

2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA ADICION DE ENZIMAS A
DIETAS TIPO COMERCIAL DE POLLO
DE ENGORDA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :
RODOLFO AGUILA SALINAS

ASESORES:

- MSC. ERNESTO AVILA GONZALEZ
- MPA. ARTURO CORTES CUEVAS
- MC. ELISEO ALCANTARA SANCHEZ

MEXICO, D.F.

278970

2000





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A LA MEMORIA DE MI PADRE, POR HABER SEMBRADO LA SEMILLA Y HABERME ENSEÑADO LOS PRIMEROS PASOS, DONDE QUIERA QUE ESTES.

A MI MADRE POR TODO EL SACRIFICIO, AMOR, TERNURA Y COMPRENSION, CON TODO MI CARÍÑO Y RESPETO:

A MI AMADISIMA VERO, POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO COMPARTIENDO SUEÑOS Y PROYECTOS, POR SER LA COMPAÑERA DE MI VIDA, HOY Y SIEMPRE, CON TODO MI AMOR.

A VERITO Y RUDY QUE SON MI BENDICION Y FUENTE MAS GRANDE DE INSPIRACION, LOS AMO.

A TERE, LUPITA, GUALBERTO, ELI, MAGUI, ROBERTO, IXCHEL, ITZAMNA, ROBERTITO Y GINY, POR SER LA FAMILIA IDEAL Y EL COMPLEMENTO DE MI VIDA. TODO MI AGRADECIMIENTO A GUDE Y MAMI BETI, POR ESTAR SIEMPRE CONMIGO.

AL DR. ERNESTO AVILA POR SU VALIOSO APOYO Y DEDICACION PARA CULMINAR CON ESTE PROYECTO DE MI VIDA, GRACIAS POR SU PACIENCIA Y AMISTAD.

AGRADECIMIENTOS

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNAM

**AL CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y EXTENSION EN
PRODUCCION AVICOLA DE LA FMVZ.**

A MALTA CLEYTON

**A LOS DOCTORES ELISEO ALCANTARA Y ARTURO CORTES POR SU
TIEMPO Y DEDICACION**

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	14
DISCUSION.....	16
CONCLUSIONES.....	18
LITERATURA CITADA.....	19
CUADRO 1.....	24
CUADRO 2.....	25
CUADRO 3.....	26
CUADRO 4.....	27
CUADRO 5.....	28
FIGURA 1.....	29
FIGURA 2.....	30

RESUMEN

RODOLFO AGUILA SALINAS: Efecto de la adición de enzimas a dietas tipo comercial de pollo de engorda.(Bajo la dirección de MSc. Ernesto Avila González MPA. Arturo Cortes Cuevas y MC. Eliseo Alcántara Sánchez)

Con la finalidad de evaluar el uso de un complejo enzimático (a base de alfa-amilasas 400 h/kg, xilanasas 300 u/kg y proteasas 4000 u/kg) en dietas para pollos de engorda sobre el comportamiento productivo, se llevó a cabo el presente experimento en una caseta convencional de 20 lotes con piso de cemento y cortinas laterales. Se emplearon 1000 pollos mixtos de un día de edad de la estirpe Peterson. El estudio constó de 4 tratamientos (1. Dieta testigo base maíz-soya, 2. Dieta testigo+enzimas, 3. Dieta testigo con 3% menos de proteína (PC) y energía metabolizable (EM) y 4. Dieta como el tratamiento 3+enzimas.), cada tratamiento contó con 5 repeticiones de 50 pollos cada una. Las dietas elaboradas a base de maíz+pasta de soya fueron adicionadas con las enzimas en las etapas de iniciación (0-3 semanas) y finalización (3-7 semanas) a razón de 1 kg por tonelada de alimento. Se utilizó un diseño al azar, con arreglo factorial completamente aleatorizado 2X2; un factor fueron la dieta testigo y la dieta con 3% menos de PC y EM y el otro factor las dietas antes mencionadas con la adición de 1 Kg/ton de enzimas. Los resultados obtenidos en 49 días de edad para ganancia de peso (2372a 2425a, 2154b y 2369a g) fueron diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). Con la adición de enzimas hubo respuesta en crecimiento, la reducción de PC y EM en la dieta, disminuyó el peso de los pollos. Para consumo de alimento (5507a, 5137b, 5364ab y 5297ab g), existió menor consumo ($P < 0.05$) en el tratamiento adicionado con enzimas. La conversión alimenticia (2.33ab, 2.12b, 2.49a y 2.24ab) mejoró ($P > 0.01$) con la adición de enzimas. El porcentaje de

mortalidad general, no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos (7.2, 6.4, 5.6 y 4.4 %). Para el porcentaje de mortalidad por síndrome ascítico (SA) (11.4, 10.7, 7.1 y 5.5%), existió efecto ($P < 0.01$) a las dietas con menor contenido de PC y EM con una menor mortalidad por este síndrome. Los datos obtenidos en este estudio indicaron que la inclusión del complejo enzimático en dietas maíz+soya para pollos de engorda mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia y es posible reducir en las dietas de iniciación y finalización un 3% de P.C (0.66%) y 3% de E.M (90 Kcal/kg.) mediante la suplementación de enzimas. No se observó algún efecto sobre la mortalidad general y por SA con la adición de enzimas, no obstante se obtuvo menor mortalidad por SA en las aves que consumieron la dieta con menor PC y EM.

PALABRAS CLAVE: Pollos de engorda, enzimas, proteína cruda, energía metabolizable.

INTRODUCCION

La producción de carne de pollo en México en los últimos años ha requerido de los mejores índices de conversión para así abatir los costos de producción que respresenta esta actividad, ya que día a día, las empresas dedicadas a este rubro compiten por obtener mejores fórmulas para la alimentación de sus aves, dependiendo de estas fórmulas para bajar puntos de conversión que asegurarán la permanencia de la empresa en el mercado. (1,2)

La adición de enzimas en la industria de los alimentos balanceados en México se inició en los últimos 25 años, mediante el empleo de β -glucanasas en dietas basadas en cebada, mas recientemente se han producido a escala industrial varias enzimas de utilidad práctica en la alimentación animal. Entre las enzimas que se han desarrollado para la práctica alimenticia se encuentran; las amilasas, proteasas, arabinoxilanasas, lipasas y fitasas, estas pueden mejorar la digestión de carbohidratos, proteínas, grasas y el aprovechamiento del fósforo en el tracto intestinal. Se ha visto que al ser adicionadas en dietas con sorgo ó maiz para pollo de engorda mejoran la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (3,4)

Comúnmente las dietas para pollos de engorda se elaboran en México principalmente a base de granos como el maíz o sorgo en algunos otros países, se incluye el trigo y cebada. Estos ingredientes contienen cantidades considerables de polisacáridos no digestibles, como los arabinoxilanos, que no pueden ser hidrolizados por las enzimas endógenas del ave, por lo que se requiere incluirlas en el alimento, ya que al no ser hidrolizados estos azúcares en el intestino delgado, forman complejos que dan como resultado una mayor viscosidad en el lumen intestinal, lo que interfiere con la digestión y absorción de los nutrimentos. El empleo de granos de cereales de baja viscosidad como el sorgo y el maíz , llamados así por su bajo contenido de polisacáridos no

almidones (PNA), en la formulación de raciones estos pueden ser mejor utilizados por los animales al ser incrementada su digesta intestinal mediante enzimas apropiadas. Lo antes descrito, se basa en estudios quienes han demostrado que la adición de xilanasas reduce la viscosidad de la digesta y mejora la digestión de los nutrimentos en la parte superior del tracto gastrointestinal, resultando en una mejor utilización de la energía y del comportamiento productivo. (4,5,6,7,8,9)

Para que los carbohidratos sean absorbidos por el ave, es necesario que se conviertan de polímeros complejos en azúcares simples. Los polímeros complejos son parte de la estructura vegetal y de la semilla en la cual su pared celular es la primera barrera y tal vez la más importante que tendrán que superar las enzimas digestivas para llegar a los nutrientes que contienen las células de las semillas. Los procesos a los que son sometidos los ingredientes en la elaboración de alimentos balanceados, sirven para alterar físicamente las paredes celulares y destruir las cubiertas impermeables de las semillas; sin embargo, muchas células de las semillas quedan intactas y cuando el animal consume estos alimentos el sistema digestivo no puede utilizar los nutrientes debido a la barrera que representa la pared celular de los granos y a la deficiente producción de enzimas por parte del ave (10). Con esto, el uso de enzimas exógenas en los alimentos para aves se puede complementar a las enzimas endógenas del tracto intestinal e incrementar la digestibilidad de los granos, por lo que son consideradas como promotoras del crecimiento. En contraste con otros aditivos utilizados en las raciones de pollo de engorda, no son esenciales en el alimento, específicamente las enzimas aumentan el aprovechamiento de los nutrientes de los ingredientes de la dieta, por medio de un aumento en la digestibilidad de los granos mediante su efecto de hidrólisis (10,11,12)

Las enzimas son catalizadores de los sistemas biológicos y son moléculas que determinan la pauta de las transformaciones químicas. Sin las enzimas, los alimentos no pueden ser digeridos y las reacciones biológicas no se llevarían a cabo (13,14). Las características más sobresalientes de las enzimas son su poder catalítico y su alta especificidad, estas aceleran las reacciones con una velocidad de hasta un millón de veces más rápido que una reacción no catalizada por enzimas (14,15,16).

La actividad enzimática puede ser regulada por retroalimentación negativa, mediante proteínas reguladoras que inhiben o estimulan la actividad de las enzimas y por conversión de una proteína inactiva en una enzima activa, mediante la ruptura de enlaces peptídicos, este proceso se denomina "activación proteolítica" (14).

El proceso de digestión incluye a las reacciones químicas, en las cuales las enzimas se enlazan a moléculas de alto peso molecular (proteínas, grasas y carbohidratos) del alimento para formar el complejo enzima-sustrato y desdoblan estas, en moléculas más pequeñas para que puedan ser absorbidas en el tracto intestinal (1).

Como se mencionó anteriormente las enzimas son sustrato-específicas y solo actúan sobre un determinado sustrato, por ejemplo la β -glucanasa actúa desdoblando a los β -glucanos contenidos en la cebada y no pueden actuar sobre otro tipo de moléculas (17). En la Figura 1 se explica gráficamente cómo funcionan las enzimas. En el primer paso, la enzima se une al sustrato mediante su centro activo, en el cual existe intercambio y atracción de electrones entre el complejo enzima+sustrato (reacción en estado estacionario), momento en el cual se encuentra la reacción enzimática. En el segundo paso se liberan los productos del sustrato (reacción en estado de

transición) quedando libre la enzima para ser nuevamente utilizada por otro sustrato (14,18).

Las enzimas son proteínas que pueden ser destruidas por altas temperaturas (> 90 °C), pH ácido (<3), pH alcalino (>7), y por un largo periodo de almacenamiento (19,20). La actividad enzimática puede ser disminuida o inhibida por los factores antes mencionados, esta actividad varía de acuerdo a la enzima que se trate, por ejemplo la β -glucanasa tiene cerca del 90% de actividad en relación al 96 y 98% de actividad de la celulasa y xilanasas respectivamente cuando estas son sometidas a 26 semanas de almacenamiento. La actividad enzimática se puede medir por cromatografía de líquidos de alta resolución, filtración de gel y por electroforesis (21). Sin embargo un método eficaz para evaluar la eficacia de las enzimas en las dietas es mediante la respuesta en el rendimiento productivo (22).

Existen en la actualidad especies de hongos y bacterias utilizadas por la biotecnología para la producción industrial de enzimas, mediante la modificación por selección de cepas, en condiciones de fermentación o por ingeniería genética. Las bacterias más utilizadas son las del género *Bacillus* y *Clostridium*, entre los géneros de hongos más usados se encuentran los *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium* y *Humicola* (23), aunque cualquier microorganismo vivo contiene enzimas y esto significa que cualquiera de ellos puede ser elegido como fuente potencial de enzimas. Normalmente se prefieren a las enzimas que provienen de bacterias y hongos ya mencionados, porque se pueden producir a bajo costo, en grandes cantidades y bajo condiciones industriales (24).

Los microorganismos seleccionados deberán ser: no patógenos, no tóxicos, sin actividad antibiótica y fácil de cultivarse. El proceso de producción en general es similar para todas las enzimas y varía de acuerdo al tipo de microorganismo y

condiciones de crecimiento del que se trate. La fermentación tiene lugar en grandes depósitos de agitación (fermentadores), con una duración de 3 a 5 días a temperaturas que oscilan entre los 20 y 50 °C. La mayoría de las enzimas son excretadas por los microorganismos al caldo de fermentación. La biomasa y las partículas se separan por filtración y ultrafiltración; posteriormente se concentra el material enzimático pasando por el secado por aspersion y por último se estandariza. Este proceso se explica brevemente en la Figura 2 (25).

En el mercado existen 2 tipos de presentación física de enzimas: una en forma granulada que resisten hasta 9 meses de almacenamiento y temperaturas de hasta 85°C, temperatura en la cual se peletizan los alimentos (21). La forma de presentación líquida es más sensible a los factores antes mencionados, por lo que se recomienda su uso después del proceso de peletización mediante aspersores y en el momento que va a ser utilizado el alimento (22).

El potencial nutritivo de un cereal o leguminosa está relacionado positivamente con el contenido de proteína, grasa y almidones, no obstante esta negativamente relacionado con el contenido de fibra. El almidón constituye del 55 al 70% del peso de los granos; el endospermo está constituido por el embrión y almidón encerrado por la capa aleurona y el pericarpio. Este último es fraccionado al momento de la molienda, masticación y en la digestión de la molleja (1). Las paredes de las células del pericarpio, aleurona y endospermo, se asemejan porque tienen celulosa, PNA, compuestos fenólicos, pectinas y proteínas; sin embargo, varían proporcionalmente en cada componente del grano (26).

La formación de la viscosidad en el intestino delgado, es uno de los efectos antinutricionales de los PNA, la cual no permite una absorción adecuada de los nutrientes. Por otro lado el factor antitripsico, las lectinas y proteínas de peso molecular elevado encontrados en la pasta de soya ya procesada, afectan la

digestibilidad y por lo tanto la disponibilidad de sus nutrientes. Esto ha encausado a los investigadores a realizar estudios para mejorar la eficiencia en la utilización de las materias primas mediante la adición de enzimas en las dietas para aves y con esto mejorar su rendimiento productivo (13)

Algunas investigaciones se han realizado adicionando enzimas en dietas para pollos de engorda a base de trigo o cebada, los resultados de estos trabajos han concluido que existe significativamente ($P < 0.01$) una mejor ganancia de peso con un incremento del 3.5 al 6% y conversión alimenticia (27,28,29). Sin embargo otros investigadores, solo han encontrado una mejoría numérica en dichos parámetros. (30,31)

La adición de proteasas y alfa-galactosidasas en dietas para pollos de engorda, a base de pasta de soya incrementa la disponibilidad de nitrógeno y energía metabolizable verdadera (30,32). La inclusión de diferentes niveles de proteasas y alfa-galactosidasas en dietas maíz+soya para pollos de engorda mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia (33,34). La disponibilidad de la proteína de soya es excelente (90% o más) ; en cambio la parte de carbohidratos no se aprovecha bien (35).

Algunas investigaciones se han dirigido al estudio sobre la adición de enzimas específicas para degradar oligosacáridos que contienen rafinosa, estaquiosa, celobiosa y cantidades considerables de celulosa, pectinas y arabinosilanos (5, 12 y 0.5% respectivamente) contenidos en la pasta de soya que no pueden ser degradados por el ave misma(35,36,37).

Los inhibidores de proteasas y lectinas presentes en la pasta de soya, no son eliminados totalmente en el procesamiento por calor, por lo que quedan residuos de estos compuestos que producen efectos antinutricionales, además de reducir la calidad de la proteína. Investigaciones de laboratorio han extraído

enzimas de microorganismos que contienen proteasas, como alternativa o complemento al tratamiento por calor que se realiza a la soya y que son capaces de degradar a los inhibidores de proteasas (2,38)

La adición de enzimas en los alimentos balanceados se justifica: primero, como suministro de enzimas por vía exógena, ya que el animal no las sintetiza, como los arabinosilanos las aves no pueden usar este polímero de amplia distribución en los granos por lo que al adicionar arabinosilanasas se incrementan la digestibilidad de los ingredientes o granos empleados y con esto la disponibilidad de nutrientes contenidos en los polímeros de arabinosilanos (39).

En la actualidad, la biotecnología busca mejorar la eficiencia de las enzimas, por ejemplo: con la obtención de microorganismos termoestables, se consigue extraer enzimas más resistentes a las altas temperaturas, tal es el caso de las xilanasas provenientes del *thermomyces lanuginosus* microorganismo estable al calor, sin embargo todavía no se produce en cantidades industriales (13,17).

Durante los primeros días de vida de las aves, los órganos digestivos no producen enzimas eficientemente, al adicionar enzimas a las raciones se complementan los procesos digestivos, logrando así un mejor aprovechamiento y absorción de los nutrientes y con esto se obtiene una mejor ganancia de peso y conversión alimenticia en los pollos (19).

HIPOTESIS

La adición de enzimas (xilanasas, amilasas y proteasas) en dietas tipo comercial de pollo de engorda a base de maíz+soya a niveles normales y con menor contenido de energía y proteína, mejoran los parámetros productivos en el pollo de engorda.

OBJETIVO:

Determinar el efecto de la adición de enzimas a dietas para pollo de engorda tipo comercial maíz+soya con contenido normal y con menor cantidad de proteína y energía como mejoradoras de los parámetros productivos.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizado en Zapotitlán Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2,250 m.s.n.m, entre los paralelos 19° 17' latitud norte y los meridianos 99° 02' 30" longitud oeste, con clima templado subhúmedo y bajo grado de humedad (C (wo)(w)). Enero es el mes más frío y mayo el mes más caluroso, la temperatura media anual de 16°C y la precipitación pluvial anual de 747mm (40).

Para llevar a cabo este experimento, se utilizaron 1000 pollos de engorda mixtos de un día de edad de la estirpe Peterson, los cuales se lotificaron en 20 corrales con piso de cemento en una caseta convencional, con techo de asbesto y cortinas laterales para regular la ventilación. Se utilizaron comederos de tolva, bebederos automáticos de campana y una criadora entre dos corrales para proporcionar calor las primeras 4 semanas de vida.

A los pollos se les proporcionaron dietas tipo comercial utilizando como base maíz y pasta de soya, las fórmulas se muestran en los Cuadros 1 y 2. Utilizando dos etapas conforme a lo señalado por Cuca *et al* (1).

Iniciación (0-21 días de edad) con 22% de PC y 3050 kcal de EM/kg

Finalización (22-49 días de edad) con 20% de PC y 3100 kcal de EM/kg

En cuanto al manejo profiláctico, las aves llevaron un calendario de vacunación como se indica en el Cuadro 3.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2X2; donde un factor fueron los niveles de PC y EM y el otro la adición o no de enzimas a razón de 1 Kg/Ton (xilanas 300u/kg, alfa-amilasa 400 u/Kg, y proteasa 4000 u/Kg).

El modelo estadístico fue el siguiente (41):

$$Y_{ijk} = \mu + NPE_i + AE_j + (NPE \times AE)_{ij} + E_{ij}$$

Donde :

Y_{ijk} = Valor de la variable de respuesta (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad general y mortalidad por SA, correspondiente al i -ésimo nivel de proteína y energía (NPE) y a la j -ésima adición de enzimas a la dieta (AE) en la k -ésima repetición..

μ = Media general poblacional para las variables ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad general y mortalidad por SA.

NPE_i = Efecto del i -ésimo nivel de proteína y energía de la dieta.

AE_j = Efecto de la j -ésima adición o no adición de enzimas a la dieta.

$(NPE_i \times AE_j)$ = Efecto de la interacción del i -ésimo nivel de proteína y energía en la dieta y la j -ésima adición o no de enzimas a la dieta.

E_{ijk} = error experimental, asociado a cada una de las observaciones.

La hipótesis nula planteada (H_0) fue: la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentajes de mortalidad general y mortalidad por SA son diferentes de acuerdo al nivel de proteína y energía con y sin la adición de enzimas en la dieta.

$$H_0 = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$$

$$H_a = T1 = T2 = T3 = T4$$

La identificación de los tratamientos fue:

1. Dieta testigo o normal
2. Dieta testigo+enzimas*
3. Dieta con menos 3% de PC y EM
4. Dieta con menos 3 % de PC y EM+enzimas

Cada tratamiento contó con 5 repeticiones de 50 pollos cada una. Durante el experimento se llevaron registros de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad general y mortalidad por SA.

El experimento duró 49 días y los resultados obtenidos, de las variables antes mencionadas se sometieron a un análisis de varianza conforme al diseño empleado (42).

*Avizyme 1500. Marca comercial: Finnfeeds International

RESULTADOS

Los resultados promedio obtenidos en 49 días de edad de las aves para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia junto con los datos de sus análisis de varianza se encuentran resumidos en el Cuadro 4. Se puede observar, que en ganancia de peso existió efecto ($P < 0.01$) al factor dieta ya que la disminución de proteína y energía en las dieta, ocasionó 138 g menos de peso con respecto al testigo, lo que representó un 5.75% menos de crecimiento. También existió efecto ($P < 0.01$) al factor con y sin la adición de enzimas, se tuvo un mayor peso de 134g (5.6%) en las aves que consumieron las enzimas en la dieta con respecto a las que no consumieron enzimas.

En cuanto al consumo de alimento no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) al factor dieta (dieta normal y dieta con menos PC y EM); pero con la adición de enzimas se observó diferencia ($P < 0.01$) a favor de las aves que consumieron enzimas con un menor consumo de alimento promedio a los 49 días de 218g en relación a las aves que no recibieron enzimas en la dieta.

Para conversión alimenticia existió efecto ($P < 0.05$) al factor dieta, se nota claramente en el Cuadro 4, una mayor conversión alimenticia en las aves que consumieron la dieta baja en PC y EM en relación a los pollos que consumieron la dieta testigo, la cual tuvo una mejora del 6.4% en la conversión de alimento. Igualmente existió diferencia ($P < 0.01$) a favor de los tratamientos con enzimas, observándose una mejor conversión alimenticia en las aves tratadas con enzimas, con una ventaja del 9.8% más en la eficiencia de la conversión de alimento (Cuadro 4).

Los resultados para porcentajes de mortalidad general y por SA se encuentran resumidos en el Cuadro 5. En el porcentaje de mortalidad general no existió diferencia ($P > 0.05$) entre dietas normales y con menor contenido de PC y EM,

ni tampoco existió efecto a la adición de enzimas a las dietas. Sin embargo, en el porcentaje de mortalidad por SA existió diferencia ($P < 0.05$), notándose una menor mortalidad con la disminución de PC y EM en las dietas, con respecto a los pollos que consumieron la dieta normal. No hubo efecto ($P > 0.05$) a la inclusión de enzimas, en la mortalidad por SA en las aves.

DISCUSION

Los resultados referentes a la ganancia de peso y conversión alimenticia mostraron un efecto significativo ($P < 0.01$) a la disminución de proteína y energía a la dieta maíz+soya, que representó un 5.7% de menor aumento de peso y mayor cantidad de alimento por kilogramo de ganancia, respecto a las aves que consumieron una dieta normal. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos por otros investigadores, que han demostrado que una reducción de proteína y energía en la dieta para pollos de engorda, afecta la ganancia de peso y la conversión alimenticia (43,44,45,46).

Por otro lado existió efecto ($P < 0.01$) a la adición de enzimas en las dietas maíz+soya, con una mayor ganancia de peso (5.6%) en contraste con las aves que no consumieron enzimas. La adición de enzimas a la dieta maíz+soya baja en proteína y energía permitió tener datos similares de comportamiento en los pollos en relación a los que recibieron dietas normales. Los datos de este estudio coinciden a otros en donde los resultados obtenidos con dietas para pollos a base de maíz+soya con la adición de xilanasas, proteasas y alfa-amilasas mejoraron la ganancia de peso y la conversión alimenticia debido a un incremento en la digestibilidad de los nutrientes (34,47,48). Sin embargo otros investigadores solo han encontrado resultados que indican solo una mejoría numérica en dichos parámetros (30,31).

En cuanto al mayor consumo (218g) de alimento ($P < 0.01$) con la dieta baja en PC y EM en las aves que no se les adicionó las enzimas en la dieta, este efecto puede deberse al menor contenido de EM y el ave consume más alimento para cubrir sus requerimientos (49).

Al no adicionar enzimas en la dieta, la disponibilidad de energía es menor ya que las xilanasas y las alfa-amilasas aumentan alrededor de 90 a 120 kcal/kg

de EM de las dieta (2,36,37,38,48). La menor EM conlleva al ave a consumir más alimento para cubrir sus requerimientos de energía.

En cuanto al porcentaje de mortalidad general no se observó diferencia estadística ($P>0.05$) a la reducción de PC y EM en la dieta, ni tampoco a la adición de enzimas. En la mortalidad por SA, no existió efecto ($P>0.05$) al tratamiento con enzimas. Sin embargo, los resultados mostraron una menor mortalidad por este síndrome ($P<0.05$) en las aves que consumieron la dieta con 3% menos de energía y proteína. Este efecto puede ser explicado, debido a que los pollos que consumen dietas con menor densidad de energía y proteína presentan una menor carga metabólica, por lo que el ave tiene una menor velocidad de crecimiento y como consecuencia una menor mortalidad por síndrome ascítico, ya que se presenta principalmente en pollos con un rápido crecimiento (43,44,45,46).

CONCLUSIONES

1. La adición del complejo de enzimas (xilanasas 300 u/kg, alfa amilasa 400 u/kg y proteasa 4000 u/kg a razón de 1.0 kg/ton) en dietas a base de maíz+soya para pollos de engorda mejora estadísticamente la ganancia de peso y la conversión alimenticia.
2. La reducción de 3 % de proteína y energía en dietas para pollos de engorda, afectó negativamente la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Sin embargo; la inclusión de enzimas a este tipo de dietas, mejoró el comportamiento productivo obteniendo datos similares al de la dieta testigo.
3. La inclusión de enzimas en dietas para pollo de engorda no afectó la mortalidad general y la mortalidad por síndrome ascítico.
4. La disminución de 3% de proteína y energía en dietas para pollos de engorda redujo la mortalidad por síndrome ascítico al reducir el crecimiento en los pollos.

LITERATURA CITADA

- 1.- Cuca GM, Avila GE, Pro MA. Alimentación de las aves 8va ed. Chapingo Edo. de México: Universidad Autónoma Chapingo 1996.
- 2.- Classen HL, Balnave D, Bedford MR. In recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Ed. AFB van der Poel, J Huisman and HS Saini Wageningen pers, The Netherlands, 1993:501-516.
- 3.- Classen HI, Campbell GL, Groot JWD. Improved feeding value of saaskatchewan grown barley for broiler chicks with dietary enzyme supplementation. Can J Anim Sci 1988;68:1253-1259.
- 4.- Hesselman K, Aman P. The effect of beta-glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed low and high viscosity barley. Anim Feed Sci technol 1986;14:83-93.
- 5.- Mul AJ, Bonte AW. European symposium on feed enzymes. 2nd The Netherlands, 1995:135.
- 6.- Shapiro F, Nir Y. Stuning syndrome in broilers: Effect of age and exogenous amylase and protease on performance, development of the digestive tract digestive enzyme activity and apparent digestibility. Poult Sci 1995;74:2019.
- 7.- Taylor LCC, Headon DR. Introducción a las enzimas. Biotecnología en la industria de alimentación animal, Apligén México, 1992.
- 8.- Almirall M, Esteve GE. Rate of passage of barley diets with chromium oxide; influence of age and poultry strain effect of β -glucanase supplementation. Poult Sci 1994;73:1433-1440.
- 9.- Almirall M, Francesch M, Perez-vendrell AM, Brafu J, Esteve GE. The differences in intestinal viscosity and β -glucanase alter digesta and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. J of Nutr 1995;125:947-955.
- 10.- Cervantes EJ. Efecto de la adición de una preparación enzimática sobre el crecimiento de pollos de engorda alimentados con dietas a base de sorgo-soya. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, 1993.

- 11.- Lyons TP, Jacques K. Biológico tools improve poultry performance. *Poult Sci* 1987b;4:53-55.
- 12.- Wenk C, Messikommer R. Carbohidrates as suplementes for layer and broiler rations. *Biotechnology in the feed industry*. Edited by T.P Lyons, Nicholasville Kentucky, USA 1991:179-184.
- 13.- Bedford, M. Restricciones digestivas de los ingredientes alimentarios y oportunidades teóricas para la suplementación con enzimas. *Memorias del seminario sobre el empleo de enzimas en la nutrición animal*. Trow Ibérica, Madrid españa. Abril 1991.
- 14.- Lubert S. *Bioquímica* 3ra edición ed. REVERTE, Barcelona España 1988.
- 15.- Ondarca NR. *Biología Moderna* 10ª ed. Ed. Trillas, 1996.
- 16.- Pacheco LD. *Bioquímica Estructural y Aplicada a la Medicina* 1ª ed.. Instituto Politecnico Nacional, 1996.
- 17.- Sears A, Walsh G. *Industrial enzyme applications: Using these concepts to match animal, enzyme and substrate in feed industry applications*. *Biotechnology in the Feed Industry* (Alltech). Nicholasville Kentucky USA. Edited by T.P Lyons 1993:373-394.
- 18.- Donkers W. Enzymes are nature's teeth. *Pig's*. 1989:15-16.
- 19.- Piquer FJ. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en nutrición animal: estudio comparativo entre especies. *Memorias del XII Curso de especialización FEDNA*. Madrid España. Noviembre 1996.
- 20.- Fuente JM, Perez de Ayala, P, Flores A, Villamide MJ. Effect of storage time and dietary enzyme on the metabolizable energy and digesta viscosity of barley-based diets for poultry. *Poult Sci* 1998;77:90-97.
- 21.- Spring P, Newman KE, Wenk C, Messikommer R, Vukic VM. Effect of pelleting temperatures on the activity of the different enzymes. *Poult sci* 1996;75:357-361
- 22.- Graham H, Inburr J. Stability of enzymes during processing. *Feed Mix* 1997;3:18.

- 23.- Bender ML, Bergeron RJ, Komiyama M. The biorganic chemistry of enzymatic catalysis. Wiley-Interscience, 1984.
- 24.- Annison G, Choct M. Antinutritive action cereal non-starch polysaccharides in broilers. *World's Poult Sci* 1991;47:232-242.
- 25.- United States Food and Drug Administration. Compliance Policy Guide No. 7126-41 (1988).
- 26.- Choct M. Non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. *Feed Milling International*. June, 1997:13-19.
- 27.- Esteve GE, Brufau J, Pérez VA, Miquel A, Duven K. Bioefficacy of enzyme preparations containing β -glucanase and xylanase activities in broiler diets based on barley or wheat, in combination with flavomycin. *Poult Sci* 1997;76:1728-1737.
- 28.- Svihus B, Newman RK, Newman CW. Effect of soaking, germination and enzyme treatment of whole barley on nutritional value and digestive tract parameters of broiler chickens. *Br Poult Sci* 1997;38:390-396.
- 29.- Allen CM, Mc Cracken KJ, Bedford MR. Effect of fat type, rate of wheat inclusion and enzyme supplementation on diet energy metabolizable and broiler performance. *Br Poult Sci* 1997;38:S25.
- 30.- Marsman GJP, Gruppen H, Vander Poel AFB, Kwakkel RP, Verstegen MWA, Voragen AGJ. The effect thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poult Sci* 1997;76:864-872.
- 31.- Yassar S, Forbes JM. Effects of wetting and enzyme supplementation of wheat based foods on performance and gut responses of broiler chickens. *Br Poult Sci* 1997;38:S43.
- 32.- Ghazi S, Rooke JA, Galbraith H, Morgan A. Effect on nitrogen digestibility in growing chicks and broilers of treating soybean meal with different proteolytic enzymes *Br Poult Sci* 1996;37:S53.

- 33.- Ghazi S, Rooke JA, Galbraith H, Morgan A. Potential for improving soyabean meal in diets for Chicks: treatment with different proteolytic enzymes. *Br Poult Sci* 1996;37:S54.
- 34.- Silvia SSP, Smithard RR. Digestion of protein, fat, and energy in rye-based broiler diet is improved by the addition of exogenous xylanase and protease *Br Poult Sci* 1997;38:S38.
- 35.- Leeson S, Summers JD. *Comercial poultry nutrition 2nd ed university Books* P.O Box 1326 gueelph, Ontario, Canada, 1997.
- 36.- Irish GG, Barbour GW, Classen HL Tyler RT, Bedford MR. Removal of the alfa-galactosides of sucrose from soybean meal using either ethanol extraction or exogenous alfa-galactosidase and broiler performance. *Poult Sci* 1995;74:1484-1494.
- 37.- Knap IH, Phmann A, Dale N. *European Symposium feed Enzymes. 2nd ed* W van Hartingsveldt, Mhessing JP van der Lugth and WAC somers Zeist, the Netherland, 1995:282.
- 38.- Meijer MMT, Spekking WTJ, Sijtsma L, Bont JAM. Industrial crops and products. *Br J Nutr* 1995;4:147-154.
- 39.- Zatory JM, Ferket PR. The effect of enzyme supplementation of corn-soy diets on the performance of broiler. *Poult Sci Abstracts* 1990;69:149.
- 40.- NEGI. Tlahuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.
- 41.- Gill JL. *Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol. 1.* Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1978.
- 42.- Steel GDR y Torrie HJ. *Bioestadística. Principios y procedimientos.* México D.F. Ed Mc Graw Hill (1985).
- 43.- Arce MJ, Peñalva GG, López CC, Avila GE. Densidades de energía y proteína en dietas de pollo de engorda sobre los parámetros productivos y la mortalidad por el síndrome ascítico. *Memorias de la XVIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.* Cancún Quintana Roo. 1993:17-23 ANECA, México, D.F 1993.

- 44.- Arce MJ Peñalva GG, López CC, Avila GE. Effect of nutrient density and feed restriction at early ages on the control of ascites. Proc 18th Annual Meeting South Poul Soc. Atlanta Georgia 1997:122.
- 45.- Flores CE, Avila GE. Mortalidad en pollos de engorda con síndrome ascítico y su relación con fuentes concentradas de energía. Memorias de la VIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. Ixtapa, México. 1983, ANECA, México, D.F 1983.
- 46.- López CC, Arce MJ, Peñalva GG, Ramos FL, Avila GE. Effect of nutrient density and feed restriction on ascites syndrom in broilers. Proc Annual Meeting South Poul Sci Soc. Atlanta Georgia, USA 1995:47.
- 47.- Ghazi S, Rooke JA, Galbraith H, Morgan A. Effect of feeding growing chicks semi-purified diets soybean meal and different amount.s of protease and alpha-galactosidase enzymes. Br Poul Sci 1997;38:S29.
- 48.- Pack M, Bedford MR, Coon C, Rostagno HS. Effects of feed enzymes on ileal digestibility of energy and protein in corn-soybean diets fed to broilers. Proc 11th Europ Symp on Poul Nutr, Faaborg, Denmark, 24-28 August 1997:502-504.
- 49.- Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the chicken. 3ra ed. M. L. Scott and Associates, Ithaca, New York, 1982.

CUADRO 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES BASALES EMPLEADAS EN POLLOS DE 0 A 21 DIAS DE EDAD.

INGREDIENTE	TESTIGO	MENOR PC Y EM
MAIZ	533.478	582.350
PASTA DE SOYA 46% P	379.545	351.282
ACEITE VEGETAL	40.000	18.251
ORTOFOSFATO	18.524	21.677
CARBONATO DE CALCIO	16.531	13.548
SAL	3.964	3.948
PREMEZCLA DE VITAMINAS *	2.500	2.500
DL-METIONINA	2.438	2.669
PREMEZCLA DE MINERALES *	1.000	1.000
COLORURO DE COLINA 60%	0.400	0.400
COCCIDIOSTATO	0.500	0.500
BACITRACINA	0.500	0.500
ANTIOXIDANTE	0.120	0.120
ANTIFUNGAL	0.500	0.500
TOTAL	1000.00	1000.00
	ANALISIS CALCULADO	
PROTEINA %	22.00	21.34
EM Kcal/kg	3000	2910
LISINA %	1.20	1.20
METIONINA %	0.55	0.59
MET+CIST. %	0.90	0.90
CALCIO %	1.00	1.00
FOSFORO DISP. %	0.50	0.50

*Vitamina A (12,000,000 UI), Vitamina D3 (2,500,000), Vitamina E (15,000 UI), vitamina K (2.0g), Vitamina B1 (2.25g), Vitamina B2 (7.5g), Vitamina B6 (3.5g), Vitamina B12 (20mg), Ac. Pantoténico (12.5g), Ac. Fólico (1.5g), Biotina (125mg), Niacina (45g), Hierro (50g), Zinc (50g), Manganeso (110g), Cobre (12g), Yodo (0.30g), Selenio (200mg), Cobalto (0.20g).

CUADRO 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES BASALES EMPLEADAS EN POLLOS
DE 22 A 49 DIAS DE EDAD.

INGREDIENTE	TESTIGO	MENOR PC Y EM+ENZIMAS
MAIZ	595.098	622.100
PASTA DE SOYA 46% PC	318.813	299.779
ACEITE VEGETAL	43.225	35.000
ORTOFOSFATO	16.429	16.489
CARBONATO DE CALCIO	15.109	15.206
SAL	3.963	3.697
DL-METIONINA	1.843	2.017
PREMEZCLA DE VITAMINAS*	2.500	2.500
PREMEZCLA DE MINERALES*	1.000	1.000
CLORURO DE COLINA 60%	0.400	0.400
COCCIDIOSTATO	0.500	0.500
BACITRACINA	0.500	0.500
ANTIOXIDANTE	0.120	0.120
ANTIFUNGAL	0.500	0.500
TOTAL**	1000.00	1000.00
ANALISIS CALCULADO		
PROTEINA %	20.00	19.40
EM Kcal/KG	3100	3076
LISINA %	1.05	1.01
METIONINA %	0.49	0.50
MET+CIST %	0.78	0.78
CALCIO %	0.90	0.90
FOSFORO DISPONIBLE %	0.45	0.45

*Vitamina A (12.000,000 UI), Vitamina D3 (2.500,000), Vitamina E (15.000 UI), vitamina K (2.0g), Vitamina B1 (2.25g), Vitamina B2 (7.5g), Vitamina B6 (3.5g), Vitamina B12 (20mg), Ac. Pantoténico (12.5g), Ac. Fólico (1.5g), Biotina (125mg), Niacina (45g), Hierro (50g), Zinc (50g), Manganeso (110g), Cobre (12g), Yodo (0.30g), Selenio (200mg), Cobalto (0.20g).

**Se adicionó 4 kg/ton extras en cada dieta de avelut amarillo (60 mg de xantofilas saponificadas)

Cuadro 3**CALENDARIO DE VACUNACION EMPLEADO EN EL EXPERIMENTO**

EDAD	VACUNA	VIA	CEPA
9 días	Infección de la Bolsa de fabricio	Ocular	Lukert
12 días	E. de Newcastle	Ocular y subcutanea	La sota
22 días	Infección de la bolsa de fabricio	Oral	Lukert

Cuadro 4

RESULTADOS PROMEDIO DE EFECTOS PRINCIPALES EN PARAMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON Y SIN ENZIMAS (AVIZYME 1500)* A LOS 49 DIAS DE EDAD.

TRATAMIENTOS		GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	CONVERSION ALIMENTICIA
DIETAS	ENZIMAS*	G	G	Kg*kg
TESTIGO		2399a	5322a	2.227a
MENOR PC Y EM		2261b	5330a	2.369b
EEM*		67.52	35.03	0.088
	SIN	2263b	5435a	2.416a
	CON	2397a	5217b	2.180b
	EEM	34.48	75.25	0.077
FUENTE DE VARIACION		PROBABILIDAD		
DIETAS		0.009	0.910	0.031
ENZIMAS		0.010	0.009	0.002
DIETASXENZIMAS		0.093	0.052	0.722

(a,b) Valores con distinta letra para efectos principales son diferentes estadísticamente.

*Error Estandar de la Media.

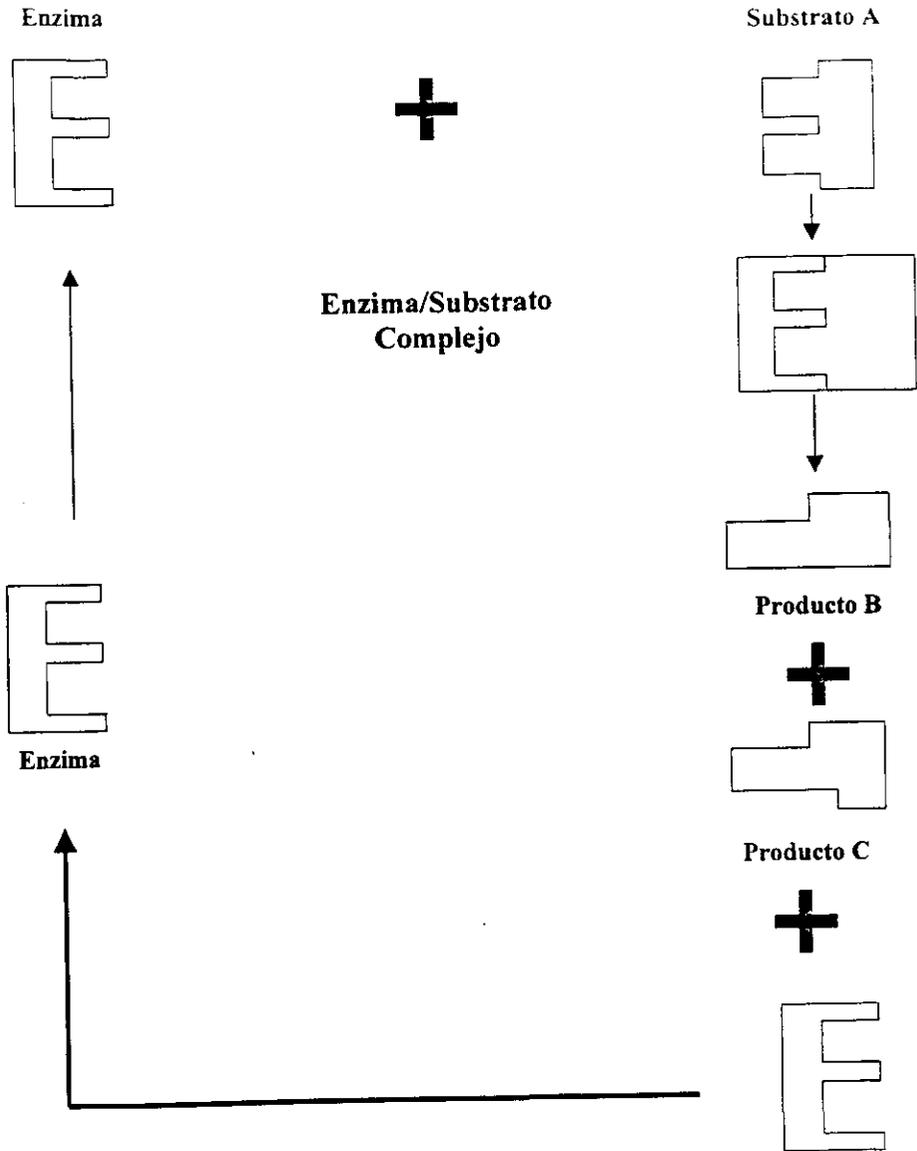
CUADRO 5

PORCENTAJES DE MORTALIDAD PARA EFECTOS PRINCIPALES A LOS 49
DIAS DE EDAD EN POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON Y SIN
ENZIMAS

TRATAMIENTO		MORTALIDAD GENERAL	MORTALIDAD POR SA
DIETAS	ENZIMAS	%	%
TESTIGO		6.8a	3.8a
MENOS PC Y EM		5.0a	1.8b
EEM*		1.048	0.632
	SIN	6.4a	3.0a
	CON	5.4a	2.6a
	EEM	1.037	0.748
FUENTE DE VARIACION		PROBABILIDAD	
DIETAS		0.085	0.013
ENZIMAS		0.329	0.511
DIETAS X ENZIMAS		0.836	0.780

(a,b) Valores con distinta letra para efectos principales son diferentes estadísticamente.

*EEM= Error estandar de la media



**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Figura 1. Funcionamiento de enzimas (18)

FIGURA 2
PROCEDIMIENTOS PARA LLEVAR A CABO LA PRODUCCION INDUSTRIAL DE ENZIMAS (25).

