

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

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE 25-HIDROXICOLECALCIFEROL EN  
DIETAS BALANCEADAS PARA POLLO DE ENGORDE DE LA LÍNEA  
ARBOR ACRES/ROSS**

**NELSON MANFREDO MENÉNDEZ GUERRA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2004**

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

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE 25-HIDROXICOLECALCIFEROL EN  
DIETAS BALANCEADAS PARA POLLO DE ENGORDE DE LA LÍNEA  
ARBOR ACRES/ROSS**

**TESIS**

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

**POR**

**NELSON MANFREDO MENÉNDEZ GUERRA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**ZOOTECNISTA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2004**

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

DECANO	Dr. M.V. Mario Llerena Quan
SECRETARIA	Dra. M.V. Beatriz Santizo
VOCAL PRIMERO	Lic. Zoot. Carlos Saavedra
VOCAL SEGUNDO	Dr. M.V. Fredy González
VOCAL TERCERO	Dr. M.V. Edgar Bailey
VOCAL CUARTO	Br. Estuardo Ruano
VOCAL QUINTO	Br. Daniel Barrios

ASESORES	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
	Dr. M.V. Jorge Noriega
	Dra. M.V. Lucrecia Motta
	Lic. Zoot. Enrique Corzantes

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE 25-HIDROXICOLECALCIFEROL EN DIETAS BALANCEADAS PARA POLLO DE ENGORDE DE LA LÍNEA ARBOR ACRES/ROSS**

QUE ME FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

**ZOOTECNISTA**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADO**

## **TESIS QUE DEDICO A**

**DIOS** Por guiarme, darme la sabiduría para culminar mi carrera y hacer realidad mis sueños.

**MARIA SANTÍSIMA** Por todas sus bendiciones.

**MIS PADRES** Juan Francisco y Edelmira, por todo su esfuerzo, sacrificio y amor que me regalan día a día.

**MIS HERMANAS** Cloni, Zoila y Helen por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera.

**MIS SOBRINOS** Nelson Francisco, Salvador Humberto y Helen Edelmira con mucho cariño, para que Dios les guíe día a día.

**MIS CUÑADOS** En especial a Salvador Humberto.

**MIS TIOS** Con mucho afecto, en especial a Rosanita y Antonia.

**MIS PRIMOS** En especial a Marlen.

**MIS ABUELOS** Guerra Sandoval y Menéndez Barrera.

**MIS AMIGOS** Gracias por su amistad y apoyo en especial a Guillermo, Tono, Axel y Walfre.

## **AGRADECIMIENTO A**

DIOS

MIS PADRES Y HERMANAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA DE ZOOTECNIA

A MIS ASESORES Lic. Miguel Ángel Rodenas, Dr, Jorge Noriega, Dra, Lucrecia Motta,  
Lic. Enrique Corzantes, gracias a todos ustedes por brindarme sus  
conocimientos y ayuda para la realización de este trabajo.

PROFESIONALES Lic. Juan Carlos Escobar, Lic. Lahudhiny Pérez, Lic. Aldo Azzari,  
Dr. Hugo Pérez, gracias por su colaboración.

EMPRESAS DSM Nutritional Products, ALIANSA y Granja Las Minas.

PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA ESCUELA DE ZOOTECNIA

PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE NIVEL INTRODUCTORIO

TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON EN LA REALIZACIÓN DE ESTE  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MUCHAS GRACIAS

# 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 Generalidades de las vitaminas	5
	4.2 La vitamina D <sub>3</sub>	5
	4.3 Metabolismo de la vitamina D <sub>3</sub>	6
	4.4 Absorción de la vitamina D y sus metabolitos	6
	4.5 Desarrollo esquelético	7
	4.6 Suplementación con metabolitos de la vitamina D <sub>3</sub>	8
	4.7 Estudios realizados	8
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
	5.1 Localización y descripción del área	10
	5.2 Materiales	10
	5.3 Manejo del estudio	11
	5.4 Tratamientos	11
	5.5 Variables evaluadas	12
	5.6 Diseño del experimento	12
	5.7 Análisis económico	13
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
	6.1 Ganancia de peso	15
	6.2 Consumo de alimento	15
	6.3 Conversión alimenticia	16
	6.4 Porcentaje de descarte y animales con problemas en patas	17
	6.5 Del análisis económico	18

VII.	CONCLUSIONES	21
VIII.	RECOMENDACIÓN	22
IX.	RESUMEN	23
X.	BIBLIOGRAFÍA	24
XI.	ANEXOS	26



## ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICA

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación del 25-OH D <sub>3</sub> en pollos de engorde	11
Cuadro 2. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia por sexo y adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	14
Cuadro 3. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia por tratamiento, en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	14
Cuadro 4. Resultados obtenidos en el porcentaje de descarte y animales con problemas en patas, en la evaluación de la adición del 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta pollo de engorde.	17
Cuadro 5. Ingresos y costos totales de los diferentes tratamientos en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	18
Cuadro 6. Índice de rentabilidad, por tratamiento, en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	19
Gráfica 1. Utilidad bruta, en porcentaje, para los distintos tratamientos en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	20
Cuadro 7. Ingresos y costos totales de los diferentes tratamientos en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	27
Cuadro 8. Índice de rentabilidad, por tratamiento, en la adición de 25-OH D <sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde	27

## I. INTRODUCCIÓN.

A nivel de granja avícola se hace necesario trabajar bajo un sistema integrado de producción con el objetivo de ser eficientes, ya que con la apertura de mercados internacionales se requiere de una alta competitividad, para lo cual es primordial invertir en tecnologías, genética, nutrición y ambientes óptimos, para enfrentar las exigencias y demandas del consumidor moderno.

La nutrición juega un papel importante en el desarrollo de la avicultura, ya que debido a los avances en genética y al estrés de crecimiento rápido al que son sometidas las aves en las explotaciones avícolas tecnificadas, se hace indispensable contar con dietas balanceadas en micro nutrientes, necesarios para el funcionamiento normal del metabolismo animal, como es el caso del 25-hidroxicolecalciferol (25-OH D<sub>3</sub>) metabolito activo de la colecalciferol o vitamina D<sub>3</sub>, (Illescas et al., 1991; Roche, 2002).

La vitamina D<sub>3</sub> no parece actuar per se, sino a través de sus metabolitos activos producidos dentro del organismo animal por hidroxilaciones sucesivas. En el hígado se forma el 25-OH D<sub>3</sub> el metabolito más abundante en la circulación sanguínea y en el riñón el 1, 25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> el de mayor actividad biológica, (Ward, 2004).

Entre un 79% y un 90% de la actividad de la vitamina D<sub>3</sub> se le atribuye al 25-OH D<sub>3</sub>, debido a su concentración sanguínea y sus efectos sobre la absorción, transporte y utilización del calcio y fósforo en pollos de engorde, siendo probable que los tejidos tengan requerimientos específicos ya que las proteínas de transporte con afinidad por este metabolito están presentes en las células intestinales, plasma sanguíneo y diversos tejidos, lo que representa mayor eficacia del 25-OH D<sub>3</sub> en comparación con la vitamina D<sub>3</sub>, (Ward, 2004).

En el caso del pollo de engorde, el ave recién nacida lucha por coordinar la inmadurez de su aparato digestivo con un esqueleto en rápido crecimiento, ya que debido al desarrollo incompleto del sistema digestivo durante las primeras semanas de vida,

resulta limitada la absorción de las grasas y la vitamina liposoluble D<sub>3</sub>. Por el contrario, la absorción del 25-OH D<sub>3</sub> ocurre independiente a la absorción de las grasas, (García et al., 2001; Roche, 2002; Dallorso, 2003; Ward, 2004).

La adición del 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta reduce significativamente los problemas óseos, una de las principales limitantes, que se sabe, afectan la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la productividad final de la parvada, ya que las lesiones en patas pueden motivar a los pollos a echarse e impedir que éstos lleguen al alimento y al agua, y por consiguiente, disminuir el consumo de la dieta, (Roche, 2002; Dallorso, 2003).

Con la realización del presente trabajo de investigación se pretende aportar al avicultor nacional alternativas tecnológicas viables para enfrentar los desafíos de la avicultura moderna.

## **II. HIPÓTESIS.**

"La adición de 69 mg de 25-hidroxicolecalciferol/ton de alimento en dietas balanceadas, mejora los índices productivos en pollo de engorde de la línea Arbor Acres/Ross".

### **III. OBJETIVOS.**

#### **3.1 GENERAL.**

- Generar información sobre la inclusión de metabolitos en la nutrición de las aves en las explotaciones avícolas tecnificadas.

#### **3.2 ESPECÍFICOS.**

- Determinar el efecto de la adición de 69 mg de 25-hidroxicolecalciferol/ton de alimento en dietas balanceadas, sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, descarte e incidencia en el problema de patas en pollo de engorde de la línea Arbor Acres/Ross.
- Evaluar económicamente la adición de 69 mg de 25-hidroxicolecalciferol/ton de alimento.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 4.1 GENERALIDADES DE LAS VITAMINAS.

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para el mantenimiento y realización de todas las funciones del ave (salud, desarrollo, fertilidad, etc.), las cuales el organismo animal no es capaz de sintetizar, por lo que es preciso administrar por medio del alimento; se llega a la conclusión que son micronutrientes esenciales y que cada vitamina desempeña funciones específicas que ninguna de las otras pueden realizar de la misma manera. Los avances tecnológicos modernos han logrado desarrollar métodos o procesos químicos y microbiológicos capaces de producir a escala industrial la fabricación de todas las vitaminas utilizadas en nutrición animal, cumpliendo la misma función o incluso superior a las vitaminas que se encuentran en la naturaleza, esto debido a los procesos especiales de elaboración. Las aves poseen una elevada capacidad para convertir el alimento en productos nutritivos (carne y huevos), convirtiéndose por lo tanto en los consumidores mas grandes de vitaminas comparados con otras especies, (Illescas, 1991).

### 4.2 LA VITAMINA D<sub>3</sub>.

La vitamina D<sub>3</sub> es derivada del 7-dihidrocolesterol, el esqueleto químico de este precursor es el ciclo pentano-perhidro-fenantreno; en los mamíferos y aves expuestos a la luz ultravioleta (radiación solar), el 7-dihidrocolesterol presente en la epidermis se transforma en provitamina D<sub>3</sub> o colecalciferol a través de una reacción de isomerización fotolítica por apertura del anillo beta; esta apertura es condición indispensable para que haya acción de la vitamina. Sin embargo, la vitamina D<sub>3</sub> preformada también ingresa al organismo por ingestión de alimentos en las aves, (Roskoski, 2000; Dallorso, 2003).

#### 4.3 METABOLISMO DE LA VITAMINA D<sub>3</sub>.

La vitamina D<sub>3</sub> no parece actuar como tal sino a través de sus metabolitos activos, producidos dentro del organismo animal por hidroxilaciones sucesivas. La primera de ellas ocurre en el hígado en el carbono 25, siendo el 25-hidroxicolecalciferol (25-OH D<sub>3</sub>) el metabolito más abundante en la circulación sanguínea; luego se hidroxila nuevamente en el riñón en el carbono 1 formando el 1,25-dihidroxicolecalciferol (1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>), (Roskoski, 2000; Dallorso, 2003).

El 1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> se une con un receptor específico intracelular, incrementando la afinidad del mismo por la cromatina y estimulando de esta forma la síntesis de la proteína transportadora del calcio que interviene en el transporte del calcio a través de las membranas celulares, regulando la homeostasis cálcica del organismo, (Dallorso, 2003).

#### 4.4 ABSORCIÓN DE LA VITAMINA D Y SUS METABOLITOS.

La absorción del 25-OH D<sub>3</sub> es más eficiente (83%) que el de la vitamina D<sub>3</sub> (66%), la absorción acumulada del 25-OH D<sub>3</sub> alcanza su máximo nivel a 90%, en contraposición con el 65% de la vitamina D<sub>3</sub>; la secreción de regreso al lumen intestinal es de 20% de la vitamina D<sub>3</sub> y el 7% para el 25-OH D<sub>3</sub>, teniendo este último mayor absorción y retención intestinal comparado con la vitamina D<sub>3</sub>, (Roche, 2002; Ward, 2004).

La absorción más rápida del 25-OH D<sub>3</sub> se debe en parte a las proteínas ligantes que existen en el intestino, las cuales tienen una afinidad cuando menos mil veces superior que otros metabolitos de la vitamina D<sub>3</sub>. La vitamina D<sub>3</sub> se absorbe mediante difusión pasiva no saturable, con una eficiencia del 50 %, conjuntamente con las grasas mediante la formación de micelos lo cual depende de los ácidos biliares y lipasas secretadas del hígado y páncreas respectivamente (García et al., 2001; Ward, 2004).

El desarrollo incompleto del páncreas y vesícula biliar durante las dos o tres primeras semanas de vida del pollo limita la secreción de lipasas y ácidos biliares, lo cual

contribuye a una mala absorción de grasas y la vitamina liposoluble D<sub>3</sub>, precisamente cuando más se necesita ya que está ocurriendo la formación de huesos de una forma acelerada, (Dallorso, 2003; Ward, 2004).

La lipasa pancreática hidroliza a los ácidos grasos procedentes de grasas y aceites de la dieta, lo cual da como resultado ácidos grasos libres y glicéridos mixtos. Las sales biliares secretadas hacia la luz intestinal son necesarias para la absorción de los lípidos; estas actúan como detergentes para emulsificar y formar glóbulos de grasa en preparación para su absorción (Leeson y Summers, citados por Ward, 2004).

Por el contrario la absorción del 25-OH D<sub>3</sub> ocurre por difusión pasiva debido a la mayor polaridad de la molécula y por ende mayor hidrosolubilidad, esto independiente a la secreción de lipasas, ácidos biliares y formación de micelos para la absorción de las grasas, lo cual representa una marcada diferencia con respecto a la absorción de la vitamina D<sub>3</sub>, (Ward, 2004).

#### 4.5 DESARROLLO ESQUELÉTICO.

Los problemas de patas son un conjunto de alteraciones y desordenes en el desarrollo esquelético del pollo de engorde que ocurre principalmente en los huesos de la tibia, esto debido a los bajos niveles del 1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> en la circulación sanguínea en la tercera semana de edad, período de mayor actividad metabólica de la tibia producto de su rápido crecimiento, por lo tanto no se produce la suficiente mineralización de los huesos, perjudicando considerablemente el desplazamiento de los animales, que tienden a echarse sobre sus talones por el dolor asociado a lesiones de la tibia y del tarso, afectando el consumo de alimento y agua, por consiguiente el incremento de peso, conversión alimenticia y viabilidad final de la parvada, (Whitehed, 2002; Ward, 2004).



#### 4.6 SUPLEMENTACIÓN CON METABOLITOS DE LA VITAMINA D<sub>3</sub>.

Se ha recomendado suplementar los metabolitos de la vitamina D<sub>3</sub> en el alimento balanceado para pollo de engorde, desde las primeras raciones hasta el final del ciclo productivo, esto debido a la mayor absorción y retención intestinal, aún cuando existan problemas de enteritis o mala absorción, lo que reduce la transferencia de nutrimentos a través de la mucosa intestinal, (Roche, 2002; Bar et al., citado por Ward, 2004).

#### 4.7 ESTUDIOS RELIZADOS.

En un estudio realizado en Yucatán México, donde se evaluó el efecto del sexo en dos líneas genéticas en pollo de engorde, se encontraron mejoras en ganancia de peso y consumo de alimento a favor de los machos en 13.02% y 11.20% respectivamente, la conversión alimenticia se comporto de manera similar para machos y hembras, (Purón et al., 1997).

En estudios realizados, evaluando la ganancia de peso y la conversión alimenticia con diferentes niveles de 25-OH D<sub>3</sub>, (34.5, 46.0, 58.6, 68.9, 86.1, 103.4 mg/ton de alimento), el tratamiento que mejor respuesta reportó fue el de 68.9 mg/ton, obteniéndose 2,310 g de peso total/ave y 1.89 puntos de conversión alimenticia, (Roche, 2002).

En 22 estudios realizados con pollos de engorde entre 1995 y el 2001, las aves que recibieron 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento, obtuvieron ventajas significativas de 1.92% hasta un 4.0% en ganancia de peso, en comparación con los animales que recibieron sólo vitamina D<sub>3</sub> en el alimento; así mismo la conversión alimenticia fue entre 3.96 a 5.2 puntos superior al de los pollos que solo se alimentaron con vitamina D<sub>3</sub> en la dieta, (Roche, 2002).

La incidencia en problemas de patas fue menor en pollos de engorde cuando se le adicionó 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en comparación con las aves que solo

recibieron vitamina D<sub>3</sub> en su dieta, (Edwars, citado por Roche, 2002; Universidad de Auburn, citado por Roche, 2002; Rennie y Whitehead, citados por Dallorso, 2003).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.

El presente trabajo se llevo a cabo en la granja avícola "Las Minas", ubicada a 60 Km. de la ciudad de Guatemala en el municipio de Nueva Santa Rosa departamento de Santa Rosa. Localizada a 14° 20' 33" Latitud Norte y 90° 19' 04" Longitud Oeste. Según De la Cruz (1982), el área se caracteriza por pertenecer a una zona de vida de bosque húmedo subtropical (templado), con una precipitación pluvial de 1,100 a 1,349 mm anuales distribuida en los meses de mayo a noviembre; una temperatura anual que varía entre 20 y 26 grados centígrados y una altitud de 1,319 msnm, con topografía ondulada.

### 5.2 MATERIALES.

- Galera experimental de 112 m<sup>2</sup> (10.7 aves/m<sup>2</sup>).
- 1,200 pollos (600 machos y 600 hembras) de un día de edad de la línea Arbor Acres/Ross, procedentes de un mismo lote de producción.
- 4747.89 Kg. de alimento balanceado comercial para pollos de engorde.
- 2.33 Kg. de 25-OH D<sub>3</sub>.
- 24 comederos de bandeja.
- 48 comederos de tolva.
- 24 bebederos de pomo.
- 24 bebederos de campana.
- Vacunas (newcastle y gumboro).
- Báscula.
- Desinfectantes.
- Cascarilla de arroz.
- Cortinas.
- Criadoras de gas.

### 5.3 MANEJO DEL ESTUDIO.

Las dietas balanceadas de iniciación y finalización se elaboraron por una empresa comercial, a las cuales se les adicionó el metabolito a estudiar.

Previo al traslado de las aves a la galera experimental, se procedió a la subdivisión de la misma en 24 tramos, seguido de la limpieza y desinfección del área y equipo utilizado. Se utilizó cascarilla de arroz como cama y sobre ella se alojaron 1,200 pollos de un día de edad, la temperatura se controló por medio de criadoras y la ventilación por cortinas.

El alimento en la fase de iniciación se les proporcionó del día 1 al día 21 (1 a 3 semanas) y el de la fase de finalización del día 22 al día 42 (4 a 6 semanas); los pollos de cada unidad experimental se pesaron el día de ingreso y luego cada semana hasta el final del estudio, el consumo de alimento se midió semanal y total, la conversión alimenticia se calculó semanal y total, descarte e incidencia en patas se reportó al final del experimento.

### 5.4 TRATAMIENTOS.

Los tratamientos evaluados se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación del 25-OH D<sub>3</sub> en pollos de engorde.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>MS</b>	Machos sin 25-OH D <sub>3</sub>
<b>MC</b>	Machos con 69 mg de 25-OH D <sub>3</sub> /ton de alimento
<b>HS</b>	Hembras sin 25-OH D <sub>3</sub>
<b>HC</b>	Hembras con 69 mg de 25-OH D <sub>3</sub> /ton de alimento

### 5.5 VARIABLES EVALUADAS.

- Ganancia de peso (g/animal).
- Consumo de alimento (g/animal).
- Conversión alimenticia (g de alimento/g ganancia de peso)
- Porcentaje de descarte.
- Porcentaje de animales con problemas en patas.

### 5.6 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial a x b, siendo el factor a el sexo (machos y hembras) y el factor b la adición del metabolito (sin y con 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento); distribuidos en cuatro tratamientos y seis repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental de 50 aves.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}.$$

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

$M$  = Media general.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor a.

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor b.

$(AB)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor a y el j-ésimo nivel del factor b.

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

Las variables se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza; al encontrarse diferencia estadística se realizó la prueba de medias de Tukey.

## 5.7 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico se determinó por medio del índice de rentabilidad, según la metodología propuesta por Ingalls-Ortiz, la cual permite comparar entre tratamientos la eficiencia económica del ciclo productivo, (Ingalls et al., s.f.).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de los factores evaluados, en la adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en la dieta de pollo de engorde.

Cuadro 2. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia por sexo y adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

FACTOR		GANANCIA DE PESO G/AVE	CONSUMO DE ALIMENTO G/AVE	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
SEXO	MACHOS	2130.17 a	4126.80 a	2.03 a
	HEMBRAS	1864.07 b	3786.36 b	1.94 a
ADICIÓN	SIN	1938.07 b	4002.60 a	2.06 b
	CON	2056.17 a	3910.56 a	1.90 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas (P< 0.01).

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos de los tratamientos evaluados, en la adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en la dieta de pollo de engorde.

Cuadro 3. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia por tratamiento, en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

TRATAMIENTOS	GANANCIA DE PESO G/AVE	CONSUMO DE ALIMENTO G/AVE	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
MS	2077.95 b	4229.70 a	2.03 b
MC	2182.38 a	4023.90 b	1.84 a
HS	1798.20 b	3775.50 a	2.09 b
HC	1929.95 a	3797.20 a	1.97 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas (P< 0.01).

## 6.1 GANANCIA DE PESO.

Para el factor sexo (cuadro 2), los machos fueron superiores a las hembras en un 12.49% (266.10 g). Esto es similar a lo publicado por Purón et al. (1997), en un estudio donde evaluó el efecto del sexo en dos líneas genéticas, reportando diferencia a favor de los machos de 13.02% en ganancia de peso con respecto a las hembras.

Para el factor adición (cuadro 2), las aves con el 25-HO D<sub>3</sub> superaron a las sin adición en 5.74% (118.10 g). En cuanto a los machos (cuadro 3), al los que se le adicionó 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento en la dieta, presentaron ventaja de 4.78% en peso (104.43 g) con respecto a las aves que no recibieron la adición del metabolito. Para las hembras, de igual manera fueron superiores 6.82% en peso (131.75 g) las que se alimentaron con adición de 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento comparado con las aves que no recibieron la adición del metabolito (cuadro 3).

Lo anterior concuerda con lo publicado por Roche (2002), en 22 estudios realizados entre los años 1995 y 2001, donde a las aves se les adicionó 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento, reportaron ventajas en peso desde 1.92% hasta 4.0% con respecto a las aves que no recibieron la adición del metabolito.

## 6.2 CONSUMO DE ALIMENTO.

Para el factor sexo (cuadro 2), los machos presentaron una diferencia de 8.24% (340.44 g) superior con respecto a las hembras. Estos datos son similares a los publicados por Purón et al. (1997), en un estudio donde evaluó el efecto del sexo en dos líneas genéticas, reportando diferencia a favor de los machos de 11.20% en consumo de alimento con respecto a las hembras.

Para el factor adición (cuadro 2), ambos grupos con y sin metabolito se comportaron de manera similar en cuanto al consumo de alimento. Con respecto a los machos (cuadro 3), al los que se le adicionó 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento en la



dieta, presentaron un ahorro de 4.86% en consumo de alimento (205.80 g) comparado con las aves que no recibieron la adición del metabolito. Para las hembras con y sin adición de 25-HO D<sub>3</sub> se comportaron de manera similar en esta variable (cuadro 3).

Estos resultados no concuerdan a los publicados por Roche (2002), donde se reporta ventaja en consumo de alimento a favor de las aves que en su dieta se les adicione 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento.

### 6.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA.

Para el factor sexo (cuadro 2), no se encontraron diferencias en esta variable. Estos datos son similares a los publicados por Purón et al. (1997), en un estudio donde evaluó el efecto del sexo en dos líneas genéticas, comportándose ambos grupos machos y hembras de manera similar.

Para el factor adición (cuadro 2), las aves con el 25-HO D<sub>3</sub> superaron a las sin adición en 16 puntos en conversión alimenticia. En cuanto a los machos (cuadro 3), al los que se le adicionó 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento en la dieta, presentaron ventaja de 19 puntos en conversión alimenticia con respecto a las aves que no recibieron la adición del metabolito. Para las hembras de igual manera (cuadro 3), a las que se le adicionó 69 mg de 25-HO D<sub>3</sub>/ton de alimento fueron superiores en 12 puntos de conversión alimenticia comparado con las aves que no recibieron la adición del metabolito.

Estos resultados son congruentes a los estudios realizados por Roche (2002), donde se reportan datos de ventaja en conversión alimenticia a favor de las aves que en su dieta se les adicionó 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento, mejorando la conversión alimenticia desde 3.96 hasta 5.2 puntos.

#### 6.4 PORCENTAJE DE DESCARTE Y ANIMALES CON PROBLEMAS EN PATAS.

En el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos de el porcentaje de descarte y animales con problemas en patas en el presente estudio.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en el porcentaje de descarte y animales con problemas en patas, en la evaluación de la adición de 25-HO D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DESCARTE EN %</b>	<b>PROBLEMAS EN PATAS EN %</b>
<b>MS</b>	2.66	0.33
<b>MC</b>	2.33	0.00
<b>HS</b>	0.66	0.33
<b>HC</b>	2.00	0.00

En los datos reportados en el cuadro 4, para la variable de descarte, se presentan resultados de 0.66% como mínimo y 2.66% como máximo.

Según Escobar (2004), los resultados obtenidos para esta variable, se encuentran por debajo de los parámetros reportados en granjas comerciales. \*

Para la variable incidencia en problemas de patas , las aves sin adición de 25-OH D<sub>3</sub> presentaron 0.33% de incidencia, por el contraria las aves con adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton no reportaron incidencia en problemas de patas durante las 6 semanas que duro el estudio, (cuadro 4). Esto concuerda con lo publicado por Edwars y la Universidad de Auburn, ambos citados por Roche (2002); Rennie y Whitehead, citados por Dallorso (2003), en donde reportan menor incidencia en problemas de patas en las aves a las que se les adicionó 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en la dieta, comparado con las aves que no recibieron la adición del metabolito.

---

\* ESCOBAR, JC. 2004. Asesor de granjas avícolas comerciales, Guatemala. ALIANSA. (Comunicación personal).

## 6.5 DEL ANÁLISIS ECONÓMICO.

En el cálculo del Índice Ingalls-Ortiz se tomaron en cuenta los ingresos totales los cuales se originaron de los kilogramos de pollo en pie vendidos por el precio de venta, el costo del alimento consumido y el factor de ajuste que estima los otros costos de producción.

En el cuadro 5 se presentan los ingresos totales provenientes de la venta de pollo en pie, así mismo los costos del alimento consumido y la utilidad bruta en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 5. Ingresos y costos totales de los diferentes tratamientos en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

INDICADOR ECONÓMICO	TRATAMIENTOS			
	MS	MC	HS	HC
Ganancia de peso total Kg	623.39	654.71	539.46	578.99
Precio/Kg en pie (Q.)	9.90	9.90	9.90	9.90
Ingreso total (Q.)	6171.56	6481.63	5340.65	5732.00
Alimento consumido Kg	1268.91	1207.17	1132.65	1139.16
Precio/Kg de alimento (Q.)	3.08	3.11	3.08	3.11
Costo total alimento (Q.)	3908.24	3754.30	3488.56	3542.79
Utilidad bruta (Q.)	2263.32	2727.33	1852.09	2189.21

En el cuadro 6 se presenta el Índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (IOR), dicho valor indica que teniendo un IOR mayor a 1 se obtiene utilidad contable, igual a 1 se esta en el punto de equilibrio y menor a 1 existió perdida de dinero en el ciclo productivo.

Cuadro 6. Índice de rentabilidad, por tratamiento, en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

INDICADOR ECONÓMICO	TRATAMIENTOS			
	MS	MC	HS	HC
Ingreso total (Q.)	6171.51	6481.67	5340.65	5731.95
Costo alimento (Q.)	3908.24	3748.38	3488.56	3537.21
Factor de ajuste *	1.43	1.43	1.43	1.43
<b>Índice IOR **</b>	<b>1.10</b>	<b>1.21</b>	<b>1.07</b>	<b>1.13</b>

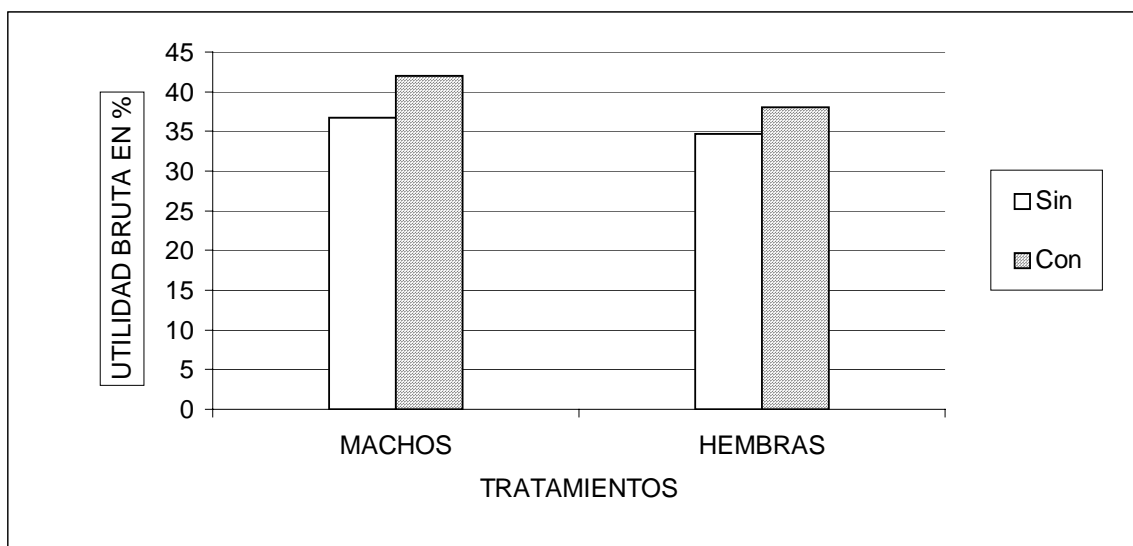
\* Factor de ajuste =  $100/70$ , donde 70 representa el % del costo de alimento en relación a los costos totales.

\*\*  $\text{Ingreso Total}/(\text{Costo Alimento})(\text{Ajuste})$ .

Al obtener los resultados del IOR en los machos, se determinó que a las aves que se les adicionó 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento presentó la mayor utilidad contable superando a los sin adición en 11 puntos; para las hembras, de igual manera a las con adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento obtuvieron mayor utilidad contable de 6 puntos comparado a las sin adición, e incluso superó a los machos sin adición por 3 puntos. Lo anterior indica que la adición del 25-OH D<sub>3</sub> en dosis de 69 mg/ton de alimento en pollo de engorde, es más eficiente económicamente.

En la grafica 1, se presenta la utilidad bruta en porcentaje para los distintos tratamientos evaluados en el presente estudio, la cual se obtuvo de la diferencia entre los ingresos totales y los costos del alimento. Al proyectar dicha utilidad, esta se hace notar de una forma considerable, obteniéndose 5.40% y 3.52% de ventaja a favor de los machos y hembras con adición del metabolito respectivamente, por lo tanto la conveniencia económica del uso del 25-OH D<sub>3</sub> será directamente proporcional al tamaño de la explotación.

Gráfica 1. Utilidad bruta, en porcentaje, para los distintos tratamientos en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.



## VII. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones en que se efectuó el presente trabajo se concluye que:

1. La adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en dietas balanceadas para pollo de engorde, tiene efecto positivo tanto en machos como en hembras en cuanto a la ganancia de peso y conversión alimenticia.
2. Para el factor sexo, los machos presentaron mejor respuesta que las hembras en términos de ganancia de peso y consumo de alimento, no así en conversión alimenticia, ya que en ambos grupos esta fue similar.
3. El uso de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en dietas para pollo de engorde mejoró la eficiencia económica.
4. Para las variables porcentaje de descarte y animales con problemas en patas no se encontró ningún efecto con la adición del 25-OH D<sub>3</sub> en la alimentación; los resultados fueron similares en ambos grupos.
5. No se detectó efecto de la interacción de los factores sexo y adición en este estudio.

### **VIII. RECOMENDACIÓN.**

- Se recomienda adicionar 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton al alimento en dietas balanceadas para pollo de engorde.

## IX. RESUMEN.

Con el propósito de evaluar el efecto de la adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en dietas balanceadas para pollo de engorde sobre los parámetros productivos, se realizó el presente estudio en la granja avícola Las Minas, Santa Rosa Guatemala.

Se utilizaron 1200 pollos de engorde (600 machos y 600 hembras) de 1 día de edad de la línea Arbor Acres/Ross, en un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial a x b (sexo x adición) distribuidos en cuatro tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron machos sin adición de 25-OH D<sub>3</sub>, machos con adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton, hembras sin adición de 25-OH D<sub>3</sub> y hembras con adición de 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton; las variables respuesta evaluadas fueron, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de descarte y animales con problemas en patas, así como también económicamente se analizó mediante el índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz. El estudio tuvo una duración de 6 semanas, el alimento en la fase de inicio se proporciono de la semana 1 a la 3 y en la fase de finalización de la semana 4 a la 6 en ambas fases el alimento se ofreció a libre acceso.

Los resultados obtenidos para el factor sexo, indican que los machos fueron superiores a las hembras en ganancia de peso y consumo de alimento, no así en conversión alimenticia donde ambos fueron similares. Para el factor adición, a las aves que se les adicionó el metabolito en el alimento presentaron un aumento en ganancia de peso y una mejora en conversión alimenticia tanto en machos como en hembras; en cuanto a consumo de alimento los machos con adición del metabolito obtuvieron un ahorro de 4.86% y en las hembras este fue similar. Para el análisis económico el índice de rentabilidad presentó una mejor eficiencia económica en las aves con adición del metabolito.

Por lo anterior se recomienda adicionar 69 mg de 25-OH D<sub>3</sub>/ton de alimento en dietas balanceadas para pollo de engorde.



## X. BIBLIOGRAFÍA.

1. Cruz S, JR de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. Dallorso, ME. 2003?. Discondroplasia tibial de los pollos parilleros (en línea). INTA. Consultado 2 feb. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31\\_1/007.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/007.pdf)
3. García Hernández, M; Morales López, R; Ávila González, E; Sánchez Ramírez, E. 2001. Mejoramiento de la calidad del cascarón con 25-hidroxicolecalciferol (25-OH D<sub>3</sub>) en dietas de gallinas de primero y segundo ciclos. Vet. Méx. 32(3): 167-174.
4. Illescas, M; Villanueva, N; Velásquez, C. 1991. Uso de vitaminas en avicultura. El Informador Avícola. 8(47): 21-24.
5. Ingalls Herrera, F; Ortiz Muñiz, A; Sánchez Arrastio, R. s.f. Interacción rentabilidad-eficiencia alimenticia en la producción de pollo de engorda (en línea). Consultado 1 jul. Disponible en [http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040422160\\_301.html](http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040422160_301.html).
6. Purón, D.; Santamaria, R.; Segura, J. 1997. Comportamiento productivo de pollos progenitores y comerciales. Revista Biomédica. 8(4): 228-233.
7. Roche. 2002a?. Rovimix Hy.D: El suplemento nutricional avanzado para gallina de postura y reproductora. Mejores huesos. Más huevos. Más aves por reproductora. s.n.t. 7p.
8. ----- . 2002b?. Rovimix Hy.D: El suplemento nutricional avanzado para el pollo de engorda. Mejores huesos. Mejor rendimiento. s.n.t. 7p.
9. Roskoski Junior, R. 2000. Bioquímica. México, DF, McGraw-Hill Interamericana. 560 p.

10. Ward, NE. 2004. Consideraciones sobre la absorción de la vitamina D<sub>3</sub>. Feedstuffs. 76(4): 1-7.
11. Whitehed, CC. 2002. Influencia de las vitaminas y minerales sobre la formación y calidad del hueso (en línea). Consultado 26 mar. Disponible en <http://www.avicultura.com/docsav/SA2003Ju/464-468.pdf>

# **XI. ANEXOS.**

En los cuadros 7 y 8 se presenta la información económica procedente del análisis económico (cuadros 5 y 6) en su equivalente en dólares de Estados Unidos de América, con una tasa de cambio de 7.90 quetzales por 1 dólar.

Cuadro 7. Ingresos y costos totales de los diferentes tratamientos en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

INDICADOR ECONÓMICO	TRATAMIENTOS			
	MS	MC	HS	HC
Ganancia de peso total Kg	623.39	654.71	539.46	578.99
Precio/Kg en pie (\$.)	1.25	1.25	1.25	1.25
Ingreso total (\$.)	779.23	818.38	674.32	723.73
Alimento consumido Kg	1268.91	1207.17	1132.65	1139.16
Precio/Kg de alimento (\$.)	0.3898	0.3936	0.3898	0.3936
Costo total alimento (\$.)	494.62	475.14	441.50	448.37
Utilidad bruta (\$).	248.61	343.24	232.82	275.36

Cuadro 8. Índice de rentabilidad, por tratamiento, en la adición de 25-OH D<sub>3</sub> en la dieta de pollo de engorde.

INDICADOR ECONÓMICO	TRATAMIENTOS			
	MS	MC	HS	HC
Ingreso total (\$.)	779.23	818.38	674.32	723.73
Costo alimento (\$.)	494.62	475.14	441.50	448.37
Factor de ajuste *	1.43	1.43	1.43	1.43
<b>Indice IOR **</b>	<b>1.10</b>	<b>1.20</b>	<b>1.07</b>	<b>1.13</b>

\* Factor de ajuste =  $100/70$ , donde 70 representa el % del costo de alimento en relación a los costos totales.

\*\*  $\text{Ingreso Total}/(\text{Costo Alimento})(\text{Ajuste})$ .

---

M.E.P. NELSON M. MENÉNDEZ

---

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS  
ASESOR PRINCIPAL

---

DR. M.V. JORGE NORIEGA  
ASESOR

---

DRA. M.V. LUCRECIA MOTTA  
ASESORA

---

LIC. ZOOT. ENRIQUE CORZANTES  
ASESOR

---

IMPRÍMASE: DR. M.V. MARIO LLERENA QUAN  
DECANO