma fila presentan diferencias ($P<0,05$). EEM= Error estándar del grupo de medias. ns= no significativo.

TABLA V
CALIDAD DE HUEVOS DE CODORNICES ALIMENTADAS CON DIETAS BALANCEADAS CON INCLUSIÓN DE HRC.

Estructura del huevo	Dieta con 0% HRC	Dieta con 8% HRC	Dieta con 12% HRC	EEM
Grcás (mm)	0,23	0,23	0,22	0,006ns
AltAlbu (mm)	3,95a	3,61b	3,77ab	0,079*
AltYema (mm)	10,01	9,83	10,07	0,095ns
UnidHaugh	87,20	85,40	86,20	0,497ns
Coecás (%)	9,77	9,99	9,71	0,207ns

Valores con letras distintas en la misma fila presentan diferencias ($P<0,05$). Grcás= Grosor de la cáscara; AltAlbu= Altura de la albúmina; AltYema= Altura de la yema; UnidHaugh= Unidades de Haugh; Coecás= Coeficiente de la cáscara; EEM= Error estándar del grupo de medias. ns= no significativo.

Pese a que la altura de la albúmina disminuyó con la inclusión de HRC, el resto de las variables no mostraron diferencias, y según las unidades de Haugh, método tradicional para medir la calidad de los huevos, se puede deducir que los huevos son muy buenos; en consecuencia, la inclusión de HRC en la dieta no desmejoró la calidad de los huevos.

CONCLUSIONES

La HRC en dietas para codornices en postura muestra un importante potencial alimenticio como ingrediente alternativo para uso en dietas para esta especie, genera la posibilidad de utilización de un recurso autóctono y puede contribuir en la construcción de sistemas sostenibles de producción con codornices en condiciones tropicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALLEONI, A.; ANTUNES, A. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scient. Agríc.** 58:681-685. 2001.
- [2] ANGULO, E.; BRUFAU, J.; MIQUEL, A., ESTEVE-GARCIA, E. Effect of diet density and pelleting on productive parameters of Japanese quail. **Poult. Sci.** 72: 607-610. 1993.
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis, 13th Ed. Washington D.C. Pp 376-384. 1980.
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official method of analysis, 17th Ed. Maryland, USA. Pp 263-297. 2000.
- [5] BELO, M.; COTTA, J.; OLIVEIRA, A. Níveis de energia metabolizável em rações de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura. **Rev. Cien. y Agroecol.** 24: 782-793. 2000.
- [6] CLOSA, S.; MARCHESICH, C.; CABRERA, M.; MORALES, J. Composición de huevos de gallina y codorniz. **Arch. Latinoam. de Nutr.** 49 (2): 181-185. 1999.
- [7] DÍAZ, D.; TORRES, D. Efecto de la inclusión de la harina de lombriz en la dieta de las tres primeras semanas de vida sobre el comportamiento productivo de la codorniz para engorde. **XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal.** Maracay, Noviembre 22-24. Venezuela. Resumen. Pp 10. 2004.
- [8] DÍAZ, D.; VALERA, L.; CABRERA, H. Manejo e índices productivos en las granjas de codornices en los andes Venezolanos. **Agric. Andina.** 10: 38-46. 2005.
- [9] GAMBOA, O.; DÍAZ, J.; HURTADO, V.; GARZÓN, V. Efectos de los niveles de grano de soya integral cocidos sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). **Orinoquia.** 9 (2): 15-21. 2005.
- [10] GONZÁLEZ, O.; VÁSQUEZ, L. Harina de despojos aserrados de carnicería para la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología del Mar de Boconó. Fundación la salle campus Boconó. Trabajo Especial de Grado. 80pp. 2009.
- [11] GONZÁLEZ, W. Alimentación de aves y cerdos. **Alimentación Animal.** 1era Ed. Universidad del Zulia, Maracaibo – Venezuela. 129 pp. 1990.
- [12] HAUGH, R. The Haugh unit for measuring egg quality. **H.S. Egg Poult. Mag.** 48:552-555. 1937.
- [13] HOLDRIDGE, L. El diagrama de las zonas de vida. **Ecología basada en zonas de vida.** Quinta reimpresión. IICA; San José. Pp 22-26. 2000.
- [14] HURTADO, V.; CARREÑO, N.; MURILLO, G.; GRANADOS, J. Efectos de la inclusión de harina de ripio de sangre sobre los parámetros productivos de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). **Orinoquia.** 12 (1): 57-66. 2008.
- [15] KAIMOWITZ, D.; TRIGO, E.; FLORES, R. Hacia una estrategia para un desarrollo agropecuario sostenido. **II Taller internacional de sistemas agropecuarios sostenibles y desarrollo rural para el trópico.** Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuario (CIPAV). Cali, Noviembre 15-18. Colombia. 56 pp 1991.
- [16] LEÓN, A.; ANGULO, I.; VILARIÑO, M. Estrategias alimenticias para las aves en Venezuela. **VI Congreso Nacional de Avicultura.** Maracaibo. Mayo 14-17, Venezuela. Pp 183-208. 1996.
- [17] MURAKAMI, A. Níveis de proteína e energia em rações para codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Jaboticabal: Universidad e Estadual Paulista. Trabajo de Doctorado. 92 pp 1991.
- [18] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Poultry. **Nutrient Requirements of Domestic Animal.** 8th rev. Ed. National Academic Press. Washington D.C. Pp 44-45. 1994.
- [19] PÉREZ, F. Estudio del huevo de la codorniz. **Tratado de coturnicultura.** Ed. Científico-Medicina. Zaragoza, España 7ª Ed. Pp 14-58. 1974.
- [20] RODRÍGUEZ, J. Diseño de Experimentos. **Métodos de Investigación Pecuaria.** Trillas. UAAAN, México. Pp 5-45. 1991.
- [21] ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; DONZELE, J.; GOMES, P.; FERREIRA, A.; OLIVEIRA, R.; LOPES, D. Exigências nutricionais para *Coturnix coturnix japonica*. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de**

- alimentos e exigências nutricionais.** Universidade Federal de Viçosa. 186 pp. 2005.
- [22] SHIM, K. The nutrition and management of japanaise quail in the Tropics. 2004. Singapore J. Prim. Ind. En Línea: <http://www.shaywood.com/quail/coturnix/coturn4.htm>, 23/10/2010.
- [23] SILVERSIDES, F.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poult. Sci.** 83:1619-1623. 2004.