



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EMPLEO DE ENZIMAS CARBOHIDROLASAS,
FITASAS Y PROTEASAS EN DIETAS
TIPO COMERCIALES PARA
GALLINAS BOVANS WHITE**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA
SARAHÍ DONAJY RAMÍREZ ESTRADA**

**Asesores:
MVZ. MSc Ernesto Ávila González
MVZ MC Ezequiel Sánchez Ramírez**

México D.F.

2011





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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 mis padres Susana Estrada García y Leoncio Ramírez Camacho por su apoyo, comprensión y consejos que me dieron para alcanzar todos mis sueños.

A mis hermanos Joselline y Edgar, por su apoyo y motivación durante la carrera.

A Edgar Rodríguez por su cariño, apoyo y comprensión.

A mis amigos con los cuales compartí grandes momentos y experiencias.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y a sus profesores, por su formación durante 5 años y por los grandes momentos que viví en ella.

Al Dr. Ernesto Ávila González por la oportunidad de realizar este trabajo; además de su apoyo, supervisión y consejos en la realización del mismo.

Al Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez por sus consejos, tiempo y amistad.

Al Ing. Silvestre Charraga, al Dr. Ezequiel Rosales y al Dr. Sergio Fernández, de la Empresa DSM Nutritional Products México, por brindarme su confianza y proporcionarme el producto para la realización de este trabajo.

A todos los profesores del CEIEPAv por sus enseñanzas: Dra. Elizabeth Posadas, Dra. Pilar Castañeda, Dr. José Luis Gil, Dr. Benjamín Fuente, Dr. Arturo Cortés y al Dr. Tomás Jínez.

Al Dr. Raymundo Martínez por su apoyo, amistad y por brindarme su tutoría durante toda la licenciatura.

A la Dra. Yolanda Castañeda por sus enseñanzas, apoyo y amistad.

A los miembros de mí jurado Carlos López Coello y Antonio Díaz Cruz por su tiempo y dedicación en las revisiones y correcciones de este trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
• Situación actual de la avicultura nacional.....	2
• Enzimas.....	4
• Carbohidrolasas.....	5
• Fitasas.....	6
• Proteasas.....	7
• Características principales de algunos ingredientes en la dieta de las aves.....	7
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
• Ubicación.....	14
• Animales.....	14
• Tratamientos.....	14
• Medición de parámetros.....	16
• Diseño estadístico.....	16

RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
CUADROS.....	33
GRÁFICAS.....	45

(1)

RESUMEN

RAMÍREZ ESTRADA SARAHÍ DONAJY. Empleo de enzimas carbohidrolasas, fitasas y proteasas en dietas tipo comerciales para gallinas Bovans White (Bajo la dirección de MVZ. MSc Ernesto Ávila González y MVZ MC Ezequiel Sánchez Ramírez).

Con el propósito de evaluar el comportamiento productivo de la gallina de postura ante la adición individual o combinada de enzimas en dietas reducidas en proteína, energía, calcio y fósforo, se realizó el presente experimento. Se utilizaron 480 gallinas Bovans White de 32 semanas de edad. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos con 4 repeticiones de 30 aves cada una. Los tratamientos fueron los siguientes: T1.- Dieta control positivo con 111 ppm de fitasas, T2.- Como 1 + 300 ppm de carbohidrolasas, T3.- Como 1 + 150 ppm de proteasas, T4.- Como 2 + 150 ppm de proteasas. Los resultados obtenidos en 11 semanas de experimentación para porcentaje de postura, peso de huevo, masa de huevo, conversión alimenticia, porcentaje de huevo sucio, roto y en fáfara, no mostraron diferencia significativa ($P>0.05$) entre tratamientos; Sin embargo para consumo de alimento este fue mayor en el Tratamiento 4 ($P>0.05$). Los resultados obtenidos en la prueba de calidad de huevo para las variables peso del huevo, unidades Haugh, resistencia del cascarón y grosor de cascarón no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. En la coloración de la yema se observó diferencia ($P>0.05$) en los tratamientos, teniendo un valor menor T2 y T3. De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir, que la adición combinada de enzimas no afecta el comportamiento productivo del ave y reduce los costos de alimentación al reducirse la proteína, energía, calcio y fósforo en las dietas.

INTRODUCCIÓN

Situación actual de la Avicultura Nacional

La avicultura nacional juega un papel importante en la alimentación de los mexicanos, pues 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (principalmente huevo y pollo); esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación. En el 2010, el consumo per-cápita por habitante, por año, de huevo en México fue de 22.8 Kg, es decir que al año cada habitante de nuestro país consume 22.8 Kg de huevo, lo que representa que cada habitante consume mas de un huevo al día¹.

La avicultura participa con un 63.22% de la producción total pecuaria del país¹; representando el 29.1 % huevo, el 33.7% pollo y 0.20% pavo. La producción de huevo en el 2010 fue de 2.82 millones de toneladas, siendo los principales estados productores de huevo Jalisco, Puebla, Sonora, Nuevo León, Yucatán y Guanajuato, además de la Comarca Lagunera, conformada por los estados de Coahuila y Durango. A nivel mundial México ocupa el sexto lugar como productor de huevo, después de China, Unión Europea, EUA, India y Japón. Además, en el 2010 la avicultura nacional aportó el 0.7% en el PIB total, 19.5% del PIB agropecuario y el 38.1% en el PIB pecuario.

La comercialización de huevo en nuestro país se realiza de la siguiente manera: 80% a granel (en mercados tradicionales y en centrales de abasto), 14% en tiendas de autoservicio y 6% en uso industrial¹.

La parvada nacional de aves comerciales creció 2.2% en el 2010, respecto al crecimiento obtenido en el 2009, existiendo así de manera constante 470 millones de aves comerciales dentro de la parvada nacional avícola, de las cuales 142 millones son gallinas productoras de huevo¹.

La obtención de productos de buena calidad, hablando específicamente de los huevos para consumo, está influenciada por varios factores, de los cuales entre los más importantes está la alimentación; misma que influye de manera importante en los costos de producción, representando entre el 60-80% en países en desarrollo^{2,3}.

Por lo que se busca obtener dietas digeribles para el ave, aportándole los nutrientes requeridos por esta. Hay por lo menos 40 elementos esenciales para las aves, entre los más abundantes son el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, los cuales son constituyentes de los carbohidratos, lípidos y proteínas; el calcio y el fósforo, son constituyentes del esqueleto de las aves; el sodio, el fósforo, el potasio y el cloro, son importantes en la regulación del equilibrio ácido-base y la fuerza iónica². El resto de los elementos son requeridos en pequeñas cantidades como catalizadores y cofactores en reacciones enzimáticas². El aporte energético, el proteico y el fósforo son los nutrientes que más afectan el costo en la alimentación de las aves. Una gallina ponedora con un peso corporal de 1.8 kg, que tiene una postura en promedio de 55 g de masa de huevo al día durante un año, va a sintetizar más de 8 veces su propio contenido en proteína corporal. El ave requiere de aminoácidos esenciales y nitrógeno no esencial para sintetizar los aminoácidos no esenciales en lugar de proteína bruta.^{2,4,5}

La gallina ponedora necesita 12 aminoácidos esenciales (arginina, fenilalanina, tirosina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, cistina, treonina, triptófano y valina), siendo más limitantes los aminoácidos azufrados, la lisina, la treonina y el triptófano. Además de requerir nitrógeno suficiente para la biosíntesis de los aminoácidos no esenciales.^{6,2}

Los aminoácidos no esenciales (glicina, alanina, serina, prolina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutámico, y glutamina) que necesita el ave pueden ser sintetizados a partir de sustratos simples, o bien pueden ser sintetizados solo de sustratos limitados, como es el caso de la tirosina y la cistina llamados estos últimos aminoácidos semi esenciales⁷.

El aporte de estos aminoácidos permite al ave tener un crecimiento adecuado durante la etapa de crianza, apropiado mantenimiento durante el ciclo de postura y la formación del huevo⁶.

Una deficiencia severa de aminoácidos va a afectar principalmente el crecimiento de las aves, debido a que se presenta una disminución en el consumo afectando la síntesis de proteína; sin embargo una deficiencia media, va a provocar que el ave consuma más alimento, por lo que su crecimiento va a ser el adecuado, aunque la eficiencia alimenticia no será la óptima².

Enzimas

La dieta de las aves está basada principalmente en granos como el maíz o el sorgo, y de algunas harinas o pastas de oleaginosas, como la pasta de soya. Para aumentar la digestibilidad de los ingredientes de la dieta en el ave se busca utilizar compuestos

exógenos como son las enzimas, para complementar las funciones de las enzimas digestivas que el ave produce en su tracto gastro-intestinal. Las enzimas digestivas son proteínas con actividad catalítica que van a degradar los alimentos en el tracto digestivo mediante reacciones hidrolíticas⁸.

En el tracto gastrointestinal de las aves, se producen diferentes enzimas y jugos digestivos, las cuales se muestran en el Cuadro 1⁹. Cabe mencionar que el intestino delgado es el sitio donde principalmente se presenta la absorción de aminoácidos exógenos. Y específicamente en la última porción de éste se absorben principalmente los aminoácidos endógenos².

Carbohidrolasas

La adición de enzimas exógenas como las carbohidrolasas (β -glucanasa, celulasa y pectinasa) en dietas para aves, es una práctica común en la industria avícola. Esto es debido a que mejora la eficiencia en la utilización de los nutrimentos, debido a que favorecen la digestibilidad de los granos (maíz y sorgo), siendo mayor este efecto en granos que se utilizan mucho en otros países como el trigo y la cebada por el efecto catalítico que tienen sobre los polisacáridos no amiláceos, evitando así la producción de material viscoso que afecta la absorción de nutrientes en el ave^{10, 11}.

El uso de estas preparaciones de enzimas mejoran el valor nutritivo de los granos utilizados en la dieta de las aves, al romper la pared celular de los granos formados por polisacáridos no amiláceos, integrados por moléculas complejas que actúan como barrera física en el tracto intestinal, lo que dificulta la acción de las enzimas endógenas¹¹.

Además de utilizarse para contrarrestar efectos antinutricionales de ingredientes como el trigo, la cebada, la avena o el triticale, también va a contrarrestar estos efectos en el maíz y sorgo, debido a que se ha comprobado que estos ingredientes producen también material viscoso que afectan la digestión y la absorción¹⁰. Algunas otras enzimas empleadas en la industria avícola son las proteasas y fitasas.

Fitasas

La fitasa es una de las enzimas exógenas más utilizadas en la alimentación animal, debido que casi dos terceras partes del fósforo presente en los cereales se encuentra como fósforo fítico, siendo este compuesto no disponible para las aves. El fósforo fítico (o también llamado hexafosfoinositol) es una molécula compleja. El tracto digestivo de las aves carece de la enzima fitasa, por lo que el fósforo no puede ser aprovechado por el organismo de las aves; también el ácido fítico forma compuestos con el calcio, carbohidratos y proteínas².

También va a quelar cationes como el hierro, manganeso, zinc y sodio². Esta baja disponibilidad se debe a que las aves carecen de la enzima fitasa que hidroliza el fitato y libera fósforo a nivel intestinal¹².

La adición de fitasas microbianas o fúngicas en los alimentos, incrementa la biodisponibilidad y utilización del fósforo de las aves. También mejora la digestibilidad ileal del nitrógeno, aminoácidos y energía metabolizable aparente¹². Además se indica una mejora en la digestibilidad del Ca, con lo cual se mejora el porcentaje de postura, la masa de huevo y la calidad del cascarón¹³.

Proteasas

Específicamente para mejorar la digestibilidad de las proteínas recientemente han utilizado proteasas, que son enzimas con la capacidad de degradar a las proteínas que se encuentran en el alimento liberando como producto a los aminoácidos⁸.

La enzima proteasa va complementar la actividad de las enzimas endógenas digestivas como la pepsina y las proteasas pancreáticas. Produciendo así la liberación de péptidos en mayor cantidad y con ello aumentar el valor biológico de las proteínas.

Características principales de algunos ingredientes en la dieta de las aves.

El sorgo y la soya como ingredientes principales aportan energía y proteína adecuada que permite darle una nutrición optima al ave, con la cual se obtiene una buena producción de huevo, sin afectar su estado de salud y bienestar. El sorgo es un ingrediente energético, llamado así por que aporta un nivel elevado de almidones y su aporte de Energía Metabolizable, es necesario para la formación del huevo¹⁴; aporta también poca proteína con un bajo contenido de lisina, metionina y cistina¹⁵. Es un cereal altamente digestible y tiene un nivel de proteína cruda (9.0%) mayor que el del maíz, pero mas bajo que el del trigo; entre los problemas que presenta este ingrediente es que algunas variedades pueden contener un alta concentración de taninos, aunque cabe señalar que en México este problema no se presenta, debido a que el grano producido o el importado a nuestro país corresponde a variedades de sorgo que no contienen bajo taninos; en gallinas de postura se puede utilizar como reemplazo al maíz².

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal, teniendo un alto contenido de lisina, pero es deficiente en metionina y cistina. Sin embargo en México, no se produce suficiente cantidad de frijol soya, por lo que se tiene que importar; la pasta de soya, utilizada en la alimentación animal es un subproducto de la extracción del aceite ¹⁵. Un problema de la soya cruda es que esta contiene factores antinutricionales como es el inhibidor de tripsina, los cuales son destruidos por medio de calor durante su procesamiento para obtener el aceite.

Otro problema es que contiene carbohidratos como la estaquiosa, verbascosa y la rafinosa, los cuales no son digestibles para el ave y por lo tanto el valor de energía que aporta es bajo. Se utiliza en gallinas de postura como fuente de proteína².

La canola al igual que la pasta de soya es una fuente de proteína. Entre los problemas que presenta la canola es que contiene sinapina, un factor antinutritivo que le transfiere un sabor a pescado al huevo de color marrón¹⁶. La colza se ha relacionado con problemas como hígado hemorrágico en gallinas de postura, con bajo tamaño de huevo, problemas de patas en pollos de engorda, bajo consumo de alimento y disminución de la velocidad de crecimiento. Las variedades de colza mejoradas llamadas canola descendiente de la colza, y tiene como característica principal menor cantidad de ácido erúsico en la porción del aceite; y menos factores goitrógenos, pudiendo emplearse en gallina de postura hasta en un 10% ².

Los granos secos de destilería con solubles tienen una composición variable, esto va depender del proceso llevado a cabo para su obtención y del ingrediente del que se

originan, pueden provenir del maíz, sorgo, arroz, centeno o trigo. Los granos secos de destilería con solubles (DDG's) actualmente son ingredientes derivados de la producción de etanol a partir del maíz, los cuales se les van a adicionar los solubles². Poseen un contenido de proteína moderado y un nivel de energía similar al de la pasta de soya, por lo que se pueden incluir en la dieta¹⁷. También son una fuente excelente de vitaminas y de fósforo disponible para el ave². Algunos autores han mostrado que el uso de DDG's en la alimentación de aves comerciales ponedoras como fuente de proteína, a un nivel de inclusión de 10 % no afecta la producción y el peso del huevo; sin embargo Jensen et. al. en 1969¹⁷ observaron un efecto positivo en la calidad interna del huevo^{2,17}.

Lo que se busca con la utilización de granos secos de destilería (DDG's) con la adición de enzimas proteasas es la mejora de la utilización y el valor nutricional de la proteína, buscando con esto reducir el costo de la ración.

Otra fuente de energía que se utiliza en la dieta de las aves es el aceite de soya, el cual además de aportar energía, disminuye la polvosidad, mejora el color, la palatabilidad y textura del alimento. Se recomienda utilizarlo en gallinas de un 1-4%.². Además las grasas o aceites que se utilizan en la alimentación de las aves, cumplen funciones en el organismo al formar parte de las membranas celulares, ser fuente de ácidos grasos esenciales, ser un medio de transporte de vitaminas liposolubles y de pigmentos, entre otras funciones.¹⁴

En el presente estudio se utilizaron ingredientes sorgo, soya, granos secos de destilería con solubles y canola para la formulación de las dietas y se adicionaron diferentes enzimas exógenas comerciales (carbohidrolasas, proteasas y fitasas*), para reducir los costos en las

dietas y hacer una utilización más óptima de los ingredientes.

**Nota:* Las enzimas que se utilizaron fueron: Ronozyme Proact (proteasas), Ronozyme Blend (carbohidrolasas) y Ronozyme P-(CT) (fitasas); mismas que son productos elaborados por la empresa DSM Nutritional Products de México.

HIPÓTESIS

Los parámetros productivos de las aves alimentadas con las dietas basadas en sorgo-soya-granos secos de destilería con solubles (DDG's) y canola adicionadas con diferentes enzimas carbohidrolasas, proteasas y fitasas, son iguales a los parámetros productivos de las aves alimentadas con la dieta testigo adicionada únicamente con fitasa.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la respuesta productiva de gallinas de postura, de la estirpe Bovans White de 32 semanas de edad y 14 semanas en producción, alimentadas con dietas basadas en sorgo, soya- DDG´s y canola, adicionadas con las enzimas fitasas más diferentes combinaciones de enzimas carbohidrolasas y proteasas. Mediante la medición de parámetros productivos durante 11 semanas; para evaluar así si existe un beneficio tanto productivo como económico en las dietas adicionadas con enzimas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Se evaluaron los parámetros productivos: porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa del huevo; en las gallinas alimentadas con una dieta de Sorgo-Soya-DDG´s-Canola, adicionada con las enzimas fitasas más diferentes combinaciones de las enzimas carbohidrolasas y proteasas.
2. Se midió la calidad externa del huevo puesto por las gallinas de postura de la estirpe Bovans White alimentadas con una dieta de Sorgo-Soya-DDG´s-Canola, adicionada con las enzimas fitasas más 3 diferentes combinaciones de las enzimas carbohidrolasas y proteasas, midiendo el grosor y resistencia del cascarón.
3. Se midió la calidad interna del huevo puesto por las gallinas de postura de la estirpe Bovans White alimentadas con una dieta de Sorgo-Soya-DDG´s-Canola, adicionada con las enzimas fitasas más diferentes combinaciones de las enzimas carbohidrolasas y proteasas.

4. Se contabilizó el porcentaje de huevo roto, sucio o en fáfara en gallinas de postura de la estirpe Bovans White alimentadas con una dieta de Sorgo-Soya-DDG's-Canola adicionada con las enzimas fitasas más diferentes combinaciones de las enzimas carbohidrolasas y proteasas.
5. Se revisó diariamente la mortalidad, y al término del experimento se calculó la mortalidad acumulada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. El CEIEPAv se localiza en la calle Salvador Díaz Mirón No. 89 en la Colonia Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac, Distrito Federal; a una altura de 2300 msnm, una Latitud Norte de 19° 18' y una Longitud Oeste 99°02'. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo con lluvias de verano de humedad media¹⁸.

Animales

Se utilizaron 480 Gallinas de la estirpe Bovans White de 32 semanas de edad y 14 semanas en producción, distribuidas al azar en 4 tratamientos con 4 réplicas de 30 gallinas cada uno. Cada réplica estuvo alojada en 10 jaulas de tipo convencional (Con las siguientes dimensiones: 30 cm de enfrente, 40 cm de fondo y 40 cm de alto¹⁴) con 3 gallinas cada una, en una caseta de ambiente natural. Las aves recibieron alimentación y agua ad libitum, el manejo que se llevo a cabo fue el de rutina en la granja experimental, recibiendo una vacunación contra la Enfermedad de Newcastle con virus vivo Cepa La Sota.

Tratamientos

La formulación de los alimentos para cada tratamiento, fue cubriendo las recomendaciones nutricionales de la gallina Bovans White¹⁹ (Cuadro 2).

Los tratamientos experimentales que se utilizaron se describen a continuación:

TRATAMIENTO 1. Dieta control positivo Sorgo-Soya-DDG's-Canola + 111 ppm de fitasas, formulada con la matriz propuesta para gallinas (Cuadro 3).

TRATAMIENTO 2. Como el tratamiento 1 + 300 ppm de carbohidrolasas (las matrices de la fitasas y carbohidrolasas se ajustaron para proveer 50% de los valores de aminoácidos) (Cuadro 4 y 5).

TRATAMIENTO 3. Como el tratamiento 1 + 150 ppm de proteasas (100% de su valor de AA) (Cuadro 6), la matriz de la fitasa se ajustó para proveer 50% de los valores de aminoácidos.

TRATAMIENTO 4. Como el tratamiento 2 + 150 ppm de proteasas (100% de los valores de aminoácidos).

La composición de las dietas, las cuales se formularon con la finalidad de cubrir las necesidades nutrimentales de la gallina Bovans White¹⁹ (Cuadro 2), se muestran en el Cuadro 7 y las raciones experimentales de cada dieta se muestran en el Cuadro 8. Cabe mencionar que se realizó un análisis de aminoácidos por la Empresa Evonik Degusa, a cada dieta elaborada, con lo cual se determinó si la composición nutrimental calculada era la misma a la analizada (Cuadro 7).

Medición de parámetros

1.- Se contaron y pesaron diariamente los huevos obtenidos por réplica, para así determinar el peso promedio del huevo, masa de huevo, porcentaje de postura, porcentaje de huevo sucio, roto o en fáfara.

2.- Se recogió el alimento sobrante de cada réplica una vez a la semana para calcular el consumo de alimento por ave por día.

3.- A la mitad (a los 35 días) y al final del experimento (a los 70 días) se llevó a cabo la medición de la calidad interna y externa del huevo, tomando una muestra de 10 huevos por cada réplica. Se midió en esta prueba peso del huevo, grosor y resistencia del cascaron, altura de la albúmina y se calcularon las Unidades Haugh, y la coloración de la yema del huevo (basándose en el abanico de DSM).

4.- Se calculó el costo del alimento.

El experimento tuvo una duración de 11 semanas.

Diseño Estadístico

Se realizó conforme a un diseño completamente al azar, en caso de encontrar efecto significativo de tratamientos, se evaluaron las diferencias entre medias por medio de la prueba de Turkey.

Modelo estadístico:

$$Y = M + T_i + E(i)j$$

Donde:

Y = Variable de respuesta

T_i = Efecto de tratamiento (1, 2, 3, 4)

M = Media poblacional

$E(i)j$ = Error estadístico (con 4 réplicas por tratamiento)

RESULTADOS

En los Cuadros 9 y 10 se muestran los resultados promedio que se obtuvieron de las 11 semanas de experimentación.

Se pueden apreciar en el Cuadro 9 las variables; porcentaje de postura, peso promedio de huevo, masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia. Se observa, que en las variables productivas porcentaje de postura, peso promedio del huevo, masa de huevo y conversión alimenticia, se encontraron resultados similares. Los análisis estadísticos, indicaron que no existía diferencia estadística ($P>0.05$), entre tratamientos. Sin embargo para la variable consumo de alimento, se encontró diferencia estadística ($P>0.05$) entre tratamientos, hubo mayor consumo de alimento (109g) en el tratamiento 4, el cual contenía enzimas fitasas, carbohidrolasas y proteasas.

En la Grafica 1, se presenta los porcentajes de postura obtenidos durante las 11 semanas de experimentación. Se observan resultados similares, aunque cabe destacar que el Tratamiento 4, el cual contenía fitasas, carbohidrolasas y proteasas, siempre mantuvo el porcentaje de postura numéricamente más alto.

En la Gráfica 2 está el Peso de Huevo y en la Grafica 3 se muestra la Masa de Huevo que se obtuvo semanalmente durante las 11 semanas de experimentación, viéndose resultados similares entre tratamientos.

La Gráfica 4 presenta el Consumo de Alimento que resultó durante las 11 semanas de experimentación, presentando un mayor consumo de alimento en el Tratamiento 4, durante todo el experimento.

En la Conversión Alimenticia obtenida en las 11 semanas de experimentación. Al igual que en las otras variables, a excepción del consumo de alimento, se observaron resultados similares (Gráfica 5).

El Cuadro 10 contiene los resultados promedio para porcentajes de huevo sucio, huevo roto y huevos en fáfara. Se aprecia que en las variables mencionadas, se encontraron resultados similares. Los análisis estadísticos, indicaron que no existía diferencia estadística ($P>0.05$), entre tratamientos.

Los análisis realizados promedio en la Prueba de Calidad de Huevo, aparecen en el Cuadro 11. Para las variables Peso del huevo, Unidades Haugh, Grosor del cascarón y Resistencia del cascarón presentaron resultados similares. Los análisis estadísticos, indicaron que no existía diferencia estadística ($P>0.05$), entre tratamientos. Sin embargo para la variable Coloración de la yema, medida mediante el Abanico Colorimétrico de DSM, se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$), entre tratamientos; se observó una menor coloración en el tratamiento 2 (11.5) con fitasas y carbohidrolasas y en el tratamiento 4 (11.9) con fitasas, carbohidrolasas y proteasas, en comparación con el tratamiento 1 (12.4) con fitasas y el tratamiento 3 (12.6) que contiene fitasas y proteasas, que tuvieron mayor coloración en la yema de huevo.

La Mortalidad Acumulada en 11 semanas de experimentación, presentada en el Cuadro 12, fue de 4.8, 4.1, 1.7 y 1.2% para los tratamientos 1, 2,3 y 4 respectivamente. Para realizar el análisis estadístico, se utilizó la transformación angular (arco seno) para los datos en porcentaje de la Mortalidad Acumulada.

En la Gráfica 7 se observa la mortalidad semanal y se ve que el Tratamiento 4 presentó una menor mortalidad con un 1.2%, en comparación con el Tratamiento 1, el cual presentó una mayor mortalidad con un 4.8%; cabe señalar que no existió diferencia estadística entre tratamientos para la mortalidad acumulada.

DISCUSIÓN

La suplementación de enzimas es una práctica actualmente muy utilizada en la alimentación de las aves, principalmente por que gracias a éstas se mejora la digestibilidad de nutrientes en el organismo de estos animales. Se han realizado diversos trabajos²⁰⁻²⁶ en donde se utilizan no solo una enzima, sino combinaciones de estas en donde se pueden presentar en forma de cocteles enzimáticos o complejos multienzimáticos²⁷. La combinación de enzimas va provocar la degradación de no solo una fracción específica del sustrato, sino una fracción más amplia del alimento formada por una fracción más compleja²⁷.

Comparando los resultados de el presente estudio con el Manual de la estirpe Bovans White¹⁹, se mostraron resultados similares en las variables productivas porcentaje de postura y conversión alimenticia, aunque cabe mencionar que el Tratamiento 4 presentó un valor mayor al que presenta el manual de la estirpe (93.6% y 92.9% respectivamente) con una diferencia $\pm 0.7\%$. Para la variable peso de huevo se obtuvieron valores menores al que presenta el manual (60.4g), siendo el Tratamiento 3 el que más se acerca a este valor (60.1g) con una diferencia de ± 0.3 . El consumo de alimento en los 4 tratamientos fue mayor al que se presenta en el manual de la estirpe (101g) con una diferencia de ± 0.3 . Lo cual nos indica que los parámetros no presentaron una variación significativa a los que señala el manual de la estirpe.

El principal efecto que se notó en este estudio es que se obtuvieron resultados similares en los parámetros productivos entre el Tratamiento 1 (Dieta Testigo) que contenía el 100%

del valor de los aminoácidos, con los tratamientos 2 y 3 que se ajustaron al 50 % del valor de los aminoácidos, y con el Tratamiento 4 que se ajustó al 100% del valor de estos. Lo cual refleja un importante efecto de las enzimas utilizadas, ya que aunque se redujo el valor de aminoácidos en los tratamientos 2, 3 y 4, no se afectó el rendimiento productivo del ave, cumpliéndose así la hipótesis señalada anteriormente para este estudio.

También se observó que al adicionar diversas combinaciones de enzimas comerciales carbohidrolasas, proteasas y fitasas, los porcentajes de postura no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos. Contrariamente se observó un mayor porcentaje de postura numérico durante las 11 semanas de experimentación en el Tratamiento 4 (93.6 %), el cual consistía en una combinación de los tres tipos de enzimas: fitasas, carbohidrolasas y proteasas; se redujo el contenido de Calcio y Fósforo con las Fitasas, la Energía Metabolizable con las Carbohidrolasas y la Proteína con las Proteasas; lo cual se tradujo en una menor concentración de Pasta de Soya, Fosfato Di cálcico y Aceite de Soya. Lo que indica que al combinar o utilizar las tres enzimas hay una tendencia a una mejor respuesta productiva que al utilizarlas individualmente (en los demás Tratamientos 1, 2,3 se tenían porcentajes de postura de 90.1, 91.3, 92.2, respectivamente). Diversos estudios han encontrado resultados similares, al utilizar enzimas individualmente o en combinación²⁵, el estudio encontró una mejor respuesta en dietas donde se utilizaron combinaciones de enzimas compuestas de xilasas, amilasas, proteasas con fitasas, que en las dietas donde se utilizaron las enzimas por separado. Aunque algunos autores sí encontraron un incremento estadísticamente diferente en el porcentaje de postura ^{21, 28, 29,30}, otros autores ^{3,31} encontraron resultados similares donde no se observaron diferencias estadísticas entre

tratamientos, al suplementar enzimas principalmente en forma de combinada, pero también en forma individual.

Además podemos mencionar que a pesar de no mostrar efecto en la producción de huevo entre tratamientos, se obtuvo un beneficio en el costo por alimento, debido a que se reduce la cantidad de Proteína, Energía Metabolizable, Calcio y Fósforo, al suministrar menor cantidad de Pasta de soya, Aceite de soya y Fosfato di cálcico, costando así la dieta del Tratamiento 4, \$152.77 menos que la dieta testigo (Tratamiento 1). Sin embargo cabe mencionar que al suplementar a la dieta testigo la enzima proteasa (Tratamiento 3), la reducción en el costo no es significativa, pues solo es \$3.70 menor que la dieta testigo (Tratamiento 1), por lo que en base a esto se puede deducir que al utilizar las 3 enzimas combinadas se reduce más el costo de la dieta, que al utilizar las enzimas por separado, en donde solo reduce un poco.

En las variables productivas porcentaje de postura, peso promedio del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia no existió diferencia significativa. Algunos autores^{22, 26} tampoco encontraron diferencia estadística en el peso de huevo y en la masa de huevo al utilizar dietas suplementadas con combinaciones de enzimas (xilanasas, proteasas y amilasas). En comparación con Jaroni et. al.³¹ que encontraron un mejoramiento en la masa de huevo al utilizar enzimas en una dieta compuesta por maíz, pasta de soya y trigo. Sin embargo Novack et. al.²³ notaron una disminución en el peso de huevo y en la masa de huevo al suplementar enzimas en dietas bajas en energía y proteína.

En este estudio tampoco se encontró diferencia significativa el porcentaje de huevo sucio, porcentaje de huevo roto, y porcentaje de huevo en fáfara. Sin embargo cabe mencionar que aunque no se presentó una diferencia estadística en el Porcentaje de Huevo Sucio, el Tratamiento 1 fue el que presentó mayor porcentaje durante todo el experimento. Resultados similares presentan Angulo et al.³² quienes utilizaron ingredientes que se utilizaron en la dieta del presente estudio, los cuales fueron pasta de soya, canola y fitasa, se encontró una menor producción de huevo y un mayor porcentaje de huevo sucio en la dieta que tenía como fuente de proteína a la canola suplementada con fitasa. Aunque se presentan resultados similares, en el estudio se utilizaron las dos fuentes de proteína (soya y canola), por lo que el utilizar solo la enzima fitasa en la dieta no es un factor determinante para que el Tratamiento 1 obtuviera una mayor cantidad de huevos sucios. Sin embargo lo que si podría dar una explicación mas concreta a este fenómeno, es que si una enzima actúa favorablemente en la reducción de la producción de huevo sucio, utilizando una buena fuente de proteína, como lo indicaron Angulo et. al.³² en su experimento, la actividad de diversas enzimas puede tener un efecto positivo mayor en la reducción de la producción huevo sucio, por lo que tal vez sea esta la razón por la cual en los demás tratamientos se obtuvo un menor porcentaje de huevo sucio. Aunque cabe mencionar que existen otras causas o factores para la presentación de huevos sucios en una parvada, como son la edad del ave, el tamaño del huevo o el estado físico o de salud del ave.

En la variable productiva Consumo de alimento, fue mayor el Tratamiento 4, en el cual el alimento tenía fitasas, carbohidrolasas y proteasas, en este caso existió un mayor consumo de alimento pero también existe una reducción en la fuente principal de proteína

(Pasta de Soya). Se menciona en otro experimento²⁶ en gallinas de postura de la estirpe Isa Babcock B-300, una reducción del consumo de alimento en dietas reducidas en proteína (también se redujo la cantidad de pasta de soya), pero a ser suplementadas con enzimas el consumo se mantiene en su valor normal. En el caso de nuestro estudio el consumo de alimento también se encontró en valores normales en los Tratamientos 1, 2 y 3, pero existió un incremento en el Tratamiento 4.

En cuestión a la calidad del huevo no hubo diferencia entre tratamientos en las variables Unidades Haugh, Peso del Huevo, Resistencia y Grosor del Cascarón. Scheideler et. al.²² encontraron resultados similares ante la suplementación de enzimas, no encontrando diferencias en estas variables.

En relación a la coloración de la yema de huevo, se notó diferencia estadística entre tratamientos; el tratamiento 2 y el 4 mostraron menor coloración; aunque cabe mencionar que las 4 dietas presentaron una nivel de coloración óptimo y tenía la misma inclusión de DDG's. En otros estudios^{33,34,35} se llegaron a utilizar cantidades de DDG's en diferentes concentraciones, observándose una mayor coloración de la yema en las dietas que contenían mayor cantidad de DDG's, situación que no aplica en este caso, debido a que como se menciona anteriormente los DDG's se adicionaron a la dieta en la misma cantidad (10%).

Swiatkiewick y Koreleski³⁶ suplementaron enzimas y DDG's (20%) a la dieta en gallinas Lohman Brown, encontrando un efecto negativo al suplementar esa cantidad de DDG's (20%), causando un decremento de la producción de huevo; sin embargo gracias a la

adición de enzimas este efecto negativo se redujo parcialmente. Si se compara con el presente estudio se puede mencionar que no fue afectada la producción de huevo, ya que se suplemento solo el 10% de DDG's en las dietas, además de que se suplementaron enzimas.

Revisados todos los resultados, se observa una variación entre los datos obtenidos de las distintas investigaciones que se han hecho ante este tema, esta variación puede ser debida a diversos factores como son la estirpe con la que se este trabajando, los ingredientes utilizados en las dietas y las modificaciones que se le realicen a la dieta (como reducción de energía o proteína). Incluso esta variación puede ser debido al tipo de enzima que se este utilizando o el origen de esta. Fernández ²⁷ menciona en que las enzimas de origen bacteriano tienen menor actividad que las de origen fúngico, ya que actúan en pH's ligeramente ácidos, a comparación de las enzimas de origen bacteriano que actúan en pH's alcalinos, retomando que el pH que se requiere al inicio de la digestión en proventrículo y molleja es ácido³⁷. Sin embargo en el estudio realizado las enzimas proteasas utilizadas eran de origen bacteriano y las enzimas carbohidrolasas y fitasas de origen fúngico ^{38,39}.

Por lo que hay un efecto contrario al que indica este autor al suplementarlas individualmente en los tratamientos 1, 2 y 3. Pero el Tratamiento 4 obtuvo una tendencia a mayor respuesta productiva, lo que sugiere que al combinar los tres tipos de enzimas hay un efecto de sinergismo, obteniendo así una mejor actividad en sus sustratos.

CONCLUSIONES

La inclusión de enzimas fitasas, carbohidrolasas y proteasas proporcionan al ave un efecto de mejoramiento en la digestibilidad de la dieta (Sorgo-Soya-DDG's-Canola), actuando de manera individual sobre el fitato, polisacáridos no amiláceos y proteínas. Sin embargo este efecto fue mejor si actúan de manera combinada, mejorando así el rendimiento productivo de las aves.

La inclusión de enzimas fitasas, carbohidrolasas y proteasas tiene un efecto positivo en la alimentación de las aves, debido a la cantidad de aminoácidos que se liberan en la dieta empleando las matrices al 50% o al 100% del valor de estos, no afectando así los parámetros productivos y la calidad interna y externa del huevo. Pero con el beneficio de reducir los costos de las dietas, al disminuir la cantidad de algunos ingredientes, pues se presenta una mayor digestibilidad de los nutrientes contenidos en éstos, gracias a la acción de las enzimas.

Además el empleo de enzimas de manera combinada tiene un mayor efecto costo-beneficio que la inclusión de estas de manera individual.

REFERENCIAS

1. UNIÓN NACIONAL DE AVICULTORES. Indicadores económicos. 2010 Octubre 30 (citado 2010 octubre 30). Disponible en: URL: <http://www.una.org.mx/index>.
2. PESTI GM, BAKALLI RI, DRIVER JP, ATENCIO A, FOSTER EH. Poultry Nutrition and Feeding. Canada, EU. Trafford Publishing, 2005.
3. QUISPE QL. Evaluación de proteasa (Poultry Grow 250) en dietas de maíz y harina de soya en ponedoras Leghorn Blanco (H&N Nick Chick). (tesis de licenciatura). Tegucigalpa, Honduras. Universidad Zamorano, 2005.
4. BLAS C, MATEOS G. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Madrid, España. Editorial Aedos.1991.
5. BUXADE C. La gallina ponedora. 2° ed. España. Ediciones Mundi- Prensa, 2000.
6. AGENJO C. Enciclopedia de avicultura. 2° ed. Madrid. Espasa-Calpe, 1964.
7. SCOTT LM, NESHEIM MC. Nutrition of de chicken. Ithaca, Nueva York, EU. 3ra ed. MI Scott y Asociados, Publishers, 1982.
8. FERSHT A. Estructura y mecanismo de las enzimas. Editorial Reverte. S. A. España, 1980.
9. CUCA GM. AVILA G.E, MARTÍNEZ PA. Alimentación de las aves. México, México. 2ed. Universidad Autónoma de Chapingo. 2008.
10. CORTES CA, AGUILA SR, AVILA GE. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. Vet. Méx., 2002; 33(1); 1-9.

11. MÉNDEZ DA, CORTÉS CA, FUENTE MB, LÓPEZ CC, ÁVILA GE. Efecto de un complejo enzimático en dietas sorgo+soya sobre la digestibilidad ileal de aminoácidos, energía metabolizable y productividad en pollos. Tec. Pecu. Méx., 2009; 47 (1); 15-25.
12. CORTES CA, FUENTE MB, FERNÁNDEZ TS, MOJICA EM, ÁVILA GE. Evaluación de una fitasa microbiana (*Peniophora lycii*) en dietas sorgo-soya deficientes en fosforo, para pollos de engorda, sobre la digestibilidad ileal de la proteína, aminoácidos y energía metabolizable. Vet. Méx., 2007; 38 (1); 21-30.
13. LIU N, LIU GH, LI FD, SANDS JD, ZHANG S, ZHENG AJ, et al. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced phosphorus diets. Poultry Science, 2007; 86; 2337-2342.
14. HERNÁNDEZ VX, QUINTANA LJ, LÓPEZ CC. Zootecnia Avícola. México, DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
15. ÁVILA GE. Alimentación de las aves. México. Trillas, 2001.
16. BLAS C, MATEOS GG, REBOLLAR PG. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Madrid, España. Pancosma, 1999.
17. ROBERSON K. Granos secos de destilería con solubles para gallinas de postura son muy buenos. Washington, EU: U. S. Grains Council. 2004.
18. INEGI. Cuaderno Estadístico Delegacional, Tláhuac, DF. México DF: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2000: 3,12.
19. CENTURION POULTRY INC. Manual de Gallinas Ponedoras Bovans White. Washington, EU: Centurion Poultry Inc., 2003.

20. COWIESON AJ, ADEOLA O. Carbohydrases, Protease, and Phytase Have an Additive Beneficial Effect in Nutritionally Marginal Diets for Broiler Chicks. *Poultry Science*, 2005; 84:1860–1867.
21. JIA W, SLOMINSKI BA, GUENTER W, HUMPHREYS A, JONES O. The Effect of Enzyme Supplementation on Egg Production Parameters and Omega-3 Fatty Acid Deposition in Laying Hens Fed Flaxseed and Canola Seed. *Poultry Science*, 2008; 87:2005–2014.
22. SCHEIDELER SE, BECK MM, ABUDABOS A, WYATT CL. Multiple Enzyme (Avizyme) Supplementation of Corn-Soy-Based Layer Diets. *J. Appl. Poult. Res.*, 2005; 14:77–86.
23. NOVAK CL, YAKOUT HM, REMUS J. Response to Varying Dietary Energy and Protein With or Without Enzyme Supplementation on Leghorn Performance and Economics. 2 Laying Period. *J. Appl. Poult. Res.* 2008; 17:17–33.
24. NOVAK CL, YAKOUT HM, REMUS J. Response to Varying Dietary Energy and Protein With or Without Enzyme Supplementation on Growth and Performance of Leghorns: Growing Period. *J. Appl. Poult. Res.*, 2007; 16:481–493.
25. OLUKOSI OA, COWIESON AJ, ADEOLA O. Age-Related Influence of a Cocktail of Xylanase, Amylase, and Protease or Phytase Individually or in Combination in Broilers. *Poultry Science*, 2007; 86:77–86.
26. NOLASCO OM. Enzimas Proteasas, Pentonasas, Celulasas, Amilasas y Alfa-galactosidas en la alimentación de gallinas de postura (Tesis de Licenciatura). México, DF. Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.

27. FERNANDEZ JI. Uso de carbohidrasas en nutrición de aves; no todos los productos son iguales. Madrid, España: Pintauba Group España, 2011.
28. SHANG MJ, AZCONA JO. Performance of laying hens fed a corn-sunflower meal diet supplement with enzymes. Estación Experimental Pergamino, Buenos Aires, Argentina, 2007.
29. PRABHAKAR MR, DARUR AS. Effects of Vegpro supplementation to sorghum/soya-based diets on performance of layers and broilers. Kormala Feeds and Bangalore Fort Farms. 1997; 172.
30. JALAL MA, SCHEIDELER SE, PIERSON EM. Strain Response of Laying Hens to Varying Dietary Energy Levels With and Without Avizyme Supplementation. J. Appl. Poult. Res. 2007; 16:289–295.
31. JARONI D, SCHEIDELER SE, BECK M, WYATT C. The Effect of Dietary Wheat Middlings and Enzyme Supplementation. 1. Late Egg Production Efficiency, Egg Yields, and Egg Composition in Two Strains of Leghorn Hens. Poultry Science, 1999; 78:841–847.
32. ANGULO JE, RUÍZ IJ, OROZCO JR., MONTAÑEZ-VALDEZ OD. Efecto de la fitasa en la cantidad de huevo sucio producido, por aves de postura alimentadas con dos diferentes fuentes de proteína. Memorias del III Congreso CLANA 2008, Trabajos Cortos; 18-21 Noviembre; Cancún (Quintana Roo) México: Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, AC, 2008.
33. SANABRIA EG. Empleo de granos secos de destilería con solubles en dietas tipo practico para gallinas de postura (tesis de licenciatura). México, D. F. Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.

34. ROBERSON KD., KALBFLEISCH JL, PAN W, CHARBENEAU R. Effect of Corn Distiller's Dried Grains with Solubles at Various Levels on Performance of Laying Hens and Egg Yolk Color. *International Journal of Poultry Science*, 2005; 4 (2): 44-51.
35. LUMPKINS B, BATAL A, DALE N. Use of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Laying Hen Diets. *J. Appl. Poult. Res.*, 2005; 14:25-31.
36. ŚWIĄTKIEWICZ S, KORELESKI J. Effect of maize distillers dried grains with soluble and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2006; 15, 253-260.
37. STURKE PD. *Fisiología Aviar*. Acribia, 2da ed. España, 1968.
38. FLORES CS, CASILLAS FJ, OROZCO HJ. Effect of multi-enzymatic mix in an sorghum-soybean meal- based ration on hen performance. *Italian Journal of Animal Science*, 2011; 10:25, 131-133.
39. SEGOVIA OR. Determinación de la termoestabilidad de una enzima derivada de la fitasa *Peniophora lycii* (tesis de licenciatura). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 2005.

CUADROS

Cuadro 1: Enzimas y jugos digestivos que se producen en el tracto gastrointestinal de las aves⁹.

<i>Enzima</i>	<i>Localización</i>	<i>Jugo Digestivo secretado por</i>	<i>Jugo Digestivo dentro del área</i>	<i>Sustrato donde actúa</i>	<i>Productos</i>
Amilasa salival.	Saliva.	Glándulas Salivales.	Boca.	Almidón.	Maltosa.
Pepsina.	Jugo gástrico.	Paredes del Proventrículo.	Proventrículo.	Proteína.	-Proteosas. -Polipéptidos.
Amilasa Pancreática.	Jugo pancreático.	Páncreas.	Intestino Delgado (duodeno).	Almidón.	Maltosa.
-Tripsina -Quimiotripsina. -Carboxipeptidasa.	Jugo Pancreático.	Páncreas.	Intestino Delgado (duodeno)	-Proteínas. -Proteosas. -Polipéptidos	.Péptidos. .Aminoácidos
Lipasa Pancreática.	Jugo Pancreático.	Páncreas.	Intestino Delgado (duodeno).	Grasa Emulsionada.	-Ácidos Grasos. -Monoglicéridos.
Peptidasas Intestinales.	Jugo Intestinal.	Intestino Delgado.	Intestino Delgado.	Proteína.	Aminoácidos.
Maltasa.	Jugo Intestinal.	Intestino Delgado.	Intestino Delgado.	Maltosa.	Glucosa.
Sacarasa.	-Jugo Intestinal. -Bilis.	-Intestino Delgado. -Hígado.	-Intestino Delgado. - Duodeno.	-Sacarosa. -Grasas.	-Glucosa y Fructosa. -Grasa Emulsionada.

Cuadro 2: Recomendaciones Nutricionales para la Gallina Bovans White de 32 semanas (Dieta Pico: De 18 a 36 semanas) ¹⁹.

<i>Nutriente</i>	<i>Recomendación</i>
Consumo (g).	95-100
Energía Metabolizable (Kcal/Kg)	2871
Proteína Cruda (%)	18.59
Calcio (%)	4.05
Fósforo Disponible (ppm)	0.44
Sodio (%)	0.19
Metionina (%)	0.465
AAAT (%)	0.762.
Lisina (%)	1.02.
Triptófano (%)	0.24.
Ácido Linoleico (%).	1.00

Cuadro 3: Matriz de formulación para la enzima Ronozyme P- (CT) (Fitasa).

Kilogramos agregados por tonelada: 0.111.

<i>Nutrientes</i>	<i>Valores de matriz</i>	<i>Nutrientes Liberados por Tonelada</i>
Peso (kg)	1	
Materia Seca (%).	99	
EM (Mcal).	405	44.96
PC (%)	1892	2100
Lisina Total y Digestible (%).	138	153
Metionina Total y Digestible (%).	30	33
Aminoácidos Azufrados Totales y Digestibles (%).	88	98
Triptofano Total y Digestible (%).	17	19
Treonina Total y Digestible (%).	135	150
Arginina Total y Digestible (%).	162	180
Ca (%)	901	1000
Av. P (%).	901	1000

Cuadro 4: Matriz de formulación para la enzima Ronozyme P-(CT) (Fitasa) con 50% de los valores de aminoácidos.

Kg de Ronozyme P-(CT) con 50 % de los valores de aminoácidos: 0.111.

<i>Nutrientes</i>	<i>Valores de matriz</i>	<i>Nutrientes Liberados por Tonelada</i>
Peso (kg)	1	
Materia Seca (%).	99	
EM (Mcal).	405	44.96
PC (%)	946	1050
Lisina Total y Digestible (%).	69	77
Metionina Total y Digestible (%).	15	17
Aminoácidos Azufrados Totales y Digestibles (%).	44	49
Triptofano Total y Digestible (%).	8.5	9
Treonina Total y Digestible (%).	67.5	75
Arginina Total y Digestible (%).	81	90
Ca (%)	901	1000
Av. P (%).	901	1000

Cuadro 5: Matriz de formulación en la enzima Ronozyme Blend 25 (Carbohidrolasa) (50% de los valores de los aminoácidos).

Kg de Ronozyme Blend por tonelada: 0.3

<i>Nutrientes</i>	<i>Valores de matriz</i>	<i>Nutrientes Liberados por Tonelada</i>
Peso (kg)	1	
Materia Seca (%).	99	
EM (Mcal).	233	70
PC (%)	308	923
Lisina Total y Digestible (%).	42	126
Metionina Total y Digestible (%).	10	30
Aminoácidos Azufrados Totales y Digestibles (%).	21	62
Treonina Total y Digestible (%).	27	80
Arginina Total y Digestible (%).	49	146
Triptofano Total y Digestible (%).	9	27
Valina Total y Digestible (%).	33	98
Isoleucina Total y Digestible (%).	31	92
Leucina Total y Digestible (%).	52	156

Cuadro 6: Matriz de formulación de la enzima Ronozyme ProAct (Proteasa).

Kg de Ronozyme ProAct por tonelada: 0.15.

<i>Nutrientes</i>	<i>Valores de matriz</i>	<i>Nutrientes Liberados por Tonelada</i>
Peso (kg)	1	
Materia Seca (%).	99	
PC (%)	4117	6175
Lisina Digestible (%).	43	65
Metionina Digestible (%).	40	59
Cistina Digestible (%).	72	108
Aminoácidos Azufrados Totales y Digestibles (%).	125	188
Treonina Digestible (%).	254	382
Arginina Digestible (%).	169	254
Valina Digestible (%).	191	286
Isoleucina Digestible (%).	149	223
Triptofano Digestible (%).	36	54

Cuadro 7: Composición Nutricional de las raciones experimentales.

<i>Nutrientes</i>	<i>TRT 1</i>	<i>TRT 2</i>	<i>TRT 3</i>	<i>TRT 4</i>
Prot. Cruda, %	16.00 (15.39)	16.00 (16.88)	16.00 (15.87)	16.00 (15.92)
Ca, %	3.77	3.77	3.77	3.77
P. Disp., %	0.42	0.42	0.42	0.42
P. Tot, %	0.67	0.67	0.67	0.67
EMn, Mcal/T	2.89	2.89	2.89	2.89
Lys Tot., %	0.84	0.84	0.84	0.84
Na, %	0.17	0.17	0.17	0.17
Cl, %	0.21	0.21	0.19	0.19
K, %	0.65	0.65	0.62	0.62
Na+K-Cl, Meq	180.00	180.00	180.00	180.00
MET DIG, %	0.37 (0.40)	0.37 (0.40)	0.37 (0.38)	0.37 (0.41)
Aminoácidos Azufrados Totales y Digestibles (%).	0.60 (0.67)	0.60 (0.68)	0.60 (0.64)	0.60 (0.67)
LYS DIG, %	0.72 (0.75)	0.72 (0.79)	0.72 (0.75)	0.72 (0.81)
TRP DIG, %	0.16	0.16	0.15	0.15
THR DIG, %	0.50 (0.56)	0.50 (0.60)	0.51 (0.54)	0.51 (0.58)
VAL DIG, %	0.66 (0.73)	0.67 (0.77)	0.66 (0.72)	0.66 (0.76)
ARG DIG, %	0.80 (0.81)	0.80 (0.88)	0.77 (0.79)	0.77 (0.84)

Los datos que se encuentran fuera del paréntesis “()” corresponden a la composición nutricional calculada y los datos que están dentro de paréntesis “()” corresponden a la composición nutricional analizada en el alimento elaborado, por tratamiento.

Cuadro 8: Raciones Experimentales de cada tratamiento, con la cantidad de ingredientes, que fueron adicionados.

	<i>TRT 1</i>	<i>TRT 2</i>	<i>TRT 3</i>	<i>TRT 4</i>
Ingredientes.	<i>kg/T</i>			
Sorgo	573.3470	587.0570	586.2370	602.5400
P. de soya	135.9100	131.9580	116.3850	108.7270
DDGS	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
P. de canola	53.4190	55.9640	60.3670	64.2460
Calcio fino	50.0000	50.0000	50.0000	50.0000
Calcio grueso	40.0000	40.0000	40.0000	40.0000
Aceite de soya	29.5070	17.0090	28.2600	15.5080
F. di cálcico	8.4020	8.3430	8.4240	8.3680
Vit-Min Postura	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000
Sal	1.8370	1.8310	1.2980	1.2210
NaHCO ₃	1.7800	1.7740	2.5400	2.6320
DL-MET	1.3940	1.3630	1.4010	1.3730
L-Lys (78%)	1.2370	1.2340	1.7710	1.7680
Carophyll A.	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320
Carophyll R,	0.0240	0.0240	0.0240	0.0240
Ronozyme P-(CT) 100 aa*	0.1110			
Ronozyme P-(CT) 50aa*		0.1110	0.1110	0.1110
Ronozyme Blend 25 50aa**		0.3000		0.3000
ProAct 100 aa***			0.1500	0.1500
Total	1,000.0000	1,000.0000	1,000.0000	1,000.0000
Costo Total (\$)	5,282.87	5,143.97	5,279.18.	5,130.10

Nota: * Fitasa, **Carbohidrolasa, ***Proteasa.

Cuadro 9: Resultados promedio de las variables productivas en gallinas de postura durante 11 semanas de experimentación.

<i>Tratamiento.</i>	<i>Porcentaje de Postura (%)</i>	<i>Peso de huevo (g)</i>	<i>Masa de huevo (g)</i>	<i>Consumo de alimento (g)</i>	<i>Conversión alimenticia (Kg:Kg)</i>
<i>T1: Dieta control (111 ppm de fitasas)</i>	90.1	59.1	53.3	106.0 ^a	1.99
<i>T2: T1 + 300ppm de carbohidrolasas.</i>	91.3	60.1	54.7	105.5 ^a	1.92
<i>T3: T1 + 150ppm de proteasas.</i>	92.2	58.8	54.2	104.2 ^a	1.92
<i>T4: T2 + 150 ppm de proteasas.</i>	93.6	59.6	55.5	109.0 ^b	1.95
<i>Error Estándar de la Media</i>	0.94	0.36	0.6	0.86	0.022

Valores con distinta letra son diferentes ($P>0.05$)

Cuadro 10: Resultados promedio de las variables productivas en gallinas de postura durante 11 semanas de experimentación.

<i>Tratamiento.</i>	<i>Porcentaje de huevo roto (%)</i>	<i>Porcentaje de huevo sucio (%)</i>	<i>Porcentaje de huevo fáfara (%)</i>
<i>T1: Dieta control (111 ppm de fitasas)</i>	0.3	2.5	0.1
<i>T2: T1 + 300ppm de carbohidrolasas.</i>	0.4	3.2	0.0
<i>T3: T1 + 150ppm de proteasas.</i>	0.4	1.9	0.1
<i>T4: T2 + 150 ppm de proteasas.</i>	0.5	2.1	0.2
<i>Error Estándar de la Media</i>	0.12	0.76	0.06

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 11: Resultados de la prueba de calidad interna y externa del huevo en gallinas de postura durante 11 semanas de experimentación.

<i>Tratamiento</i>	<i>Peso del Huevo (g)</i>	<i>Altura de la albúmina (Unidades Haugh)</i>	<i>Coloración de la yema</i>	<i>Resistencia del Cascarón (g/mm²)</i>	<i>Grosor del Cascarón (mm)</i>
<i>T1: Dieta control (111 ppm de fitasas)</i>	60.4	89.0	12.4 ^a	4136.2	0.345
<i>T2: T1 + 300ppm de carbohidrolasas.</i>	61.4	88.4	11.5 ^b	4712.7	0.337
<i>T3: T1 + 150ppm de proteasas.</i>	59.5	87.7	12.6 ^a	3834.7	0.344
<i>T4: T2 + 150 ppm de proteasas.</i>	59.9	87.0	11.9 ^c	3987.2	0.343
<i>Error Estándar de la Media</i>	0.61	1.12	0.12	380.82	2.91

Valores con distinta letra son diferentes (P>0.05).

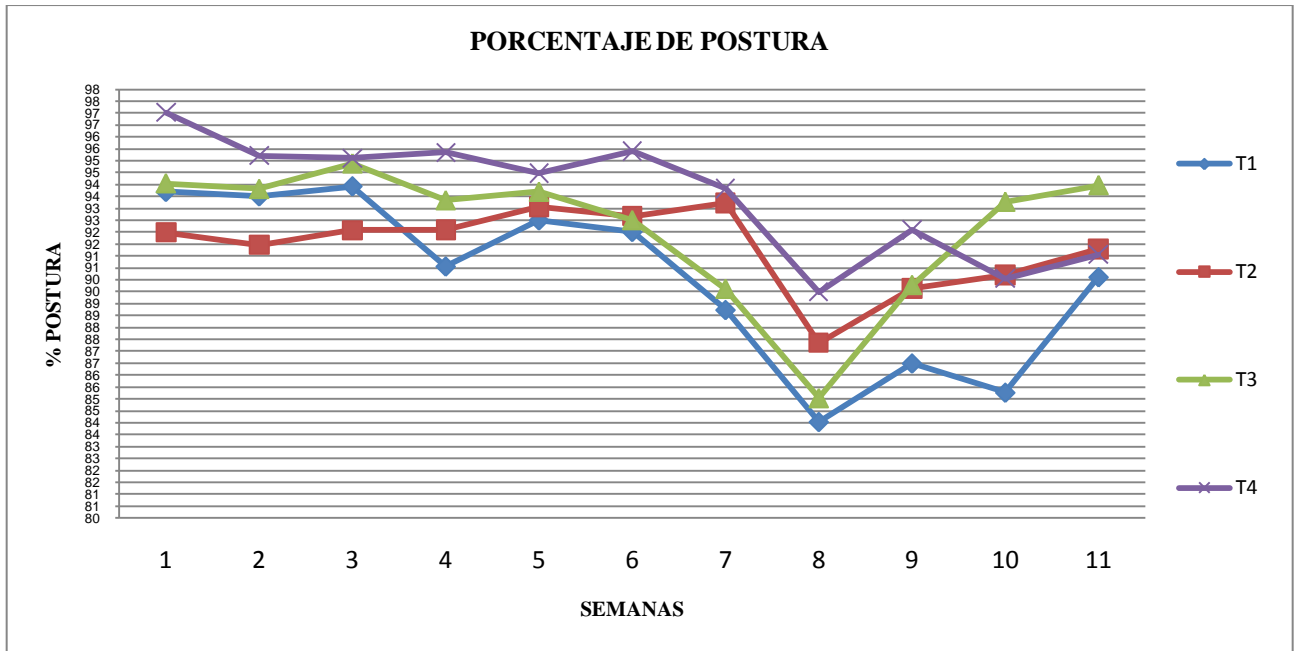
Nota: Se calculó un promedio de los resultados de la Prueba de Calidad de Huevo obtenidos a la mitad y al término del experimento.

Cuadro 12. Mortalidad acumulada durante las 11 semanas de experimentación.

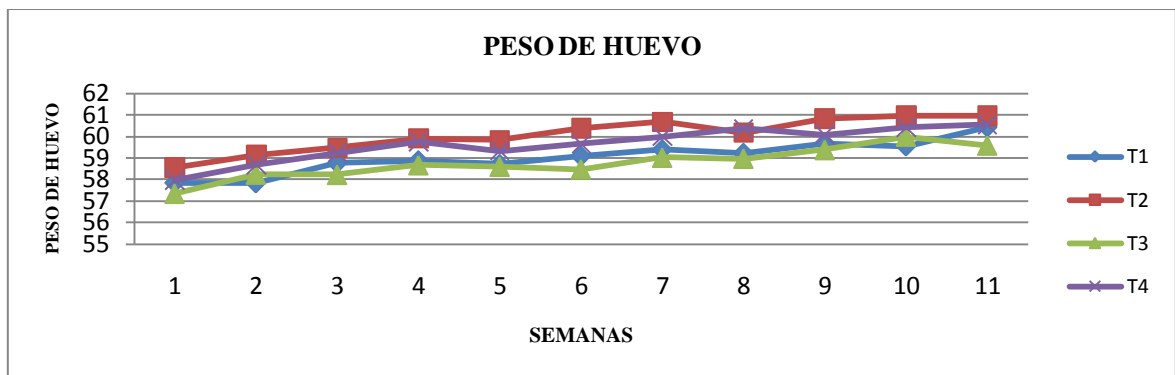
<i>Tratamiento</i>	<i>Mortalidad.</i>
<i>T1: Dieta control (111 ppm de fitasas)</i>	4.8%
<i>T2: T1 + 300ppm de carbohidrolasas.</i>	4.1%
<i>T3: T1 + 150ppm de proteasas.</i>	1.7%
<i>T4: T2 + 150 ppm de proteasas.</i>	1.2%
<i>Error Estándar de la Media</i>	2.96

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

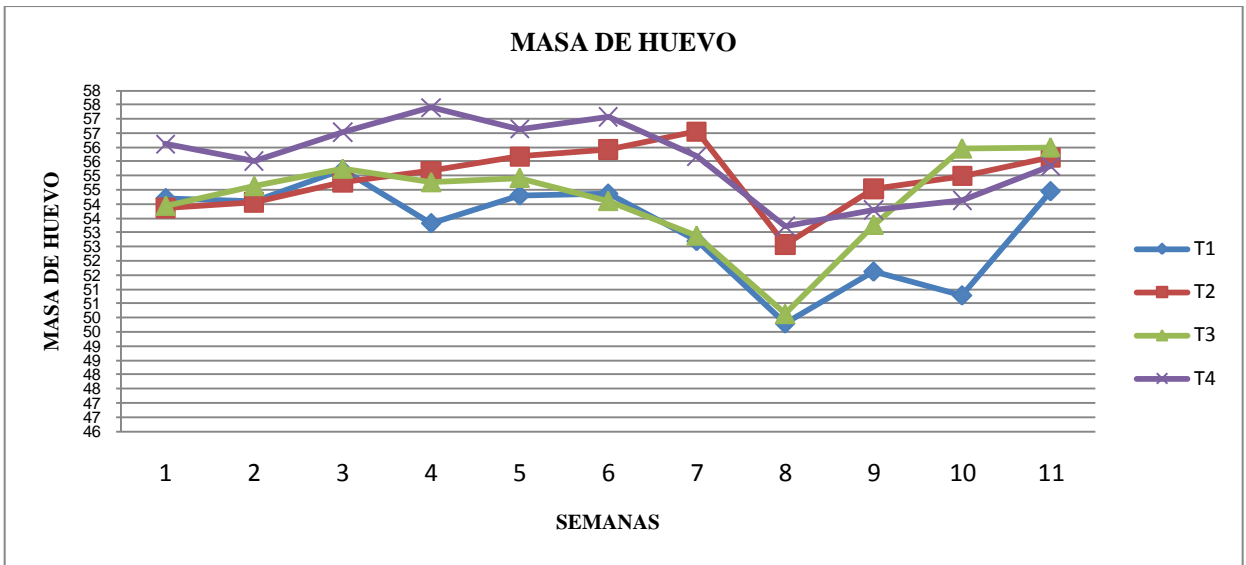
GRÁFICAS



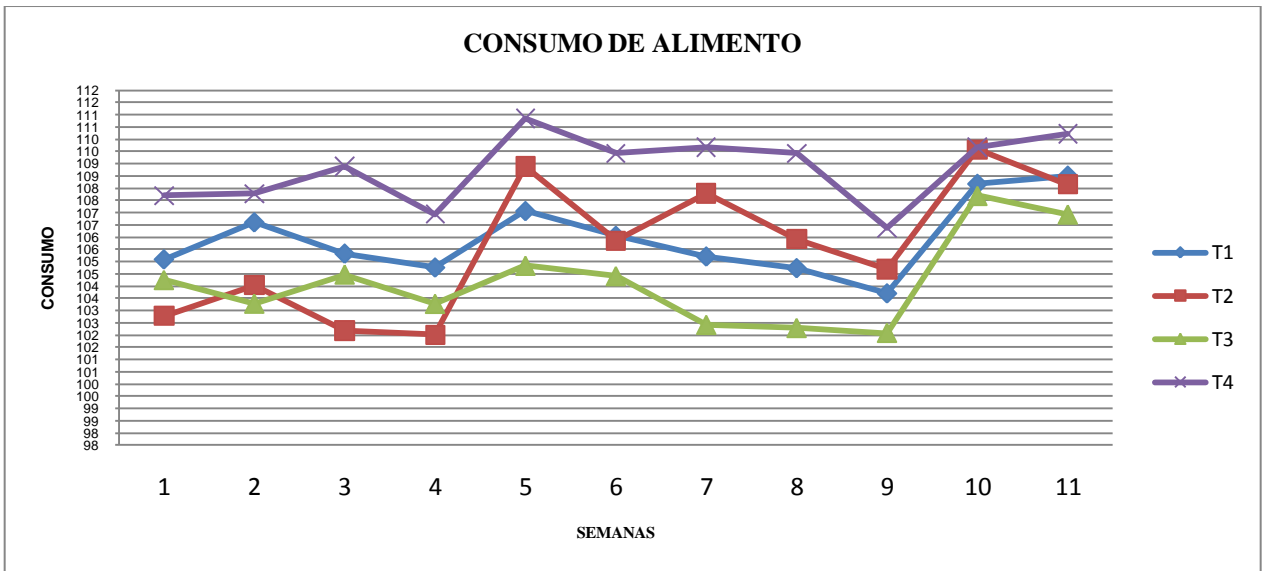
Gráfica 1: Porcentaje de Postura obtenido durante las 11 semanas de experimentación.



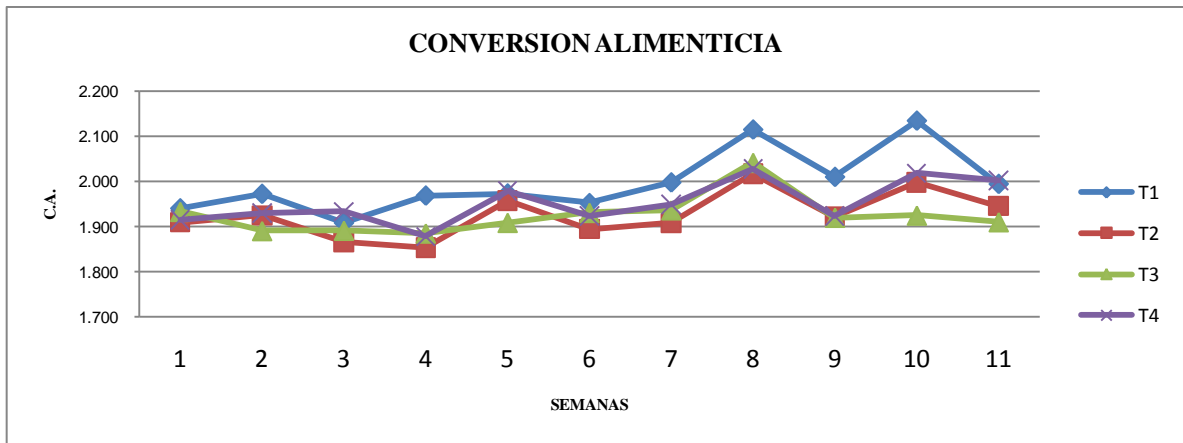
Gráfica 2: Peso de huevo que se obtuvo durante las 11 semanas de experimentación.



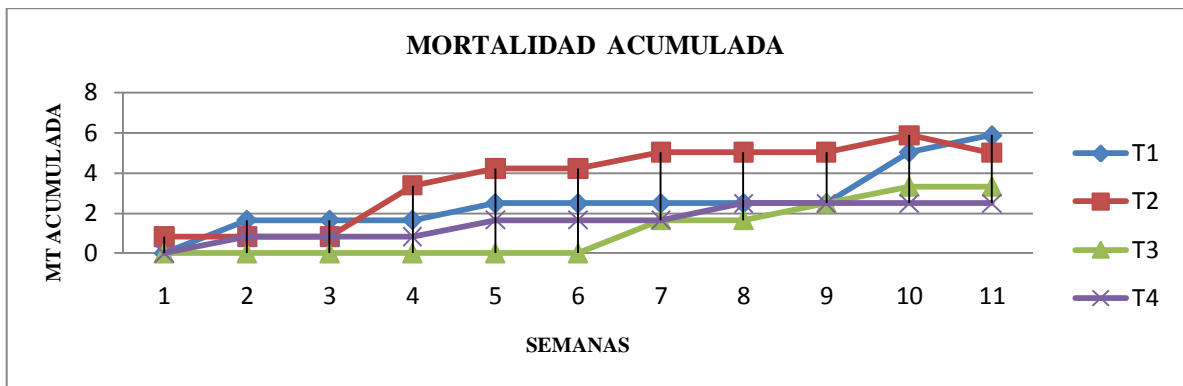
Gráfica 3: Masa de Huevo obtenida en las 11 semanas de experimentación.



Gráfica 4: Consumo de alimento durante las 11 semanas de experimentación.



Gráfica 5: Conversión alimenticia obtenida durante las 11 semanas de experimentación.



Gráfica 6: Mortalidad acumulada durante las 11 semanas de experimentación.