

# **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“ADICION DE UNA FITASA EN LA ALIMENTACION DE POLLOS  
DE ENGORDA Y SU EFECTO EN LA MINERALIZACIÓN TIBIAL Y  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO”**

**MONOGRAFIA**

POR

**JOSE VICENTE ALVAREZ**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREON, COAHUILA; MEXICO.

MARZO DEL 2014

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“ADICION DE UNA FITASA EN LA ALIMENTACION DE  
POLLOS DE ENGORDA Y SU EFECTO EN LA  
MINERALIZACIÓN TIBIAL Y COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO”**

**MONOGRAFIA POR:**

**JOSE VICENTE ALVAREZ**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

APROBADO POR:

**MVZ. JESUS GAETA COVARRUBIAS**

ASESOR PRINCIPAL

**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



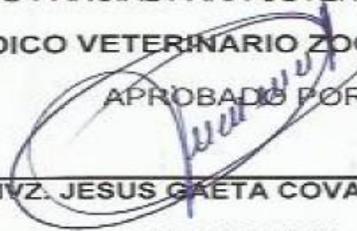
**“ADICION DE UNA FITASA EN LA ALIMENTACION DE  
POLLOS DE ENGORDA Y SU EFECTO EN LA  
MINERALIZACIÓN TIBIAL Y COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO”**

**MONOGRAFIA POR:  
JOSE VICENTE ALVAREZ**

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

APROBADO POR:

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. JESUS GAETA COVARRUBIAS**

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. MC. JOSE DE JESUS QUEZADA AGUIRRE**

VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. CUAUHTEMOC FELIX ZORRILLA**

VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO**

VOCAL SUPLENTE

## **AGRADECIMIENTOS**

*AMis maestros que gracias por ser la clave del éxito en este proceso, por ser la guía y enseñanza de cada una de las materias que por hoy forman parte de mi desarrollo profesional, muchísimas gracias.*

*Al MVZ. Jesús Gaeta Covarrubias, MVZ. MC. José de Jesús Quezada Aguirre, MVZ. Cuauhtémoc Félix Zorrilla, MVZ. Rodrigo I. Simón Alonso, por el privilegio de contar con su apoyo y asesoría constante, también por ser sinodales para mi examen profesional, muchísimas gracias.*

*Al MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez, que fue un gran maestro y amigo, también por su apoyo y consejos.*

*Al MVZ. Leonardo Álvarez Ramón, por sus consejos y su apoyo incondicional, muchísimas gracias.*

*Al ING. German Salazar García, de igual manera por sus consejos y su apoyo incondicional, muchísimas gracias.*

*Para mis amigos que caminamos juntos, aprendiendo y madurando ya que ahora son como mis hermanos, pero sobre todo en los momentos inolvidables.*

## DEDICATORIAS

**A:**

*Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme ayudado y dado su bendición durante estos años, el sacrificio fue grande pero siempre me dio la fuerza para poder lograr este triunfo que gracias a él lo logre.*

*Mis padres, Miguel Vicente García y Josefa Álvarez Castañeda que son un orgullo y gran ejemplo para mi familia. Ya que a pesar de la distancia siempre conté con el apoyo, cariño y confianza de ellos, aunque siempre me hicieron mucha falta yo sabía que para mí ellos estaban a diario conmigo, también les agradezco por el tiempo invertido y los sacrificios que realizaron para que yo concluyera con mis estudios, es por eso que este gran logro es también de ellos, los quiero muchísimas gracias y que diosito me los cuide siempre.*

*Mis hermanos, Cristóbal, José Antonio, Miguel Ángel, Juan Roberto y María Guadalupe, por sus consejos y apoyo por parte de ellos, así como también por el sacrificio que realizaron para que yo concluyera con mis estudios, muchísimas gracias.*

*Familiares que me brindaron apoyo y me dieron consejos para salir adelante muchísimas gracias.*

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
RESUMEN.....	VI
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE IMÁGENES.....	VII
1. INTRODUCCION.....	1
2. DESARROLLO GENETICO DEL POLLO DE ENGORDA.....	2
3. PERSPECTIVA HISTORICA DE LAS ENZIMAS EN LA AVICULTURA.....	2
4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	3
4.1 Energía.....	3
4.2 Proteínas.....	4
4.3 Minerales.....	6
4.3.1 Importancia del fosforo en la alimentación animal.....	7
4.3.2 Funciones metabólicas del fosforo.....	7
4.3.3 Efectos de la deficiencia del fosforo.....	8
4.3.4 Fosforo en los ingredientes para dietas.....	8
4.4 Calcio.....	9
4.5 Zinc.....	9
4.6 Cobre.....	9
4.7 Magnesio.....	10

4.8 Requerimientos de vitaminas en pollos de engorda.....	10
4.8.1 Vitamina Liposolubles.....	11
4.8.2 Vitamina C.....	12
4.8.3 Vitaminas hidrosolubles.....	12
<b>5. ENZIMAS EN LA ALIMENTACION ANIMAL.....</b>	<b>12</b>
5.1 Enzima fitasa.....	13
5.2 Función de la fitasa.....	13
5.3 Adición de la fitasa en la dieta.....	14
5.4 Utilidad ecológica de las fitasas.....	14
5.5 Efectos en la biodisponibilidad mineral.....	16
<b>6. PROBLEMAS DEL APARATO LOCOMOTOR QUE AFECTAN A LAS AVES.....</b>	<b>16</b>
6.1 Espondilolistesis.....	16
6.2 Rotación de la tibia.....	17
6.3 Discondroplasia tibial (Dt).....	18
6.4 Necrosis de la cabeza del fémur.....	18
6.5 Artritis y tenosinovitis.....	19
6.6 Perosis.....	19
6.7 Ruptura del tendón del gastrocnemio.....	20
6.8 Parálisis con dedos torcidos.....	20
<b>7. USO DE FTASA PARA MEJORAR LA MINERALIZACION DE LOS HUESOS.....</b>	<b>21</b>

<b>8. RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL POLLO DE ENGORDA POR EFECTOS DE LA ENZIMA FITASA.....</b>	<b>22</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>25</b>

## RESUMEN

La utilización de fitasa en el crecimiento y engorde de los pollos en los últimos años se ha desarrollado como alternativa para observar el desenvolvimiento de esta especie debido a que la demanda de carne se ha vuelto necesaria en la alimentación diaria de la población, dada estas circunstancias los avicultores, buscan la mejor eficiencia en esta especie zotécnica. Esto permite investigar métodos de producción, reproducción, con la utilización de aditivos para optimizar, el uso de las materias primas tradicionales y los nutrientes que influyen en los costos de producción, y se logren mejores conversiones alimenticias. Desde otro punto de vista, la disponibilidad de fosforo de los subproductos agrícolas se consideran indispensables, a pesar de ello, estos elementos se asimila con dificultad en el sistema digestivo de las aves, razón por lo cual es necesario utilizar la enzima fitasa para aprovechar este elemento de mejor manera y en menor proporción, principalmente en los generadores de proteína animal que generan carne blanca en menor tiempo. De esta manera se puede concluir que la utilización de enzimas como la fitasa, permite registrar buenos indicadores productivos como las conversiones alimenticias de la misma manera rendimientos a la canal, reducir la contaminación ambiental con ácido fitico, además de la información en avicultura que no solamente permiten mejorar los parámetros productivos sino que permiten controlar problemas ambientales.

**Palabras clave:** Fitasa, Alimentación, Pollo de engorda, Comportamiento productivo, Mineralización.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de EM de las raciones para pollo de engorda.....	4
Cuadro 2. Proteína diaria consumida por pollos de engorda en crecimiento (por kilogramo de peso corporal).....	5
Cuadro 3. Requerimientos de aminoácidos de pollos de engorda.....	5
Cuadro 4. Requerimientos de minerales para pollos de engorda.....	6
Cuadro 5. Requerimientos de vitaminas para raciones de pollos de engorda.....	10
Cuadro 6. Efectos de la adición de enzimas en sustratos específicos.....	12
Cuadro 7. Utilidad ecológica de las fitasas.....	15

## LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Osteoartritis vertebral o espondilitis.....	17
Imagen 2. Rotación de la Tibia.....	17
Imagen 3. Discondroplasia Tibial (DT).....	18
Imagen 4. Necrosis de la cabeza del fémur.....	19
Imagen 5. Perosis.....	19
Imagen 6. Ruptura del Tendón del Gastrocnemio.....	20
Imagen 7. Parálisis de los dedos.....	20

## **1: INTRODUCCION**

La avicultura Mexicana es la rama del sector pecuario que más avances ha tenido en lo que respecta a nutrición, mejoramiento genético, equipamiento, con un crecimiento anual constante de 5.3% durante el periodo 1994-2008, en el 2008 se reportó un consumo de carne de pollo de 26.8 kg per cápita en comparación con los 15.83 kg en 1994. México en el 2008 produjo 2.8 millones de toneladas de carne de pollo con un valor comercial a los 60,000 millones de pesos(Arrollo Villegas 2003).<sup>5</sup>

El censo mundial de aves se situó en 2005 en 14.476,99 millones de cabezas, habiéndose incrementado en un 11,71% durante el periodo 1995-2005. China, con 3.623,01 millones de aves (25,03%) como primer lugar seguida de Estados Unidos (12,85%), Indonesia (5,94%), Brasil (5,82%) e India (2,49%)(Sector Avícola).<sup>28</sup>

La formulación de alimentos balanceados para aves aplicando el concepto de uso de enzimas, es una herramienta confiable y muy eficiente que permite optimizar el uso de las fuentes de fósforo, energía y proteína para la alimentación animal, en particular cuando los ingredientes son de baja calidad o por su precio son limitantes como el caso del fósforo, en las formulaciones a mínimo costo y proteína ideal, permitiendo con esto ampliar los criterios sobre el uso de ingredientes distintos (Ortiz Manzano et al 2013).<sup>23</sup>

En México, el sorgo y la pasta de soya son los ingredientes que más se utilizan en las dietas para pollos de engorda; ambos aportan fósforo (P), pero entre el 60 y 70% del total de este se encuentra como ácido fitico, compuesto que no se hidroliza por las enzimas endógenas de animales no rumiantes (Cuca García *et al* 2003).<sup>9</sup>

## **2: DESARROLLO GENETICO DEL POLLO DE ENGORDA**

Uno de los logros más importantes de la industria avícola ha sido el avance y mejora en la rapidez del crecimiento en el pollo de engorda, lo cual ha generado mayores pesos en menor tiempo. Debido a la selección genética y los cruzamientos actualmente es común que un pollo alcance 2.5 kg de peso corporal a los 42 días de

edad; en cambio en 1945 se requerían 98 días para obtener un pollo de 1.6 kg. La mayor parte de este cambio (85 a 90%) ha sido derivado de la selección cuantitativa que han llevado a cabo las compañías de genética comercial, una mejora en la nutrición la salud de la parvada, así como mejoras en el manejo (Chapman 2001; Havenstein, 2003).

Comparando la tasa de crecimiento del pollo actual con la de los pollos antecesores se tiene que un pollo moderno aumenta 60 veces su tamaño desde que nace hasta que alcanza los 42 días de edad. Hace 20 años, este aumento era 50 veces y hace 60 años el aumento apenas llegaba a 14 veces. Las mejoras genéticas se han dirigido a seleccionar estirpes que muestran rápido aumento del peso derivado de una mayor capacidad de síntesis y deposición de proteína muscular, principalmente en la pechuga. Sin embargo, a través de ese tiempo, se le ha dado poca importancia al desarrollo de órganos vitales como el corazón y los pulmones, y se ha descuidado el buen funcionamiento de sistemas como el relacionado a la defensa contra enfermedades y el aparato locomotor. Aquí se considerara los problemas locomotores, asociados a deficiencias en la mineralización de los huesos relacionados principalmente al aporte del calcio y fosforo a través de la dieta.

### **3: PERSPECTIVA HISTORICA DE LAS ENZIMAS EN LA AVICULTURA**

Desde hace cientos de años, las enzimas se utilizan en procesos de fermentación, como por ejemplo, la fabricación de quesos, pan, vino y cerveza. En 1860, Luis Pasteur comunico que los fermentos estaban intimadamente ligados con la estructura vital de las células de la levadura. En 1876, William Kuhne les propuso el nombre de enzima, término que deriva de las palabras griegas en (en) y zyme (levadura). En 1982, la compañía finlandesa cultor comienza a desarrollar enzimas alimenticias para la nutrición animal y pone en el mercado finlandés el primer producto enzimático. Ya para 1986 comienza a comercializarse una enzima específica para aves (Acosta *et al* 2006).<sup>3</sup>

El uso comercial de enzimas en avicultura ya tiene una larga trayectoria, empezando con el uso de beta-glucanasas a finales de los 80, luego el uno de arabinoxylanases

para dietas con trigo y cebada a principios de los 90, principio de implementación del uso de fitasas a mediados de los 90, introducción de fitasas E. coli a principios a mediados de la primera década de este siglo y más reciente el uso de multi enzimas incluyendo proteasas, amilasas, manasas, y pectinasas. Hoy las enzimas que más se usan comercialmente en avicultura son sin duda las fitasas, que en USA alcanzan a ser utilizadas en un 95% de dietas para pollos de engorde, y las carbohidrasas estructurales como xylanases y beta-glucanasas en dietas que contienen trigo y cebada (Ángel Roselina).<sup>4</sup>

#### **4: REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO DE ENGORDA**

Los pollos de engorda reciben alimentación balanceada desde el inicio hasta la terminación. Esta dieta debe contener todos los nutrimentos en la cantidad, calidad y proporciones adecuadas; se procura que consuman la mayor cantidad posible de alimento, debido a que crecen rápido y esto resultara en una mejor conversión alimenticia. Los nutrientes esenciales en la alimentación del pollo de engorda son: proteínas, energía, minerales, vitaminas y agua (Cisneros Joya 2003).<sup>10</sup>

##### **4.1: ENERGIA**

Los pollos de engorda requieren energía para el crecimiento de sus tejidos, para su mantenimiento y su actividad. Las fuentes de carbohidratos como el maíz y el trigo, además de diversas grasas o aceites son la principal fuente de energía de los piensos avícolas. Los niveles de energía en la dieta se expresan en Megajulios (MJ/kg) o kilocalorías (Kcal/kg) de energía Metabolizable (EM) la cual representa la energía disponible para el pollo (Ross 2009).<sup>27</sup>

**Cuadro 1.** Contenido de EM de las raciones para pollo de engorda

Alimento	Machos		Hembras		Parvada mixta	
	KcalEM		KcalEM		KcalEM	
	Días alimentación	PorKg	Días Alimentación	PorKg	Días alimentación	Por Kg
Iniciador	1 a 14	3080	1 a 14	3080	1 a 14	3080
Crecimiento	15 a 37	3190	15a41	3190	15 a 39	3190
Finalizador	38	3300	42	3300	40	3300

Fuente: North, M. (2003).

## 4.2: PROTEINAS

Las proteínas de la ración, como las que se encuentran en los cereales y la torta o harina de soya, son compuestos complejos que el proceso digestivo degrada para generar aminoácidos, los cuales se absorben y ensamblan para construir las proteínas corporales utilizadas en la construcción de tejidos como músculos, nervios piel y plumas (Ross 2009).<sup>27</sup>

Los niveles de proteína bruta de la dieta no indican la calidad de las proteínas de los ingredientes, pues esta depende del nivel, equilibrio y digestibilidad de los aminoácidos esenciales del pienso terminado, una vez mezclada (Ross 2009).<sup>27</sup>

**Cuadro 2.** Proteína diaria consumida por pollos de engorda en crecimiento (por kilogramo de peso corporal).

Semana	Machos		Hembras		Parvada mixta	
	Gramos de proteína consumida		Gramos de proteína consumida		Gramos de proteína consumida	
	Por ave/ día	Por kg de peso corporal por día	Por ave/ día	Por kg de peso corporal por día	Por ave/ día	Por kg de peso corporal por día
1	4.5	29.0	4.1	27.3	4.3	27.3
2	10.3	25.5	9.7	24.6	10.0	21.2
3	14.0	19.4	13.2	19.8	13.6	19.6
4	20.2	18.0	17.7	17.8	18.9	18.0
5	25.1	16.3	22.1	16.1	23.6	16.5
6	31.2	15.4	24.7	14.1	29.0	15.4
7	35.5	14.1	29.3	13.6	31.4	13.4

Fuente: North, M. 2003.

Shimada, A. (2009), señala que la necesidad de proteína para pollos de engorda es de 23% de proteína en la fase inicial y 20% de proteína en la fase final.

Según el programa de formulación Aminodat. (2003), Se reporta que las recomendaciones de Metionina en la fase de iniciación, crecimiento y finalización es de 0.52%, 0.48%, 0.40% respectivamente; Metionina + Cistina en la fase de iniciación, crecimiento y finalización de 0.84%, 0.81%, 0.72% respectivamente; Lisina en la fase de iniciación, crecimiento y finalización es de 1.09%, 0.99%, 0.86% respectivamente Treonina en la fase de iniciación, crecimiento y finalización es 0.65%, 0.59%, 0.55%.

### **Cuadro 3.** Requerimientos de aminoácidos de pollos de engorda

Aminoácidos	Ración		
	Iniciación	De crecimiento	Finalización
Arginina (%)	1.44	1.20	1.00
Glicina + serina (%)	1.50	1.00	0.70
Lisina (%)	1.20	1.00	0.85
Metionina	0.50	0.38	0.32
Metionina+cistina (%)	0.93	0.72	0.50
Triptófano	0.23	0.20	0.17

Fuente; Shimada, A. (2009).

### 4.3: MINERALES

Los minerales en el organismo forman parte de tejidos como hueso y dientes, regulan el impulso nervioso al musculo, el intercambio de iones en las membranas celulares, el equilibrio del medio interno e intervenció como factores de enzimas regulando el metabolismo (Peñafiel. 2012).<sup>25</sup>

El fosforo junto con el nitrógeno se ha convertido en un mineral con problemas medioambientales a nivel mundial en los últimos años. De ahí, que aparte de las limitaciones existentes en varias regiones europeas de elevadas densidades ganadera, e EE.UU. preparan limitaciones a su utilización en alimentación animal. Así, Maryland es el primer estados que está optando medidas para controlar las cantidades de fosforo y proponiendo que para el 2001 las fabricas deban estar preparadas para añadir fitasas a los piensos de pollos (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

**Cuadro4.** Requerimientos de minerales para pollos de engorda

Minerales	Edad de las aves de engorda en días					
	0 a 21			22 al Mercado		
	%	Por/Kg	Por lb	%	Por/Kg	Por lb
Calcio (%)	0.95			0.90		
Fósforo total (%)	0.75			0.67		
Fósforo disp (%)	0.45			0.40		
Sal (%)	0.35			0.35		
Sodio (%)	0.15			0.15		
Potasio (%)}	0.40			0.35		
Manganeso (%)		59	.27		59	27
Magnesio (%)		600	273		600	273
Selenio (%)		0.15	0.07		0.15	0.07
Cinc (%)		40	18		40	18

Fuente: Shimada, A. (2009).

#### **4.3.1: IMPORTANCIA DEL FOSFORO EN LA ALIMENTACION ANIMAL**

El fósforo está asociado a varias y muy importantes funciones metabólicas. Interviene en el metabolismo energético (relación con peso y conversión alimentaria), en la formación y mantenimiento de los huesos, así como en la constitución del cascarón del huevo. Constituye, además, parte de los fosfolípidos que integran la membrana celular e interviene como tampón en la regulación del pH corporal (Acosta 2006).<sup>3</sup>

Es el elemento químico cuyas funciones biológicas actualmente están mejor determinadas, se considera uno de los elementos minerales más versátiles que se encuentran en la naturaleza. Es el segundo mineral más abundante en la composición de los tejidos animales, en donde el 80% del fósforo total se encuentra en los huesos y dientes, el resto se distribuye en fluidos y otros tejidos. Los huesos además de ser los elementos estructurales del cuerpo, sirven como reserva de calcio ( $\text{Ca}_2+$ ) y P, ambos se pueden movilizar cuando el suplemento de esos minerales es inadecuado para satisfacer las exigencias nutricionales (Acosta 2008).<sup>1</sup>

Los monogástricos, en general, carecen o tienen pocas enzimas en el intestino delgado que pueden hidrolizar los fitatos. Por esta razón, el fósforo y los demás minerales que se encuentren ligados a los fitatos tendrán una disponibilidad muy limitada. En cambio las aves sí tienen algo de actividad fitasa a nivel intestinal por lo que el aprovechamiento es, en general, superior al de la especie porcina para los mismos cereales (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

#### **4.3.2: FUNCIONES METABOLICAS DEL FOSFORO**

Al fósforo se le atribuyen numerosas funciones, dentro de ellas las principales son: formación de la estructura ósea, participación en la formación de las membranas celulares y utilización y transferencias de la energía en forma de ATP. Es un componente fundamental de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), esencial para el crecimiento y diferenciación nuclear; participa en el mantenimiento de la presión osmótica y en el equilibrio ácido-base; en la utilización de la energía a través del adenosina mono, di y tri fosfato y en la formación de fosfolípidos. También desempeña un importante papel en el transporte de ácidos grasos, almacenamiento

de la energía, formación de proteínas, además de influir en el apetito y en la eficiencia alimenticia (Ortiz Manzano et al 2013).<sup>23</sup>

La deposición ósea se realiza de forma mecánica por los osteoblastos que se encuentran en la superficie externa de los huesos o en sus cavidades; mientras que la absorción ósea ocurre por la acción de los osteoclastos, con un equilibrio entre deposición y absorción, excepto en los animales en crecimiento. Los osteoblastos secretan grandes cantidades de enzima fosfatasa alcalina (FA) la cual aumenta en sangre e indica la deposición activa de fosfato en la matriz ósea. Esta enzima constituye buen indicador de formación ósea. La cantidad de Ca y P en las cenizas óseas es de 36 y 17%, respectivamente, aumenta con la edad de las aves, la relación entre ellas es 2:1 con muy poca variación (Acosta 2008).<sup>1</sup>

#### **4.3.3: EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DEL FOSFORO**

La deficiencia de fosforo en la sangre (hipofosfatemia) puede causar anormalidades en la función hepática, rigidez de los glóbulos rojos y disfunción cerebral. Además, la hipofosfatemia influye negativamente en el desarrollo óseo y desencadena condiciones que a mediano y largo plazo alteran la salud y el desempeño productivo del animal(Ortiz Manzano et al 2013).<sup>23</sup>

#### **4.3.4: FOSFORO EN LOS INGREDIENTES PARA DIETAS**

El fosforo fitico disminuye la disponibilidad de los aminoácidos por la formación de complejos proteína-fitato, tanto en el alimento como por la formación de nuevos complejos con aminoácidos libres en el tracto gastrointestinal. La interacción entre el fitato y las proteínas depende de las condiciones de pH. El medio ácido permite que el fitato forme enlaces electrostáticos con los residuos básicos de los aminoácidos arginina, lisina e histidina resultando en complejos insolubles. En condiciones básicas los complejos se forman a través de la interacción entre el grupo carboxilo de las proteínas y los cationes divalentes (Ca, Mg, Zn) de la molécula del fitato (Acosta 2008).<sup>1</sup>

#### **4.4: CALCIO**

Mientras que el 99% del calcio corporal está contenido en el esqueleto, es necesario mantener una constante concentración de 2,5 mM o 10 ml de  $\text{Ca}^{2+}$  en el plasma y fluidos extracelulares de las aves en crecimiento. Variaciones molares de la proporción Ca y fosforo no fitico (NPP) Ca:NPP es probablemente la causa más frecuente de alteraciones en la estructura cristalina mineral del hueso y consecuentemente en parte de la habilidad biomecánica. En dietas comerciales de aves, el Ca parece no ser un problema y los niveles recomendados son suficientes para dietas iniciales de pollos si los niveles se mantienen entre 0,96 y 1,01%, e inclusive pueden estar en exceso e dietas de crecimiento para alcanzar un máximo crecimiento y adecuado desarrollo óseo. Es necesario mantener una adecuada relación Ca:NPP de 2:1 para pollos en crecimiento y esta relación se puede aumentar hasta 2.3:1 cuando se utilizan dietas altas en proteína. Recientes evaluaciones confirman que modificando estas relaciones disminuye la osificación (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

#### **4.5: ZINC**

Es necesario para la proliferación y diferenciación de condrocitos. Los condrocitos en proliferación pueden tener requerimientos altos de zinc. La suplementación de 10-100  $\mu\text{m}$  de Zn a cultivos celulares de condrocitos de la placa de crecimiento de las tibias de aves en crecimiento resulto en un incremento en la proteína celular y un gran aumento en la actividad de la fosfatasa alcalina (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

La deficiencia de zinc por periodos cortos de tiempo en la dieta inhibe la proliferación de condrocitos, diferenciación celular, e induce apoptosis celular en la placa de crecimiento epifisial de pollos adultos (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

#### **4.6: COBRE**

La deficiencia de cobre ( $\text{Cu} < 1$  ppm) puede disminuir la formación adecuada del colágeno y disminuye la mineralización. El consumo adecuado de cobre biodisponible es crítico para el desarrollo óseo de huesos largos, pero el balance adecuado de Zn y

Cu es más crítico para obtener la fortaleza de los huesos y desarrollo de huesos trabeculares. El hueso trabecular se encuentra en la epífisis de los huesos largos, la región de los huesos planos con médula ósea y entre las dos tablas compactas de los huesos cortos y vertebras (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

#### 4.7: MAGNESIO

En la dieta a 0,3% produce reducción en la longitud, torceduras del tibiotarso, y reducción en el contenido de cenizas en pollos(Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

#### 4.8: REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS EN POLLOS DE ENGORDA

Las vitaminas pertenecen a un grupo de compuestos muy heterogéneo. Se definen como compuestos orgánicos (a diferencia de los oligoelementos) no relacionados entre sí cuyas necesidades se expresan en microdosis para niveles de productividad normal y que en general, los animales no pueden sintetizar por lo que precisan un aporte externo (Pérez et al).<sup>26</sup>

#### Cuadro 5. Requerimientos de vitaminas para raciones de pollos de engorda

Vitamina	Edad de las aves de engorda en días			
	0 a 21		22 al mercado	
	PorKg	Por lb	PorKg	Por lb
Vitamina A (UI)	1500	682	1500	682
Vitamina 03 (UI)	200	90.9	200	90.9
Vitamina E (UI)	10.0	4.8	10.0	4.6
Vitamina K (mg)	0.5	0.23	0.5	0.23
Tiamina (mg)	1.8	0.8	1.8	0.8
Riboflavina (mg)	3.6	1.6	3.6	1.6
Á.pantoténico(mg)	10.0	4.6	10.0	4.6
Niacina (mg)	27.0	12.3	27.0	12.3
Piridoxina (mg)	3.0	1.4	3.0	1.4
Biotina (mg)	0.15	0.07	0.15	0.07
Colina (mg)	1300	591	850	386
Vitamina 81 2 (mg)	0.009	0.004	0.009	0.004

Fuente: Shimada, A. (2009).

#### 4.8.1: VITAMINA LIPOSOLUBLES

Las vitaminas liposolubles como la A y la E también influyen en el desarrollo óseo. La vitamina D es una vitamina liposoluble y compite en la absorción con otras vitaminas como la A y la E (Pérez et al).<sup>26</sup>

La deficiencia de la vitamina A no solo puede actuar directamente en la placa de crecimiento sino también indirectamente puede afectar el crecimiento del hueso por mecanismos sistémicos. Por ejemplo, los retinoides son necesarios para la secreción de la hormona de crecimiento, acción y secreción de la hormona tiroidea. Los niveles de vitamina A en la dieta entre 2,0 a 4,5 mg retinol/Kg (6.600-15.000 UI/Kg) no afectan la actividad de la vitamina D<sub>3</sub>(Pérez et al).<sup>26</sup>

La suplementación con vitamina E incrementa el desarrollo óseo en pollos alimentados con dietas que contienen niveles altos de ácidos grasos insaturados. El nivel de vitamina E, reduce la cantidad de radicales libres en el plasma sanguíneo y el hígado de los pollos. Esta actividad antioxidante de la vitamina E es importante para el desarrollo óseo porque la región mineralizada del cartílago en crecimiento tiene capacidad limitada para manejar los lípidos oxidados, debido a que la actividad de las enzimas superóxido dismutasa y la catalasa son menores en esa región del cartílago, y la resorción ósea osteoclastica puede ser incrementada por radicales libre (Oviedo, 2009).<sup>24</sup>

Para obtener óptima calidad ósea y desempeño en pollos, la concentración de vitamina K debe ser 8 mg/kg, 2 mg/kg, y 2 mg/kg, para dietas de iniciador, crecimiento y acabado, respectivamente. El periodo inicial es una fase importante para mejorar la calidad ósea. La vitamina K aumenta la carboxilación de la osteocalcina y disminuye la concentración sanguínea de osteocalcina descarboxilada, aumentando consecuentemente la capacidad de la osteocalcina sanguínea para unir hidroxapatita y mejorar la calidad ósea (Oviedo, 2009).<sup>24</sup>

#### 4.8.2: VITAMINA C

Los resultados experimentales del efecto de la suplementación de ácido ascórbico (AA) para prevenir problemas de patas y cartílagos en pollos son altamente variables. El AA también co-induce con la vitamina D<sub>3</sub> la diferenciación de condrocitos y la mineralización de especies aviares. Se ha observado una reducción en la incidencia y severidad de DT y una mejora del grosor cortical de tibiatarso por la suplementación de AA en el agua (150 mg/l). (Pérez et al).<sup>26</sup>

#### 4.8.3: VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Las deficiencias en vitaminas hidrosolubles pueden producir desordenes esqueléticos. Los piensos basados en maíz-soya pueden contener suficientes vitaminas, pero se ha comprobado que estas vitaminas no son biodisponibles para soportar el desarrollo óseo adecuado de pollos de rápido crecimiento, especialmente después del pelletizado o procesamiento térmico (Pérez et al).<sup>26</sup>

### 5: ENZIMAS EN ALIMENTACION ANIMAL

Las enzimas son ingredientes naturales y biodegradables. Las enzimas se digieren como las proteínas normales, de forma que no dejan ningún tipo de residuo en las producciones animales (Danisco Animal Nutrition, avicultura).<sup>13</sup>

**Cuadro 6.** Efectos de la adición de enzimas en sustratos específicos.

Enzimas	Sustratos	Efectos
Xylanazas	(arabino-)Xylosos	Reducción de la viscosidad de la digesta
Glucanasas	$\beta$ -Glucanos	Reducción de la viscosidad de la digesta
Pectinasas	Pectinas	Reducción de la viscosidad de la digesta
Celulasas	Celulosa y derivados	Mejora la digestibilidad de la fibra y la celulosa
Proteasas	Proteínas	Mejora la degradación de la proteína
Amilasas	Almidón	Mejora la degradación de los componentes amiláceos
Fitasa	Ácido fítico	Mejora el aprovechamiento del fósforo vegetal
Galactosidasas	$\alpha$ -galactosidos	Eliminación de los -galactosidos

Acosta 2006, Revista Científica Cubana

## **5.1: ENZIMA FITASA**

Son enzimas utilizadas como aditivo en productos de alimentación animal, con el fin de mejorar la asimilación de fosforo y minerales en animales monogasticos y disminuir la excreción de fosforo al ambiente. Los hongos filamentosos son una de las mejores fuentes de fitasas debido a su facilidad de cultivo y altos niveles de producción de enzimas extracelulares (Costa Marcia et al 2012).<sup>8</sup>

Las fitasas son fosfatasas acidas que pertenecen a la subfamilia de las fosfatasas acidad histidina, las cuales catalizan la hidrolisis de las uniones fosfomonoester del fitato (sales de mio-inositol hexakisfosfato) o del mio-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexakisdihidrogeno fosfato (ácido fitico), produciendo penta, tetra, tri, di, y monofosfato del mioinositol y fosfato orgánico (Pi) (Costa Marcia et al 2012).<sup>8</sup>

La degradación de los fitatos en el tracto digestivo de las aves puede ser atribuida a la acción de una o más de las cuatro posibles fuentes (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

1. Fitasa intestinal de las secreciones digestivas.
2. Fitasa producida por microorganismos del aparato digestivo.
3. Fitasas endógenas de los alimentos.
4. Fitasas exógenas producidas por microorganismos (Sebastián et al., 1997), siendo las dos primeras fuentes de muy difícil cuantificación

## **5.2: FUNCION DE LA FITASA**

Su función es acelerar ciertas reacciones bioquímicas específicas que forman parte del proceso metabólico de las células. Aceleran en el organismo (en ocasiones hasta un millón de veces), diversas reacciones químicas que en condiciones normales solo tendrían lugar muy lentamente o no se producirían en absoluto. El proceso de la digestión corresponde a las reacciones químicas en donde las sales biliares actúan en conjunto con las enzimas y estas últimas se unen a moléculas de alimento de alto peso molecular (proteínas, grasas y carbohidratos) formando un complejo enzima-substrato para desdoblarlas en moléculas más pequeñas que puedan ser absorbidas (Carlón Vargas, 2007).<sup>6</sup>

### **5.3: ADICION DE LA FITASA EN LA DIETA**

La utilización de la enzima fitasa en dietas para pollos se ha convertido en una práctica popular para mejorar la disponibilidad del P de las dietas (Acosta *et al* 2007).<sup>2</sup>

La adición de las fitasas en la industria de alimentos balanceados es cada vez más frecuente, debido a los beneficios económicos que reporta su utilización. Así, en Centroamérica, EE.UU, México, Brasil y Sudamérica, su utilización en las principales integraciones de pollos de engorda se ha incrementado. Esto ha ocasionado que en los últimos diez años, su empleo en las dietas de aves ha ido en aumento, desde 0 hasta 95%. Las fitasas son las enzimas más comúnmente empleadas, después de las xylanasas y en un tercer lugar, muy distante, las celulasas (Acosta *et al* 2006).<sup>3</sup>

El contenido de fosforo en granos de cereales y oleaginosas, a pesar de ser elevado es de baja biodisponibilidad para los no rumiantes debido a que el fosforo se encuentra principalmente combinado con el inositol y algunos cationes, formando la molécula del fitato, que representa aproximadamente entre el 50 y 80% del fosforo total del grano. El fosforo restante, del 20 al 30%, se encuentra formando compuestos como fosfolípidos, fosfoproteínas y ácidos nucleicos, y un 8.12% bajo la forma de fosfatos inorgánicos (HernándezGlennet *al* 2006).<sup>12</sup>

El alimento consumido por las aves bajo condiciones comerciales, depende de varios factores que incluyen: color, textura, aspectos nutrimentales, temperatura ambiental, estado del ciclo reproductivo, edad tamaño y sabor del alimento. El consumo voluntario de alimento es un factor importante que determina la cantidad de nutrimentos que el ave obtiene de la dieta cuando la alimentación es a libre acceso (Cortes Cuevas *et al* 2005).<sup>7</sup>

### **5.4: UTILIDAD ECOLOGIA DE LAS FITASAS**

El fin último de la utilización de fitasas en la actualidad es disminuir la excreción de fosforo al medio ambiente y en algunos casos también pueden suponer cierto ahorro económico, especialmente en piensos de ponedoras. Resumiendo varios trabajos realizados en pollos estima el aprovechamiento del fosforo en un 47% y cuando se

utilizan fitasas se aumenta el aprovechamiento al 64% de forma que si consideramos un pollo de 1,5 kg la mejora relativa es de 100: 50, lo que supondría una gran disminución del fósforo que estamos incorporando al medioambiente (Méndez Jesús 2008).<sup>22</sup>

**Cuadro 7.** Utilidad ecológica de las fitasas (Schoner, 1992)

	<b>Control</b>	<b>Fitasas</b>
Peso pollo (g)	1500	1500
Consumo pienso (g)	2300	2300
P total pienso (g/kg)	7,0	5,2
Ingesta P (g/kg)	16.1	11.9
Conversión P (%)	47,0	64,0
Retención P (g/pollo)	7.6	7.6
Eliminación P (g/pollo)	8,5	4,3
Mejora relativa	100	50

### 5.6: EFECTOS EN LA BIODISPONIBILIDAD MINERAL

Por su estructura altamente reactiva, el AF es un excelente agente quelante presentando gran afinidad por todos los elementos trazas polivalente y minerales como  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CO}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ .

Los efectos adversos del AF en la biodisponibilidad mineral dependen de un gran número de factores entre los que destacan la concentración de AF y la fuerza de su unión con los diferentes minerales. También influyen otro factores como: (a) las condiciones de procesado del alimento (especialmente el pH), así como el tipo de AF (añadido o endógeno) y la concentración de minerales en dicho alimento, (b) si el AF es ingerido en la misma comida que la fuente mineral o en comidas separadas, (c) la concentración de proteínas de la dieta, y por tanto la presencia de proteínas, péptidos o aminoácidos en el intestino que puedan interferir en la formación del complejo fitato-mineral, (d) la presencia de otros agentes quelantes como fibra dietética, ácido

oxálico, ácido ascórbico, ácido cítrico o taninos, que pueden competir con el AF en su unión con minerales, (e) la presencia de fitasa de origen intestinal, bacteriana o de la dieta, así como la inhibición de dicha enzima, y (f) la adaptación metabólica del individuo a altos niveles de AF (Ortiz Manzano, et al 2002).<sup>23</sup>

## **6: PROBLEMAS DEL APARATO LOCOMOTOR QUE AFECTAN A LAS AVES**

La rápida velocidad de crecimiento y un elevado peso corporal, ha provocado un aumento considerable sobre la presión en los huesos jóvenes, por lo que los animales sufren una gran variedad de problemas de locomoción (Animal liberation, 2003; viera y Fumero 2009).<sup>30</sup>

En un estudio llevado a cabo en el año 2000, se estimó que la pérdida causadas por defectos en el sistema esquelético debido a mortalidad, sacrificio o decomiso de aves costó a la industria avícola estadounidense alrededor de \$120 millones de dólares al año o alrededor de \$0.016 dólares por pollo criado (Cook, 2000). Observaciones más recientes sugieren que la incidencia de problemas locomotores sigue en aumento, lo que sugiere que los costos económicos actuales son aún mayores. Si bien no existe información precisa respecto a éste problema en la industria avícola mexicana, se estima que la incidencia es de alrededor del 3.8% de la producción nacional, lo que representa una pérdida de alrededor de \$2,156 millones de pesos al año.

### **6.1: ESPONDILOLISTESIS**

Es un padecimiento muy poco frecuente pero en algunas parvadas de pollos de engorda de 3-6 semanas llega a ser hasta 2%. Se debe a la malformación y rotación de la 4° vertebra torácica debido a trastornos hereditarios aunque no caracterizados. La desviación de esta vertebra provoca presión sobre la medula espinal y su irrigación, por lo que el ave presenta parálisis o bien se apoya sobre ambos corvejones, con las patas al aire y, al adoptar posiciones inestables trata de guardar equilibrio por medio de aleteos (Patología aviar UNAM, 2012).<sup>15</sup>

La espondilitis o inflamación de los cuerpos vertebrales, es un estados que puede originarse a partir de una espondilolistesis; pero puede darse sin que exista esta (Patología aviar UNAM, 2012).<sup>16</sup>



**Imagen 1:** Osteoartritis vertebral o espondilitis

**6.2: ROTACION DE LA TIBIA**

Este padecimiento se caracteriza por torsión de la epífisis de la tibia de hasta de 90° o más hacia afuera, sin encorvamiento de los epífisis de los huesos ni desplazamiento del tendón del gastrocnemio. A diferencia del Valgus o del varus, la mayor frecuencia de esta lesión se presenta a las tres semanas de edad y sin predisposición de sexo. Puede ser bilateral o unilateral y generalmente, el miembro afectado está extendido. Si es bilateral el ave adopta la posición denominada "bailarina" (patología aviar UNAM).<sup>15</sup>



**Imagen2:** Rotación de la Tibia<sup>17</sup>

### **6.3: DISCONDROPLASIA TIBIAL (TB)**

Es una alteración en el desarrollo del crecimiento en la placa de cartílago de algunos huesos largos, lo cual interfiere con el crecimiento longitudinal del hueso. Los condrocitos de las placas de crecimiento del cartílago, deben migrar hacia la porción medular e ir adquiriendo cambios morfológicos los cuales implican un proceso no solo de maduración sino de "degeneración". Esto ocurre en aves jóvenes, cuando sus procesos de crecimiento de los huesos, sobre todo los huesos largos, no ha concluido (patología aviar UNAM, 2012).<sup>18</sup>

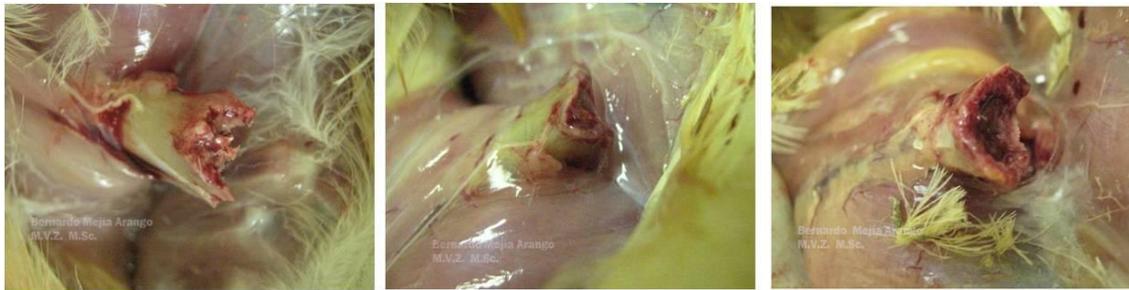


**Imagen 3:** Discondroplasia Tibial

### **6.4: NECROSIS DE LA CABEZA DEL FEMUR**

La osteocondrosis (ruptura de la cabeza del fémur) corresponde a una falla en la osificación endocondrial del cartílago articular epifiseal. Dicha falla provoca un engrosamiento y retención del cartílago (diferente de la discondroplasia), hay necrosis basal, daño del hueso subcondral (Patología aviar UNAM, 2012).<sup>19</sup>

Las aves presentan cojera o estiramiento de una pata. Adoptan una posición como de "bailarina" cuando se encuentran afectados ambos miembros (Patología aviar UNAM, 2012).<sup>19</sup>



**Imagen 4:** Ruptura de la cabeza del fémur

### **6.5: ARTRITIS Y TENOSINOVITIS**

Esta enfermedad infecciosa es causada por un reovirus aviar y afecta solamente a las fibras tendinosas y a las articulaciones de los pollos, sino también al corazón y al hígado. Como manifestación de la artritis viral se indica la tenosinovitis con el típico engrosamiento húmedo de la articulación de las patas en pollos de 4 a 10 semanas de edad o la rotura de tendones en crecimiento de las fibras tendinosas sobre la unión de la articulación de las extremidades (Van der 1980).<sup>29</sup>

### **6.6: PEROSIS**

También denominada condrodistofia, consiste en encorvamiento de la epífisis distal del tibiotarso o de la epífisis proximal del metatarso o bien de ambas, con o sin desviación bilateral, unilateral o asimétrica de los radios óseos hacia dentro "varus" o hacia afuera "vulgus" (patología aviar).<sup>15</sup>



**Imagen 5:** Perosis

## **6.7: RUPTURA DEL TENDON DEL GASTROCNEMIO**

El musculo del gastrocnemio en las aves es grande, quizá el más grande y voluminoso de los músculos de las extremidades pélvicas. Ocupa la región caudal tibiotarso y se extiende parcialmente hacia la lateral (interna) (Patología Aviar. Mi diagnóstico, su concepto 2013).<sup>20</sup>



**Imagen 6:** Ruptura del Tendón del

## **6.8: PARALISIS CON DEDOS TORCIDOS**

Se desconoce la etiología de es este padecimiento. La frecuencia llega a ser de entre 4.8 y 7.7% pero en algunas parvadas Australianas a alcanzado el 50%. Este padecimiento no tiene repercusiones clínicas significativas salvo por que puede disminuir la fertilidad por inferir en la ejecución de la monta (patología aviar UNAM, 2013).<sup>21</sup>



**Imagen 7:** Parálisis de los

## **7: USO DE FITASA PARA MEJORAR LA MINERALIZACION DE LOS HUESOS**

Para una adecuada mineralización del hueso se ha recomendado mantener una relación apropiada entre el calcio y el fósforo en la dieta, que normalmente es de 2:1. Las desviaciones extremas en el aporte de calcio y fósforo y que alteran esta relación tiene consecuencias perjudiciales en el aprovechamiento de los minerales, y por ende, en el crecimiento y el desarrollo del hueso. Debido a lo anterior, aunque se ha intentado mejorar o asegurar una adecuada mineralización de los huesos a través del aporte de niveles mayores de calcio y fósforo en la dieta, estas pruebas no han tenido éxito debido a que la mayoría de las veces se incurre en alteraciones o desbalances de calcio: fósforo (Animal liberation, 2003; Viera y Fumero 2009).<sup>30</sup>

Por otro lado, se ha demostrado ampliamente que la fitasa puede incrementar la mineralización de los huesos cuando es suplementada a dietas deficientes en calcio y fósforo. En estudios más recientes se han confirmado que la adición de fitasa en cantidades por arriba de las recomendaciones comerciales a dietas deficientes de calcio y fósforo, aumenta la ganancia de peso, conversión alimenticia y la cantidad de cenizas en la tibia (Walk et al., 2014; Nachtrieb et al., 2014). Se desconoce el mecanismo exacto por el cual los excesos de fitasa en la etapa de iniciación mejoran el crecimiento y mineralización de la tibia ya que al parecer, el efecto no está relacionado con el metabolismo del calcio y fósforo.

Sin embargo, en pollos de engorda es importante continuar buscando alternativas dirigidas a mejorar la mineralización de los huesos, reducir los problemas locomotores, minimizar los efectos perjudiciales en el crecimiento y las penalizaciones en el rastro asociados al aporte inadecuado de calcio y fósforo. El uso de dosis altas de fitasa e los alimentos es una nueva alternativa que ha generado resultados recientes muy alentadores.

Niveles adecuados de fósforo y suplementación de fitasa previenen la discondroplasia tibial (Oviedo, 2009).<sup>24</sup>

## **8: RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL POLLO DE ENGORDA POR EFECTOS DE LA ENZIMA FITASA**

Para el productor avícola y porcícola, el alimento representa el costo individual más grande, pero aproximadamente el 70% del fosfato contenido en los granos de cereal, harinas de semillas oleaginosas y sus subproductos no es digerido por los cerdos y aves de corral. Para asegurar que los alimentos satisfacen las necesidades del fósforo del animal, el productor deberá añadir fuentes caras de fósforo inorgánico a los alimentos (Danisco Animal Nutrition, ergomix).<sup>14</sup>

Phyzyme (fitasa) mejora la digestibilidad del fósforo, calcio, energía y aminoácidos contenidos en los granos de cereales, harinas de semillas oleaginosas y sus subproductos. Esto reduce la cantidad de fósforo inorgánico que debe agregarse al alimento y permite reformular la dieta para mejorar la energía y digestibilidad de los aminoácidos, reducción de los costos alimentarios (Danisco Animal Nutrition, ergomix).<sup>14</sup>

La enzima alimenticia fitasa Phyzyme libera de manera muy eficiente el fósforo, calcio, energía y aminoácidos contenidos en los ingredientes del alimento (Danisco Animal Nutrition, ergomix).<sup>14</sup>

El uso de las fitasas microbianas como aditivo en las raciones de las aves fue estudiado por Nelson (1976). Más recientemente, la eficacia de las fitasas comerciales ha permitido una mejora en la digestibilidad del P fitico en las aves desde 35 hasta alrededor del 60%. También reduce la concentración de fósforo en las excretas y por tanto, una mejora en la mineralización de los huesos, también se ha demostrado en efecto beneficioso de su administración al mejorar la retención de Ca, Zn, Mg, Fe y Cu y la digestibilidad de los aminoácidos (Viveros 2002).<sup>31</sup>

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la incorporación de fitasas sintéticas (*Aspergillus Níger*) en dietas para aves en crecimiento mejora la respuesta productiva, por incremento en la disponibilidad del fósforo fitico presente en una dieta a base de maíz-soya.

La suplementación de fitasas de 0, 300, 400 y 500 U/kg, con niveles creciente de fósforo total (0, 45, 0,55 y 0,65), incremento la ganancia de peso, el consumo de alimento, aun con el nivel más bajo de fitasa (300 U/kg) y, más evidente la adición de

0,45% del fosforo total. Se conoce, además, que las enzimas aumentan la absorción de los nutrientes en el tracto intestinal del ave, debido a que favorecen la actividad bacteriana y la producción de ácidos grasos volátiles (buche, intestino delgado y ciego), con aumento de tamaño de la vellosidad intestinal, la tendencia general de que la adición de fitasa, a los diferentes niveles de fosforo total no afecto la conversión alimenticia (Godoy. S. et al 2006).<sup>11</sup>

## **9: CONCLUSIONES**

La carne de ave es de las más consumidas por el humano en todo el mundo, debido a su bajo costo y su gran aportación nutrimental.

Con el uso de la fitasa se obtiene un mejor aprovechamiento de fosforo, energía, cenizas, nitrógeno con ello se incrementa la ganancia de peso y consumo de alimento, y de manera conjunta la materia seca, así como la menor excreción de todos ellos, lo que permite que los pollos de engorda alimentados con dietas de sorgo y pasta de soya y canola aprovechen mejor los nutrientes y excreten menos contaminantes al medio ambiente.

## 10: BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, A. (2008). Evaluación de una fuente de fosforo nacional y enzimas fitasas e la respuesta productiva-metabólica de pollos y gallinas ponedoras. Tesis para optar el grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Departamento de Nutrición y Manejo de Animales Monogastricos. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp 20-45.
2. Acosta, A. et al. (2007) Efecto de dos fitasas microbianas procedentes de *Aspergillus ficuum* y *Pichia pastoris* en el metabolismo mineral y comportamiento productivo de pollo de ceba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Revista cubana de ciencia agrícola, vol. 41, núm. 1, 2007: 49-54.
3. Acosta, A. et al. (2006). Enzimas en la alimentación de las aves. Fitasas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Revista cubana de ciencia agrícola, vol. 40, núm. 4, 2006: 377-387.
4. Ángel Roselina, PhD. Uso estratégico de enzimas en avicultura con énfasis en fitasas. Animal Sciences Center, Department of Animal Avian Sciences, University of Marylans, Collage Park, MD 20742. USA
5. Arroyo Villegas Josué J. (2013). Efecto de la distancia y rampas entre comederos y bebederos en el rendimiento productivo y fortaleza del hueso en pollos de engorda. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias. Colegio de postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadera.
6. Carlon Vargas G. (2007). El uso de enzimas en la alimentación de aves. Para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
7. Cortes Cuevas A. et al. (2005). Influencia de un estimulante del apetito sobre el consumo de alimento y comportamiento productivo en pollos de engorda. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción

Avícola. Universidad Nacional Autónoma de México. Veterinaria México, vol. 36, núm. 2, abril-junio, 2005; 127-133.

8. Costa Marcia. et al. (2012). Caracterización de enzimas hidrolíticas de *Aspergillus ficuum* producidas en fermentación sólida sobre torta de canola. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Rev. Colombiana de Biotecnología, Vol. XIV, N° 1, Julio, 2012; 208-215.
9. Cuca García M. et al. (2003). Disponibilidad del fósforo de la pasta de soya y sorgo-gluten de maíz, adicionadas con fitasa en pollos de engorda en iniciación. Revista Técnica Pecuaria Mexicana, vol. 41, núm. 3, 2003: 295-306.
10. Cisneros Joya Roberto D. (2003). Utilización del Cultivo de Levadura y Fitasa en el Crecimiento y Rendimiento en Canal de Pollo de Engorde. Tesis de licenciatura. San Salvador, el Salvador, C.A.
11. Godoy S. et al (2002). Efecto de la suplementación de fitasa microbiana en la utilización de fósforo fitico en pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz- soya. Instituto de Investigaciones Zootécnicas (INIA) Maracay. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, octubre, 2002: 519-523.
12. Hernández G. et al. (2006). Biodisponibilidad del fósforo de cereales en aves. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Maracay, Venezuela. Revista Científica, FCV-LUZ, vol. XVI, N° 2, 2006: 149-154.
13. [http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos\\_int.asp?cve\\_art=1012](http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=1012)
14. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/los-beneficios-enzimas-t3832/141-p0.htm>
15. [http://www.medvet.umontreal.ca/etudes/enseignementlignepatho\\_aviaire/aparato\\_esqueletico/osteodisanomamalform\\_%20dysplasia%20malfor/index.asp](http://www.medvet.umontreal.ca/etudes/enseignementlignepatho_aviaire/aparato_esqueletico/osteodisanomamalform_%20dysplasia%20malfor/index.asp)
16. <http://patologiaaviarmediagnostico.blogspot.mx/2012/05/osteoartritis-vertebral-esporadica-o.html>

17. <http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.mx/2012/07/rotacion-de-la-tibia.html>
18. <http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.mx/2012/01/discondroplasia-de-la-tibia-una.html>
19. <http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.mx/2012/03/osteocondrosis-las-mas-frecuente-de-las.html>
20. [http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.mx/2013\\_10\\_01\\_archive.html](http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.mx/2013_10_01_archive.html)
21. <http://avicultura2013.blogspot.mx/2013/07/deficiencias-nutricionales-en-aves.html>
22. Méndez Jesús, (2008). Fitasas en Avicultura. XIV curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/98CAPVI.pdf>
23. Ortiz Manzano Mario. et al. (2013). Efecto de la suplementación de dos tipos de fitasas en pollos, sobre desempeño y metabolismo en zonas de altura. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias. Vicerrectoría de Investigación y Vinculación con la Colectividad. Departamento de Ciencias de la vida. Programa de Maestría en Producción Animal.
24. Oviedo- Rondón. E.O. (2009). Aspectos nutricionales que influyen sobre la incidencia de problemas en patas en pollos de engorde. XXV Curso de Especialización FEDNA. Department of Poultry Science, North Carolina State University, Raleigh, NC, 27606
25. Peñafiel Hidalgo Henry, (2012). Uso de la fitasa en la producción de pollos broiler. Memoria técnica, previa la obtención del título de: Ingeniero Zootecnista. Escuela superior politécnica de Chimborazo, facultad de ciencias pecuarias, escuela de ingeniería zootécnica.
26. Pérez Serrano Martina, García Valencia Diego. Vitaminas en la alimentación de las aves. Universidad politécnica de Madrid. Natral, S.L. <http://www2.avicultura.com/newsletters/2013/nutricion/docs/Capitulo-5-libro-Nutricion-de-las-aves.pdf>

- 27.** Ross, (2009). Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde. [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Sp\\_anish\\_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Sp_anish_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf)
- 28.** Secretaria General de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, (Enero-2008). Caracterización de las Explotaciones Andaluzas del Sector Avícola. [http://ws128.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/servicio-estadisticas/Estudios-e-informes/ganaderia/carne-vacuno/vacuno\\_de\\_carne\\_bis.pdf](http://ws128.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/servicio-estadisticas/Estudios-e-informes/ganaderia/carne-vacuno/vacuno_de_carne_bis.pdf)
- 29.** Van der Heide L. (1980). Artritis viral tenosinovitis y otros problemas de patas en las aves. XVIII Symposium de la sección Española de la WPSA, Santiago de Compostela, Octubre 1980.
- 30.** Viera G, Fumero J.E (2009). Problemas de locomoción más frecuentes en pollos de engorde. Presentación por sexos frente a diferentes sistemas de restricción alimentaria. Revista cubana de ciencia avícola, ISSN 0138-6352, Vol.33, N°.1, págs. 78-82.
- 31.** Viveros A. et al. (2002). Efecto de la administración de origen vegetal y microbiano sobre la utilización del fosforo en pollos broiler. Dpto. de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. Instituto de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia.