

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE 69 mg/TM DE 25,HIDROXICALCIFEROL
EN DIETAS PARA AVES DE POSTURA COMERCIAL.”**



BRAULIO RODOLFO GALICIA ROCA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE 69 mg/TM DE 25-HIDROXICALCIFEROL
EN DIETAS PARA AVES DE POSTURA COMERCIAL.”**



TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR

BRAULIO RODOLFO GALICIA ROCA

AL CONFERIRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO: LIC. ZOOT. MARCO VINICIO DE LA ROSA
SECRETARIO: MED. VET. MARCO VINICIO GARCIA URBINA
VOCAL I: MED. VET. YERI EDGARDO VELIZ PORRAS
VOCAL II: Mag. Sc. M.V. FREDDY GONZALEZ GUERRERO
VOCAL III: MED. VET. MARIO ANTONIO MOTTA GONZALEZ
VOCAL IV: BR. JOSÉ ABRAHAM RAMÍREZ CHANG
VOCAL V: BR. JOSÉ ANTONIO MOTTA FUENTES

ASESORES

LIC. ZOOT. ENRIQUE CORZANTES
LIC. ZOOT. MIGUEL ANGEL RODENAS
MED. VET. JORGE NORIEGA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PRESENTO A
CONSIDERACION DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE 69 mg/TM DE 25,HIDROXICALCIFEROL
EN DIETAS PARA AVES DE POSTURA COMERCIAL.”**

QUE FUERA APROBADA POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PREVIO A OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

TESIS QUE DEDICO

A Dios: Por todas sus bendiciones derramadas en mi hogar y en mi trabajo.

A mis Padres: A mi padre Rodolfo de Jesús Galicia Aguirre (Q.E.P.D.) por enseñarme que todo con sacrificio y dedicación se puede alcanzar. A mi madre Mercedes Roca Martínez por cuidarnos, y sacarnos adelante a mi y mis hermanos, permitiendo que seamos personas de bien.

A mi esposa: Maria Eugenia por apoyarme en todo momento, tanto en mi vida profesional como personal.

A mi hijo: José Rodrigo por venir a mi vida, llenarla aún más de felicidad y permitirme compartir mis conocimientos contigo.

A mis hermanos: Mercy y Cristian, por haber compartido tantos momentos, sus consejos y compañía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por permitirme alcanzar este triunfo en la vida.

A mis asesores: Lic. Miguel A. Rodenas, Lic. Enrique Corzantes, M.V. Jorge Noriega; por compartir su tiempo y conocimientos en la elaboración de este trabajo de tesis, muchas gracias.

Un Agradecimiento especial al Ing. Hans Mann por su estrecha colaboración y dedicación en este trabajo de tesis.

Agradezco también a DSM Nutritional Products Guatemala por el apoyo en este trabajo

A mis evaluadores: Por dedicar su tiempo y contribuir a que este trabajo de tesis este terminado.

A mis familiares: Que a lo largo de todos estos años han trabajado junto con nosotros logrando el crecimiento de nuestro trabajo;

A mis amigos: Por los momentos que hemos disfrutado juntos, por su amistad y consejos; en especial a Jacobo Pérez (Q.E.P.D.) a quien recuerdo con mucho cariño. Gracias también a Milagro y a la Dra. Ana Rodríguez por su apoyo.

A mis catedráticos: A cada uno de ellos les agradezco compartir su tiempo y conocimiento a lo largo de estos años.

A Zootecnia: A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todas y cada una de las personas que compartieron este tiempo con migo, en especial a mis compañeros por los gratos momentos que compartimos juntos en la universidad.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específicos	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Calidad funcional del cascarón	5
4.2 Características del huevo	5
4.3 Metabolismo del calcio y el fósforo	6
4.3.1 Metabolismo mineral del hueso medular	6
4.3.2 Transporte de calcio en el intestino delgado	7
4.3.3 Importancia del hueso medular	8
4.3.4 Importancia del ion carbonato	8
4.3.5 El fósforo y otros minerales	8
4.4 Vitamina D3	9
4.5 Aspectos prácticos de la calidad del cascarón	10
4.6 Alimentando la ponedora	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1 Localización y descripción del área	12
5.2 Materiales	12
5.3 Manejo del estudio	12
5.4 Tratamientos a evaluar	13
5.5 Variables a medir	14
5.6 Variables a calcular	14
5.7 Diseño del experimento. Modelo estadístico	15
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
6.1 Resultados comparativos al incluir el metabolito en la etapa de levante	16

6.2 Porcentaje de postura y número de huevos por ave alojada	16
6.3 Grosor de cascarón	18
6.4 Masa de huevo, porcentaje de huevo roto y mortalidad acumulada	19
6.5 Análisis económico	20
VII. CONCLUSIONES	22
VIII. RECOMENDACIONES	23
IX. RESUMEN	24
X. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados al adicionar 69 mg/TM de 25-OH D3 en la dieta de aves de postura comercial.	14
Cuadro 2. Peso, uniformidad y mortalidad acumulada a las 15 semanas.	16
Cuadro 3. Porcentaje de postura por semana.	16
Cuadro 4. Huevos por ave alojada a las 40 semanas.	17
Cuadro 5. Grosor de cascarón por semana	18
Cuadro 6. Masa de huevo, huevo roto y mortalidad acumulada a las 40 semanas.	19
Cuadro 7. Cálculo de costos y valor de huevo producido	21
Cuadro 8. Diferencia económica comparativa por tratamiento en relación al testigo.	21

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Grosor de cascarón.

19

I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista del avicultor productor de huevo, la integridad del cascarón es muy importante debido a que sus retornos económicos están en relación al número de huevos enteros que coloque en el mercado diariamente. Anualmente se pierden miles de quetzales en huevos de segunda o tercera que no alcanzan llegar al consumidor. Aproximadamente el 7% de todos los huevos puestos en una granja comercial, nunca salen de ella, debido principalmente a problemas del cascarón.

En explotaciones avícolas productoras de huevo comercial, el 70% de los costos lo genera el alimento balanceado, por lo que es de suma importancia su eficiencia; asimismo el ambiente, manejo, y la salud del ave, determinarán el desempeño productivo normal de la misma. La vitamina D3 juega un papel importante, interviene en el metabolismo del calcio y fósforo, favoreciendo la formación de los huesos del ave y el cascarón. La capacidad intestinal del ave de absorber el calcio y el fósforo esta regulada por la presencia de la vitamina D3. Tanto el calcio como el fósforo son elementos minerales requeridos por el ave para funciones de osificación y calcificación del huevo. Las gallinas de postura comercial pueden adaptarse a un rango amplio de concentraciones dietéticas de fósforo, mientras que este en un balance adecuado con el calcio. En aves de postura que no han llegado a la madurez fisiológica, la relación recomendada de calcio:fósforo disponible es de 2:1, mientras que en el período de postura, esta relación puede ser de 9:1 a 10:1. Con el inicio de la postura, la actividad de la enzima 1 α hidroxilasa se incrementa notablemente. Esta hidroxilasa es necesaria para la conversión del metabolito 25-Hidroxiciferol (25-OH D3) al metabolito activo el 1,25-(OH) $_2$ D3, que a su vez se liga con una proteína en un compuesto denominado calbidina, el cual ayuda a absorber la cantidad de calcio y fósforo dietético del tracto gastro intestinal y llevarlos a los sitios de deposición. Los niveles circulantes de este metabolito activo, son mayores en las ponedoras, que en las aves inmaduras. (Castillo, 1977; Nys y Mongin, 1980; Leeson y Summers, 2001).

El presente trabajo de investigación pretende determinar si la inclusión en el alimento balanceado del metabolito activo de la vitamina D3, el 25-OH D3, en aves ponedoras comerciales, puede generar efectos positivos en el organismo del ave, reflejándose éstos en los parámetros productivos de la misma.

II. HIPÓTESIS

La inclusión de 69mg de 25-OH D3/TM en dietas balanceadas para aves de postura comercial mejora la calidad del cascarón y los índices productivos.

III. OBJETIVOS

3.1 General:

- ✚ Generar información sobre el uso del metabolito hepático hidroxilado de la vitamina D3 (25-OH D3) en la nutrición de aves ponedoras comerciales explotadas en jaula y en forma intensiva.

3.2 Específicos:

- ✚ Determinar el efecto de incluir 69mg de 25-OH D3/TM en dietas balanceadas para aves de postura comercial desde el inicio de la postura hasta las 40 semanas de edad, sobre: número de huevos por ave alojada, persistencia de la curva de producción, grosor del cascarón, porcentaje de huevos rotos, kilogramos de huevo producido.
- ✚ Evaluar el impacto económico de la inclusión de 69mg de 25-OH D3/TM en dietas balanceadas para aves de postura comercial, en términos de número de huevos mercadeables.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Calidad funcional del cascarón.

El productor de huevos debe de proveer a las aves de una alimentación, seguir un programa sanitario y de vacunación, así como proporcionar ciertas condiciones adecuadas de medio ambiente, para garantizar un mayor número de huevos enteros (no rotos o astillados) y de buena calidad que lleguen a sus puntos de venta. Adicionalmente deberá tomar en cuenta los factores físicos como la permanencia de los huevos en las bandejas de las jaulas, los procesos de recolección manuales o mecánicos, transporte y almacenaje. Conociendo adecuadamente los parámetros de producción y las variables que causan un número elevado de huevos rotos, es que se puede lograr disminuir el número de huevos que no llegan al consumidor final.

La limpieza y la consistencia del cascarón es la primera impresión que el cliente evalúa de los huevos en el punto de venta, por lo que la importancia de la uniformidad del color, ausencia de suciedad, detritus, rajaduras o aberturas sobre el cascarón son las bases para el control de la calidad externa del mismo. Se estima que los valores de la incidencia de los huevos rotos en explotaciones comerciales varían del 6% al 8%. Washburn (1982).

4.2 Características del huevo.

Un huevo es el producto de figura ovoide, proveniente de la oviposición de la gallina; se compone de cáscara y sus membranas, yema y clara. Tiene un peso aproximado de 60g, con un contenido de 40g de agua, 7g de proteína, 7g de lípidos, 0.4g de carbohidratos, 2.5g de minerales y 3g de elementos minerales no metálicos. Está compuesto por tres partes principales: la yema, la albúmina y la cáscara calcificada.

El carbonato de calcio existe en tres morfologías en el cascarón, como calcita, dragonita y vaterita. La característica de la rigidez se debe a que los

huevos no deben de expandirse posteriormente a la oviposición. Adicionalmente el cascarón ofrece una protección mecánica y además evita la pérdida de humedad. (Salomón, 1999)

4.3 Metabolismo de calcio y fósforo.

El metabolismo del calcio en las aves ponedoras es extraordinariamente complejo a comparación con otra clase de vertebrados. En la ponedora comercial, cada cascarón contiene entre 2.0 a 2.3g de calcio, lo que equivale al 10% del total del calcio corporal (Etches, 1987). Las ponedoras comerciales, actualmente, llegan a producir hasta 333 huevos por ave alojada en un ciclo de postura, lo que implica que el ave tiene que secretar calcio en un equivalente de más de 20 veces su calcio corporal.

Una gallina de postura comercial moviliza alrededor de 1g de calcio diario por kilogramo de peso durante la postura; esto implica que la ponedora está en un estado de tensión fisiológica constante. Los miembros de la estirpe aves han evolucionado a diferentes sistemas de homeostasis de calcio y cada una con diferentes etapas de evolución adaptiva; así por ejemplo tenemos el desarrollo del hueso medular, el cual ayuda al ave a contrarrestar los posibles efectos del balance negativo de calcio, durante la reproducción.

4.3.1 Metabolismo mineral y desarrollo del hueso medular.

Common (1933) demostró que aproximadamente 15 días antes de que la ponedora comience a poner huevos, el ave entra en un estado de balance de calcio y fósforo positivo. Estos cambios en el metabolismo mineral fueron descritos posteriormente como una deposición de sales de calcio en el hueso medular. Este coincide con el inicio del desarrollo y maduración del folículo ovárico y la secreción de hormonas, como andrógenos y estrógenos. El hueso medular se desarrolla desde una matriz medular y contiene una fracción roja hematopoyética.

Las fuentes del calcio para la producción del cascarón provienen de la absorción intestinal del calcio y la movilización de las reservas del esqueleto. Alrededor del 60-75% del calcio en el cascarón se deriva de las fuentes suplementarias en la dieta y dependerá su absorción y deposición de una serie de

factores. El restante 25-40% del calcio requerido es proveniente de los huesos del ave. El metabolismo del calcio esta además influenciado por la presencia de fósforo plasmático (Frost, 1991). Los factores de luz y oscuridad también tienen un efecto en el metabolismo del calcio que es utilizado en el ciclo ovulatorio de la gallina. El cascarón del huevo se forma durante el período de la tarde y los primeros fotoperíodos de la mañana, es en éste período que el ave se encuentra en un balance negativo de calcio y depende enormemente de la movilización de las reservas óseas (Etches 1987). La fuente suplementaria de calcio en la dieta juega un papel muy importante.

4.3.2 Transporte de calcio en el intestino delgado.

Nemere (1992) afirma que el metabolito activo de la vitamina D3, el 1,25-(OH)₂ D3, estimula la absorción de este macro mineral, del intestino delgado. Debido al potencial tóxico del movimiento transcelular de calcio, se requiere de un vehículo que secuestre y acarree el catión divalente. Nemere (1996) describe que la 1,25 (OH)₂ D3 modula una serie de funciones celulares a través de mecanismos no nucleares, particularmente la estimulación del transporte de calcio.

La proteína derivada de la vitamina D3, que une el calcio, es la calbindina (CaBP). Las cantidades de CaBP cambian en la misma dirección que el transporte de calcio como una respuesta a los cambios de la vitamina D3, edad y período de postura. Asimismo influyen las manipulaciones dietéticas, medio ambiente y otros factores intrínsecos al ave. Los niveles de calmodulina (CaM) en el intestino no son aumentados por un incremento en el 1,25 (OH) D3. Se ha propuesto que esta proteína que une al calcio, tal como la CaBP, sirve como un mecanismo buffer intracelular. Se ha encontrado al CaM en la porción de las vellosidades intestinales, como respuesta a la acción de la 1,25 (OH)₂ D3 y sirve como mediador del catión divalente a la porción epitelial de la célula. Los antagonistas del CaM inhiben la absorción del calcio intestinal. A pesar de que el CaM tiene una menor afinidad por el calcio que la CaBP, esto puede facilitar la transferencia del

cación divalente al CaBP o a otros sitios de unión con una mayor afinidad dentro de la célula, en el proceso de una eventual expresión posterior. (Nemere, 1992).

4.3.3 Importancia del hueso medular.

El desarrollo de los depósitos del hueso medular es único en las aves. Estos permiten al animal el guardar reservas de calcio disponibles en forma considerable, por lo que este hueso permite mantener una reserva de calcio disponible para la formación del cascarón. La ocurrencia del hueso medular en las aves puede ser descrita como el único hueso con actividad metabólica en el reino animal (Miller, 1992). A pesar de que no se ha demostrado un cambio en la población celular de osteoclastos durante el ciclo de postura de 24 horas en las ponedoras, se sabe que ocurren cambios estructurales que se correlacionan con los requerimientos de calcio durante el ciclo de postura.

4.3.4 Importancia del Ion carbonato.

El cascarón representa el 10% del peso del huevo, aproximadamente el 98% del cascarón está compuesto por cristales de calcita y carbonato de calcio. Por lo que en términos generales, 40% del cascarón esta compuesto de iones de calcio, el restante 60% del cascarón se compone de iones carbonato los cuales se combinan con calcio en el lumen del útero para formar el cascarón. Un huevo de 60g contiene 2.4g de calcio, el cual deberá de ser suplementado de la dieta diaria. La mayoría de problemas relacionados con la calidad del cascarón que enfrenta el avicultor diariamente, se consideran un reflejo de la inadecuada suplementación de calcio.

4.3.5 El fósforo y otros minerales.

Para obtener un alto rendimiento de la ponedora hoy en día, aparte de los nutrientes clásicos como energía y proteína, el alimento debe de contener minerales, los cuales ayudarán al desarrollo esquelético, a funciones metabólicas específicas y a la formación del cascarón. Los elementos importantes son el calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro, y azufre. No hay que olvidar sin embargo a los elementos traza que son también importantes dado que interactúan con los anteriormente mencionados.

El metabolismo del fósforo en el organismo del ave se encuentra regulado por la paratohormona (PTH), derivada de la glándula tiroidea y la acción de la vitamina D3.

4.4 Vitamina D3.

Existen factores que pueden afectar la absorción y utilización de la vitamina D3: la presencia de micotoxinas en el alimento, enfermedades que causen degeneración celular del hígado, el estrés, el manejo y la nutrición; éstos entre otros factores, afectan el funcionamiento normal hepático del ave, por lo que la producción del 25-OH D3 se ve disminuida, creando una deficiencia a nivel renal del 1,25 (OH)₂ D3.

Hoy en día se acepta que la vitamina D solo funciona en su forma biológica activa, por lo tanto, debe de sufrir modificaciones hacia estructuras polares. Los dos principales metabolitos son los derivados dihidroxilados: el 1,25 (OH)₂ D3 y el 24R,25 dihidroxicolecalciferol [24R,25 (OH)₂ D3]. Por lo que desde un principio, es importante el conocer esta transformación biológica de la vitamina D3, que es parte de un sistema endocrino operativo en la ponedora. (De Luca, 1978)

La primera parte esta involucrada en la transformación de la vitamina D3 a sus metabolitos activos y la segunda parte es la concerniente a la selectividad de los órganos destino y la activación del genoma que son críticos para la respuesta biológica esperada del sistema. (Norman, 1993)

En el hígado ocurre el primer paso de la activación metabólica de la vitamina D3. Aquí se hidrófila en la posición C-25, representando la porción mas importante encontrada en el plasma de las aves domésticas y otros animales. El riñón es el segundo sitio de activación, ocurriendo la segunda hidroxilación, ocurriendo en la posición C-1 para dar el 1,25 (OH)₂ D3 o en la posición C-24, resultando el 24R,25 (OH)₂ D3. De Luca (1978) menciona que la regulación más importante de la vitamina D3 ocurre con el metabolito 1,25 (OH)₂ D3.

Las dos funciones fisiológicas mas importantes de la vitamina D3, son: a) la calcificación normal de los huesos y del cascaron, y b) mantenimiento homeostático de la concentración plasmática del calcio y el fósforo. La vitamina D

en sus formas metabólicas activas son las que regulan estas actividades. Adicionalmente la vitamina D esta involucrada dentro de la movilización de calcio y fosfatos de los huesos y contribuye al mantenimiento de estos en el plasma sanguíneo.

Durante los ciclos normales de producción o reproducción, más de 2g de calcio son transferidos del alimento a la cáscara del huevo por medio de la absorción intestinal y de la glándula de la cáscara. El tejido epitelial de transporte en estos dos órganos acumula la forma hormonal de la vitamina D3, el 1,25 (OH)₂ D3 y además la calbidina.

Los requerimientos de vitamina D3 deben de ser entre 2500 a 3000 UI/Kg para mantener una adecuada productividad y la calidad del cascaron.

Jackson y Zhong (1998), evaluaron el metabolito 25-OH D3 en ponedoras alojadas bajo tres diferentes condiciones ambientales, templado (65-70°F), ambiente (75-90°F) y caliente (80-99°F). El metabolito mejoró significativamente la producción de las 42 a 66 semanas ($P < 0.05$). Este efecto fue consistente en todas las estirpes y temperaturas, siendo las diferencias más grandes con las dietas de niveles bajos de calcio y fósforo. Así mismo se mejoró la calidad del cascarón y la gravedad específica del huevo. Calabotta (1997), en una recopilación de estudios de laboratorios independientes, estableció que, en términos generales, se obtienen los mejores rendimientos zootécnicos y económicos al incluir el 25-OH D3 a razón de 69 mg/TM de alimento.

Recientemente, Menéndez (2004), concluyo que la adición del 25-OH D3 en dietas balanceadas para pollo de engorde (con ambientes y estirpes de tipo comerciales) tuvo efecto positivo tanto en machos como en hembras en cuanto a la ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia económica.

4.5 Aspectos prácticos de la calidad del cascarón.

Es muy importante el clasificar las causas de la mala calidad del cascarón, éstas pueden ser de varios tipos: rajaduras o astilladuras finas, agujeros, astilladuras en forma de estrella, deformaciones, rugosidades, cinturas,

cascarones suaves o calcificación incompleta, porosidad en uno de los polos, ausencia total de cáscara, etc. Conociendo las causas y su descripción es más fácil el poder resolver el problema. Se debe entonces analizar la dieta, el medio ambiente, las instalaciones y el equipo, los aspectos de salud y sanidad, manejo en general, estrés, recolección y clasificación de huevo, operaciones de los trabajadores, entre otros.

4.6 Alimentando a la ponedora.

El alimento balanceado para aves de postura comercial debe de aportar cerca de 4g de calcio diariamente a la ponedora para garantizar la postura y la calidad del cascarón. Los tiempos de servida de comidas, también están ligados a la calidad del cascarón; en términos prácticos es deseable tener por la mañana una alimentación energético-proteica y por la tarde se requiere del calcio y fósforo para la formación del cascarón. Desde una perspectiva práctica es difícil lograr una separación del alimento en esta forma, por lo que se requiere que el ave tenga disponibilidad de alimento todo el día.

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Localización y descripción del área.

El presente trabajo se realizó en la granja Avícola Avigali, ubicada en la aldea Chichimecas a 1 Km. del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Se encuentra localizada a 1350msnm, temperatura media anual de 20°C; precipitación media anual de 1250mm, humedad relativa de 80%. Según de la Cruz (1982) corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical (templado).

5.2 Materiales.

- ✓ Galera de postura de 600m²,
- ✓ 3360 gallinas ponedoras (aproximadamente), de 17 semanas de edad, divididas en dos grupos durante el período de levante: un grupo alimentada con el metabolito y el otro sin él,
- ✓ 59500 Kg. de alimento balanceado para aves ponedoras (60TM),
- ✓ 2.5Kg de 25-OH D3 (ingrediente activo),
- ✓ 675 jaulas para gallinas ponedoras,
- ✓ Balanza analítica,
- ✓ Micrómetro.

5.3 Manejo del estudio.

Las aves utilizadas en el estudio (Hy-Line W-98) provienen de una misma incubadora, mismo lote de reproductoras y fueron criadas de acuerdo al plan de manejo y vacunación previamente establecido por la granja. Estas aves se dividieron en dos grupos desde el primer día de edad hasta el momento del traslado a la jaula de postura (aproximadamente a las 17 semanas de edad). A un grupo se le administró el alimento balanceado habitual y el otro grupo de aves el

mismo alimento más la inclusión del metabolito en la dosis recomendada: 69mg de 25-OH D3/TM. (Ver cuadro No. 1).

Cuando las aves alcanzaron las 17 semanas de edad fueron trasladadas al área de producción, alojadas en jaulas de postura comercial de 50x45cm con capacidad de 5 aves/jaula a razón de 450 cm²/ave. Cada grupo de aves se dividió en 2 subgrupos, de esta forma obtuvimos 4 grupos al momento del traslado:

- Grupo A o testigo: se le suministro el alimento balanceado habitual, que llena los requerimientos nutricionales del ave (incluyendo un nivel adecuado de calcio y fósforo), pero sin la inclusión del metabolito en ninguna etapa de su crecimiento o producción.
- Grupo B: se incluyó únicamente el metabolito en su etapa de crecimiento (o sea hasta las 17 semanas de edad)
- Grupo C: se incluyó únicamente el metabolito en su periodo de producción (de las 18 a 40 semanas de edad)
- Grupo D: se le suministro el alimento balanceado habitual más la inclusión del metabolito desde el 1er día de nacido hasta las 40 semanas.

Se utilizaron únicamente en el experimento aquellas aves comprendidas en el rango del peso promedio del lote con una desviación $\pm 10\%$ de la media esperada. El estudio tuvo una duración de 23 semanas.

Para poder medir el grosor del cascarón, quincenalmente se tomaron 12 huevos por cada repetición (testigo, grupo B, C y D) y de cada huevo obtuvimos tres pedazos de cascarón provenientes de la zona ecuatorial del mismo (cintura del huevo), sin incluir la membrana, el resultado se promediaba. Cada pieza del cascarón se media utilizando un micrómetro.

5.4 Tratamientos a evaluar.

En el cuadro 1 se describen los tratamientos a evaluar.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados al adicionar 69mg/TM de 25-OH D3 en la dieta de aves de postura comercial.

	Alimento con 69mg 25,OH D3	
Tratamiento	Levante*	Postura **
A	Sin 25-OH D3	Sin 25-OH D3
B	Con 25-OH D3	Sin 25-OH D3
C	Sin 25-OH D3	Con 25-OH D3
D	Con 25-OH D3	Con 25-OH D3

* Periodo de levante: de 1 día de nacida a 17 semanas de edad.

** Periodo evaluado en postura: de las 18 a las 40 semanas de edad.

5.5 Variables a medir.

- 🚩 Postura de huevo en porcentaje (%)
- 🚩 Huevos por ave alojada de las 18 a las 40 semanas de edad (# de huevos)
- 🚩 Huevo roto en porcentaje (%)
- 🚩 Peso de huevo en gramos (g)
- 🚩 Grosor del cascarón milésimas de milímetros o micrones (mm)
- 🚩 Peso del ave kilogramos (Kg.)

5.6 Variables a calcular.

- 🚩 Masa de huevo gramos (g)
- 🚩 Conversión alimenticia g huevo:g alimento (g:g)

5.7 Diseño del experimento. Modelo estadístico.

Se utilizó un diseño de bloques al azar distribuidos en 4 tratamientos y 12 repeticiones por tratamiento. El número total de unidades experimentales es de 48. Cada unidad experimental tiene aproximadamente 70 aves de postura.

El modelo estadístico será: $Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta para la ij -ésima unidad experimental

M = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Las variables se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANDEVA). Se usó el análisis de Tukey para la comparación de medias cuando el ANDEVA detectara diferencias entre tratamientos.

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados comparativos al incluir el metabolito en la etapa de levante.

Cuadro 2. Peso, uniformidad y mortalidad acumulada a las 15 semanas.

Edad	Peso Ideal (g)	Sin			CON		
	Hy-Line W-98	Peso (g)	% U	% Mort	Peso (g)	% U	% Mort
15	1170	1075	89	2.80	1121	98	2.16

En el período de levante se logró establecer que a las 15 semanas de edad de las aves, antes del momento de traslado a las jaulas de producción, ambos lotes (lote 1 sin el metabolito, lote 2 con 69mg/TM de 25-OH D3 el alimento) lograron alcanzar un peso y uniformidad adecuado según los parámetros de la granja, aunque las aves alimentadas con el metabolito presentaron una ganancia de peso ligeramente mayor y un menor porcentaje de mortalidad al momento del traslado.

6.2. Porcentaje de postura y número de huevos por ave alojada.

Cuadro 3. Porcentaje de Postura por Semana (%).

	Parámetro ideal Hy-Line W-98	Testigo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D	
18		0.20	a	0.24	a	0.25	a	0.25	b
19	23.00	3.07	a	3.62	a	3.62	a	3.62	a
20	48.00	15.32	a	15.44	a	15.46	a	15.43	a
21	64.00	35.32	b	35.24	b	28.72	c	37.60	a
22	75.00	55.49	a	56.70	a	49.88	b	52.02	b
23	86.00	74.75	c	75.35	b	72.54	d	77.99	a
24	90.00	83.67	b	84.97	a	82.41	c	85.24	a
25	92.00	88.61	c	90.28	b	92.68	a	92.33	a
26	93.00	90.74	b	90.41	b	91.08	a	91.24	a
27	94.00	90.31	b	90.52	a	90.24	a	90.10	a
28	93.00	89.50	b	88.58	c	91.55	a	89.67	b
29	92.00	88.07	b	89.95	a	88.48	b	90.01	a
30	91.00	89.72	b	90.12	b	89.50	b	91.04	a
31	91.00	89.21	c	89.61	bc	91.04	a	90.12	b
32	91.00	89.72	b	91.15	a	89.72	b	91.26	a
33	90.00	87.26	b	87.26	b	88.07	a	87.88	ab
34	90.00	89.31	a	89.31	a	88.59	a	89.01	a
35	90.00	89.83	a	89.83	a	88.59	b	90.04	a
36	89.00	88.80	b	88.80	b	88.69	b	90.04	a
37	89.00	88.80	a	88.29	a	88.80	a	89.01	a
38	89.00	89.31	ab	87.77	c	89.93	a	88.50	bc
39	88.00	86.75	ab	82.26	a	87.36	a	86.44	b
40	87.00	88.29	a	86.75	b	87.88	a	88.50	a

a,b,c,d medidas con significancia estadística $P < 0.05$

Cuadro 4. Huevos por ave alojada a las 40 semanas.

Grupo	Número de Huevos por Ave Alojada (H.A.A.). Acumulado.	
A	118.01	c
B	118.27	b
C	117.67	d
D	118.95	a

a,b,c,d medidas con significancia estadística $P < 0.05$

Para el parámetro porcentaje de postura se puede establecer que las aves que recibieron el metabolito durante su desarrollo y la postura (tratamiento D), mantuvieron un mejor índice productivo en el transcurso de las 23 semanas de producción comparado con los otros tratamientos y el testigo, esto se ve reflejado un mayor número de huevos por ave alojada a las 40 semanas de edad; las aves que recibieron únicamente el metabolito durante su crecimiento (tratamiento B) obtuvieron un mayor número de huevos producidos en relación al tratamiento C y el testigo. Common (1933), estableció que al incluir en la dieta el metabolito durante el desarrollo del ave, se favorece la deposición de las sales de calcio en el hueso medular coincidiendo con la maduración del folículo ovárico.

Las aves que fueron alimentadas durante el desarrollo y la producción con el metabolito (tratamiento D) lograron producir a las 40 semanas de edad, casi un huevo más que el testigo (0.94 huevos por ave alojada) y mayor número de huevos que los otros tratamientos. El tratamiento B alcanzó un mayor número de huevos por ave alojada que el tratamiento C y el testigo, esto demuestra una mejor respuesta productiva del ave cuando se pone especial atención durante la etapa de crecimiento o desarrollo de la misma; así mismo lo demuestra la respuesta del grupo C comparado con el testigo, en donde la inclusión del metabolito en su etapa productiva únicamente mejoró el grosor del cascarón pero no reflejó un aumento en el número de huevos.

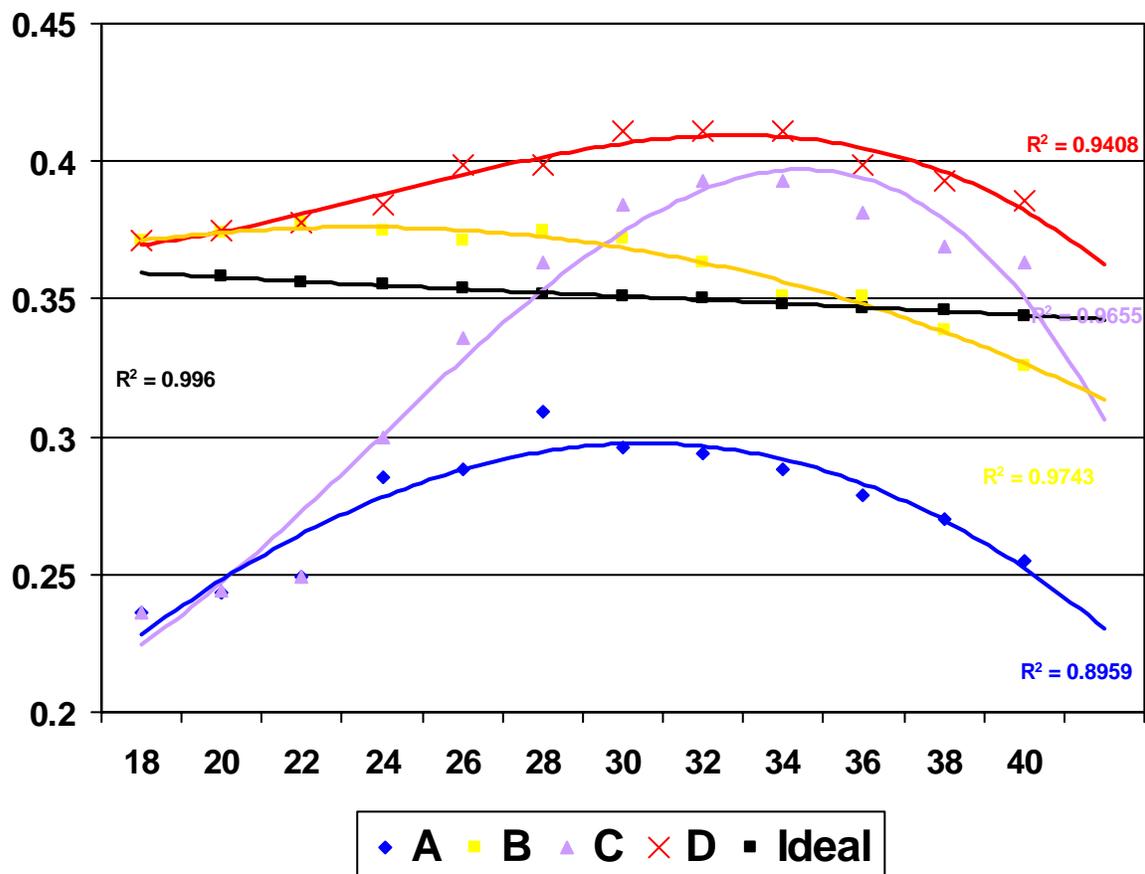
6.3. Grosor de cascarón.

Cuadro 5. Grosor de cascarón (mm) por semana. (Ver gráfico 1).

	Parámetro Ideal Hy-Line W-98	A		B		C		D	
18		0.236	b	0.371	a	0.236	b	0.371	a
20	0.358	0.243	b	0.374	a	0.244	b	0.375	a
22	0.356	0.249	b	0.378	a	0.249	b	0.378	a
24	0.355	0.285	c	0.375	a	0.300	b	0.384	a
26	0.354	0.288	d	0.371	b	0.336	c	0.399	a
28	0.352	0.309	b	0.375	b	0.363	c	0.399	a
30	0.351	0.296	c	0.372	b	0.384	b	0.411	a
32	0.350	0.294	d	0.363	c	0.393	b	0.411	a
34	0.348	0.288	d	0.351	c	0.393	b	0.411	a
36	0.347	0.279	d	0.351	c	0.381	b	0.399	a
38	0.346	0.270	d	0.339	d	0.369	b	0.393	a
40	0.344	0.255	d	0.326	d	0.363	b	0.386	a

a,b,c,d medidas con significancia estadística $P < 0.05$

Similar al trabajo realizado por Jackson y Zhong (1998), al incluir 69mg/TM de 25-OH D3 en el alimento de aves ponedoras, además de mejorar la producción, se incrementa el grosor del cascarón. En el cuadro No. 4 se observa la respuesta al uso del metabolito: el tratamiento D refleja los mejores resultado, seguidamente de las aves que recibieron el tratamiento únicamente en su periodo de producción (tratamiento C); el tratamiento B refleja la acción del metabolito durante las primeras ocho semanas de producción, al movilizar el calcio de la dieta depositado en el hueso medular y utilizarlo como una reserva de calcio para la formación del cascaron del huevo. Esto refleja que hay un mejor aprovechamiento del calcio y el fósforo al incluir el 25-OH D3 en relación al uso de una fuente de vitamina D3 convencional, sobre la formación del cascarón.

Grafica 1. Grosor de cascarón.**6.4 Masa de huevo, porcentaje de huevo roto y mortalidad acumulada.**

Cuadro 6. Masa de huevo, huevo roto y mortalidad acumulada a las 40 semanas.

Tratamiento	Masa de Huevo (g)		Huevo Roto (%)		Mortalidad (%)	
A	1046.1	a	1.67	a	0.4167	a
B	1050.5	a	1.58	a	0.4167	a
C	1046.9	a	1.33	a	0.5000	a
D	1055.8	a	2.08	a	0.5000	a

a,b,c,d medidas con significancia estadística $P < 0.05$

En relación a los otros parámetros evaluados (masa de huevo y mortalidad) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Así como tampoco en los parámetros de consumo de alimento y conversión alimenticia entre los tratamientos y el testigo. Esto se puede explicar debido a que el alimento utilizado sin el metabolito llena los requerimientos nutricionales del ave, incluyendo la dosis recomendada de vitamina D3 convencional. Al adicionar el metabolito se reflejan mejores parámetros productivos, así como lo explica Calabotta (1997) en una recopilación de estudios, indicando que la conversión de la vitamina D3 al metabolito 25-OH D3 se puede ver afectada adversamente cuando aumenta la edad de las ponedoras. Aves jóvenes (como las del presente estudio) con un adecuado desarrollo y sin ninguna limitante en su producción (cambios climáticos, micotoxinas, imbalances nutricionales, retos inmunitarios, manejo inapropiado, etc.) se encuentran en la capacidad de transformar y utilizar adecuadamente la fuente convencional de vitamina D3 (vitamina D3 comercial), siempre y cuando esta cumpla el requerimiento indispensable para soportar la productividad del potencial genético de la ponedora moderna.

Para el factor porcentaje de huevo roto, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas, pero se estableció que hubo un mayor número de huevos rotos provenientes de las aves que fueron alimentadas con el metabolito en su etapa de crecimiento y producción, debido a factores de manejo en la recolección de los huevos.

6.5 Análisis económico.

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de alimentación, mano de obra, el costo del ave, entre otros. Determinándose el costo por huevo producido por ave.

Costo del ave a las 16 semanas sin el metabolito:	Q 15.2100
Costo del ave a las 16 semanas con el metabolito:	Q 15.3102
Alimento para ponedora sin el metabolito:	Q 2.2581 Kg. (Q 102.52 qq)
Alimento para ponedora con el metabolito:	Q 2.2777 Kg. (Q 103.40 qq)

Cuadro 7. Cálculo de costos y valor de huevo producido (en quetzales).

	A	B	C	D
1. Kg. alimento/ave a las 40 sem	15.2104	15.2091	15.1719	15.1673
2. Costo del kilo de alimento para aves en postura (incluye materias primas, mano de obra y otros)	3.7635	3.7635	3.7829	3.7829
3. Costo proporcional del levante (por 23 semanas de estudio)	5.5528	5.5894	5.5528	5.5894
4. Costo total a las 40 semanas (Fila 1 multiplicado por fila 2 y suma de fila 3)	62.7971	62.8288	62.9465	62.9657
5. Número de huevos por ave alojada a las 40 semanas	118.01	118.27	117.67	118.95
6. Costo por unidad de huevo producido (Fila 4 dividido entre fila 5)	Q0.5321	Q0.5312	Q0.5349	Q0.5293
7. Precio venta de huevo por unidad	Q. 0.56	Q 0.56	Q 0.56	Q 0.56
8. Utilidad por tratamiento por unidad (Fila 7 menos fila 6)	0.0279	0.0288	0.0251	0.0307
9. No. De huevos por caja	360	360	360	360
10. Utilidad por tratamiento por caja (Fila 8 multiplicado por fila 9)	10.044	10.368	9.036	11.016

Cuadro 8. Diferencia económica comparativa por tratamiento en relación al testigo.

	A	B	C	D
10. Utilidad por tratamiento por caja	10.044	10.368	9.036	11.016
Utilidad por caja: TESTIGO	10.044	10.044	10.044	10.044
Diferencia por caja por tratamiento	Q 0.00	Q 0.32	- Q 1.01	Q 0.97
Producción de 100 cajas/día/30 días	Q 0.00	Q960.00	-Q3030.00	Q 2910.00

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. La inclusión de 69mg/TM de 25-OH D3/TM en la alimentación de gallinas de postura comercial Hy-Line W-98 durante su etapa de crecimiento y producción tiene un efecto positivo en los índices zootécnicos productivos: número de huevos por ave alojada y grosor de cascarón; lo que permite al productor poder llevar al mercado una mayor cantidad de su producto.
2. Para el factor grosor de cascarón, las aves alimentadas con el metabolito únicamente en el periodo de producción y las que lo recibieron durante su crecimiento y producción presentaron un aumento en el grosor del cascarón; así mismo las aves que lo consumieron únicamente durante su desarrollo reflejan un mejor aprovechamiento del calcio de la dieta en las primeras semanas de producción, al depositar el mismo en la cáscara.
3. El implementar prácticas de manejo conjuntamente a una alimentación adecuada durante la etapa de crecimiento del ave reflejará un mejor índice productivo del ave durante su etapa productiva; no logrando alcanzar los mismos parámetros al implementar estas practicas únicamente durante la etapa productiva del ave.
4. La utilización de 69mg/TM de 25-OH D3/TM en el alimento de aves de postura comercial durante su crecimiento y producción mejora la eficiencia económica en la producción de huevo de plato.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se recomienda:

1. Incluir en la dieta para aves de postura comercial 69mg de 25-OH D3/TM durante todo el periodo de crecimiento del ave (a partir del primer día de edad), esto favorecerá un mejor desarrollo del ave, reflejándose en un mejor peso y uniformidad del lote, así mismo un menor porcentaje de mortalidad al momento del traslado.
2. Incluir 69mg de 25-OH D3/TM en la dieta de aves de postura comercial desde el primer día de edad y durante su ciclo de producción, permitirá obtener un mayor número de huevos por ave alojada y un incremento en el grosor del cascarón.

IX. RESUMEN

Galicia Roca, Braulio R. 2008. Efecto de la inclusión de 69 mg/TM de 25-Hidroxicalciferol en dietas para aves de postura comercial. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 22 p.

Con el objeto de generar información sobre el uso del metabolito hepático hidroxilado de la vitamina D3 (el 25-Hidroxicalciferol) en aves de postura comercial, se realizó el estudio con 3360 aves de la línea Hy-Line W-98 provenientes de un mismo lote de reproductoras, durante el período de levante se dividió el lote en 2 grupos: grupo 1 o testigo y grupo 2 al cual se le proporcionó en el alimento el metabolito hasta alcanzar las 17 semanas de edad; ambos grupos fueron pesados y las aves que se encontraban en el peso promedio ($\pm 10\%$) fueron divididos en 2 subgrupos, quedando de la siguiente manera: Grupo A o testigo con alimento balanceado habitual, Grupo B se le adicionó el metabolito en el alimento únicamente en su etapa de crecimiento, Grupo C se le adicionó el metabolito únicamente de las 18 a las 40 semanas de edad, el Grupo D que incluyó en su alimento el metabolito desde el primer día de edad hasta las 40 semanas de edad. Semanalmente se tomaron los datos productivos de cada grupo: porcentaje de postura, número de huevos por ave alojada, porcentaje de huevo roto, peso y masa de huevo, el grosor del cascarón, peso del ave y la conversión alimenticia hasta las 40 semanas de edad. Las condiciones manejo, alojamiento, espacio y disponibilidad de alimento fueron las mismas para todos los grupos.

Para las variables ganancia de peso y uniformidad durante el levante se observa una mejora al incluir el metabolito en el alimento. Durante el período de producción las aves del Grupo D reportaron un mayor número de huevos por ave alojada y una mejora en el grosor de cascarón, ambos parámetros con una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$); mientras que para los otros parámetros medidos no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

Económicamente se obtiene mas beneficio al utilizar el metabolito desde el primer día de edad y durante la producción.

A partir de los resultados se concluye que la inclusión del metabolito en el alimento debe realizarse conjuntamente en el período de levante y el período de producción; por lo que se recomienda su utilización en aves de postura comercial explotadas de forma intensiva.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Calabotta, D. 1997. El uso de 25-OH D3 puede mejorar el rendimiento de las aves. *Feedstufs*. 10p.
2. Castillo, L. 1977. The stimulation of 25 hidroxivitamin D3 – 1 Alfa hidroxilase by estrogen, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 179:211-217
3. Common, RH. 1933. Observations on the mineral metabolism of pullets, *Jour. Of Agricultural Science*, 23:555-570
4. Cruz S, JR de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42p.
5. De Luca, H. 1978. Vitamin D and calcium transport, *Ann. NY. Acad. Sc.* 307:356-376
6. Etches, RJ. 1987. Calcium logistics in the laying hen, *Jour. Of Nutrition*. 117:619-628
7. Frost, TJ. 1991. The effects of various dietary phosphorus levels on the circadian patterns of plasma 1,25 dihiroxicolecalciferol, total calcium, ionized calcium, and phosphorus levels in laying hens. *Poultry Science* 70:1564-1570
8. Jackson, ME; Zhong, C. 1998. Determination of the effects of 25 hidroxi D3 on laying hen performance under 3 environmental circumstances, *Poul. Sc.* 77 (Suppl): 136 (abstract)
9. Leeson, S; Summers, J. 2001. *Nutrition of the Chicken*, 4 Edition, University Books, Guelph Ontario, Canada, pp: 331-428
10. Menéndez Guerra, NM. 2004. Efecto de la adición de 25-hidroxicalciferol en dietas balanceadas para pollo de engorde de la línea arbor acres/ross. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT,USAC/FMVZ. 27p.
11. Miller, SC. 1992. Calcium homeostasis and mineral turnover in the laying hen, in *Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry*, Ed. Whitehead CC, Carfax Publishing Co. London GB, p.103-116
12. Nemere, I. 1996. Apparent nonnuclear regulation of intestinal phosphate transport: effects of 1,25-dihidroxyvitamin-D3, 24,25-dihidroxyvitamin-D3 y 25-hidroxyvitamin-D3, *Endocrinology* 137(6):2254-2261
13. _____. 1992. (a) Vesicular calcium transport in chick intestine, *J of Nutrition* 122(3):657-661

14. Norman, AW; Hurwitz, S. 1993, The role of vitamin D endocrine system in avian bone biology, J. of Nutrition 123(2) Part II:310-316
15. Nys, Y; Mongin, P. 1980, Jejunal calcium permeability in laying hens during egg formation, Reproduction, Nutrition, Development, 20:155-161
16. Solomon, SE. 1999. An egg is, ein ei, es un huevo, est un oeuf, Brit. Poul. Sc. 40:05-11
17. Washburn, KW. 1982, Incidence, cause, and prevention of shell breakage in commercial production, Poul. Sc. 61(10):2005-2012