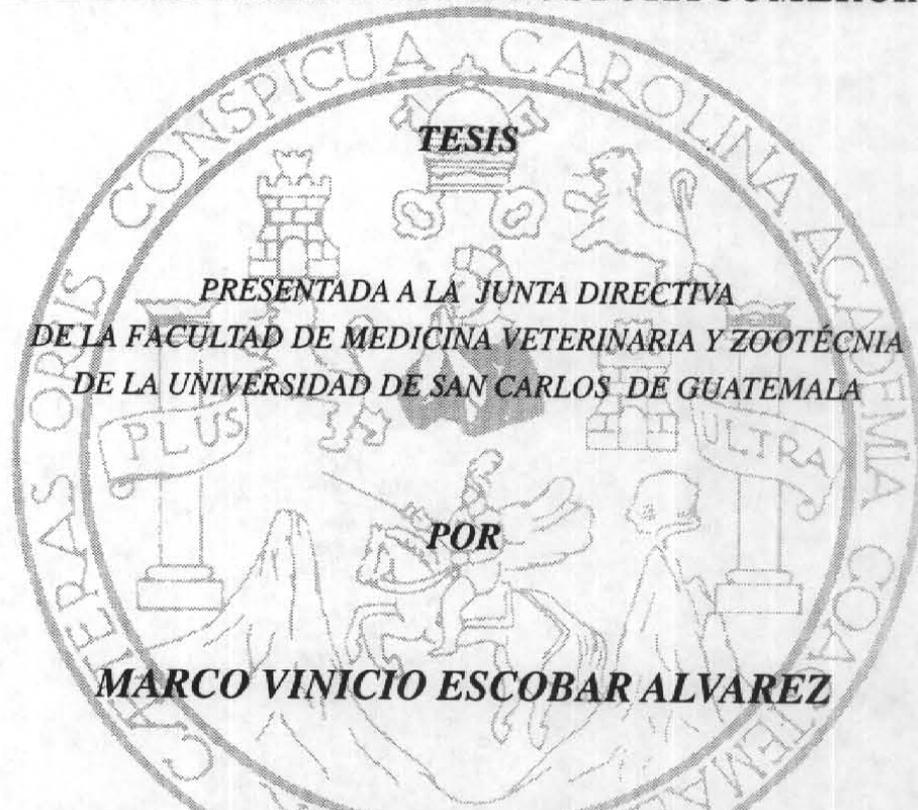


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

878
FOLIO 100EXAN

118

**ADICIÓN ENZIMÁTICA EN DIETAS A BASE DE
MAÍZ-SOYA PARA AVES DE POSTURA COMERCIAL**



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

**POR
MARCO VINICIO ESCOBAR ALVAREZ**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1998

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

DECANO: Lic. RODOLFO CHANG SHUM

SECRETARIO: M.V. MIGUEL ANGEL AZAÑON

VOCAL PRIMERO: Lic. ROMULO GRAMAJO LIMA

VOCAL SEGUNDO: M.V. OTTO LIMA LUCERO

VOCAL TERCERO: Lic. EDUARDO SPIEGELER

VOCAL CUARTO: Br. JOSE ENRIQUE MORENO

VOCAL QUINTO: Br. EDUARDO RODAS NUÑEZ

ASESORES:

LIC. ZOOT. MIGUEL ANGEL RODENAS

LIC. ZOOT. ENRIQUE CORZANTES

LIC. ZOOT. CARLOS GARCÍA COLINDRES

COLABORADOR:

ING. AGRO. ZOOT. HANS G. MANN S.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

*ADICIÓN ENZIMÁTICA EN DIETAS A BASE DE
MAÍZ-SOYA PARA AVES DE POSTURA COMERCIAL*

COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

+ CLEMENCIA DEL CARMEN ALVAREZ S. DE ESCOBAR

JUAN CARLOS ESCOBAR CASTAÑEDA

A MIS HERMANOS

ISABEL CRISTINA, JUAN CARLOS Y AURA VIOLETA

A MI NOVIA

KARIM GEORGINA AGUILAR CALVILLO

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS TODOS

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

*A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*

A MIS ASESORES Y COLABORADOR DE TESIS

*A MIS PADRINOS Ing. IRMA BERLIETH ALVAREZ LARRAZABAL,
Lic. JUAN CARLOS ESCOBAR ALVAREZ Y
Lic. LUIS HERNANDO CORADO CUEVAS*

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS ASESORES Y COLABORADOR DE TESIS

*AL CLAUSTRO DE CATEDRÁTICOS Y PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA
ESCUELA DE ZOOTECNIA.*

A LA GRANJA AVÍCOLA CALIFORNIA

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	3
III.	OBJETIVOS	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
VII.	CONCLUSIONES	21
VIII.	RECOMENDACIONES	23
IX.	RESUMEN	25
	SUMARY	27
X.	BIBLIOGRAFÍA	29
XI.	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

La población mundial se ha incrementado en los últimos años, lo que ha llevado a una creciente demanda de alimentos y por ende a una maximización de las explotaciones avícolas, con el objeto de abastecer la población actual y futura.

Muchos han sido los avances genéticos que han conducido a obtener aves cada vez de mayor producción y por ende de mayores exigencias nutricionales.

Siendo así, como las dietas para aves deben ser formuladas atendiendo una mayor especificidad en el uso de macro y micronutrientes, tratando de maximizar su uso. Por lo que deben ser estudiados mecanismos que contribuyan a mejorar la digestión y absorción de nutrientes en el ave.

Tal es el caso de la adición de enzimas digestivas, ya que éstas tienen la peculiaridad de influir en la mejor utilización de las enzimas endógenas del ave, como también en la disminución de los efectos antinutritivos de los polisacáridos no amiláceos presentes en granos utilizados en la alimentación animal, así como el aprovechamiento de la potencialidad energética de éstos polisacáridos de cadena larga no amiláceos, al dividirlos en fracciones pequeñas mediante la hidrólisis por enzimas específicas.

II. HIPÓTESIS

La adición de una mezcla enzimática (xilanasa, proteasa y amilasa) a dietas basadas en maíz y soya tiene efecto positivo sobre la postura, masa de huevo y conversión alimenticia de aves de postura comercial.

III. OBJETIVOS

III.1 Objetivo general

Contribuir con información en el uso de enzimas, en la maximización de la alimentación de aves, obteniendo así mayores niveles de producción.

III.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de una mezcla enzimática (xilanasa, proteasa y amilasa) en una dieta a base de maíz y soya sobre la postura, masa de huevo y conversión alimenticia de aves de postura comercial.

Determinar el mejor tratamiento desde un punto de vista económico a través de la Tasa Marginal de Retorno.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

IV.1 Generalidades de las enzimas

Se conoce como enzima a cualquiera de las sustancias que se elaboran en las células vivas y que actúan como catalizadoras de todos los procesos bioquímicos del organismo animal o vegetal. Entre los procesos fisiológicos en que actúan, están la conducción de los impulsos nerviosos, la contracción de los músculos, la cuagulación de la sangre, el aprovechamiento de la energía solar en las plantas, entre otras, resaltando en éste estudio su intervención en la digestión de los alimentos. (Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado, 1979)

Las enzimas se clasifican respecto al criterio de especificidad. La cual es genérica al referirse al tipo de sustrato en el que actúa; en el caso de especificidad de clase, es cuando toda enzima de un grupo ataca a un enlace o punto determinado de las moléculas. (Enciclopedia Salvat de las Ciencias, 1972) La denominación de una enzima se compone generalmente del nombre del sustrato que es desdoblado bajo la acción de la enzima, al cual se añade la terminación "-asa". (Enzimas. Informaciones Técnicas, 1994)

En lo que respecta a la síntesis de las enzimas, se ha afirmado que ésta tiene lugar en las células a través del código genético contenido en el DNA de los cromosomas. Un proceso estrechamente correlacionado con el de la síntesis de las enzimas es el fenómeno de inducción; la inducción enzimática puede definirse como el fenómeno por el cual los sustratos pueden provocar síntesis de enzimas. (Enciclopedia Salvat de las Ciencias, 1972)

IV.2 Generalidades de los granos

La fuente de energía más utilizada en dietas para aves es el maíz; sin embargo, en varias regiones del mundo, otras fuentes de energía como el trigo, cebada, centeno y avena están disponibles, pero no han sido utilizadas intensamente ya que la disponibilidad de la

energía es muy baja en dichos granos, debido a la presencia de factores antinutricionales como los polisacáridos no amiláceos (Penz, 1996)

La energía metabolizable del maíz es de 86% absorbible, y gran parte de la porción no absorbible está formada por fibra de la cascarilla. La soya es absorbible en su energía en un 55 %, la disponibilidad de las proteínas de la soya es excelente (superior al 90 %) ; en cambio, la parte de carbohidratos no se aprovecha bien. (Dale, 1992)

Originalmente, los polisacáridos no amiláceos (NSP) fueron considerados de poca contribución nutricional en aves, ahora hay evidencia de que algunos NSP poseen una actividad antinutritiva y que afectan tanto la utilización de energía como proteína. Por otra parte, su importancia en los alimentos respecto nutrición es que son una fuente de energía potencial, ya que sus componentes son azúcar. (Partridge y Wyatt 1995; Windhausen, 1994)

IV.3 Efectos de los polisacáridos no amiláceos sobre las aves

Los polisacáridos no amiláceos (NSP) reducen el promedio de hidrólisis y absorción de nutrientes en la dieta, particularmente las grasas saturadas y las vitaminas liposolubles, así también afecta la absorción de proteínas, carbohidratos y minerales. (Marquardt, 1994)

Los NSP también pueden reducir la digestibilidad mediante el simple encapsulamiento del material contenido dentro del endospermo. Células intactas del endospermo serán resistentes a la digestión y así resultará la reducción de digestibilidad. (Bedford, 1993)

Aparte de la baja digestibilidad, los NSP cuando no son digeridos aumentan la viscosidad del material que está en el intestino (quimo). La alta viscosidad tiene características antinutricionales porque dificulta la asimilación de componentes presentes en el intestino y dificulta la difusión o transporte de los nutrientes. (Bedford, 1993; Penz, 1996)

La viscosidad intestinal es generalmente influenciada por el nivel de inclusión del grano; genotipo del grano y medio ambiente en el que crece; procesamiento de la dieta, el peletizado tiende a incrementar la viscosidad intestinal; edad de las aves, en aves más viejas se presenta menor grado de viscosidad. (Bedford, 1993)

Los NSP influyen en el comportamiento del animal, reduciendo el consumo de alimentos balanceados, el aumento de peso, la eficiencia de la utilización de nutrientes y la energía aparente metabolizable, (Marquardt, 1994) así como, aumenta el consumo de agua. (Marquardt, 1994; Windhausen, 1994)

En gallinas ponedoras al mantenerse la situación de viscosidad incrementada se pronuncia el síndrome de excreciones pegajosas, lo que hará un incremento de la producción de huevos sucios. (Windhausen, 1994) Las heces alteradas se pegan a la cloaca, contaminan el plumaje, el alimento, el recipiente de bebida, deterioran la basura y el clima del albergue. Estas graves desventajas son expresadas mucho más en la práctica que en los experimentos de laboratorio. (Jeroch, Danicke y Brufau, 1995)

IV.4 Enzimas endógenas y sus efectos

*La secreción de enzimas pancreáticas es afectada por la concentración de enzimas en el intestino delgado y/o sustratos o productos de hidrólisis. (Mahagna *et al*, 1995) Las enzimas endógenas producidas por las aves son específicas para carbohidratos alfa-enlazados tales como el almidón (Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Windhausen, 1994) y no son activas contra carbohidratos Beta-enlazados y oligosacáridos conteniendo galactosa, hallado en varias semillas de plantas. (Charlton y Pugh, 1995) La pérdida de la enzima alfa-galactosidasa necesaria en aves y otras especies monogástricas (incluso hombre) dan a entender que los oligosacáridos unidos a otros NSP, son fermentados por microflora intestinal liberando ácidos grasos volátiles y gases en vez de los monosacáridos usuales (galactosa, sucrosa) producidos por hidrólisis con la enzima alfa-galactosidasa. La fermentación en vez de hidrólisis enzimática, libera menos energía y crea disturbios digestivos en muchas especies; éstos procesos están conectados con la pérdida de energía para él. (Charlton y Pugh, 1995; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995)*

Las aves no son capaces de digerir los polisacáridos no amiláceos NSP, ya que no tienen enzimas para ello. Los NSP pasan a través del tracto digestivo sin ser degradados, como la celulosa, B-glucanos, arabinosilanos o pectinas. (Bedford, 1993; Windhausen, 1994)

IV.5 Enzimas exógenas y sus efectos

Los procesos responsables por la disponibilidad mejorada de energía relacionada con las actividades enzimáticas sobre los polisacáridos no almidón NSP son:

- * hidrólisis de los polisacáridos no amiláceos degradándolos a monómeros. (Jeroch, Danicke y Brufau, 1995)*
- * digestibilidad mejorada de almidón, obteniendo un incremento de energía metabolizable. (Bedford, 1993; Charlton, 1996; Charlton y Pugh, 1995; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Windhausen, 1994)*
- * mayor digestibilidad de grasa. (Bedford, 1993; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Marquardt, 1994)*
- * digestibilidad mejorada de aminoácidos (proteínas). (Bedford, 1993; Charlton, 1996; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Partridge y Wyatt, 1995)*

La viscosidad intestinal se reduce por la suplementación de enzima, (Choct, et al, 1995) permitiendo a las enzimas propias del ave a funcionar mas eficientemente. (Partridge y Wyatt, 1995) La disminución de la viscosidad no es por el total rompimiento de las cadenas de polisacáridos no amiláceos, esto se logra con la disminución del tamaño de éstas cadenas en partículas más pequeñas, que expongan más por esta manera los nutrientes a enzimas intestinales. (Bedford, 1993; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995)

Así mismo, se obtiene un incremento en la proporción alimenticia consumida, (Partridge y Wyatt, 1995) mostrando un paso acelerado de la digesta y una disminución significativa en la proporción de agua a suministrar, (Jeroch, Danicke y Brufau, 1995) teniéndose una mejora de la digestión de los alimentos, (Krueger y Hyatt, 1992) en el crecimiento de las aves, ganancia de peso y conversión alimenticia. (Bedford, 1993; Marquardt, 1994)

La presencia de enzimas exógenas en la dieta del ave, hace que ésta disminuya su producción de enzimas endógenas, pudiendo el ave dirigir más proteínas a producción de carne. (Braddock, 1996) Se reduce el tamaño y longitud del tracto intestinal y del páncreas; (Bedford, 1993; Mahagna et al, 1995; Marquardt, 1994; Partridge y Wyatt, 1995) disminuyendo la proteína destinada al crecimiento de órganos; dirigiendo dicha proteína también hacia síntesis de tejido de carne o producción de huevo. (Partridge y Wyatt, 1995)

Se disminuye también el volumen y composición de excreta, (Partridge y Wyatt, 1995) obteniendo una excreta con menor contenido de humedad y por lo tanto se reducen los problemas administrativos y ambientales. (Marquardt, 1994)

IV.6 Factores que afectan la actividad enzimática

Entre las condiciones necesarias para que una enzima o mezcla enzimática actúe en su mayor potencialidad dentro del animal debe mantenerse activa dentro de él. Soportando los diferentes factores y sus fluctuaciones que se dan a lo largo del tracto gastrointestinal: (Dale, 1992; Graham, 1994; Marquardt, 1994)

- * La temperatura, por lo que las enzimas deben tener termoestabilidad como una de sus características. (Graham, 1994; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Windhausen, 1994)*
- * Los procesamientos de alimentos balanceados como el peletizado y el extruido. (Bedford, 1993)*
- * El pH, dentro del tracto intestinal de un ave. (Graham, 1994; Jeroch, Danicke y Brufau, 1995; Penz, 1996)*
- * El sustrato y su concentración. (Graham, 1994; Krueger y Hyatt, 1992; Marquardt, 1994)*
- * Contenidos de factores antinutricionales de los diferentes granos. (Marquardt, 1994)*

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1 Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja avícola "California", localizada a 16 kms de la ciudad de Guatemala, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, la cual se encuentra a una altitud de 1,325 msnm, presentando las siguientes condiciones climatológicas: temperatura media anual de 20°C, precipitación pluvial media anual de 1,250 mm, humedad relativa 80%. Según Cruz (1982) corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical (templado).

V.2 Materiales y métodos

Se seleccionaron 36,000 gallinas Leghorn blancas de 35 semanas de edad, procedentes de un solo lote de producción. Se realizó una distribución de los tratamientos según el diseño experimental. El estudio tuvo una duración de 56 días, más un período de 15 días de adaptación.

Se pesaron las aves al principio y al final de la fase experimental. Se anotaron diariamente los datos de producción de huevo, cantidad de alimento consumido y mortalidad. Semanalmente se midió el peso del ave y del huevo. Además se verificaron otras variables relacionadas a la calidad del huevo como número de huevos sucios y masa de huevo; como también se midió el color de la yema del huevo, usando el estándar del abanico colorimétrico de Roche (RCF)

V.3 Tratamientos evaluados

Se evaluaron dos tratamientos más un control. Se les proporciono un alimento balanceado, elaborado en la misma granja, a base de maíz y soya con la siguiente composición nutritiva (Cuadro A):

Cuadro A. Composición Nutritiva de la dieta base (maíz-soya).

Proteína	%	16.50
Grasa	%	4.23
Fibra	%	2.18
Energía Metabolizable (EM)	kcal/kg	2,800

A cada tratamiento se le adicionó la cantidad correspondiente de mezcla enzimática, conteniendo dicha mezcla, las enzimas xilanasa (300 U/g), proteasa (4000 U/g) y amilasa (400 U/g). Los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro B:

Cuadro B. Tratamientos evaluados en el experimento.

TRATAMIENTOS	EM OFRECIDA %	PROTEÍNA CRUDA OFRECIDA %	ADICIÓN DE MEZCLA ENZIMÁTICA Kg/ton
CONTROL	100	100	0.0
A	100	100	1.0
B	97	97	1.0

V.4 Diseño del experimento

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar. Con tres tratamientos y doce repeticiones por tratamiento. Las aves estuvieron ubicadas en jaulas (4 aves/jaula); siendo de 250 jaulas la unidad experimental.

V.5 Variables medidas

1. Producción de huevo/unidad experimental/día (%)
2. Peso de huevo (g)
3. Masa de huevo* (g/ave/día)
4. Consumo de alimento (g/ave/día)
5. Conversión alimenticia (g alimento/g masa de huevo)
6. Peso del ave (kg)
7. Color de la yema del huevo (RCF)
8. Huevos sucios (%)
9. Mortalidad (%)

* promedio de peso de huevo
entre total de aves

V.6 Análisis estadístico

Para las variables anteriormente descritas se realizó un análisis de varianza, en base al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde: Y_{ij} : Es la variable respuesta

M : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo Tratamiento

B_j : Efecto del j-ésimo Bloque

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

Al existir diferencia estadística se procedió a hacer una prueba de comparación de medias con el método de Student Neuman Keuls.

V.7 Análisis económico

Se calculó el mejor suplemento por medio del análisis económico de la Tasa Marginal de Retorno (TMR).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de huevo, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos, como se observa en el cuadro 1, donde el tratamiento A presentó la mayor producción de huevo (93.11%), siendo superior al grupo control y éste al tratamiento B, con un porcentaje de postura de 91.00 y 88.76 respectivamente. Observándose un incremento de postura de 2.32% del tratamiento A respecto al control, coincidiendo con los estudios realizados por Aimonen y Näsi (1991) que presentaron incremento de 2.16% en gallinas blancas Leghorn híbridas de 31 semanas de edad alimentadas con dietas a base de cebada; y Brufau *et al.* (1994), con aves de las 21 a 34 semanas de edad, alimentadas con el mismo tipo de dieta. Resultados similares presentó Näsi (1988), con aves de 14 a 15 semanas de postura, también alimentadas con dietas a base de cebada, el incremento fue de 3.22% respecto al control; y Ely (1963) un incremento de 3-5%. No así, hay trabajos que no reportaron incrementos como los de Benabdeljelil (1991) con aves de 30 semanas de edad y Näsi (1988), con aves de 2 a 12 semanas de postura, alimentadas con dietas a base de cebada. También en experimentos en dietas a base de sorgo no se presentaron diferencias significativas, Krueger y Hyatt (1992).

En lo que respecta a peso de huevo (ver cuadro 1) existió diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$) entre tratamientos, encontrándose al tratamiento A (65.79g) superior al control (64.12g) y éste al tratamiento B (63.05g). Se observa el incremento del tratamiento A sobre el control en un 2.6%; resultados similares se observan en el trabajo de Brufau *et al.* (1994), con diferencia significativa y un incremento de 1.03% respecto al control, en aves de las 21 a 34 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de cebada. Aunque hay estudios en los cuales ocurrió un decremento de 0.5 a 1.3% respecto al control, elaborado con aves alimentadas con dietas a base de cebada, y con edades de 30 a 31 semanas, Aimonen y Näsi (1991) y Benabdeljelil (1991). En estudios realizados por Krueger y Hyatt (1992), con aves alimentadas con dietas a base de sorgo y usándose el maíz como uno de los controles, la diferencia significativa se dio de los controles sobre los tratamientos tratados por suplementos enzimáticos, teniendo éstos últimos los valores inferiores.

En cuanto a masa de huevo también se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$), donde se mantiene la tendencia (ver cuadro 1) en que el tratamiento A (61.26g) se mostró superior al tratamiento control (58.37g), y éste al tratamiento B (56.00g). Aquí se observa un incremento superior a los anteriormente vistos (4.95%), del tratamiento A sobre el control. Resultados similares se encuentran en los trabajos de Aimonen y Näsi (1991), Brufau *et al.* (1994) y Näsi (1988); los cuales usaron aves comprendidas en las edades de 31 a 35 semanas y alimentadas con dietas a base de cebada, obteniendo los incrementos de 2.02, 3.11 y 3.31% respectivamente sobre sus controles. Así también presenta diferencia altamente significativa en los estudios realizados por Vukic, Pfirter y Wenk (1995), con aves alimentadas con dietas peletizadas a base de cebada y maíz. Pero también se reportan trabajos en que los controles han sido superiores (4.8 a 1.2%) a los tratados con suplementos enzimáticos, como los presentados por Benabdeljelil (1991).

Los resultados de consumo de alimento expresaron (cuadro 1) diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$), donde el tratamiento B (103.34g/ave/día) fue superior a los tratamientos A y control, presentando consumos inferiores de 102.90 y 102.94g/ave/día, y sin diferencia estadística entre ellos. Esto concuerda con los estudios de Choct *et al.* (1995) y de Mahagna *et al.* (1995), los cuales obtuvieron consumos sin diferencia estadística significativa respecto a sus controles. Los estudios de Jerock, Danicke y Brufau (1995) sugieren que disminuyó el consumo de alimento respecto al control. Marquardt (1994) menciona la disminución del 4% de consumo de alimento del tratamiento tratado con suplementación enzimática respecto al control, donde la dieta base fue maíz en pollos Leghorn en crecimiento; En otro experimento del mismo autor, donde utilizó como dieta base trigo y soya en pollos en crecimiento, obtuvo un incremento de 1% de consumo de alimento del tratamiento con enzima sobre el control.

La conversión alimenticia (g alimento consumido: g masa de huevo) mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), como se muestra en el cuadro 1, donde el tratamiento A (1.680) fue mas eficiente que el control (1.764) y éste lo fue sobre el tratamiento B (1.847). Se obtuvo una mejora de un 4.76% del tratamiento A respecto al control. Soto-Salanova (s.f. a.) menciona una prueba donde obtuvieron una mejora de 4%

en pollos alimentados con una dieta a base de maíz-soya hasta los 42 días; otra prueba mencionada por el mismo autor, se obtuvo la mejora de 3.58% en pollos alimentados con dietas a base de maicillo-soya. Una mejora de 3% obtuvo Marquardt (1994) con pollos Leghorn alimentados con dieta a base de trigo-soya. A pavos alimentados con dietas a base de maíz obtuvieron mejoras de 1.2 y 2.2% en periodos de 0-35 y 0-56 días de crecimiento según Soto-Salnova (s.f. b.), así mismo, menciona una mejora en el índice de conversión alimenticia en pavos de 0-42 días, alimentados con dietas a base de maíz-soya. También en pollos alimentados con dietas a base de trigo encontraron mejoras en la conversión alimenticia desde 1.90 a 1.76 (Classen *et al.*, 1995) y de un 3.6% en el período de inicio y un 4.9% en el de crecimiento (Bedford y Morgan, 1996). Carré *et al.* (1992) y Gippert *et al.* (1994) obtuvieron mejoras de 6.5 y 4% en pollos alimentados con dietas a base de trigo y cebada, observándose que a medida que la dieta tenga granos con mayor grado de polisacáridos no amiláceos, mayor es la mejora. Contrastando con lo anterior los estudios de Marquardt (1994) con pollos Leghorn alimentados a maíz no obtuvieron ninguna mejora en el índice de conversión alimenticia. Así también, Krueger y Hyatt (1992) obtuvieron resultados sin ninguna diferencia estadística, en gallinas de postura alimentadas con dietas a base de sorgo.

Respecto al peso del ave, se encontró diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$), siendo los tratamientos A (1.69kg) y control (1.66kg) superiores al tratamiento B (1.48kg). Aunque hubo una diferencia de 1.80 porcentual del tratamiento A respecto al control, no fue estadísticamente significativa. Resultados similares, sin diferencia estadística lo evidencian los realizados por Krueger y Hyatt (1992); y Choct *et al.* (1995); utilizando dietas a base de sorgo para el primero y de cebada para el segundo. También Soto-Salanova (s.f. a.) menciona el mantenimiento de la ganancia de peso en una prueba realizada con pollos alimentados con una dieta a base de maíz-soya. Mas sin embargo, en dietas a base de maíz y centeno, siendo el maíz el de mayor proporción, Jackisch y Jeroch (1992) y Richter *et al.* (1990) reportaron incrementos del peso del ave sobre el control de 4 a 8% para el primero y de 1 a 9% para el segundo. Así también en dietas combinadas con soya (maíz y trigo) se obtuvieron resultados favorables, Soto-Salanova (s.f. b.), reportó una mejora en el peso corporal de pavos alimentados con dieta a base de maíz-soya; así también, Marquardt (1994) reportó la mejora en crecimiento de pollos Leghorn de un 1 al

4% (trigo-soya). Sin embargo, el mismo autor reporta en otro experimento con pollos Leghorn alimentados con maíz como dieta base, una disminución de 3% de peso de las aves respecto al control.

Una de las variables analizadas respecto a la calidad del huevo, lo es el color de la yema del mismo, expresándose diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$), dominando la mayor tonalidad el tratamiento A (11.38 RCF) sobre el tratamiento control (10.57 RCF) y éste sobre el tratamiento B (9.13 RCF). Según Soto-Salanova (s.f. b.) la adición de enzima tiene un claro efecto en la absorción de pigmentos (de 0.5 a 1 en la escala de Roche). Coincidiendo a lo obtenido en este experimento (0.8 en la escala de Roche) del tratamiento A respecto al control.

Otra variable relacionada a la calidad del huevo es la incidencia de huevos sucios, reportándose una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$), donde el tratamiento A (5.04%) es inferior (y por consiguiente favorable) al control (5.17%) y no es diferente estadísticamente al tratamiento B (5.15%), el cual tampoco lo es al tratamiento control. Jeroch, Danicke y Brufau (1995), mencionan que puede ser disminuido el efecto de la viscosidad sobre la incidencia de huevos sucios y excretas pegajosas. Soto-Salanova (s.f. b.), menciona que comparando las típicas viscosidades recopiladas en pollos, la digesta de pavipollos fue menos viscosa; aun así, se observó una disminución con la adición de enzimas en dietas basadas en trigo.

La mortalidad, en este experimento no expresó ninguna diferencia estadística significativa entre los tratamientos (media general 1.01%). Concordando con lo reportado por Soto-Salanova (s.f. b.) con gallinas ponedoras y pavos. Y por Krueger y Hyatt (1992) con gallinas de postura comercial.

El comportamiento del tratamiento B respecto al control, donde fue inferior (estadísticamente significativo $p < 0.01$) en las variables producción de huevo, peso y masa de huevo, peso del ave, conversión alimenticia y color de la yema del huevo; se asume que fue debido a la naturaleza de la dieta de dicho tratamiento en que se suprimió un 3% de Energía Metabolizable (EM) y un 3% de proteína, lo que conllevó al decremento en las variables anteriormente mencionadas; ya que la adición de la mezcla enzimática, no logró

ayudar a suplir los requerimientos del ave para un comportamiento productivo similar al del control. Respecto a las variables consumo de alimento y huevos sucios, donde estadísticamente son superiores significativamente ($p < 0.01$) sobre el control; podemos suponer que por la necesidad de suplir los requerimientos, el ave del tratamiento B obtuvo un mayor consumo de alimento (103.34g/ave/día) que los tratamientos A y control. Ahora bien, en la variable huevos sucios, aunque los tratamientos A y control mostraron diferencia estadística entre ellos, el tratamiento B no la mostró entre ninguno de los dos, comportamiento atribuido a la presencia de enzimas en dichos tratamientos (B y A). Menciona Soto-Salanova (s.f. a.), la intención de suprimir a la dieta 3% de EM y 5% de proteína y aminoácidos, es de obtener resultados productivos similares al control, con la variante de una dieta de menor costo; el autor utilizó dietas a base de maíz y soya en aves de postura, obteniendo una ganancia de peso estadísticamente significativa del tratamiento con enzima sobre el control; y respecto a la conversión alimenticia y consumo de alimento no obtuvo diferencia significativa. El estudio anterior difiere de éste, quizá en que la proporción de EM y proteína fue superior respecto a la utilizada en este (2,800 kcal/kg y 16.50 % respectivamente.)

En el análisis de Dominancia entre tratamientos (cuadro 4), el tratamiento B se mostró dominante respecto a los tratamientos A y control; debido a que Beneficios Netos menores le corresponde Costos Variables mayores, no procedió a la realización del análisis económico mediante la Tasa Marginal de Retorno (TMR). Se concluye que el tratamiento B genera los resultados más favorables desde el punto de vista económico, esto puede ser debido a la naturaleza del tratamiento B, ya que a la dieta del mismo se le suprimió EM y Proteína, haciéndola de un costo menor a las de los otros tratamientos.

Debido a lo anterior, y con el propósito de contribuir con el objetivo general de este trabajo, se realizó el análisis económico a través de la TMR entre los tratamientos A y control (cuadro 5); en este caso el tratamiento A genera 2.24 Quetzales más por cada Quetzal extra invertido en la suplementación enzimática.

VII. CONCLUSIONES

1. *Existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos en las variables producción, peso y masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso del ave, color de la yema del huevo y huevos sucios ($p < 0.01$).*
2. *La variable mortalidad no presentó ninguna diferencia estadística entre tratamientos.*
3. *El tratamiento A (dieta base + mezcla enzimática) se mostró más eficiente en las variables producción, peso y masa de huevo, conversión alimenticia, peso del ave, color de la yema del huevo y huevos sucios respecto a los otros tratamientos. Observándose en el comportamiento del tratamiento B (dieta base - 3% de EM - 3% proteína + mezcla enzimática) una tendencia inferior en eficiencia respecto al control en todas las variables anteriormente mencionadas a excepción de huevos sucios.*
4. *El tratamiento A (dieta base + mezcla enzimática) obtuvo una Tasa Marginal de Retorno de 2.24 Quetzales sobre el control.*

VIII. RECOMENDACIONES

1. *Bajo las condiciones del presente ensayo se recomienda utilizar la combinación del tratamiento A (dieta base maíz-soya + mezcla enzimática) para mejoramiento productivo y económico en granjas avícolas.*
2. *Bajo las condiciones nutricionales de la dieta base del presente ensayo, no se recomienda la disminución de las proporciones de Energía Metabolizable y proteína, en evaluaciones de suplementación enzimática.*
3. *Evaluar el efecto de la adición de la mezcla enzimática en dietas a base de maíz-soya en diferentes niveles de suplementación y de disminución de las proporciones de Energía Metabolizable y proteína; con el propósito de encontrar el nivel óptimo económico.*
4. *Evaluar el efecto de la adición de mezcla enzimática en todo el ciclo de postura de gallinas ponedoras, con el objeto de obtener un mayor margen de comparación.*

IX. RESUMEN

En la realización del presente ensayo, se utilizaron 36,000 gallinas Leghorn blancas enjauladas de 35 semanas de edad, para ser alimentadas con una dieta a base de maíz y soya, a la cual se adicionó 1 kg/ton de mezcla enzimática (xilanasa, proteasa y amilasa). Los tratamientos fueron dos más un control; el tratamiento A consistió en la dieta base más la mezcla enzimática; al tratamiento B se le redujo 3% de Energía Metabolizable (EM) y 3% de proteína cruda más la mezcla enzimática; el tratamiento C fue el control, al cual no se adicionó mezcla enzimática. El diseño del experimento fue bloques al azar con 12 repeticiones, siendo la unidad experimental de 1,000 aves (4 aves/jaula). Con una duración de 56 días en la fase experimental.

*En las variables medidas, para el tratamiento A, especialmente en producción de huevo (93.11%) donde se encontró un incremento de 2.32% respecto al control, resultados similares se reportan en los estudios de Aimonen y Näsi (1991), Ely (1963) y Näsi (1988) (con incrementos de 2.16, 3-5 y 3.22% respectivamente sobre sus controles) entre otros; así mismo, se reportan trabajos sin incrementos como los de Benabdeljelil (1991), Näsi (1988) y Krueger y Hyatt (1992). En peso de huevo (65.79g) el incremento fue de 2.6% respecto al control, similar resultado tubo el trabajo de Brufau *et al* (1994) con un incremento de 1.03% sobre su control; aunque hay estudios que reportan decrementos de 0.5 a 1.3% respecto al control, como los hechos por Aimonen y Näsi (1991) y Benabdeljelil (1991) entre otros. Y en la conversión alimenticia en base a masa de huevo (1.68) se obtuvo una mejora de 4.76% respecto al control, trabajos mencionados por Soto-Salanova reportan mejoras de 4 y 3.58% sobre sus controles, así también, Marquardt (1994) reporta el mejoramiento de 3%, y muchos autores más reportan incrementos similares; diferenciando con lo anterior, no se reportan mejorías en los trabajos de Marquardt (1994) y Krueger y Hyatt (1992). El comportamiento anterior del tratamiento A evidencia la mejoría de la digestión y absorción de nutrimentos de la dieta, atribuidas a la adición de la mezcla enzimática a la dieta base. Sumándose a lo anterior, el tratamiento A obtuvo una Tasa Marginal de Retorno de Q. 2.24 sobre el control.*

Por otro lado, el comportamiento del tratamiento B obtuvo resultados desfavorables en las variables anteriormente mencionadas (88.76%, 63.05g, 1.847) respecto al control (91.00%, 64.12g, 1.764), debido quizá, a que la dieta base se encuentra en límite mínimo de EM con respecto a los requerimientos nutricionales de las aves en cuestión, por lo que, el suprimir el 3 % de los nutrimentos, hace que las aves de este tratamiento estén en desventaja respecto al resto.

Otras variables analizadas en el presente ensayo que demuestran también la mejoría atribuida a la adición de la mezcla enzimática en el tratamiento A, lo son: la masa de huevo (61.26g) con un incremento de 4.95% respecto al control (58.37g), concordando con los estudios de Aimonen y Näsi (1991), Brufau et al (1994) y Näsi (1988), en donde reportaron incrementos de 2.02, 3.11 y 3.31% respectivamente sobre sus controles; pero también se reportan trabajos en que los controles fueron superiores (4.8 a 1.2%) como los presentados por Benabdeljelil (1991). En el color de la yema del huevo se obtuvo la mayor tonalidad (11.38 RCF) sobre el control (10.57 RCF), obteniendo un incremento de 0.8 en la escala de Roche, concordando con lo mencionado por Soto-Salanova, sobre el efecto de la presencia de enzimas sobre la absorción de pigmentos (de 0.5 a 1 en la escala de Roche). Y por último, la incidencia de huevos sucios fue de 5.04%, inferior y por consiguiente deseable a la del control (5.17%).

Por lo anterior, se recomienda la adición de mezcla enzimática en dietas a base de maíz y soya, para mejoramiento productivo en granjas de gallinas de postura. Así mismo, se recomienda la evaluación de la utilización enzimática en dietas para aves, contemplando diferentes niveles de adición y diferentes niveles de reducción de Energía Metabolizable y proteína cruda, considerando para esto último en la dieta, los requerimientos nutricionales del ave.

IX. SUMMARY

In the development of this trial, 36,000 white Leghorn caged poultry of 35 weeks of age were fed with corn and soybean diet to which it was added 1Kg/ton of enzymatical mixture (xylanase, protease and amilase). There were two treatments developed plus one treatment of control. Treatment A consisted in a basic diet plus the enzymatical mixture; treatment B there was a decrease of 3% Metabolizable Energy (ME) and 3% of raw protein plus enzymatical mixture; treatment C was the control, which did not add the enzymatical mixture. The trial sketch was in aleatory blocks with 12 repetitions, being the experimental unit of 1,000 poultry. The experimental stage lasted 56 days.

*In treatment A the measured variables, especially in the egg production (93.11%) was found an increase of 2.32% about the control, similar results were reported in the Aimonen and Näsi (1991), Ely (1963) and Näsi (1988) studies (with increases of 2.16, 3-5 and 3.22% respectively over their controls) among others; likewise, there were trials reported without increase like the ones of Benabdeljelil (1991), Näsi (1988) and Krueger y Hyatt (1992). In the increase of the egg weight (65.79g) was 2.6% about the control, similar results had Brufau *et al* (1994) studies with an increase of 1.03% over the control; however, there are some studies that report a decrease of 0.5 to 1.3% about the control, like the ones performed by Aimonen and Näsi (1991) and Benabdeljelil (1991) among others. And in the nutrition conversion made with egg mass (1.68) there was obtained an improvement of 4.76% about the control, trials mentioned by Soto-Salanova in Australia and Mexico, report improvements of 4 and 3.58% respectively over their controls; Marquardt (1994) also reports an improvement of 3%, and a lot of other authors report similar increase; differing to the above information, it doesn't report any improvement in the Maquardt (1994) and Krueger and Hyatt (1992) trials. The above behavior of treatment A demonstrates the digestion improvement and the absorption of nutriments of diet, attributed to the addition of enzymatical mixture added to the basic diet. Additionally to the above, treatment A had a Regain Marginal Rate of Q2.24 over the control.*

However, the behavior of treatment B had an adverse result in variables above mentioned (88.76%, 63.05g, 1.847) about the control (91.00%, 64.12g, 1.764) due to the basic diet is perhaps at the minimum limit the ME, regarding to nutritional requirements of these referred poultry. By this means, eliminating the 3% of nutriments makes poultry of this trial to be in disadvantage about the rest.

Other variables that were analyzed in this trial that also showed improvement attributed to the enzymatical mixture in treatment A are: egg mass (61.26g) with an increase of 4.95% about the control (58.37g) , according to Aimonen and Näsä (1991), Brufau *et al* (1994) and Näsä (1988) studies, were increases of 2.02, 3.11 and 3.31% were reported respectively; also, trials were reported where controls were superior (4.8 to 1.2%) as the ones performed by Benabdeljelil (1991). In the color of the egg yolk more tonality was obtained (11.38 RCF) over the control (10.57 RCF), obtaining 0.8 of increase in Roche scale, in agreement with Soto-Salanova, on the effect of the presence enzymes over the pigment absorption (of 0.5 to 1 in the Roche scale). At last, the incidence of dirty eggs was 5.04% inferior and consequently desirable to the one of control (5.17%).

Due to the above, the addition of enzymatical mixture in diets based on corn and soybean are recommended to the productive improvement in poultry farms. Likewise, it is recommended the evaluation of enzymatical use in diets for poultry, considering different levels of addition and different levels of reduction of metabolizable energy and raw protein, considering to this last in the diet, poultry nutritional requirements.

X. BIBLIOGRAFÍA

AIMONEN, E. M. J.; NÄSI, M. 1991. Replacement of barley by oats and enzy supplementation in diets for laying hens. *Acta Agrie Scand.* 41: 179-192.

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences (USA)*. 4:263-285. (MF:8511/102600).

BEDFORD, M. R. 1993. Independent and interactive changes between the ingested feed and the digestive system in poultry. *Finlandia, Finnfeeds International*. 13 p.

-----, 1993. Mode of action of feed enzymes. *Journal Applide Poultry Reserch. (USA)*. 2(1):85-92.

-----, MORGAN, A. 1996. The use or enzymes in poultry diets. *WPSA J.* 52:61-68.

Citado por: Soto-Salanova, M. s.f.b. Utilización de complejos enzimáticos en dietas maiz/sorgo-soja para monogástricos. Madrid, Esp., *Finnfeeds International*. 11 p.

BENABDELJELIL, K. 1991. Effects of enzyme supplementation of barley based diets on hen performance and egg quality. *Proceedings of 6 European Symposium on Poultry Nutrition. Venezia-Mestre, (Italy)*. p. 337-342.

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences (USA)*. 4:263-285. (MF:8511/102600).

BRADDOCK, M. 1996. Enzimas específicas para dietas porcinas con altos niveles de cebada. *Tecnología Avipecuaria (México)* 9(104)5456.

BRUFAU, J. *et al.* 1994. Performance of laying hens as affected by the supplementation of a barley-based diet with a crude enzyme preparation from *Trichoderma viride*. *Canadian Journal of Animal Science*. 74:129-134.

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences (USA)*. 4:263-285. (MF:8511/102600).



CARRÉ, B. *et al.* 1992. *Effect of enzyme on feed efficiency and digestibility of nutrients in broilers. Proceeding ig 19 World's Poultry Congress, Amsterdam. (Holanda). 3:411-415.*

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. Journal of Animal and Feed Sciences (USA). 4:263-285. (MF:8511/102600).

CHARLTON, P. 1996. *Enzima que aumenta la digestibilidad de la soya. Avicultura Profesional (USA) 14(2):58.*

-----PUGH, R. 1995. *Expanding enzyme applications: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. Minnesota (USA). In 56th Minnesota nutrition conference & Alltech, Inc. Technical Symposium, Bloomington p. 1-7. (MF:101598).*

CHOCT, M. *et al.* 1995. *Feed enzymes eliminate the anti-nutritive effect of non-starch polysaccharides and modify fermentation in broilers. In Proceeding of Australian Poultry Science Symposium. Australia, University of Sydney. p. 121-125. (MF:8091/98159)*

CLASSEN, H. L. *et al.* 1995. *The relationship of chemical and physical measurements to the apparent metabolizable energy (AME) of wheat when fed to broiler chickens with and without enzyme source. Proceedings of 2nd Europe Symposium Feed Enzymes, Noordwijkerhout, NL. p. 65-77.*

Citado por: Soto-Salanova, M. s.f.b. Utilización de complejos enzimáticos en dietas maíz/sorgo-soja para monogástricos. Madrid, Esp., Finnfeeds International. 11 p.

CRUZ, J. DE LA. 1982. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, según el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.*

DALE, N. 1992. *Probióticos y enzimas para aves. Asociación Americana de Soya (México) p. 2-3.*

ELY, C. M. 1963. *Factors influencing laying hen response to enzyme supplements. Poultry Science 42:1266.*

Citado por: Vukic Vranjes, M.; Pfrtner, H.P.; Wenk, C. 1995. Influence of processing on dietary enzyme effect and nutritive value of diets for laying hens. Canadian Journal of Science. (Canada) 75(3):453-460.

ENCICLOPEDIA SALVAT de las ciencias. 1972. Barcelona, Esp., Pamplona. p. 90-94.



- ENZIMAS: SOBRE el tema de los aditivos para la alimentación animal: informaciones técnicas. 1994. Guatemala, BASF. p. 90.*
- GIPPERT, T. *et al.* 1994. *Effect of enzymes on the digestibility of broiler feeds with barley content and on the performance of chickens. Proceeding of 9 European Poultry Conference, Glasgow. 1:427-428.*
- Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. Journal of Animal and Feed Sciences (USA). 4:263-285. (MF:8511/102600).*
- GRAHAM, H. 1994. *Selección de enzimas alimenticias: Métodos de medición de la actividad enzimática. Finlandia, Finnfeeds International. p. 1-4.*
- GRAN DICCIONARIO enciclopédico ilustrado. 1979. 8 ed. Madrid, Esp., *Selecciones del Reader's Digest. t.4 1284 p.*
- JACKISCH, B.; JEROCH, H. 1992. *Ergebnisse weiterer prüfungen von roggenhaltigen futtermischungen mit dem enzympräparat "nutrizym-feed-additive" in der broilermast. Archive Animal Nutrition. 42:55-61.*
- Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. Journal of Animal and Feed Sciences (USA). 4:263-285. (MF:8511/102600).*
- JEROCH, H.; DANICKE, S.; BRUFAU, J. 1995. *The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. Journal of Animal and Feed Sciences (USA). 4:263-285. (MF:8511/102600).*
- KRUEGER, W.F.; HYATT, D. 1992. *Efecto del sorgo molido tratado con enzimas (DM) como fuente dietética de carbohidratos en gallinas de postura comercial. El Informador Avícola (Guatemala). p. 23-37.*
- MAHAGNA, M. *et al.* 1995. *Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. Reproduction Nutritive Development (USA). 35:201-212.*
- MARQUARDT, R.R. 1994. *Use the enzymes to improve nutrient availability in manitoba feedstuffs. In Proceeding of the: Fifteenth Western Nutrition Conference, Manitoba, Canada, Holiday Inn. p. 153-160. (MF:7818/95306).*



NÁSI, M. 1988. Enzyme supplementation of laying hen diets based on barley and oats. *Proceedings of Alltech 4 Animal Symposium. Alltech Technical Publications.* p. 199-204.

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences (USA).* 4:263-285. (MF:8511/102600).

PARTRIDGE, G.; WYATT, C. 1995. More flexibility with new generation of enzymes. *World Poultry (Holanda)* 2(4):17-21. (MF:8101/98188).

PENZ, A.M. 1996. Enzimas y preservadores en dietas de aves y cerdos. *Alimentos Balanceados para Animales (Brasil)* p. 16-24.

RICHTER, G. *et al.* 1990. Enfluß von Enzympräparaten auf die Leistungen von Broilern bei Einsatz von Roggen. *Archive Animal. Nutritive.* 40: 951-958.

Citado por: Jeroch, H.; Danicke, S.; Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences (USA).* 4:263-285. (MF:8511/102600).

SOTO-SALANOVA, M. *s.f. a.* The use of enzyme to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry. *England, Finnfeeds International.* 8 p.

----- *s.f. b.* Utilización de complejos enzimáticos en dietas maíz/sorgo-soja para monogástricos. *Madrid, Esp., Finnfeeds International.* 11 p.

VUKIC VRANJES, M.; PFIRTER, H.P.; WENK, C. 1995. Influence of processing on dietary enzyme effect and nutritive value of diets for laying hens. *Canadian Journal of Science. (Canada)* 75(3):453-460.

WINDHAUSEN, P. 1994. Enzymes in poultry nutrition: scientific and economic aspects. *Rovigypt Seminar, Cairo, Egypt* p. 33-32. (MF:7902/96060).



XI. ANEXOS

Cuadro 1. Valor promedio de las variables, comprendidas entre el rango de 35 a 43 semanas de edad en aves de postura de raza Leghorn.

Variable	Unidad	TRATAMIENTOS				% Respecto al control	
		A	B	Control	Andeva	A	B
Número de Huevos	#	7373	7027	7206			
Producción de Huevo	%	93.11 a	88.76 c	91.00 b	**	2.32	-2.46
Peso de Huevo	g.	65.79 a	63.05 c	64.12 b	**	2.60	-1.67
Masa de Huevo	g.	61.26 a	56.00 c	58.37 b	**	4.95	-4.06
Consumo de Alimento	g/ave/día	102.90 a	103.34 b	102.94 a	**	-0.04	0.38
Conversión Alimenticia	g:g*	1.680 a	1.847 c	1.764 b	**	-4.76	4.70
Peso del Ave	kg.	1.69 a	1.48 b	1.66 a	**	1.81	-10.85
Color de la Yema del Huevo	RCF	11.38 a	9.13 c	10.57 b	**	7.66	-13.62
Huevos Sucios	%	5.04 a	5.15 ab	5.17 b	**	-2.52	-0.39
Mortalidad	%	1.01 a	1.03 a	1.01 a	n.s.		

n.s.: No hay diferencia significativa; **: diferencia altamente significativa ($p < 0.01$)

Letras distintas indican diferencias estadísticamente de alta significancia ($p < 0.01$).

* conversión alimenticia en base a masa de huevo

Cuadro 2. Detalle del Análisis Económico de la suplementación de Enzima en dietas para gallinas de Postura Comercial.

Tratamiento	Costo Total Suplemento	Costo Alimento	Costo Producción /caja*	Cajas Producidas	Precio Venta /caja**	Diferencia /Ganancia	Beneficio Neto Parcial
	Q	Q	Q	#	Q	Q	Q
A	1.42	21.76.98	106.29	20.48	170.00	63.71	1304.78
B	1.42	16.82.11	86.17	19.52	170.00	83.83	1636.36
Control		21.52.34	107.56	20.01	170.00	62.44	1249.42

*Costo directo solamente alimento + suplementación (caja = 30 docenas)

**Precio promedio por tamaño de huevo 1997.

Cuadro 3. Efecto de la suplementación de Enzima en dietas para gallinas de Postura Comercial sobre el Beneficio Neto Parcial.

<i>Tratamiento</i>	<i>Producción de Huevos</i> #	<i>Consumo de Alimento</i> kg.	<i>Ingreso Bruto*</i> Q	<i>Costo Alimento</i> Q	<i>Beneficio Neto Parcial</i> Q
<i>A</i>	7373	814.97	3481.69	2176.98	1304.78
<i>B</i>	7027	818.45	3318.30	1682.11	1636.36
<i>Control</i>	7206	815.28	3402.83	2152.34	1250.42

**Producción precio promedio de tamaño de huevo/caja 1997.*

Cuadro 4. Análisis de Dominancia entre los tratamientos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Beneficio Neto Parcial</i> Q	<i>Costo Variable</i> Q
<i>B</i>	1636.36	1682.11
<i>A</i>	1304.78	2176.98
<i>Control</i>	1249.42	2152.34

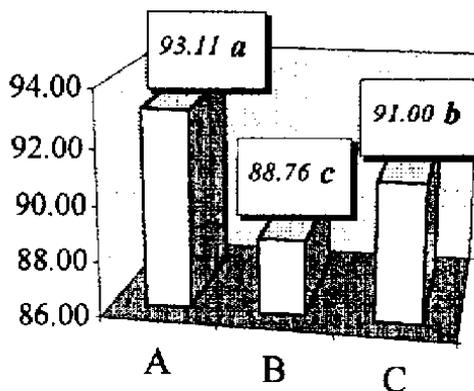
El tratamiento marcado es dominante.

Cuadro 5. Análisis económico a través de la Tasa Marginal de Retorno entre los tratamientos A y Control.

<i>Tratamiento</i>	<i>Costo Variable</i> Q	<i>Beneficio Neto Parcial</i> Q	<i>Costo Variable Marginal</i> Q	<i>Beneficio Neto Marginal</i> Q	<i>Tasa Retorno Marginal</i> Q
<i>A</i>	2176.98	1304.78	24.64	55.36	2.24
<i>Control</i>	2152.34	1249.42			

PRODUCCIÓN

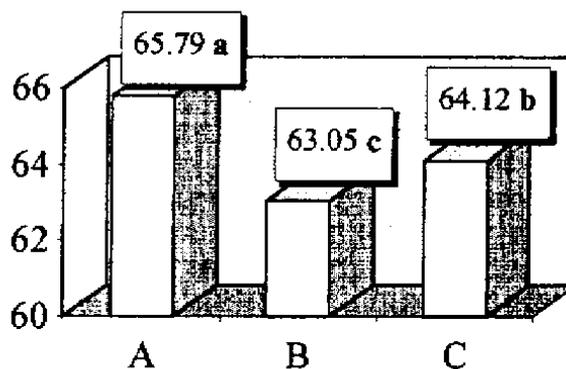
%



Tratamientos

PESO HUEVO

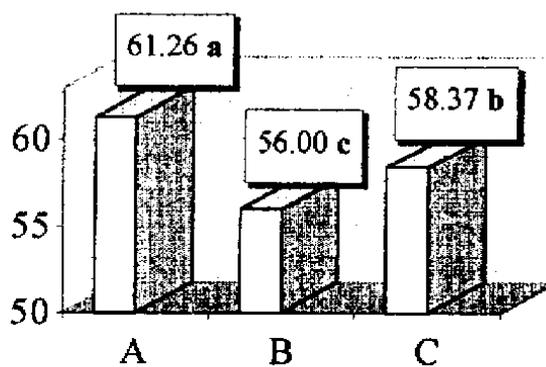
g



Tratamientos

MASA HUEVO

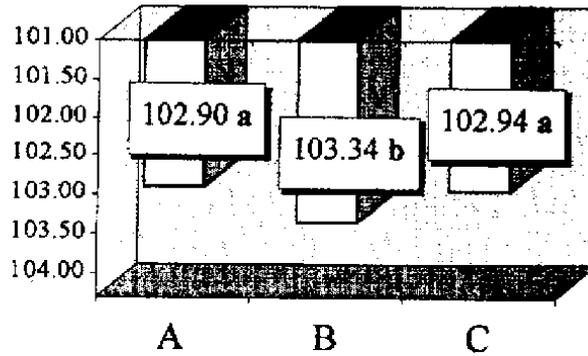
g



Tratamientos

CONSUMO ALIMENTO

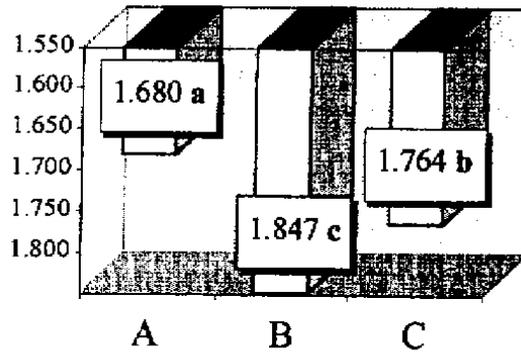
g/día



Tratamientos

CONVERSIÓN ALIMENTICIA

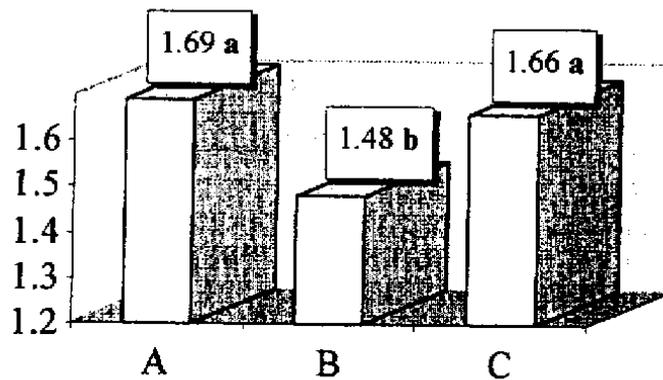
g:g



Tratamientos

PESO AVE

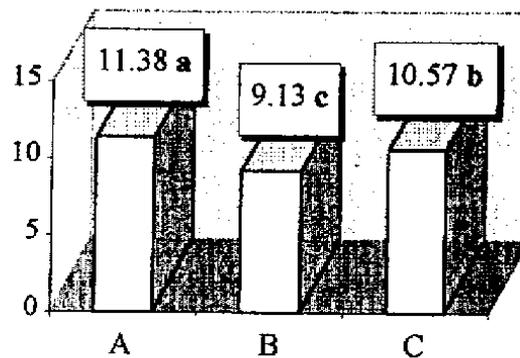
kg



Tratamientos

COLOR
YEMA HUEVO

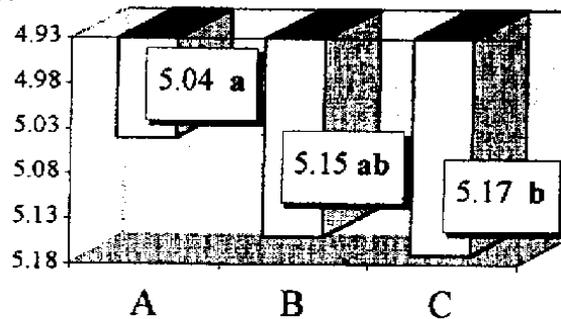
FCR



Tratamientos

HUEVOS SUCIOS

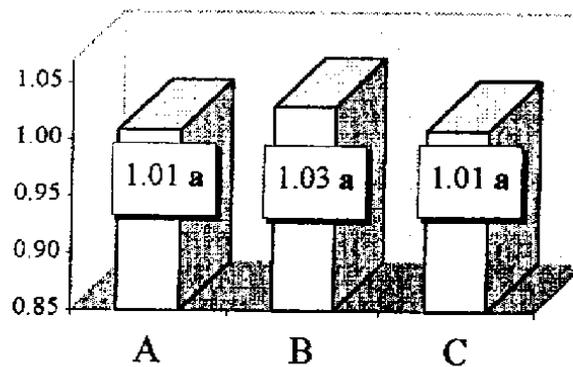
%



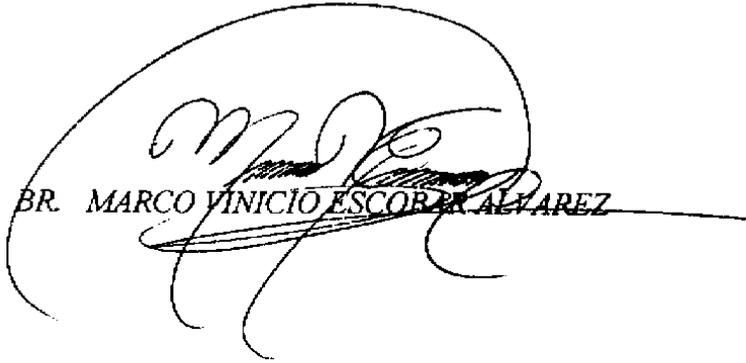
Tratamientos

MORTALIDAD

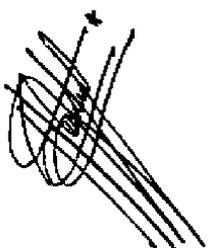
%



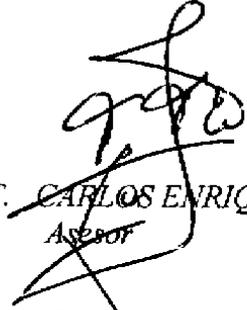
Tratamientos



BR. MARCO VINICIO ESCOBAR ALVAREZ



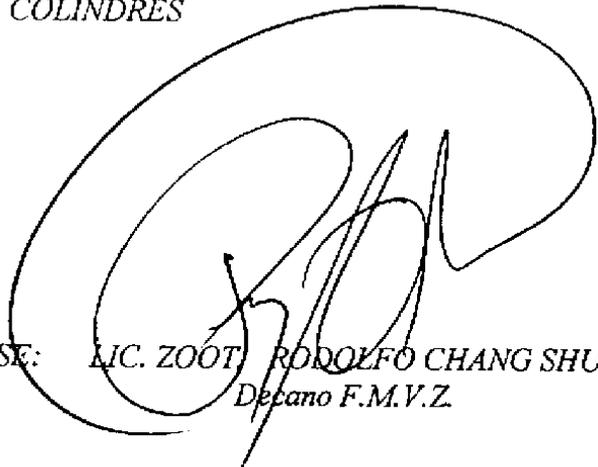
LIC. ZOOT. MIGUEL ANGEL RODENAS ARGUETA
Asesor principal



LIC. ZOOT. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ
Asesor



LIC. ZOOT. CARLOS GARCÍA COLINDRES
Asesor



IMPRIMASE: LIC. ZOOT. RODOLFO CHANG SHUM
Decano F.M.V.Z.

