

01621  
83



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DEL 25-(OH)D<sub>3</sub> EN EL COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDA CRIADOS POR  
SEXOS SEPARADOS.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**ADRIANA MARGARITA TENORIO LUNA**

ASESORES: MC. BENJAMIN FUENTES MARTINEZ  
MPA. ARTURO CORTES CUEVAS



MEXICO, D. F.

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A.).

Al Dr. Ernesto Ávila.

Al Dr. Benjamín Fuente, especialmente por toda la ayuda brindada en este trabajo

Al Dr. Tomás Jínez.

Al Dr. Arturo Cortés

A los académicos del C.E.I.E.P.A ( Dr. Ezequiel Sánchez, Dra. Elizabeth Posadas, Dra.Pilar Castañeda y al Dr. Jaime Ezquivel).

Al Dr. Ezequiel Rosales de Roche Vitaminas México S.A. de C.V. por haber proporcionado el Hy-D para el estudio.

A todos los amigos y compañeros que conocí en el C.E.I.E.P.A. (Bertha, Abigail, Wendy, Analia, Carlos, Toño, a la sra. Susana, al Sr. Francisco, etc.)

A mis amigas Elizabeth Areola, Guadalupe Ramírez y Eli Castillo.

A mis padres.

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	10
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	12
MATERIAL Y METODOS.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
CONCLUSIONES.....	18
LITERATURA CITADA.....	19

## LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Dietas basales para el experimento de 25-(OH)D <sub>3</sub> en pollos de engorda criados por sexos separados.....	23
Cuadro 2. Datos de la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> sobre los parámetros productivos en 49 días de experimentación.....	24
Cuadro 3. Resultados de la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> sobre el amarillamiento de la piel en pollo vivo durante 49 días de experimentación .....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> sobre ganancia de peso en 49 días de experimentación .....	26
Figura 2. Datos del sexo y la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> en consumo de alimento en 49 días de experimentación .....	26
Figura 3. Datos del sexo y la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> en conversión alimenticia en 49 días de experimentación.....	27
Figura 4. Resultados de la adición de 25-(OH)D <sub>3</sub> en mortalidad en 49 días de experimentación.....	27

## Resumen

Tenorio Luna Adriana Margarita. Efecto del 25-(OH)D<sub>3</sub> en el comportamiento productivo de pollos de engorda criados por sexos separados. (Bajo la dirección de MVZ MC. Benjamín Fuente Martínez y MVZ MPA. Arturo Cortes Cuevas.)

Con el objeto de evaluar el efecto de la adición del 25-(OH)D<sub>3</sub> conteniendo en dietas que contienen vitamina D<sub>3</sub> (1,875,000 UI/ton) en pollos de engorda criados por sexos separados sobre los parámetros productivos, se realizó un experimento. Se utilizaron 600 pollos de engorda, mitad hembras y mitad machos de la línea comercial Ross x Ross, de un día de edad, los cuales fueron distribuidos en 12 corrales, divididos en 4 tratamientos con tres repeticiones de 50 pollos cada uno. Se empleó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2x2, un factor fue el sexo y el otro factor la dieta sin y con 25-(OH)D<sub>3</sub>. Los tratamientos consistieron de la siguiente manera: Tratamiento 1: dieta normal en machos; Tratamiento 2: dieta normal + 69 mg/ton de 25-(OH)D<sub>3</sub>; Tratamiento 3: dieta normal en hembras; Tratamiento 4: dieta normal + 69 mg /ton de 25-(OH)D<sub>3</sub>. Las dietas se elaboraron a base de sorgo más pasta de soya de acuerdo a los requerimientos señalados para los pollos de engorda. Las dietas se proporcionaron en dos etapas de alimentación: iniciación (0-21 días de edad) y finalización (22-49 días de edad). Se agregó pigmento amarillo en las dietas en su etapa de finalización (22-49 días) a razón de 60 ppm de xantofilas. Se llevaron registros de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. A los 49 días de edad se midió la coloración de la piel de todos los pollos in vivo con un colorímetro de reflectancia Minolta CR300. Los resultados en peso a los 49 días de experimentación fueron mejores en los que recibieron la dieta con la adición de 25-(OH)D<sub>3</sub> (P<0.05) siendo esta diferencia de 73g (2.71%) con relación a los pollos que recibieron la dieta sin 25-(OH)D<sub>3</sub>. El consumo de alimento fue mayor en las aves que se suplementaron con 25-(OH)D<sub>3</sub> siendo esta diferencia de 203.5g más que a las aves que no se les adicionó el 25-(OH)D<sub>3</sub>; con respecto al sexo en consumo de alimento, los machos consumieron más que las hembras (p<0.05). No se encontró diferencia estadística (P>0.05) en conversión alimenticia a la adición de 25-(OH)D<sub>3</sub>, sin embargo hubo efecto a sexo, la conversión alimenticia en machos fue mejor que las hembras (P<0.05). De los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales empleadas en el presente trabajo, se puede concluir que la adición extra de 69 mg/ton de 25-(OH)D<sub>3</sub> en dietas con vitamina D<sub>3</sub>, mejoró la ganancia de peso en hembras y machos.

## INTRODUCCIÓN

### Situación actual de la avicultura.

Una de las actividades más productivas y rentables en nuestro país, es la producción de carne de pollo, debido principalmente al alto consumo que presenta. Existen diversas causas que favorecen el consumo de carne de pollo en nuestro país, entre las principales están un alto valor nutritivo, alta digestibilidad, precio accesibles en comparación con otras carnes, confianza en la calidad de los productos (frescura) y preferencia del consumidor hacia carnes con bajo contenido de grasa.<sup>30</sup>

México es el cuarto productor mundial de pollo. Durante el periodo de 1994-2002 México incrementó su consumo un 32% aproximadamente. La industria avícola genera más de 950 mil empleos, de los cuales 160 mil son directos y 790 mil son indirectos. La avicultura produce mas de 4.0 millones de toneladas de productos avícolas, además de ser la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. En el año 2002 el consumo per cápita fue de 21.68 Kg. Para el 2003 se espera que llegue a 22.36 Kg.<sup>30</sup>

En nuestro país se producen 3.5 millones de pollos diarios, de los cuales casi el 60% se comercializa en el Distrito Federal (1.6 millones diarios). Los principales canales de comercialización de carne de pollo son: mercado publico (pollerías),

restaurantes de comida rápida (pollo rostizado, asado y frito) y tiendas de autoservicio.<sup>30</sup>

El avance tecnológico en genética, nutrición y equipo, han permitido que la industria productora de pollo incremente su productividad y competitividad. Los estados que sobresalen en este tipo de sistemas productivos son Jalisco (13%), Veracruz (12%), Coahuila (11%), Querétaro (11%), Puebla (8%), Nuevo León (7%), Aguascalientes (7%), Edo. de México (6%), Guanajuato (5%), Sinaloa (5%) y Yucatán (4%).<sup>30</sup>

La producción moderna de pollos de engorda demanda producir carne al menor costo posible, requiere que estas aves manifiesten un constante incremento en sus tasas de crecimiento y una alta eficiencia alimenticia. En la actualidad, las explotaciones de pollo de engorda son mantenidas en sistema de crianza intensiva, con ambientes físicos y regímenes nutricionales diseñados para fomentar bajo gasto de energía durante la actividad física y alto consumo de alimento. Es por ello que la producción intensiva de pollos de engorda requiere del suministro de vitaminas, indispensables y favorables para el crecimiento, conversión alimenticia, salud, reproducción e inmunidad.

Con los descubrimientos de las distintas vitaminas y sus fuentes, o bien su producción vía síntesis química, es posible criar aves en cualquier época del año, sin importar las condiciones climáticas.<sup>12</sup> La vitamina D es requerida por el ave para un adecuado metabolismo del calcio y fósforo en la formación normal del

sistema esquelético, extremidades fuertes y mejor calidad del cascarón. Una deficiencia de la vitamina D resulta en problemas de raquitismo.<sup>1,8,10,25.</sup>

La vitamina D es un secoesteroide<sup>20,28</sup> y es considerada como el factor más importante que determina la tasa de absorción del calcio a nivel intestinal y mantiene la homeostasis de este elemento. Se menciona que es necesaria para la reproducción normal de la gallina y para la pigmentación normal del plumaje en algunas razas de gallinas<sup>9</sup>. Todas las formas vitamínicas D derivan del núcleo esterooidal de la colesteroína, del cual la vitamina D<sub>3</sub> o el colecalciferol es la más habitual<sup>29</sup>. Las dos fuentes naturales de pro-vitamina D son el ergosterol (pro-vitamina D<sub>2</sub>) presente en el forraje de las plantas y el 7 dehidro-colesterol (pro-vitamina D<sub>3</sub>), el cual es transformado a vitamina D<sub>3</sub> en la piel<sup>10,20</sup>. Sin embargo, las aves solo pueden metabolizar eficientemente el colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>), ya que el ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>) es poco funcional para ellas, ya que posee solamente una décima parte de la actividad de la D<sub>3</sub>.

Durante la síntesis normal de esteroides en el hígado, se produce el precursor de la vitamina D<sub>3</sub> (7-Dehidrocolesterol), el cual es transportado vía sistema circulatorio a la piel, y aquí por acción de los rayos ultravioleta da origen a la vitamina D<sub>3</sub> llamada colecalciferol<sup>10,20,23,28</sup>. Se ha observado que tanto el intestino como el riñón de las gallinas, son capaces de sintetizar este metabolito en menor grado.<sup>10</sup>

Por lo tanto, la vitamina D puede provenir de dos principales fuentes, el ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>) del follaje de las plantas y no aprovechable para las aves, y el colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) suministrado en la dieta por medio de las premezclas comerciales de vitaminas.<sup>3,17,25</sup> La vitamina D<sub>2</sub> fue aislada en su forma cristalina por Linsert en 1931.<sup>1</sup> La provitamina de vitamina D<sub>3</sub> (7 dehidrocolesterol) fue sintetizada en 1935. La forma cristalina fue obtenida en 1937.<sup>1,8,10,25</sup> El colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) puede actuar como precursor nutricional de la hormona 1, 25-dihidrocolecalciferol, la cual es la forma más activa que promueve la absorción de calcio para la formación de hueso y del cascarón del huevo en las aves.<sup>3,8,25</sup> El 7 dehidrocolesterol (provitamina D<sub>3</sub>) sintetizado por el animal, en la piel da origen a la vitamina D<sub>3</sub> al ser irradiado por la luz ultravioleta. Cambios en la temperatura de la piel provocan que la provitamina D<sub>3</sub> sea transformada en colecalciferol, el cual en la sangre se liga a la globulina (DBP) la cual es sintetizada en el hígado y muestra mayor afinidad por el 25-(OH)D<sub>3</sub> seguido por el 24,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> y finalmente por la vitamina D<sub>3</sub>. Una vez ligada, se transporta al hígado, donde la enzima 25 hidrolasa microsomal y la citocromo P-450 hidrolasa mitocondrial, catalizan la hidroxilación dando origen al 25 hidroxicolecalciferol (25-(OH)D<sub>3</sub>).<sup>10,28</sup>

Cabe mencionar que la enzima mitocondrial, no es específica para la reacción sobre la vitamina D<sub>3</sub>; por lo que su acción puede ser desviada por la presencia de otras sustancias como las micotoxinas. Nuevamente el 25-(OH) D<sub>3</sub> se liga al DBP para llegar al riñón, donde sufre una nueva hidroxilación por medio de la 1, 25-hidroxilasa (menos abundante) y la 24 hidrolasa respectivamente, ambas enzimas

mitocondriales del tipo P-450, las cuales pueden originar diferentes metabolitos como el 1,24,25 dihidroxicolecalciferol y la 1,25-dihidroxicolecalciferol. La 1, hidroxidrolasa es activada por la paratohormona, que a su vez inhibe a la 24-hidrolasa.<sup>17, 25.</sup>

### **25-Hidroxicolecalciferol 25-(OH)D<sub>3</sub>**

El 25-(OH)D<sub>3</sub> es el resultado de la hidroxilación de la vitamina D<sub>3</sub> en el hígado y posteriormente pasa al riñón y dependiendo de las necesidades fisiológicas y bioquímicas del animal, el 25-(OH)D<sub>3</sub> es rápidamente hidrolizado para dar origen al metabolito activo 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, o bien a otros metabolitos. La administración del 25-(OH) D<sub>3</sub> en el alimento de animales que sufren insuficiencia hepática ya sea por infecciones virales, bacterianas o intoxicaciones resulta benéfico, al reducir la presentación de alteraciones esqueléticas y en los parámetros productivos, al sintetizarse de forma adecuada el 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> a partir de 25-(OH)D<sub>3</sub> disponible.<sup>28</sup>

Esta hormona (1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>), se liga a una proteína ligadora que actúa como receptor de la membrana (DVR), presente en la glándula paratiroides, el útero, las células intestinales, renales y óseas, de esta manera es transportada al genoma.

En el genoma induce la transcripción de proteínas ligadoras de calcio, la que tiene como función la de transportar el calcio o bien de almacenarlo. Es así como la presencia de esta proteína favorece la absorción de calcio a nivel intestinal, la reabsorción renal en túbulos contorneados distales y la resorción del tejido óseo, mediante la proliferación de osteoclastos creando un microambiente ácido para la

desmineralización y están encaminadas a conservar la homeostasis de Ca:P en sangre. <sup>10</sup>

También hay otras hormonas que participan en la homeostasis del calcio como la paratohormona, la calcitonina, los estrógenos, la progesterona y los andrógenos <sup>10,28</sup>

El 25-(OH)D<sub>3</sub> presenta una serie de ventajas sobre la utilización de vitamina D<sub>3</sub> y sobre los otros metabolitos de ésta vitamina, como puede ser 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> o el 24,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. Con relación a esto, *Eisman et al* <sup>11</sup> mencionan que los niveles séricos de 25-(OH)D<sub>3</sub> son un excelente indicador del estado o disponibilidad de la vitamina D<sub>3</sub>. *Sunde et al.*<sup>29</sup> observaron una mejor incubabilidad al utilizar 25-(OH)D<sub>3</sub> que con 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>.

El 25-(OH)D<sub>3</sub> presenta mejor absorción que la vitamina D<sub>3</sub>; al parecer el 25-(OH)D<sub>3</sub> es absorbido por difusión pasiva, mientras que el transporte de vitamina D<sub>3</sub> involucra la formación de micelas que son dependiente de energía<sup>27,31</sup>. Una vez en el torrente sanguíneo la vitamina D<sub>3</sub> y el 25-(OH)D<sub>3</sub> se ligan a una proteína transportadora (proteína ligadora), la que presenta mayor afinidad por el 25-(OH)D<sub>3</sub> e incluso que para los otros metabolitos. Con respecto a la rapidez de secreción, la vitamina D<sub>3</sub> perdura menos tiempo en el organismo que el 25-(OH)D<sub>3</sub>.<sup>6,27</sup>

El 25-(OH)D<sub>3</sub> incrementa indirectamente también los niveles séricos de fósforo, ya que esta se encuentra combinado junto con otros minerales de la hidroxiapatita del tejido óseo, por lo que al ser liberado el calcio por acción de los osteoclastos también se libera el fósforo. En diversos estudios se ha detectado que el 25-(OH)D<sub>3</sub> fue 1.5 a 2.5 veces más efectivo que la vitamina D<sub>3</sub> y fue igual o ligeramente menos activo que el 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> que proviene del riñón, en promover la adecuada osificación del esqueleto con disminución de la fragilidad ósea y trastornos en patas, y favoreció la ganancia de peso.<sup>10</sup>

Este metabolito parece más adecuado para la industria avícola, ya que normalmente, las dietas para las aves se suplen solo con vitamina D<sub>3</sub>; esta puede ser menos absorbible a nivel intestinal que el 25-(OH)D<sub>3</sub> y menos eficiente, debido a que ésta vitamina requiere de la hidroxilación hepática para dar origen a la 25-(OH)D<sub>3</sub>.<sup>13</sup>

Se menciona en pollos un efecto benéfico del 25-(OH)D<sub>3</sub> sobre la eficiencia alimenticia, índice de velocidad de ganancia de peso y ceniza tibial; así como, una mejor utilización que la vitamina D<sub>3</sub> a los niveles indicados por el NRC en 1994 e incluso a mayores niveles.<sup>27</sup>

Al 25-(OH)D<sub>3</sub> también se le han atribuido funciones relacionadas con el mantenimiento de los niveles de calcio en suero. Así mismo el incremento del grosor del cascarón de gallinas de postura.<sup>13,18,22</sup>

Los sistemas de producción avícolas modernos requieren aves que manifiesten un constante incremento en su tasa de crecimiento y una alta eficiencia alimenticia. En general, estas aves son mantenidas en sistemas de crianza intensiva, con ambientes físicos y regímenes nutricionales diseñados para fomentar bajo gasto de energía durante la actividad física y alto consumo de alimento. Es por ello que la producción intensiva de pollos de engorda requiere del suministro de niveles elevados de vitaminas, favorables para el crecimiento, salud, conversión alimenticia, reproducción e inmunidad.<sup>1,8,10,25</sup>

Yarger *et al*<sup>21</sup>, utilizaron pollos de la línea Peterson x Arbor Acres y pollos Arbor Acres X Arbor Acres con diferentes niveles de inclusión de 25-(OH)D<sub>3</sub> y de vitamina D<sub>3</sub>(colecalciferol), estos autores encontraron que el máximo efecto en ganancia de peso, eficiencia alimenticia y tamaño de pechuga fue en el rango de 50 a 70 µg/Kg de 25-(OH)D<sub>3</sub> en el alimento.<sup>31</sup>

Del Río en 1998<sup>10</sup>, utilizando pollos Arbor Acres X Arbor Acres para evaluar el efecto del 25-(OH)D<sub>3</sub> en presencia de aflatoxina B1, encontró que la adición del 25-(OH)D<sub>3</sub> en pollos de engorda tienen mejor desempeño productivo que con la utilización de vitamina D3 en presencia de aflatoxina B<sup>10</sup>.

Servín en el 2002<sup>27</sup>, utilizando pollos de engorda mixtos de la línea Ross agregando 69 mg de 25-(OH)D<sub>3</sub>, encontró una mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia y un incremento en la respuesta inmune celular<sup>27</sup>.

### **Justificación**

Con estos antecedentes se planteó el siguiente trabajo, con el objeto de acumular más información del suplemento del 25-(OH)D<sub>3</sub>, en dietas tipo prácticas para pollos de engorda sobre el comportamiento productivo.

## **HIPÓTESIS.**

**El uso del 25-(OH)D<sub>3</sub> en dietas para pollos de engorda, tiene un efecto benéfico sobre el comportamiento productivo.**

## **OBJETIVOS**

Evaluar el efecto de la adición del 25-(OH)D<sub>3</sub> en dietas conteniendo vitamina D<sub>3</sub>, en pollos de engorda criados por sexos separados en sus parámetros productivos.

Determinar el efecto del 25-(OH)D<sub>3</sub>, en la pigmentación de la piel de los pollos criados por sexos separados.

## MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El cual esta localizado en la calle de Salvador Díaz Mirón S/N en el poblado de Santiago Zapotitlán, Tláhuac D.F. a una altura de 2250 m.s.n.m. entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.<sup>19</sup>

Para la realización de este trabajo fueron utilizados 600 pollos de engorda, mitad hembras y mitad machos de la línea comercial Ross x Ross, de un día de edad, los cuales fueron distribuidos por sexo en 12 corrales, divididos en 4 tratamientos con 3 repeticiones de 50 pollos cada uno. El experimento se llevó a cabo en una caseta convencional con piso de cemento. En cada corral se utilizó un bebedero automático de campana, un comedero de tolva de plástico y una criadora de gas colgada entre dos corrales para proporcionarles calor durante las primeras 4 semanas de vida. Se emplearon rodetes para los primeros 15 días de vida de los pollos. Se empleo un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 2 x 2; un factor fue el sexo y el otro factor la dieta sin y con 25-(OH)D<sub>3</sub>.

Los tratamientos consistieron de la siguiente manera:

Tratamiento 1: Dieta normal en machos.

Tratamiento 2: Dieta normal + 69 mg / Ton de 25-(OH) D<sub>3</sub>

Tratamiento 3: Dieta normal en hembras

Tratamiento 4: Dieta normal + 69 mg / Ton de 25-(OH) D<sub>3</sub>

Las dietas (Cuadro 1), se elaboraron a base de sorgo + pasta de soya de acuerdo a los requerimientos señalados para pollos por Cuca *et al*<sup>8</sup> y contenían en la premezcla de vitamina D<sub>3</sub> a razón de 1,875,000 UI/ton. La adición de 25-(OH)D<sub>3</sub> para los tratamientos 2 y 4 fue a razón de 69 mg/ton, con el producto Hyd de Productos Roche S.A de C.V. Las dietas se proporcionaron en dos etapas de alimentación iniciación (0 – 21 días de edad) y finalización (22 – 49 días de edad). Cabe señalar que se les agregó pigmento amarillo en las dietas en su etapa de finalización (22 –49 días) a razón de 60 ppm de xantofilas (Cuadro 1).

Se llevaron registros semanales de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. A los 49 días de edad se midió la coloración de la piel de todos los pollos in vivo con un colorímetro de reflectancia Minolta CR300.<sup>7,14</sup>

Los datos obtenidos de las variables antes mencionadas en 49 días de experimentación, se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) conforme al diseño empleado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en 49 días de experimentación para los parámetros productivos medidos en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se encuentra resumidos en el Cuadro 2. El análisis estadístico de los datos de ganancia de peso, indicó que hubo efecto a la suplementación del metabolito; fueron mejores ( $P < 0.05$ ) los pesos de los pollos que recibieron la dieta con la adición de 25-(OH) $D_3$ , siendo esta diferencia de 73g (2.71%) con relación a los pollos que recibieron la dieta sin 25-(OH) $D_3$  como aparece en la Figura 1.

Para la ganancia de peso entre aves hembras y machos, el análisis estadístico mostró diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre sexos, teniendo una ganancia mayor los machos de 539g (18.59%) que las hembras.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cantor y Bacon<sup>4</sup>, Yarger et al<sup>31</sup> y Servín<sup>27</sup>, quienes mencionan que al adicionar 25-(OH) $D_3$  hay un incremento en la ganancia de peso. Este beneficio no fue obtenido al aumentar la cantidad de vitamina  $D_3$ . El efecto benéfico del 25-(OH) $D_3$  puede ser relacionado con un incremento en la concentración del 25-(OH) $D_3$  en plasma, teniendo una correlación del 45% entre concentración de 25-(OH) $D_3$  en suero y ganancia de peso. Bar et al<sup>2</sup>, reportaron que la absorción del 25-(OH) $D_3$  es mayor en un 83% que la vitamina  $D_3$ , siendo esta absorción en la parte duodenal del intestino; el

25-(OH)D<sub>3</sub> participa de manera mas activa que la vitamina D<sub>3</sub> en la absorción de calcio a nivel intestinal, la movilización de calcio a hueso y la fijación de calcio.

Por otro lado el sexo influyó directamente en el crecimiento, debido a diferencias genéticas entre machos y hembras.

Con relación al consumo de alimento se pudo observar (Cuadro 2), que existió un mayor consumo de alimento, en las aves que se suplementaron con 25-(OH)D<sub>3</sub>, siendo esta diferencia de 203.5g más que las aves a las que no se les adicionó el 25-(OH)D<sub>3</sub>.

Con respecto al sexo en consumo de alimento, los machos consumieron 459.5g (8.8%) más que las hembras ( $P < 0.05$ ); por lo tanto estas aves consumieron una mayor cantidad de nutrientes que las hembras, teniendo un mayor desarrollo.<sup>26,21</sup> Lo anterior se aprecia en la Figura 2.

En la conversión alimenticia no se encontró diferencia estadísticamente significativa  $P > 0.05$  a la adición de 25-(OH)D<sub>3</sub>. Sin embargo hubo efecto a sexo la conversión alimenticia en macho fue un 0.23 (11.8%) mejor ( $P < 0.05$ ) que las hembras (Figura 3).

Los datos de mortalidad general se encuentran en el Cuadro 2, se puede observar que la mortalidad fue mayor ( $p < 0.05$ ) en los machos respecto a las hembras; sin embargo no existió diferencia ( $p > 0.05$ ) en mortalidad entre tratamientos con y sin la adición de 25-(OH)D<sub>3</sub> (Figura 4.)

Se ha demostrado que el macho transforma en una forma mas eficiente el alimento en carne que la hembra<sup>16</sup>. Cabe mencionar que en el presente estudio, se empleó la estirpe Ross y existen estudios donde han encontrado diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para ganancia de peso en tres diferentes estirpes comerciales. Las diferencias presentadas en el presente estudio, sobre los parámetros productivos y mortalidad entre sexos, esta bien documentada<sup>24</sup>; es claro, que el macho transforma en una forma mas eficiente el alimento en carne que la hembra. Con el riesgo de que el macho puede presentar una mayor mortalidad, que en la mayoría de los casos es debido a la presencia del síndrome ascítico<sup>15</sup>.

Finalmente para el amarillamiento de la piel in vivo (Cuadro 3), no existió efecto significativo ( $P > 0.05$ ) al factor 25-(OH)D<sub>3</sub> ni al factor sexo.

Estos resultados concuerdan con Castañeda<sup>5</sup> quien realizó varios experimentos con pigmentos naturales y sintéticos en pollos por sexos separados, concluyendo que los valores de amarillamiento durante el ciclo productivo fueron similares entre sexos para los tratamientos ya sea con pigmentos naturales o sintéticos.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales empleadas en este estudio se puede concluir lo siguiente:

- 1.-El 25-(OH)D<sub>3</sub> mejoró la ganancia de peso en hembras y machos en 2.71 % en promedio, respecto a los tratamientos que no lo recibieron.
- 2.- Los machos presentaron respecto a las hembras mayor, peso corporal de 18.6%, consumo de alimento de 8.8% y mejor conversión alimenticia de 11.8%. También hubo mayor mortalidad en machos (52.3%) respecto a hembras.
- 3.-La adición de 25-(OH)D<sub>3</sub> no tuvo efecto en pigmentación amarilla de la piel del pollo de engorda.

## LITERATURA CITADA

1. Austic RE. Desórdenes metabólicos de las aves en operaciones intensivas. *Tec Avipecuaria* 2000; 149:20-24
2. Bar. A.S. Edelstein, U. Eisner, I. Ben-Gal, and S. Hurwitz. 1982. Cholecalciferol requirements of young turkeys under normal conditions and during recovery from ricket. *J.Nutr.* 112:1779-1786.
3. BASF CORP. vitamins- one of the most important discoveries of the century. USA (NJ): BASF CORP, 2000.
4. Cantor, A.H., and Bacon, w.I. 1978. Performance of caged broilers fed vitamin D<sub>3</sub> and 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub>. *Poultry Sci* 57:1123-1124.
5. Castañeda SMP, Skin pigmentation in broilers fed natural and synthetic pigments (Dissertation Thesis PhD), Texas A&M University, 2002.
6. Charles OW, Ernest RA. Effect of age, calcium levels, and vitamin D metabolites on egg shell quality of scwl. *Poultry Sci* 1973;52:1908
7. Cruickshank JJ, Sim SJ. Effects of excess vitamin D3 and cage density on the incidence of leg abnormalities in broilers chickens. *Avian Dis.* 1987; 31: 332-338.
8. Cuca GM, Avila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8ª ed. México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
9. De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa-Aedos. Coedición del ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España 1991.

10. Del Río JC. Efecto del 25 hidroxicolecalciferol en pollos de engorda contaminados con aflatoxinas B1. (Tesis de maestría). DF (México), México. Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
11. Eisman JA, Hamstra AJ, Kream BE, De Luca HF. A sensitive, precise and convenient method for detection of 1, 25-Hydroxyvitamin D in human plasma. Arch. Biochem. Biophys 1976;176:235 -243.
12. Fletcher, DL. Methodology for Achieving Pigment specifications. Poultry Sci 1992: 71: 733-743.
13. García HM, Morales, LR, Ávila GE, Sánchez RE. Mejoramiento de la calidad del cascarrón con 24-hidroxicolecalciferol (25-(OH) D3) en dietas de gallinas de primer y segundo ciclo. Vet. Méx. 2001;32:167-174
14. Janky, DM. The use of Minolta, reflectance cromometre 11 TM for pigmentation evaluations of broiler sknaks. Poultry Sci 1985: 65: 491- 496.
15. López CC, Peñalva GG, Ramos LF, Arce MJ, Ávila GE, Hargis BM. Panorama del síndrome ascítico en Latinoamérica. Memorias XVI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, Guerrero, México. 1994. 468-472. Asociación Panamericana de Ciencias Veterinarias, México, D.F.
16. López CC. Susceptibilidad al síndrome ascítico de diferentes estirpes genéticas de pollos de engorda (tesis doctorado), México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.
17. Mc Naughton, James LJ, Day JE, Dilworth CB. The chick`s requirement for 25-hydroxycholecalciferol and cholecalciferol. Poult Sci 1977;56:511-516.

18. McLoughlin CP, Soares JH. A study on the effects of 25-hydroxycholecalciferol and calcium source on egg shell quality. *Poultry Sci* 1996; 55:1400-1410.
19. INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.
20. Norman A. Studies on vitamin D endocrine system in the avian. *J Nutr* 1987; 117:797-807.
21. Ojeda OM, Villar A, López CC, Ávila GE, Vázquez CP. Evaluación de las características reproductivas y susceptibilidad al síndrome ascítico de tres líneas genéticas de pollos de engorda. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIFAP México D.F., 1983:175.
22. Polin D, Ringer RK. 25-hydroxy\_D3, vitamin D3 and graded levels of phosphorus: effect on egg production and shell quality. *Feedstuffs* 1997; 49:41-43.
23. Pontes PM; Castello LJA. Alimentación de las aves. Editorial Real escuela de avicultura 1a edición. Barcelona, España 1995.
24. Quintana L.J.A., Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes, 3a Ed. Trillas, México. 1999.
25. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the chicken. 3rd ed. New York: WF Humphery Inc. 1982.
26. Jeres SM, Herrera HJ, Pro MA, Cuca GM. Evaluación genético-nutricional del crecimiento del pollo de engorda. *Agrociencia Serie Ciencia Animal*. 1991;1(1): 55-68.

27. Servín GC. Efecto del 25 hidroxicolecalciferol (25-(OH)D3) en los parámetros productivos e inmunidad de pollos de engorda. (Tesis de Licenciatura). DF (México) Universidad Nacional Autónoma de México, 2002
28. Soares JH. 25-Hydroxycholecalciferol in poultry nutrition. *Poult Sci* 1995; 74:1919-1934
29. Sunde ML, Turk CM, De Luca HF. The essentiality of vitamin D metabolites for embryonic development. *Poultry Sci* 1978;57:1067-1069.
30. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola en 2001-2002. Dirección de estudios económicos. abril de 2002. México, D.F.
31. Yarger SG, Saunders AC, McNaughton JL, Quarles CL, Hollis BW, Gray RW. Comparison of dietary 25-hydroxycholecalciferol and cholecalciferol in broiler chickens. *Poultry Sci*. 1995;74:1159-1167.

**Cuadro 1.** Dietas basales para el experimento de 25-(OH)D<sub>3</sub> en pollos de engorda criados por sexos separados.

INGREDIENTE	<i>Iniciador</i>	<i>Finalizador</i>
	<i>0 a 3 semanas</i>	<i>4 a 7 semanas</i>
	Kg	Kg
SORGO MILO	549.44	604.95
PASTA DE SOYA	372.39	318.24
ACEITE VEGETAL	31.81	37.44
FOSFATO DE CALCIO	18.26	11.34
CARBONATO DE CALCIO	16.24	12.73
SAL	4.00	3.50
DL-METIONINA	2.01	1.88
MINERALES*	1.00	1.00
VITAMINAS POLLO*	2.50	2.50
CLORURO COLINA 60%	1.00	0.80
COCCIDIOSTATO	0.50	0.50
FUNGUCIDA	0.50	0.50
BACITRACINA DE ZINC	0.20	0.30
ANTIOXIDANTE	0.15	0.15
L-TREONINA	0.02	0.17
PIGMENTO**	0.00	4.00
<b>TOTAL</b>	<b>1000.00</b>	<b>1000.00</b>

**ANALISIS CALCULADO.**

NUTRIENTE	Iniciador	finalizador
PROTEINA CRUDA %	22.00	20.00
E.M AVES Kcal / Kg	3000	3100
LISINA %	1.19	1.05
METIONINA %	0.52	0.48
MET + CISTINA %	0.90	0.83
TREONINA %	0.80	0.74
CALCIO TOTAL %	1.00	0.75
FOSFORO DISPONIBLE %	0.50	0.35
SODIO %	0.18	0.16

\*Premezcla de vitaminas y minerales: Vitamina A, 3 000 000.0 UI; Vitamina D3, 750 000.0 UI; Vitamina E, 6 000.0 UI; Vitamina K3 1.0g; Riboflavina, 4.0; Niacina 25.0g; D pantotenato de calcio, 13.0g; Vitamina B12, 6.0mg; Colina, cloruro de, 250.0g; B.T.H., 40.0; vehículo c.b.p., 2 500.0g; Selenio, 0.200g; Cobalto, 0.100g; Yodo, 0.300g; Cobre, 10.00g; Zinc, 50.0g; Hierro, 100.0g; Manganeso, 100.0g; Excipiente c.b.p., 1 000.0g

\*\* 15g de Xantofilas amarillas por Kg.

**Cuadro 2.** Datos de la adición de 25(OH)D<sub>3</sub> sobre los parámetros productivos en 49 días de experimentación.

SEXO	SIN 25(OH)D <sub>3</sub>	CON 25(OH)D <sub>3</sub>	PROMEDIO
<b>GANANCIA DE PESO (g)</b>			
MACHOS	2856.0	2941.6	2898.8 <sup>a</sup>
HEMBRAS	2329.6	2390.0	2359.8 <sup>h</sup>
PROMEDIO	2592.8 <sup>h</sup>	2665.8 <sup>a</sup>	
<b>CONSUMO DE ALIMENTO</b>			
MACHOS	5377.3	5872.0	5624.6 <sup>a</sup>
HEMBRAS	5209.0	5121.3	5165.1 <sup>h</sup>
PROMEDIO	5293.1 <sup>h</sup>	5496.6 <sup>a</sup>	
<b>CONVERSIÓN ALIMENTICIA (g/g)</b>			
MACHOS	1.91	1.99	1.95 <sup>h</sup>
HEMBRAS	2.23	2.14	2.18 <sup>a</sup>
PROMEDIO	2.07 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>	
<b>PORCENTAJE DE MORTALIDAD</b>			
MACHOS	19.5	18.8	19.2 <sup>a</sup>
HEMBRAS	13.7	11.5	12.6 <sup>h</sup>
PROMEDIO	16.6 <sup>a</sup>	15.2 <sup>a</sup>	

\* Valores con distintas letras son diferentes estadísticamente ( P < 0.05)

**Cuadro 3.** Resultados de la adición de 25(OH)D<sub>3</sub> sobre el amarillamiento de la piel en pollo vivo durante 49 días de experimentación.

AMARILLAMIENTO			
	SIN 25(OH)D <sub>3</sub>	CON 25-(OH)D <sub>3</sub>	PROMEDIO
MACHOS	18.7	18.8	18.7 <sup>a</sup>
HEMBRAS	19.5	19.6	19.5 <sup>a</sup>
PROMEDIO	19.1 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	

\* Valores con distintas letras son diferentes estadísticamente ( P < 0.05)



Figura 1. EFECTO DE LA ADICIÓN DE 25-(OH)D3 EN GANANCIA DE PESO EN 49 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN.

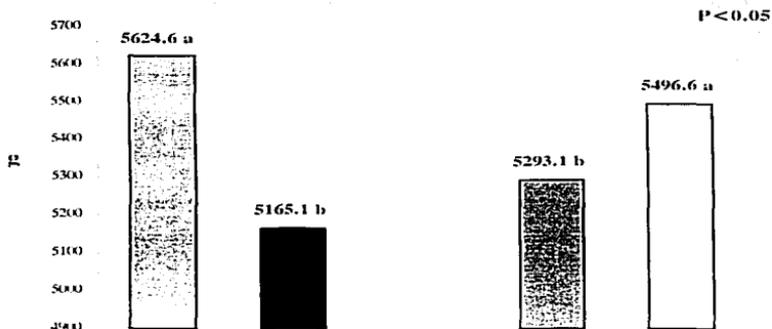


Figura 2. DATOS DEL SEXO Y LA ADICIÓN DE 25-(OH)D3 EN CONSUMO DE ALIMENTO EN 49 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

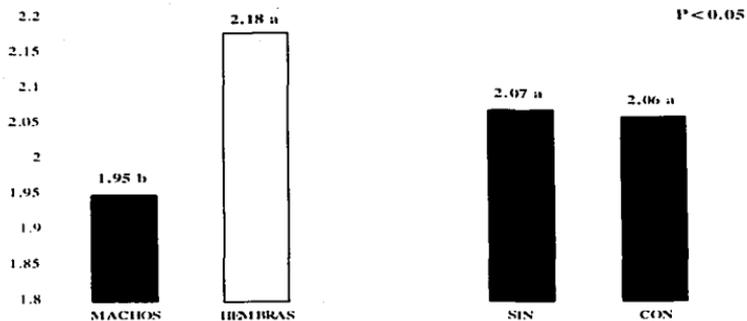


Figura 3. DATOS DEL SEXO Y LA ADICIÓN DE 25-(OH)D3 EN CONVERSION ALIMENTICIA EN 49 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN.

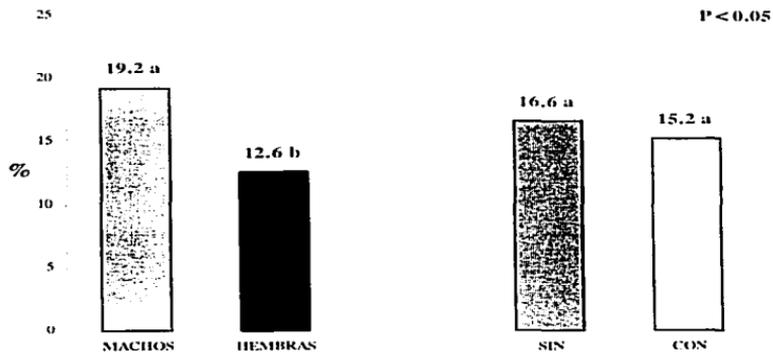


Figura 4. RESULTADOS DE LA ADICIÓN DE 25-(OH)D3 EN MORTALIDAD EN 49 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN