

201
2Ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACION DEL CARBONATO DE CALCIO GRANULADO Y EN POLVO SUMINISTRADO EN DOS DIFEREN- TES HORARIOS A GALLINAS PONEDORAS



T E S I S

Que para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :

MANUEL SAN JUAN CASTILLO

Asesores: M.V.Z. MSc. Alma Eugenia Rocha Hernández
Q. Ma. Antonieta Aguirre Guzmán



México, D. F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	<u>PAG.</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS	8
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	13
DISCUSION	19
CONCLUSIONES	21
LITERATURA CITADA	22

R E S U M E N

SAN JUAN CASTILLO, MANUEL. Evaluación del carbonato de calcio granulado y en polvo suministrado en dos diferentes horarios a gallinas ponedoras (bajo la dirección de: Alma Eugenia Rocha Hernández y Ma. Antonieta Aguirre Guzmán).

Se suministró carbonato de calcio (CaCO_3) en dos presentaciones, para prevenir pérdidas de hasta un 20% por fragilidad del cascarón del huevo producido por gallinas mayores de 40 semanas. Se formaron cuatro grupos de nueve aves pelechadas, alimentados dos de ellos con CaCO_3 en grano y dos con CaCO_3 en polvo, en dos diferentes horarios, 8:00 y 16:00 horas. Se evaluó: el peso del ave al iniciar y terminar el experimento, el consumo de alimento por ave, la conversión alimenticia, los gramos de calcio retenido, el peso del huevo, el grosor del cascarón y la gravedad específica del huevo. Se observó mejora del cascarón de huevo producido por todas las aves alimentadas por la tarde. Al suministrar el calcio granulado por la tarde se mejoró significativamente ($P \geq 0.05$) la calidad del cascarón, pero disminuyó significativamente ($P \leq 0.05$) el porcentaje de postura. El grupo alimentado con CaCO_3 en polvo por la tarde tuvo el mejor porcentaje de postura ($P \geq 0.05$).

Introducción

La avicultura como industria avícola propiamente dicha es reciente, en 1940 el censo agrícola y ganadero reportó 25 000 000 de aves. De ese año a 1950 se incrementó considerablemente a 40 000 000. Para 1951 se redujo la población avícola debido a la aparición en México del newcastle. Esto trajo como consecuencia un aumento en la importación de huevo, que en el año de 1952 ascendió a 14 600 toneladas. Debido a la iniciación de explotaciones comerciales, al entusiasmo de los avicultores y al interés que mostró el gobierno federal en ese tiempo, dicha actividad tomó nuevamente importancia. Actualmente en México la avicultura constituye una de las ramas más desarrolladas del sector agropecuario, por su importancia cada vez mayor dentro de la industria alimentaria. Tan solo el huevo aporta el 4% del total de la proteína consumida por persona como promedio, y representa el 10% del consumo diario de proteína de origen animal. Para satisfacer una parte de los 80 gramos que se deben consumir diariamente por persona. (5)(18)(23)

Para lograr optimizar la industria avícola es necesario evitar mermas tales como las ocasionadas por huevos frágiles o blandos, debido a que es una forma de perder de 6 a 8% de huevo producido; aunado a esto puede existir una pérdida de hasta un 12% en el transcurso de la comercialización, lo que sumaría un 20% del total producido, lo cual significa que para 1983 se pudieron ofrecer 145 000 piezas más. (2)(3)(25)

Para mejorar la calidad del cascarón se pueden tener en cuenta aspectos genéticos, que inciden hasta en 0.33% de la heredabilidad en el peso del cascarón; o bien, hasta 0.49% en la deformación del huevo. Otro aspecto es la estación del año, que en el verano puede hacer disminuir significativamente el grosor del cascarón, el peso del huevo y porcentaje de postura. La salud es un aspecto más de importancia, dado que algunas enfermedades afectan la producción de huevo, como ejemplos de éstas podemos citar al newcastle, bronquitis infecciosa, la laringotraqueítis, la adenovirosis, así como diversas parasitosis. (10) (16)(17).

La nutrición tiene un papel muy importante en la formación del cascarón, se puede considerar que la vitamina D₃, el fósforo y el calcio son los nutrimentos más importantes en la formación del cascarón. Quizá ninguna deficiencia nutricia cause una respuesta adversa tan inmediata como la del calcio. Debido a que el calcio ingerido por el ave es utilizado diariamente para la calcificación del cascarón, la deficiencia de este mineral provoca que haya una mayor proporción de huevo blando, ligada a una baja de postura e inclusive la muerte por fatiga de jaula. Del mismo modo se sabe que hay efectos adversos por el exceso de calcio dietario en aves, tales como consumo insuficiente de alimento y daño renal. (7)(20)21)

El cascarón además de constituir el 11.6% en la composición general del huevo, es un empaque natural que actúa como punto de referencia para brindar una mayor aceptación comercial.

La formación del óvulo se inicia desde las primeras etapas del desarrollo embrionaria. A medida que transcurre la vida productiva del ave, los óvulos se van diferenciando hasta que ocurre la ovulación. En el momento de la ovulación, la superficie del ovario se rompe y el óvulo cae al infundíbulo del oviducto. Después de permanecer 18 minutos en el infundíbulo, el óvulo pasa al magnum, donde permanece 3 horas; es en esta porción del oviducto donde se realizan los fenómenos más importantes de la formación del huevo; aquí el óvulo se rodea de capas de clara densa, la primera unida a la yema, y otra capa de clara consistente, que es la más extensa. En seguida, el óvulo pasa al istmo donde permanece una hora; allí se segregan grandes cantidades de gluconato de calcio, sustancia filamentosa que constituye las membranas testáceas, compuestas de dos fárfaras que cubren la clara y que en el polo mayor del huevo se separan del cascarón para formar la cámara de aire. Luego, el óvulo pasa al útero, donde permanece 20 horas y 40 minutos; allí la glándula del cascarón segrega una sustancia viscosa impregnada de partículas calizas que envuelven al huevo y constituyen al cascarón. En esta porción del oviducto es donde se regula el contenido salino y acuoso del huevo (pe-

netrando la clara acuosa), y donde se pigmenta el cascarón. El huevo pasa posteriormente a la vagina, y finalmente es expulsado al exterior por la cloaca. (17)

La mayor cantidad de calcio que contiene el cascarón es el aportado directamente por el alimento que pasa a la glándula secretora del cascarón en forma de calcio sérico iónico. El calcio aportado por el alimento constituye hasta un 70% del cascarón. Otra fuente de calcio para el cascarón es el proveniente del almacenado en los huesos medulares, - los pélvicos, del esternón, etc., que aportan hasta un 50%. (8)(13)(24)

Al presentarse la glándula secretora del cascarón vacía, el nivel del calcio sanguíneo se eleva. Observando cantidades mínimas de calcio iónico sérico 20 a 16 horas antes de la postura. La glándula del cascarón no siempre tiene la misma funcionalidad, ya que se ha notado que el transporte transuterino del calcio es mayor en gallinas en postura que en aquellas que no están poniendo o están en pelecha. (13) (15).

Hamilton et. al. observaron que al haber aumento del nivel del calcio iónico sérico durante todo el día, aumenta la gravedad específica del huevo y dureza adecuada del cascarón. Lennards y Roland concluyen que no hay ninguna relación entre los niveles de calcio iónico sérico y la postura

de huevo de cascarón delgado. (8)(12)

Conforme el ave rebasa las 40 semanas de edad, disminuye su capacidad fisiológica para adaptarse a las prácticas de alimentación, tales como horario de suministro e igual proporción de calcio dietario, seguidas en la actualidad. Scott y sus colaboradores indican que una gallina puede utilizar el calcio dietético en su intestino a un ritmo promedio de alrededor de 0.1 gramos por hora. El tubo digestivo de una gallina es un sistema de alta velocidad que pronto se vacía de alimento, al cabo de pocas horas de haber dejado de comer, lo que ocurre durante la noche. Si todo el calcio se suministra en forma de polvo el intestino dispone de él durante 18 horas diarias.

A una velocidad de utilización de 0.1 gramos por hora, la gallina podrá disponer sólo de 1.8 gramos diarios de calcio para formar el cascarón, y una buena cáscara contiene aproximadamente 2.2 gramos de calcio. De esta forma, una gallina que se hallara en tales circunstancias tendría que retirar alrededor de 0.4 gramos diarios de calcio de sus huesos para elaborar el cascarón de los huevos. Con ello su esqueleto va descalcificándose más y más, de lo cual puede derivarse una cojera aunada o no a la postura de huevo frágil. Para aminorar tal situación se recomienda adicionar al alimento la fuente de calcio en forma granulada para tener una mayor disponibilidad de calcio por el intestino. (7)

El horario del suministro de calcio es importante por lo siguiente: de 5:30 a 10:00 horas ocurre la ovulación, la gallina come, la digestión y la absorción empiezan, a esa hora el calcio se mueve hacia la médula del hueso. De las 14:30 a las 19:00 horas ocurre la formación del cascarón a ritmo rápido, el calcio entra al torrente sanguíneo aproximadamente al mismo ritmo del que está entrando al útero y de las 20:00 horas a las 4:00 la formación del cascarón continúa a ritmo rápido pero el calcio no se absorbe rápidamente, debido a que el intestino ya no contiene, por lo tanto la mayoría deberá provenir del hueso medular (24).

Lo anterior refuerza las teorías de Lennards y Roland que concluyen que el horario ideal para suministro del calcio, sin ver efectos adversos en cuanto a la calidad del cascarón es a las 16:00 horas. (11)

Objetivos

- Determinar si el horario de suministro del carbonato de calcio vespertino (16:00 horas) es mejor que el matutino (8:00 horas) para gallinas ponedoras mayores de 40 semanas.
- Determinar si el tamaño de la partícula (polvo o grano) del carbonato de calcio como fuente de calcio tiene alguna influencia en la calidad del cascarón.

Material y Métodos

Se utilizaron 36 gallinas pelechadas Babcock B, habiendo pelechado mediante la adición de 2.5% de óxido de zinc durante siete días. Al sexto día la producción disminuyó hasta el cero por ciento, el día treinta se observó 50% de producción. El experimento se inició al alcanzar 60% de producción (17).

Las 36 aves se dividieron al azar en dos grupos de acuerdo al tipo de presentación del CaCO_3 . Asignándose 18 aves para el alimento con CaCO_3 en polvo y 18 para el de grano. En dichos grupos se utilizaron dos diferentes horarios de suministro de alimento, a las 8:00 y a las 16:00 horas. Y así manejar cuatro tratamientos de nueve aves, que quedaron de la siguiente manera:

- 1.aves alimentadas por la mañana, con calcio granulado 9
- 2.aves alimentadas por la mañana, con calcio en polvo 9
- 3.aves alimentadas por la tarde, con calcio granulado 9
- 4.aves alimentadas por la tarde, con calcio en polvo 9

Las gallinas se alojaron individualmente en jaulas de 40 x 45 x 40; de tal modo que se utilizaron 36 jaulas. Se usaron 18 bebederos de cazoleta, uno por cada dos aves. Y comederos individuales de 10 centímetros. Para colectar las heces se usaron charolas removibles individuales. La parvada fue mantenida bajo 17 horas luz al día.

La ración fue elaborada tomando en consideración el National Research Council. Dicho alimento se administró a libre acceso durante 25 días, que fué la duración del experimento. Los últimos cinco días se calculó el consumo diario por ave. El alimento contenía el carbonato de calcio en dos presentaciones, en polvo y en grano, habiéndose pasado por la criba del número 3 para su estudio granulométrico. Cuadros 1 y 2. (14)

La recolección de huevo se realizó diariamente, sometiéndose a las siguientes pruebas durante los últimos cinco días: clasificación de los huevos por el grosor de su cascarón mediante el método de gravedad específica, pesaje del huevo y medición del cascarón mediante un micrómetro, tomando como referencia el polo opuesto a la cámara de aire. (17)

Las heces fueron colectadas y homogeneizadas diariamente para cada grupo, durante los últimos cinco días. Para las determinaciones de calcio se utilizaron los métodos descritos por la A. O. A. C. (1)

Los parámetros estudiados fueron: el peso del ave al iniciar el experimento, así como al finalizarlo; el consumo de alimento por ave; la conversión alimenticia, los gramos de calcio consumido y excretado, el peso del huevo, el grosor del cascarón y la gravedad específica del huevo.

C U A D R O 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
(Expresado en porcentajes)

INGREDIENTES	1 y 3	2 y 4
Sorgo	65.85	65.85
Pasta de soya	19.50	19.50
Aceite	3.00	3.00
Ortofosfato	3.50	3.50
L-lisina HCL	0.20	0.20
DL- Metionina	0.10	0.10
Pmz. vitaminas	0.25	0.25
Pmz. minerales	0.50	0.50
Colina	0.10	0.10
Sal	0.30	0.30
Pigmento	0.80	0.80
CaCO ₃ en polvo	----	7.02
CaCO ₃ en grano	<u>7.02</u>	<u>----</u>
T O T A L	100.00	100.00

C U A D R O 2

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Proteína	15.25	%
Energía metabolizable	2863	Kcal/Kg.
Fibra cruda	3.14	%
Fósforo	0.75	%
Calcio	3.20	%

ANALISIS CALCULADO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

	%
Lisina	0.74
Met. + Cis	0.57
Triptófano	0.17
Treonina	0.49
Arginina	0.89

RESULTADOS

Peso del ave: No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en los tratamientos de aves alimentadas con CaCO_3 en diferente presentación y con diferente horario. Cuadro 3.

Consumo de alimento: No hubo diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en los tratamientos, ni en la presentación, ni con el horario de suministro de CaCO_3 . Cuadro 4.

Conversión alimenticia: Se observó una diferencia significativa positiva estadísticamente en la conversión alimenticia (kg alimento consumido/kg de huevo producido) al suministrar CaCO_3 en polvo en horario vespertino. Las aves que consumieron el tratamiento en el que se usó CaCO_3 en grano con horario vespertino tuvieron deficiencias en la conversión alimenticia, no significativa. ($P < 0.05$). Cuadro 5

Calcio consumido, retenido y excretado: Las aves que consumieron CaCO_3 en grano por la tarde retuvieron significativamente ($P > 0.05$) menos calcio. Cuadro 6.

Porcentaje de postura: El porcentaje de postura de las aves alimentadas con CaCO_3 en la tarde fué estadísticamente significativa más alta ($P > 0.05$). El de las aves alimentadas con CaCO_3 en grano por la tarde fue significativamente más bajo ($P > 0.05$). Cuadro 7.

Peso del huevo: Se observó una disminución estadísticamente significativa ($P > 0.05$) del peso del huevo obtenido de gallinas alimentadas por la tarde con CaCO_3 en polvo. Cuadro 8.

Grosor del cascarón: Se observó un grosor del cascarón significativamente mayor ($P > 0.05$) en los tratamientos de alimentación vespertina. Cuadro 9.

Gravedad específica: No se observó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en la gravedad específica del huevo con ningún tratamiento. El valor más alto fue el obtenido de las aves alimentadas con CaCO_3 suministrado por la tarde. Cuadro 10.

CUADRO 3

EFEECTO DEL HORARIO DE SUMINISTRO DEL CaCO_3 SOBRE EL PESO
DEL AVE.^a

HORARIO	POLVO			GRANO		
	PESO INICIAL	PESO FINAL	AUMENTO DE PESO	PESO INICIAL	PESO FINAL	AUMENTO DE PESO
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
MATUTINO	1.790	1.793	0.003	1.780	1.785	0.005
VESPERTINO	1.768	1.760	-0.008	1.785	1.790	0.005

^aNo hubo diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

CUADRO 4

EFEECTO DEL HORARIO DE SUMINISTRO DE CaCO_3 SOBRE EL CONSUMO
DE ALIMENTO g/ave/día.^a

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	113	114
VESPERTINO	113	114

^aNo hubo diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

CUADRO 5

EFFECTO DEL HORARIO DE SUMINISTRO DE CaCO_3 SOBRE LA
CONVERSION ALIMENTICIA.

(Kg. de alimento consumido/Kg de huevo producido)

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	2.72 ^a	2.85 ^a
VESPERTINO	2.38 ^b	3.00 ^a

^{a, b} Letras diferentes significa que hubo diferencia estadística ($P > 0.05$)

CUADRO 6

EFFECTO DEL HORARIO Y PRESENTACION DEL CARBONATO DE CALCIO
SOBRE EL CALCIO CONSUMIDO, RETENIDO Y EXCRETADO POR LAS AVES.

PRESENTACION DEL CaCO_3	HORARIO DE ALIMENTACION	CALCIO ABSORBIDO (g)	CALCIO EXCRETADO (g)	CALCIO RETENIDO (%)
POLVO	MATUTINO	1.64	1.56	51.25 ^a
POLVO	VESPERTINO	1.56	1.64	48.75 ^a
GRANO	MATUTINO	1.54	1.66	48.12 ^a
GRANO	VESPERTINO	1.21	1.99	37.81 ^b

^{a, b} Letras diferentes significa que hubo diferencia estadística ($P > 0.05$)

CUADRO 7

EFFECTO DEL SUMINISTRO DE CALCIO CON DIFERENTE HORARIO Y
PRESENTACION SOBRE EL PORCENTAJE DE POSTURA.

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	62.22 ^a	60.00 ^a
VESPERTINO	77.77 ^b	57.77 ^c

a, b, c Letras diferentes significa que hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$)

CUADRO 8

EFFECTO DEL HORARIO Y PRESENTACION DEL SUMINISTRO DE CALCIO
SOBRE EL PESO DEL HUEVO (grs).

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	66.55 ^a	66.79 ^a
VESPERTINO	61.04 ^b	65.38 ^a

a, b Letras diferentes significa que hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$)

CUADRO 9

EFFECTO DEL HORARIO Y PRESENTACION EN EL SUMINISTRO DE CaCO_3
 SOBRE EL GROSOR DEL CASCARON. (mm).

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	0.291 ^a	0.306 ^b
VESPERTINO	0.312 ^c	0.321 ^c

a, b, c. Letras diferentes significa que hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$)

CUADRO 10

EFFECTO DEL SUMINISTRO DE CaCO_3 CON DIFERENTES HORARIOS Y
 PRESENTACION SOBRE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DEL HUEVO.^a

HORARIO	POLVO	GRANO
MATUTINO	1.069	1.071
VESPERTINO	1.071	1.073

^aNo hay diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

DISCUSION

A pesar que los tratamientos fueron controlados en calcio, no se observaron cambios estadísticamente significativos para peso del ave y consumo de alimento, dado que la dieta fue isocalórica e isoprotéica. La disminución de calcio puede provocar un aumento del consumo de alimento, que tiende a compensar la deficiencia de calcio del ave, lo cual puede acarrear problemas por el acúmulo excesivo de grasa. (20) (21)

Brister et. al. así como Hamilton et. al. que suministraron la fuente de calcio en grano y en polvo, observaron que se mejoró el aprovechamiento de éste con calcio en grano. Sus mejoras fueron para grosor de cascarón, para la gravedad específica y en mayor peso del huevo. (4)(9)

De acuerdo con Roland, en el presente trabajo se encontró que no es necesario ni benéfico el adicionar la fuente de calcio en partículas. Por lo que Ronald sugiere que se debe agregar hasta un gramo más de calcio al día en la dieta de gallinas ponedoras mayores de 40 semanas, para prevenir la fragilidad de cascarón. (19) (22)

Al suministrar el alimento en horario vespertino se observó grosor del cascarón y gravedad específica estadísticamente superior, lo que refuerza lo estudiado por Lennards

y Roland que encontraron el horario de 16:00 horas como ideal para el suministro de alimento.

En cuanto al peso del huevo y porcentaje de postura se apreció disminución estadísticamente significativa cuando se alimentó con carbonato de calcio en grano en horario vespertino.

Roland menciona que no hay agotamiento en la capacidad fisiológica del ave después de las 40 semanas de edad. Porque al aumentar el tamaño del huevo, se hace patente la falta de calcio, debido a que el organismo necesita mayor cantidad del mineral para cubrir esa demanda. (19)

El grosor del cascarrón no fué el adecuado, pues se obtuvo 0.307 mm de grosor del cascarrón como promedio, cuando el mínimo adecuado es de al menos 0.330 mm; y para la densidad específica se obtuvo 1.071, cuando el mínimo aceptable es de 1.078. Estos datos se obtuvieron por haber incluido niveles de calcio limitantes, para apreciar la respuesta de la administración del carbonato de calcio a diferentes horarios y con tamaños diferentes de partícula. (6)

(19)

C O N C L U S I O N E S

1. Se observó una mejora en la calidad del cascarón obtenido de gallinas alimentadas por la tarde.
2. La administración del CaCO_3 en polvo por la tarde como fuente de calcio para gallinas ponedoras pelechadas -- propició un porcentaje de postura significativamente mayor; aunque el peso del huevo fue significativamente -- más bajo.
3. Con CaCO_3 en grano por la tarde, el grosor del cascarón fue significativamente mejor; y la gravedad específica significativamente más alta.
4. Se recomienda hacer muestreos periódicos de la calidad del cascarón para prevenir pérdidas de consideración.

LITERATURA CITADA

1. A. O. A. C.: Association of Analysis. Association of Official Analyties Chemists. U. S. A. 30 ed. 1980
2. Eaez, H. G.: La Avicultura en México. Avirama, 10: 16-23 (1979).
3. Beauroyre, I.: Factores nutricionales que intervienen en la calidad del cascarón. Avirama, 39:16-23 (1983).
4. Brister, R. D., Kinton S. S., Creger C. R.: Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. Poult. Sci., 60: 2648-2654 (1981)
5. Cuca, G. M.: Semblanzas y perspectivas de la avicultura en México. Avirama, 7: 1620 (1979)
6. Curtis, P. A.: A comparison of selected quality and - compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. Poult. Sci. 64: 297-301 - (1985)
7. Grayson, V. M.: Caída en la puesta a causa de la fati ga de jaula. Selecciones Avícolas, 22: 145-147 (1980)
8. Hamilton, R. M., Grunder, A. A., Thompson, F. K. and Hollands, K.: Relationship between blood ionized - calcium levels and shell strength of egg layd by - white Leghorn hens. Poult. Sci., 60: 2380-2384 (1981)
9. Hamilton, R. M.: Use of partiulate limestone of oyster shell in the dietary regimen of White leghorn hens Poult. Sci. 64: 1750-1762 (1985)

10. Izat, A. A., Gardenr, F. A. and Mellor, D. B.: Effect of age of bird and season of the year on egg quality 1. Shell quality. Poult. Sci., 1900-1906 (1985)
11. Lennards, R. M. and Roland, D. A.: The influence of time of dietary calcium intake shell quality. Poult. Sci., 60: 2106-2113 (1981)
12. Lennards, R. M. and Roland, A. A.: The relationship of serum calcium to shell weight and other criteria in hens laying a low of high incidence of shell-less egg. Poult. Sci., 60: 2501- 2505 (1981)
13. Odom, T. W. and Harrison, P. C.: The effect of carbon dioxide on the unidirectional transport of calcium in the isolate shell gland. Poult. Sci., 64: 1368- 1370 (1985)
14. National Research Council.: Nutrient Requirements of domestic animals, No. 1. National Academy of Science. Washington, D. C. 1979.
15. Person, A. H. and Combs, J. R.: Blood ionized calcium cycles in the chicken. Poult. Sci., 60: 1520-1524 - (1981)
16. Potts, P. L. and Washbern.: Genetic variation in shell strength and its relationship to egg size. - Poult. Sci. 61: 2005-2012 (1982)
17. Quintana, L. J. A.: Las aves, manejo y medio ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Tomo III: 25-35 1980

18. Ramírez, H. J. y Chávez A.: Situación alimentaria en México. Comercio Exterior; 31: 385-390 (1981)
19. Roland, D. A.: Cómo pailar el problema de los huevos rotos. Poult. Int. 29: 7, 38-53 (1981).
20. Roland, D. A.; Farmer M; and Marple D. Calcium and its relationship to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, shell quality and fatty lever hemorrhagic syndrome. Poult. Sci. 64: 2344-2350. (1985)
21. Roland D. A.; Putma Sr and Hilburn: The relationship of age en ability of hens to maintain egg shell calcification when stressed with inadequate dietary calcium. Poult. Sci. 57: 1616-1621 (1978)
22. Roush W. B.; Mylet M.; Rosenberger J. L. and Derr J.: Investigation of calcium and available Phosphorus requirements for laying hens by response surface methodology. Poult. Sci. 65: 964-970 (1986)
23. Secretaría de Salubridad y Asistencia.: Anuario estadístico. México 1984.
24. Sunde, M. L.: Metabolismo del calcio en gallinas ponedoras. Avirama, 11: 11-19 (1979)
25. Washburn, K. W.: Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in comercial production. Poult. Sci. 6: 2005-2012 (1982)