



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA DE MINERALES
TRAZA ORGÁNICOS, ÁCIDOS ORGÁNICOS CON Y SIN
LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS EN DIETAS
SORGO-SOYA PARA GALLINAS EN POSTURA SOBRE
EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DEL
HUEVO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

LUIS ENRIQUE SUÁREZ RECHY

Asesores:

MVZ MPA Arturo Cortes Cuevas
MVZ MC Benjamín Fuente Martínez



México, D. F.

2012



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA DE MINERALES TRAZA ORGÁNICOS, ÁCIDOS
ORGÁNICOS CON Y SIN LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS EN DIETAS
SORGO-SOYA PARA GALLINAS EN POSTURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO Y CALIDAD DEL HUEVO.**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

LUIS ENRIQUE SUÁREZ RECHY

Asesores:

**MVZ MPA Arturo Cortes Cuevas
MVZ MC Benjamín Fuente Martínez**

México, D. F.

2012

DEDICATORIA

A mi Dios:

Quien es lo más importante en mi vida y a quien más amo, quien valoro tanto mi vida que entregó a su hijo, su unigenito para morir por mi, y al que he recibido como mi Señor y mi Salvador quien me ha permitido llamarlo Padre. A ti, en ti y para ti.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios sea la Gloria, el honor y mi acción de gracias, al que está sentado en el trono y que vive por los siglos de los siglos.

A ti rindo mi mayor corona hasta hoy, pues solo tú lo mereces.

Gracias porque mi confianza en ti renovó mis fuerzas, porque como dice tu palabra he extendido mis alas como el águila, corriendo sin fatigarme, y caminando sin cansarme.

Gracias porque me diste una gran escuela, la Universidad Nacional Autónoma de México y una carrera en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, pues a lo largo de estos cinco años tan sólo de esta parte de la preparación siempre estuviste ahí, así como en toda mi vida.

Gracias por cada uno de los maestros y doctores que ayudaron para mi preparación en el aula de la FMVZ y del C.E.I.E.P.Av., al Dr. Ernesto Ávila, al Dr. Arturo Cortes, al Dr. Benjamín Fuente, y esto solo por mencionar algunos pues la lista sería muy extensa.

Gracias por cada uno de los compañeros, amigos y trabajadores que pusiste para motivar, inspirar y acompañar, gracias por Jorge, Lázaro, Badhi, Isaías; gracias por Angy, Legna, Juan, Rodrigo; gracias por Don Jorge, Don Raúl, Don Rodri, Don Benito, gracias porque me has permitido aprender de ellos.

Gracias porque en tu provision proporcionaste a partir de la empresa NOVUS Internacional de México los insumos necesarios para el alimento de las aves, gracias por el Dr. Daniel Camacho pues fue parte importante en este trabajo, tanto en el alimento como en el laboratorio.

Gracias por las enfermedades, pruebas y luchas pues en ellas has elegido una escuela diferente preparándome para el mañana.

Y lo más importante gracias por la familia que me has dado pues sin el apoyo de mis padres y hermanos no sería ni la mitad de lo que soy como persona.

Porque gracias a ti todas las cosas han sido hechas pues sin ti nada de lo que ha sido hecho lo sería.

Si sólo me permitieran escribir dos palabras serían:

Gracias Dios.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
HIPÓTESIS	8
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS PARTICULARES	9
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS	17
CUADROS	23
FIGURAS	26

RESUMEN

LUIS ENRIQUE SUÁREZ RECHY. Evaluación de una mezcla de minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos con y sin la adición de enzimas exógenas en dietas sorgo-soya para gallinas en postura sobre el comportamiento productivo y calidad del huevo. Bajo la dirección de MVZ MPA Arturo Cortes Cuevas y MVZ MC Benjamín Fuente Martínez.

El presente estudio se llevo a cabo con la finalidad de estudiar la adición de una premezcla de minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos y la presencia o ausencia de enzimas carbohidrasas en la dieta para gallinas en postura (premezcla poultry 1 y 2). Se utilizaron 240 gallinas de la línea Bovans White de 69 semanas de edad y de 51 semanas en producción, alimentadas con dietas a base de sorgo + pasta de soya, los tratamientos fueron: Tratamiento 1.- Dieta testigo sorgo + pasta de soya con minerales traza inorgánicos y promotor de crecimiento, Tratamiento 2.- Como T1 + 4kg/ton premezcla poultry 1, Tratamiento 3.- Como T1 + 4kg/ton premezcla poultry 2 y Tratamiento 4.- Dieta reformulada con poultry 1 (4kg/ton). Los resultados obtenidos en 15 semanas de experimentación indicaron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$) para; porcentaje de postura (89.7a, 91.1a, 87.0b y 89.2a), peso del huevo g (64.7ab, 64.7ab, 65.0a y 64.4b), conversión alimenticia (1.88b, 1.86b, 1.94a y 1.89ab), masa de huevo g (58.1ab, 59.0a, 56.6c, 57.5bc) y porcentaje de huevo con cascarón sucio (2.3ab, 1.9b, 2.8ab y 3.4a). Con respecto al consumo de alimento ave/día/g, porcentaje de huevo con cascarón roto, porcentaje de huevo con cascarón en fáfara, resistencia del cascarón, unidades Haugh, color de la yema del huevo y grosor de cascarón no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos. Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que la adición de minerales traza orgánicos y ácidos orgánicos en una dieta sorgo + pasta de soya con minerales traza inorgánicos y promotor de crecimiento para gallinas no mejora los parámetros productivos; sin embargo la inclusión de enzimas carbohidrasas en esta premezcla y la reformulación de la dieta reduce el costo de la misma.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola mexicana ha logrado consolidarse a lo largo de los años como la actividad pecuaria más importante de México. Su crecimiento y desarrollo se ha mantenido con una tasa de crecimiento anual sostenida de alrededor de 5%.⁽¹⁾

El sector avícola mexicano en 2010 aportó el 63.4% de la producción pecuaria; 33.7% aporta la producción de pollo, 29.1% la producción de huevo y 0.20% la producción de pavo. De 1994 al 2010 el consumo de insumos agrícolas ha crecido a un ritmo anual de 3.2% y cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. México cuenta con una parvada de más de 142 millones de gallinas ponedoras, 267 millones de pollos al ciclo y 662 mil pavos por ciclo.

La producción de huevo para plato en México durante el 2010, se concentró en tres estados que representan el 75% de la producción nacional, contando con los siguientes porcentajes: Jalisco 52%, Puebla 17% y Sonora 7%. Los estados de Sinaloa, Guanajuato, Yucatán, Nuevo León y la zona de la Laguna representaron el 21% y el resto del territorio nacional únicamente el 5%.⁽²⁾

Uno de los factores que han impulsado el crecimiento de la industria avícola, es la preferencia del consumidor por los productos avícolas ya que proveen, la proteína de origen animal más económica en relación a otras proteínas animales de similar calidad.⁽³⁾ Por otro lado la accesibilidad a estos productos es cada vez mayor, en virtud de que los canales de comercialización se van fortaleciendo. Un dato que debemos recordar es que México es el principal consumidor de huevo fresco en el mundo. Para el año 2011 se espera que el consumo per-cápita llegue a 22.8Kg. El consumo de huevo por habitante se sigue incrementando cada año, la tasa media de crecimiento anual de los últimos años fue de casi 2%. La producción diaria de huevo se comercializa principalmente a granel 80% empaques cerrados doceneras y dieciochoneras 14% y un 6% se comercializa de forma procesada o industrializada.⁽⁴⁾

La industria avícola está continuamente en busca de aditivos para mejorar la eficiencia alimentaria y la sanidad animal; entre estos compuestos, los ácidos orgánicos son alternativas prometedoras. Los ácidos orgánicos suelen inhibir el crecimiento de los microorganismos en las raciones y en consecuencia, preservar el equilibrio microbiano en el tracto gastrointestinal (TGI) de las aves. Más aun, mediante la modificación del pH intestinal, los ácidos orgánicos, además de mejorar la solubilidad de los ingredientes de las raciones, mejoran la digestión, la absorción de los nutrientes y en consecuencia el desarrollo de las aves, debido a la reducción en la colonización por microorganismos patógenos.⁽⁵⁾

Distintos ácidos orgánicos, en especial aquellos de cadena corta tienen propiedades antimicrobianas similares a los antibióticos, la diferencia radica en que dependen de un pH ácido para ejercer su máxima acción.⁽⁶⁾

Estos ácidos deben estar en su forma no-disociada (no-ionizada) para ejercer el efecto bactericida. En esta forma el ácido permite su penetración en la célula a través de la pared celular disminuyendo el pH interno y eventualmente causando la lisis de la bacteria.⁽⁷⁾ Los ácidos orgánicos de cadena corta poseen la capacidad de atravesar la pared celular y modificar el pH de los microorganismos, como se muestra en los siguientes puntos: 1) Cuando se encuentran en forma molecular poseen la capacidad de ser transportados de forma pasiva a través de la pared celular de procariontes y eucariontes. 2) Estos ácidos en su forma molecular (RCOOH), se disocian en el citoplasma reduciendo el pH interno. 3) La base conjugada resultante (RCOO⁻) al estar cargada no puede atravesar de nuevo la pared formada por la capa de fosfolípidos. 4) Al reducirse el pH debido a un aumento de la concentración de H⁺, la célula ha de realizar un transporte activo de estos hidrogeniones para mantener estable su pH. Este bombeo continuo de protones junto con un aumento en la concentración de la base conjugada termina por agotar a la célula provocando su lisis.⁽⁸⁾

Es generalmente aceptado, que la producción de huevo y la calidad del cascarón disminuyen conforme aumenta la edad y el ciclo de producción de las gallinas es

mayor. Debido a esto hoy día, se toma ventaja de los minerales orgánicos que unidos a sales inorgánicas proporciona la estabilidad del complejo en el sistema gastrointestinal superior resistiendo la disociación en el buche, proventrículo y la molleja, lo que permite que llegen intactos al epitelio de absorción del intestino delgado.⁽⁹⁾

Por otro lado, la principal fuente de energía en la alimentación de las gallinas de postura son los granos, ricos en carbohidratos y bajos en proteínas.⁽¹⁰⁾ Los carbohidratos son los componentes que se encuentran en mayor cantidad en los alimentos destinados a la alimentación de las aves, pueden llegar a representar hasta 60% de la materia seca y están compuestos por hidrógeno, carbono y oxígeno, en los granos se encuentran en formas sencillas como los azúcares libres, disacáridos, oligosacáridos y complejos como el almidón y los polisacáridos no amiláceos (PNA). Se clasifican los polisacáridos en dos grupos; los polisacáridos amiláceos de reserva (β -glucanos) y los polisacáridos estructurales de la membrana celular (PNA), estos últimos incluyen celulosa, hemicelulosa y pectinas; algunos de ellos son hidrosolubles (PNAs) y otros insolubles en agua.⁽⁸⁾

Su composición química es similar a la celulosa, exceptuando los enlaces β (1-4), consiste en unidades de D-glucosa unidas por enlaces β (1-4) entre los que se intercalan enlaces β (1-3); estos últimos rompen la linealidad de la molécula haciéndola irregular, favoreciendo su solubilidad y su capacidad para formar soluciones viscosas. La proporción de enlaces no es constante.⁽⁸⁾

Para contrarrestar los efectos negativos de los PNA contenidos en las paredes celulares de los granos y semillas oleaginosas, se utilizan enzimas exógenas, como xilanasas y β -glucanasas,⁽¹¹⁾ las cuales influyen también en la salud intestinal lo que resulta en una mayor limpieza de los huevos y mayor grosor del cascarón.⁽¹²⁾ La función de estos complejos enzimáticos es hidrolizar los enlaces β (1-4) de los PNA convirtiéndolos de oligosacáridos a monosacáridos, digestibles para el animal.⁽¹³⁾

Por su parte, los arabinoxilanos son más complejos, están constituidos por polímeros de xilosa y arabinosa, su estructura se forma de polímeros lineales de D-xilosa unidos por enlaces β (1-4) y ramificaciones de arabinosa en los carbonos C₂ y C₃; de igual forma que los β -glucanos, las ramificaciones presentes en los arabinoxilanos le confieren la capacidad de formar soluciones viscosas y ser solubles en agua.^(14,15) Las enzimas usadas en la alimentación animal tienen dos propósitos; complementar aquellas enzimas que se producen de manera insuficiente en el organismo, tales como amilasas y proteasas y; proveer al animal de aquellas que no produce naturalmente como en el caso de las β -glucanasas y xilanasas.⁽¹⁰⁾

Por el alto costo de la energía en la dieta y las variaciones en el contenido de los nutrientes en los cereales, se ha propuesto el uso de enzimas como una solución para bajar costos energéticos y variaciones en la calidad de los ingredientes. Actualmente, las enzimas se usan como una herramienta confiable que permite optimizar el uso de energía para la alimentación animal, en particular cuando los ingredientes son de baja calidad o por su precio son limitantes en las formulaciones a mínimo costo; permitiendo con esto mejorar los criterios sobre el uso de ingredientes distintos a los tradicionales.⁽¹⁶⁻¹⁹⁾ En los últimos 15 años su empleo se ha generalizado, ya que con el uso de la biotecnología, se obtienen a partir de microorganismos tales como hongos y bacterias.⁽²⁰⁻²⁴⁾

Las endoenzimas degradan las cadenas de alto peso molecular de los PNAv en cadenas de bajo peso molecular y con ello se pierde la capacidad de retener agua. Las endo- β -glucanasas y las endo-xilanasas degradan muy rápidamente a los PNAv y disminuyen la viscosidad del lumen intestinal.⁽²⁵⁻²⁹⁾

Mathlouthi et al.⁽³⁰⁾ observaron el efecto *in vitro* de las enzimas xilanasas y β -glucanasas puras, juntas y por separado, y compararon su efecto con un producto multienzimático que contenía: arabinofuranosidasa, xilosidasa, glucosidasa, galactosidasa, celulosa y poligalacturonasa. Sus resultados mostraron que las

xilanasas y β -glucanasas disminuían la viscosidad del bolo alimenticio; sin embargo, su efecto fue mejor cuando se suministraban combinadas. El producto multienzimático estudiado mejoró los resultados con respecto a los encontrados con la acción de las enzimas xilanasas y β -glucanasas juntas.

Oloffs et al.⁽³¹⁾ mencionan que la complementación de xilanasas en la dieta disminuyó la viscosidad en las excretas. Otro estudio realizado por Oloffs et al.⁽³²⁾ reveló que las xilanasas mejoraron el color de la yema del huevo. Los mismos autores mencionan que las variables productivas no se modificaron al disminuir la EM de las dietas. Esto se encuentra aún en investigación, pues se deben diferenciar las interacciones que pudieran existir entre las variedades del grano, la cantidad de energía de la dieta y la complementación con enzimas.

Inal et al.⁽³³⁾ realizaron un estudio con un producto multienzimático (xilanasas, alfa-amilasa, celulasa, glucanasa, pectina 22%, lactasa 75%, proteasa 0.5%, ácido cítrico 25%) para determinar la viscosidad de las dietas. Se concluyó que el producto multienzimático disminuyó la viscosidad del quimo alimenticio al utilizar tres tipos de grano (baja, media y alta viscosidad); sin embargo, no hubo diferencia en la producción de huevo.

Von Engelhardt et al.⁽³⁴⁾ encontraron que la ruptura de los PNAv por parte de las bacterias en la fermentación anaerobia en el intestino incrementa la cantidad de AGCC de los cuales se absorbe del 95 a 99%. Su absorción aumenta con la concentración de los ácidos grasos; su producción tiene lugar en la parte final del intestino.

Malathi y Devegowda⁽³⁵⁾ encontraron en sus estudios in vitro que existen dos formas de obtener energía a partir de los PNAv por enzimas exógenas: una, es al romper los PNAv formando polímeros pequeños o monosacáridos, previniendo también la viscosidad y, otra, al tener acceso las amilasas endógenas al almidón del endospermo.

Austin et al.⁽³⁶⁾ explican que todos los PNAv se deben de considerar con la misma importancia, ya que su interacción modifica la cantidad de EM disponible de los ingredientes. Lo anterior se debe a que se incrementa la viscosidad y se reduce la absorción de nutrimentos, al igual que la acción enzimática en el lumen intestinal.

Rodrigues et al.⁽³⁷⁾ realizaron un estudio en el que adicionaron un producto enzimático a base de alfa-amilasa, xilanasas y proteasa en dietas isoproteicas con niveles de energía de 2750 y 2850 kcal EM/kg de alimento con y sin producto enzimático. Los resultados no mostraron diferencias en el comportamiento productivo de las gallinas de un segundo ciclo.

Con estos antecedentes, se planteó el presente estudio con el objeto de investigar si el uso de una mezcla de minerales orgánicos (zinc, cobre, selenio y manganeso), ácidos orgánicos (propiónico, fórmico, fumárico y sórbico) y la presencia o ausencia de enzimas exógenas (β -glucanasas, endoxilanasas y α -galactosidasas) en dietas sorgo + pasta de soya para gallinas de postura mejoran el comportamiento productivo y la calidad del huevo.

HIPÓTESIS

La utilización de una mezcla de minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos y la presencia o ausencia en la mezcla de enzimas exógenas (carbohidrasas) en dietas sorgo + pasta de soya normales y con menor contenido de energía metabolizable, proteína y aminoácidos, no mejora el comportamiento productivo y calidad del huevo en gallinas ligeras de postura.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la adición de una mezcla de minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos, con y sin enzimas exógenas (carbohidrasas) en dietas sorgo + pasta de soya normales y con menor contenido de energía metabolizable, proteína y aminoácidos para gallinas de postura, sobre el comportamiento productivo y calidad interna del huevo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ∓ Evaluar los parámetros productivos (porcentaje de postura, peso de huevo g, porcentaje de masa de huevo, porcentaje de consumo de alimento, índice de conversión, porcentaje de huevo con cascarón roto, porcentaje de huevo con cascarón sucio, porcentaje de huevo con cascarón en fáfara) en gallinas de postura Bovans White alimentadas con minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos con y sin enzimas exógenas (carbohidrasas).
- ∓ Medir la calidad interna, resistencia y color de la yema del huevo en gallinas de postura Bovans White alimentadas con minerales traza orgánicos, ácidos orgánicos y enzimas exógenas (carbohidrasas).

MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle de Salvador Díaz Mirón núm. 89 en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altura de 2250 m.s.n.m, en el paralelo 19°17' latitud norte y el meridiano 99° 02' 30" longitud oeste. El clima es de tipo templado subhúmedo (Cw), el mes más frío es enero y mayo el más caluroso; su temperatura promedio anual es de 16°C y la precipitación pluvial anual media de 747 mm.^(38, 39)

Se utilizaron 240 gallinas de la línea Bovans White de 69 semanas de edad y de 51 semanas en producción con un peso promedio de 1.694kg, las cuales se alojaron en jaulas de tipo convencional, en una caseta de ambiente natural. Las aves se distribuyeron al azar en 20 grupos de 12 aves cada uno con 3 gallinas por jaula. A las aves se les proporcionó un foto periodo de 16 hrs luz x día. El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento.

Se empleó un diseño completamente al azar de 4 tratamientos con 5 repeticiones de 12 gallinas cada una. Los tratamientos fueron como se señala a continuación:

- Tratamiento 1 Dieta base sorgo + pasta de soya.
- Tratamiento 2 Como 1 + la inclusión de la premezcla poultry 1, 4kg/ton (ON TOP).
- Tratamiento 3 Como 1 + la inclusión de la premezcla poultry 2, 4kg/ton. (ON TOP).
- Tratamiento 4 Dieta sorgo + pasta de soya con menor cantidad de EM (3%), Proteína (2%) y AA (2%) + poultry 1, 4kg/ton.

La composición de las dietas experimentales se muestra en el Cuadro 1, donde se aprecia que en los tratamientos 2 y 3 arriba mencionados, las premezclas fueron extra de la dieta y en el tratamiento 4 la dieta fue reformulada.

La premezcla poultry 1 (Novus International de México S.A. de C.V.) contiene: Selenio mínimo 45 mg/kg, manganeso mínimo 4500 mg/kg, cobre mínimo 2300 mg/kg, zinc mínimo 4700 mg/kg, metionina eq. mínimo 6.50 % (HMTBa eq.) y están contenidos en los siguientes ingredientes: Complejo de Zinc con Hidroxianálogo de Metionina, Complejo de Cobre con Hidroxianálogo de Metionina, Complejo de Manganeso con Hidroxianálogo de Metionina, Levadura de Selenio, Acidomix Protect (ácido fórmico, fumárico y sórbico protegidos), Acidomix AFG (ácido propiónico y fórmico no protegidos y sus sales) y FeedGuard Plus (Etoxiquina, BHT, TBHQ y ácido cítrico), Mintrex Poultry (Zinc, cobre y manganeso orgánicos), Zorien SeY (manaoligosacáridos enriquecidos con Se orgánico), Solis (secuestrante de micotoxinas) y Cibenza 125gr/kg (β -Glucanasa, Endo-Xilanasa, α -Galactosidasa).

La premezcla poultry 2 (Novus International de México S.A. de C.V.) es igual a la 1, sin las enzimas β -Glucanasa, Endo-Xilanasa, α -Galactosidasa.

Se resumieron los siguientes datos semanales de las 15 semanas de experimentación.

Porcentaje de postura, peso promedio del huevo g, masa de huevo ave/día/g, consumo de alimento ave/día/g, conversión alimenticia kg:kg, porcentaje de huevos con cascarón roto, porcentaje de huevos con cascarón en fáfara, porcentaje de huevo sucio.

Se realizaron cuatro mediciones de la calidad interna del huevo (a las 2, 5, 7 y 10 semanas), en las cuales se evaluó la coloración de la yema del huevo con un abanico colorimétrico de DSM 2011, las unidades Haugh con un equipo EQC, la resistencia a la ruptura del cascarón (kg/cm^2) y el grosor del mismo ($\text{m}\mu$); para ello se utilizaron 3, 5, 5 y 10 huevos de cada repetición por tratamiento. Además, se pesaron a las gallinas al inicio, a la semana 5 y al final de la investigación para calcular la ganancia de peso. Finalizado el estudio, los datos obtenidos de las variables en observación, se les realizó un análisis de varianza conforme a

un diseño completamente al azar con el paquete computacional de la Universidad Autónoma de Nuevo León y al existir diferencias estadísticas entre tratamientos, se sometieron a un análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey con una significancia de ($P < 0.05$).

RESULTADOS

En los Cuadros 2 y 3 se muestran los resultados promedios que se obtuvieron en 15 semanas de experimentación.

Se pueden apreciar en los Cuadros 2 y 3, que en las variables; porcentaje de postura, peso promedio del huevo g, conversión alimenticia kg:kg, masa de huevo ave/día/g y porcentaje de huevo con cascarón sucio, diferentes literales en los resultados, lo que indica que hubo diferencia estadística ($p>0.05$), entre tratamientos.

En el Cuadro 3, los datos de huevo con cascarón roto y huevo con cascarón en fáfara fueron similares entre tratamientos ($p>0.05$); de igual manera las unidades Haugh, el color de la yema, la resistencia del cascarón y el grosor del cascarón (Cuadro 4) fueron similares entre tratamientos ($p>0.05$).

La Figura 1, muestra el peso promedio del huevo, con mayor peso en el tratamiento 3 ($p<0.05$), teniendo en segundo lugar los tratamientos 1 y 2.

En la Figura 2, se presentan en forma gráfica los datos promedio de los porcentajes de postura, siendo evidente mejores porcentajes en los tratamientos 1 y 2. Aunque estadísticamente no existe diferencia ($p>0.05$) entre los tratamientos 1,2 y 4, viendose así el tratamiento 3 con menor porcentaje.

Para la masa de huevo g/ave/día, puede apreciarse que estos fueron diferentes para cada tratamiento, observándose mejor el tratamiento el 2, seguido del tratamiento 1, tal como se puede apreciar en la Figura 3.

La Figura 4 presenta las conversiones alimenticias, la cual muestra mejores resultados en los tratamientos 3 y 4 (Poultry 2 on top y Poultry 1 Reformulado).

En cuanto a la calidad de la clara (Unidades Haug), color de la yema del huevo, resistencia del cascarón y grosor del mismo, en el Cuadro 4, se puede notar que no existieron diferencias ($p>0.05$) entre tratamientos.

DISCUSIÓN

La adición de minerales traza orgánicos y ácidos orgánicos extra en la dieta que contenía minerales traza inorgánicos y promotor del crecimiento, no mejoró la respuesta productiva ni la calidad del huevo. El haber encontrado similares resultados en el tratamiento cuatro poultry 2, coincide en parte con los trabajos realizados que señalan que la suplementación de enzimas es una práctica muy utilizada, principalmente porque gracias a estas, se mejora la digestibilidad de nutrientes en el organismo de estas.^(40,41) Además otros autores indican que la combinación de enzimas en forma de cocteles o complejos multienzimáticos, tienen un mayor efecto significativo en el rendimiento productivo.⁽⁴²⁾ La combinación de enzimas origina la degradación no solo una fracción específica del sustrato, sino una fracción más amplia de azúcares complejos del alimento.⁽⁴³⁾

Comparando los resultados del presente estudio con el manual de la estirpe Bovans White,⁽¹⁹⁾ se encontraron resultados superiores en porcentaje de postura en los cuatro tratamientos, presentando un mayor valor respecto al manual de la estirpe teniendo (89.7%, 91.1%, 87.0%, 89.2% vs 78.8 %),⁽¹⁹⁾ con una diferencia respecto a los cuatro tratamientos de (\pm 10.9%, 12.3%, 8.2% y 10.4% respectivamente), estos datos se muestran en la Figura 2; de igual manera en la variable peso de huevo, los cuatro tratamientos presentaron un mayor valor respecto al manual de la estirpe (64.7g, 64.7g, 65.0g, 64.4g vs 63.1g),⁽¹⁹⁾ con una diferencia respecto a los cuatro tratamientos de (\pm 1.6g, 1.6g, 1.9g y 1.3g respectivamente), estos datos se muestran en la Figura 1; para la variable consumo de alimento, los cuatro tratamientos presentan un valor por encima del que presenta el manual de la estirpe (109.2g, 109.5g, 109.5g, 108.9g vs 101.5g),⁽¹⁹⁾ con una diferencia respecto a los cuatro tratamientos de (\pm 7.7g, 8.0g, 8.0g y 7.4g respectivamente), estos datos se muestran en la figura 5; por último para conversión alimenticia, solo el tratamiento 3 presentó un valor igual al que presenta el manual de la estirpe (1.94(kg:kg))⁽¹⁹⁾ y los tratamientos restantes

(1,2 y 4) se observaron valores por debajo de los que presenta el manual de la estirpe, teniendo (1.88, 1.86, y 1.89 respectivamente) con una diferencia de (\pm 0.06, 0.08 y 0.05 respectivamente), estos datos se muestran en la Figura 4.

Con respecto al manual de la estirpe, a pesar del aumento en el consumo de alimento g/ave/día (8g), podemos decir que todos los tratamientos presentaron mejores porcentajes de postura, pesos de huevo y mejores conversiones alimenticias inclusive el tratamiento 4 en que se ajustó la dieta con menor cantidad de EM (3%), Proteína (2%) y AA esenciales (2%); además de obtener un ahorro en el costo de la dieta. Esto refleja el efecto benéfico que representa el uso de las enzimas en las dietas para aves, utilizadas, corroborado por los resultados obtenidos por algunos autores quienes indican que la utilización de estas mejoran la respuesta productiva.^(23, 44-45)

Sin embargo algunos trabajos,⁽⁴⁶⁻⁴⁷⁾ solo han encontrado diferencia estadística en el peso de huevo y masa de huevo al utilizar dietas suplementadas con enzimas. Jaroni et.al,⁽⁴⁸⁾ encontraron mejores resultados en la masa de huevo, al emplear enzimas en una dieta compuesta por maíz, pasta de soya y trigo. Por otro lado Novack et.al,⁽⁴⁹⁾ notaron una disminución en el peso de huevo y en la masa de huevo, al suplementar enzimas en dietas bajas en energía y proteína.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio bajo las condiciones empleadas indicaron:

- La adición de una premezcla de minerales traza orgánicos y ácidos orgánicos en dietas sorgo-soya con minerales traza inorgánicos y promotor de crecimiento no mejoró el comportamiento productivo, ni la calidad del huevo.
- La inclusión de enzimas en la premezcla Poultry 2 tuvo efecto negativo en los parámetros productivos y en la calidad interna y externa del huevo.
- La inclusión de la premezcla Poultry 2 redujo el costo de la dieta.

REFERENCIAS

- 1.-Una.org.mx. México: Unión Nacional de Avicultores. Monografía de indicadores económicos del sector avícola 2010. Citado enero 17 del 2012. Disponible desde: URL:http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=112.
- 2.-UNA, Unión Nacional de Avicultores. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2011. Dirección de Estudios Económicos. México, 2010.
- 3.-Alonso FA. Marco de referencia de la avicultura en México. Los Avicultores y su Entorno. Año 12. Número 71. Octubre – Noviembre 2009. México D.F.
- 4.-Una.org.mx. México: Unión Nacional de Avicultores. Industria Avícola Mexicana del 2010. Citado enero 24 del 2012. Disponible desde: http://www.una.org.mx/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1.
- 5.-Méndez-Albores A*, Del Río-García JC, Moreno-Martínez E. Uso del ácido cítrico en la inactivación de aflatoxinas y su efecto en el desempeño del pollo de engorda. UNAM-FESC, UNIGRAS--Unidad de Investigación Multidisciplinaria. ANECA 2010.
- 6.-López C.C., Arce M.J., Ávila G.E. Mitos y Realidades del Sistema Digestivo y sus Implicaciones sobre la Productividad. Asociación Española de Ciencias Avícolas. Julio de 2006.
- 7.-Quiroz M.A., Dibner J.J., Knight C.D. y González-Esquerro R. Uso de ácidos orgánicos como alternativa para el control de la enteritis necrótica. Seminario Internacional Novus – Nra, Santiago de Querétaro, México, Abril 8, 2005.
- 8.- Sánchez HI, Posadas HE, Sánchez RE, Fuente MB, Laparra VJL, Ávila GE. Efecto de la adición de butirato sódico, en el alimento de gallina de postura, sobre los parámetros productivos. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola FMVZ-UNAM. Vet. Méx 2009 Dic: 397-403.

- 9.- J. J. Dibner, Ph.D. Novus International, Digestive Tract Management: Role of Organic Acids 20 Research Park Drive, Missouri Research Park.
- 10.- Santiago GR, Arce MJ, Remus J. Efecto de las enzimas xilanasas, proteasas y amilasas sobre los parámetros productivos de pollos de engorda, alimentados con dietas a base de sorgo, maíz y granos secos de destilería. Danisco Animal Nutrition México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Danisco Animal Nutrition St. Louis Missouri. ANECA 2010.
11. Romero VFJ. Utilización de enzima xilanasas y β -glucanasas en dietas (sorgo+soya+alfalfa) para gallinas en postura. (tesis de licenciatura) Distrito Federal, México. Universidad Nacional Autónoma de México; 2003.
12. Piquer FJ. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en nutrición animal: estudio comparativo entre especies. XII Curso de especialización FEDNA; 1996 noviembre 7-8; Madrid, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1996: 1-7.
- 13.-García JM. Evaluación de complejos enzimáticos en la alimentación de pollos de engorde. (Tesis doctoral). Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid; 2000.
14. Miled OIB. Evaluación de complejos enzimáticos en la mejora del valor nutritivo de cereales y leguminosas en la alimentación de pollos en crecimiento. (Tesis doctoral). Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona; 2001.
15. Silversides FG, Scott TA, Korver DR, Afsharmanesh M, Hruby M. A. Study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. Poultry Sci 2006; 85:297-305.
- 16.- Oloffs VK, Samli E, Jeroch H investigations of the influence of a xylanase-containing enzyme preparation on pre-caecal and faecal digestibility as well as metabolizable energy of laying hens fed on wheat-rich rations. J Anim Physiol Anim Nutri 2000;84:25-135.

- 17.- Wyatt CL, Goodman T. Utilization of fed enzymes in Laing hen rations. J. Appl Poult Res 1993;2:68-74.
- 18.- Manual de la estirpe Bovans white Centurion Poultry, Inc. Management Guide 2008. Disponible desde <http://www.centurionpoultry.com/management-guides/1>.
- 19.- Pan CF, Igbasan FA, Guenter W, Marquardt RR. The effects of enzyme and inorganic phosphorus supplements in wheat- and rye-based diets on laying hen performance, energy, and phosphorus availability. Poult Sci 1998;77:83-89.
- 20.- Bedford MR, Classen HL, Campbell GL. The effect of pelleting, salt, and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed rye. Poult Sci 1991;70:1571-1577.
- 21.- Cortes CA, Águila SR, Ávila GE. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. Vet Méx 2002;33(1):1-9.
- 22.- Sieo CC, Abdullah N, Tan WS, Ho YW. Influence of b-glucanase producing Lactobacillus Straits on intestinal characteristics and feed passage rate of broilers chickens. Poult Sci 2005;84:734-74.
- 23.- Perazzo CFG, Oliveira CFS, Goulart CC, Figueiredo DF, Neto RLC. Use of exogenous enzymes on laying hens feeding during the second production cycle. Int J Poult Sci 2008;7:311-314.
- 24.- Dale N. Enzimas para la avicultura: mitos y realidades. Industria Avícola 2009;56(2):22-24.
- 25.- Leeson S, Summers JD. Comercial poultry nutrition. 2^a Ed. Ontario: University Books, 1997.
- 26.- Bühler M. Las enzimas en la nutrición animal. Alemania: AWT, 1998.
- 27.- D'Mello JPF. Farm animal metabolism and nutrition. USA: CAB International, 2000: 405-426.

- 28.- Blum JC. Alimentación de los animales monogástricos en: Blum JC, editor. Consumo. Necesidades. Recomendaciones prácticas. Valor energético de los alimentos. Madrid: Mundi-Prensa, 1985: 23-35.
- 29.- Mathlouthi N, Saulnier L, Quemener B, Larbier M. Xylanase and β -glucanase and other side activities have greater effects and β -glucanase used alone or in combination. Submitted to Journal of Agriculture and Food Chemistry 2002; 102-117.
- 30.- Geraert PA. Novel approaches to poultry swine diet formulation using NSP-enzymes. Western Nutrition Conference. Canada 1999.
- 31.- Oloffs VK, Samli E, Jeroch H. Investigations of the influence of a xylanase-containing enzyme preparation on precaecal and faecal digestibility as well as metabolizable energy of laying hens fed on wheat-rich rations. J Anim Physiol Anim Nutri 2000; 84: 125-135.
- 32.- Oloffs VK, Samli E, Jeroch H. Investigations on the influence of xylanase supplement in wheat-based, energy-graded diets on the performance of laying hens. J Anim Physiol Anim Nutri 2000; 84: 21-28.
- 33.- Inal F, Coskum B, Balevi T, Umucalilar H, Gülsen N, Özkara R. The determination of viscosity in barley and using possibilities of barleys, having different viscosity, supplemented with enzyme in layer diets. Indian J Anim Sci 2000; 70: 1250-1254.
- 34.- Von Engelhardt W, Bartels J, Kirschberger S, Meyer DHD, Busche R. Role of short-chain fatty acids in the hind gut. The Veterinary Quarterly 1998; 20:s52-s59.
- 35.- Malathi V, Devegowda G. In vitro evaluation of monstarch polysaccharides digestibility of feed ingredients by enzymes. Poultry Sci 2001; 80: 302-305.
- 36.- Austin SC, Wiseman J, Chesson A. Influence of non-starch polysaccharides structure on the metabolizable energy of U.K. wheat fed to poultry. J Cereal Sci 1999; 29:77-88.

- 37.- Rodrigue FE, Freire FM, Barreto EG. Efeito da suplementação enzimática em rações à base de milho/farelo da soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais. Rev Bras Zootec 2000; 29: 1103-1109.
- 38.-Garcia E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Copen. 2º Ed. México D.F.Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola FMVZUNAM.
- 39.-INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México1992.
- 40.- Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. Efecto de la suplementación de enzimas en dietas multigranos sobre el desempeño de pollos de engorda, Knight CD¹, Vázquez-Añón M¹, Brinkhaus F¹, López CC², Ávila GE³, Arce MJ⁴, Camacho-Fernández D*⁵. XXXIV ANECA, México, 2009.
- 41.- Chauynarong N, Iji PA, Isariyodom S, Mikkelsen L. The influence of an exogenous microbial enzyme supplement on feed consumption, body growth and follicular development of pre-lay pullets on maize-soy diets. Int J Poult Sci 2008;7:257-262.
- 42.- Madiot E, Francesch M, Maisonnier GS, Geraert PA. Effect de la preparation multienzymatique sur les performances de ponte et la qualite des œufs. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole; 2005 marzo 3.-31 ; St Malo, Francia. 2005: 217-220.
43. Lan Y, Verstegen MW, Tamminga S, Williams BA. In vitro fermentation kinetics of some non-digestible carbohydrates by the cecal microbial community of broilers. World's Poultry Science Journal 2005.65,95-104
- 44.- Van Vugt PNA, Wijten PJA, Perdok HB, Langhout DJ. PROVIMAX improves the Technical Performance and Eggshell Quality of Laying Hens. Poult. Nutr. Oct 2001.

- 45.- Roberts JR, Choct M. Effects of commercial enzyme preparation on egg and eggshell quality in laying hens. *Br Poult Sci* 2006;47:501-510.
46. Laparra VJL, Ávila GE, López CC, Arce MJ, Efecto de la adición de butirato sódico, en el alimento del pollo de engorda, sobre los parámetros productivos, XII congreso BIENAL de AMENA, 2007.
- 47.-Rodríguez P, García J, Blas C. Fibra Soluble y su Aplicación en Nutrición Animal: Enzimas y Prebióticos. XIV Curso de Especialización. Avances en la Nutrición y Alimentación Animal. Año 1998. XIV Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G^a. Rebollar, C. De Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España.
48. 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.
49. Novak CI, 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.* Spring 2008 vol. 17 no. 17-33.

Cuadro 1
Composición de las dietas para gallinas Bovans White empleadas.

Ingredientes	Dieta testigo	On Top Poultry 1	On Top Pultry 2	Poultry 1 Reformulado
Sorgo	629.197	629.197	629.196	618.130
Pasta de Soya	220.497	220.497	220.497	226.160
Carbonato de calcio	106.721	106.721	106.721	106.600
Aceite vegetal	16.272	16.272	16.272	18.750
Fosfato de calcio	13.730	13.730	13.730	13.700
Sal	4.397	4.397	4.397	4.400
Poultry	0.000	4.000	4.000	4.000
Vitaminas y minerales	2.500	2.500	2.500	2.500
MHA 84 %	2.161	2.161	2.161	1.600
L- Lisina HCL	1.292	1.292	1.292	1.000
Pigmento amarillo	1.000	1.000	1.000	1.000
Cloruro de colina 60%	0.800	0.800	0.800	0.800
Pigmento rojo	0.800	0.800	0.800	0.800
L – treonina	0.433	0.433	0.433	0.460
Bacitracina zinc	0.100	0.100	0.100	0.100
Antioxidante	0.100	0.100	0.100	0.000
Total	1000	1004	1004	1000
Nutrientes	Análisis calculado			
Proteína %	16.4	16.4	16.4	16.07
EM Kcal/kg	2750	2750	2750	2667
Metionina + cistina %	0.64	0.64	0.64	0.63
Treonina %	0.65	0.65	0.65	0.64
Lisina %	0.87	0.87	0.87	0.85
Calcio %	4.20	4.20	4.20	4.20
Fosforo disponible %	0.38	0.38	0.38	0.38
Sodio %	0.18	0.18	0.18	0.18

* Vitamina A 3,574,400 UI; Vitamina D3 1,344,000, UI; Vitamina E3.216 UI; Vitamina K 1.112g; Riboflavina 2.228g; Cianocobalamina 0.004g, Ácido pantotenico 5.592g; Niacina 8.960g; Cloruro de colina 60% 106.000g;

*Proporciona, Hierro 12.000g; Manganeso 24.000g; Cobre .600g; Yodo .040g; Zinc 14.000g; Selenio 0.040g; Antioxidante.016g; cobalto .040g; Vehículo c.b.p 1.000g.

Cuadro 2
Parámetros productivos en 15 semanas de experimentación en gallinas
Bovans White alimentadas con Poultry 1 y 2.

Tratamiento	% Postura	Peso de Huevo (g)	Masa de Huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia (kg:kg)
Dieta testigo	89.7 a	64.7 ab	58.1 ab	109.2 a	1.88 b
On Top Poultry 1	91.1 a	64.7 ab	59.0 a	109.5 a	1.86 b
On Top Poultry 2	87.0 b	65.0 a	56.6 c	109.5 a	1.94 a
Poultry 1 reformulado	89.2 a	64.4 b	57.5 bc	108.9 a	1.89 ab

Valores con diferente literal en la columna son distintos (P<0.05)

Cuadro 3
Parámetros de huevo en 15 semanas de producción experimentación en
gallinas Bovans White alimentadas con Poultry 1 y 2.

Tratamiento	% Huevo sucio	% Huevo roto	% Huevo en farfara
Dieta testigo	2.3 ab	5.45 a	3.18 a
On Top Poultry 1	1.9 b	5.57 a	2.66 a
On Top Poultry 2	2.8 ab	5.99 a	3.46 a
Poultry 1 reformulado	3.4 a	4.61 a	2.39 a

Valores con diferente literal en la columna son distintos (P<0.05)

Cuadro 4
Resultados de unidades Haugh, color de la yema, resistencia del
cascarón y grosor del cascarón.

Tratamiento	Unidades Haugh	Color	Resistencia (kg/cm ²)	Grosor (mμ)
Dieta testigo	81.1	8.2	1.33	333.6
On Top Poultry 1	83.2	7.9	1.34	328.8
On Top Poultry 2	82.0	8.1	1.40	325.2
Poultry 1 reformulado	82.3	7.6	1.22	330.3

No se encontraron diferencias entre tratamientos (P>0.05).

Cuadro 5
Resultados de ganancia de peso en gallinas Bovans White alimentadas
con Poultry 1 y 2.

Tratamiento	Peso Inicial (kg)	Peso a las 5 semanas (kg)	Peso Final (kg)	Ganancia de Peso (g)
Dieta testigo	1.692	1.673	1.673	-19
On Top Poultry 1	1.712	1.719	1.742	+30
On Top Poultry 2	1.653	1.652	1.649	-4
Poultry 1 reformulado	1.717	1.725	1.761	+44

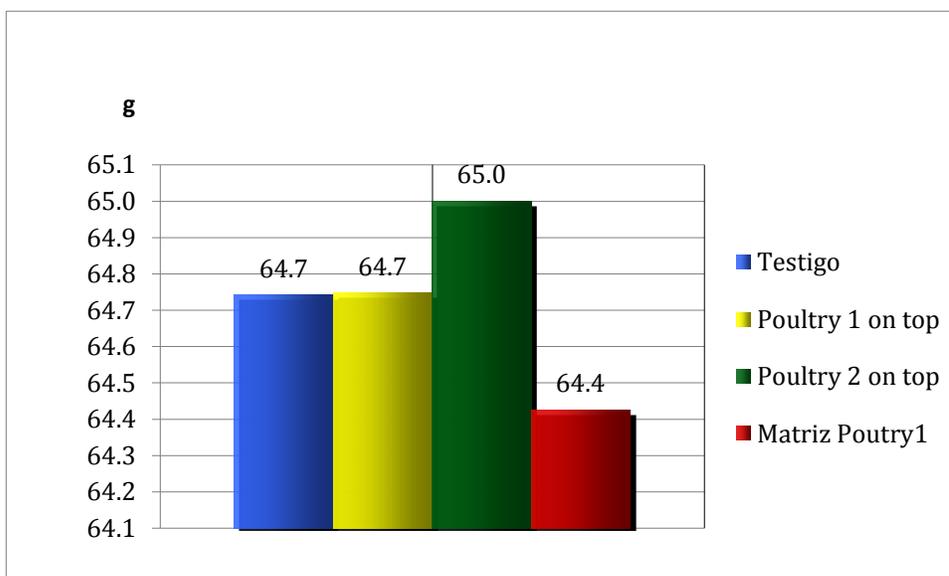


Figura 1. Peso del Huevo promedio en g durante 15 semanas de experimentación.

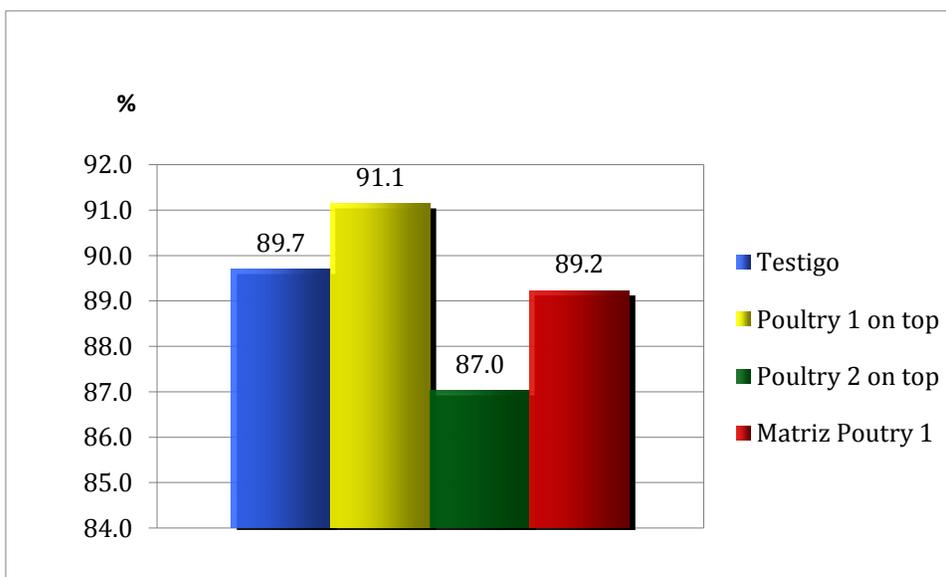


Figura 2. Porcentaje de Postura promedio en 15 semanas de experimentación.

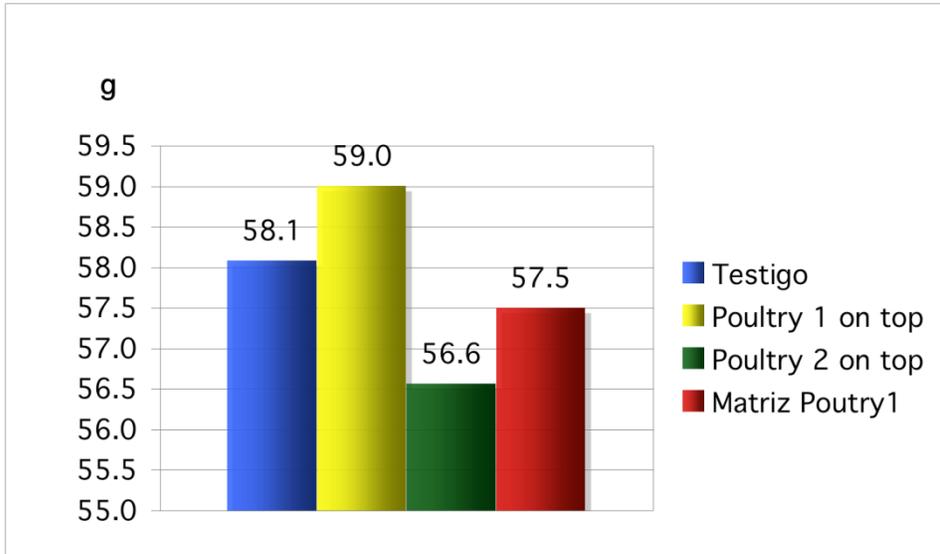


Figura 3. Masa de Huevo promedio en g durante 15 semanas de experimentación.

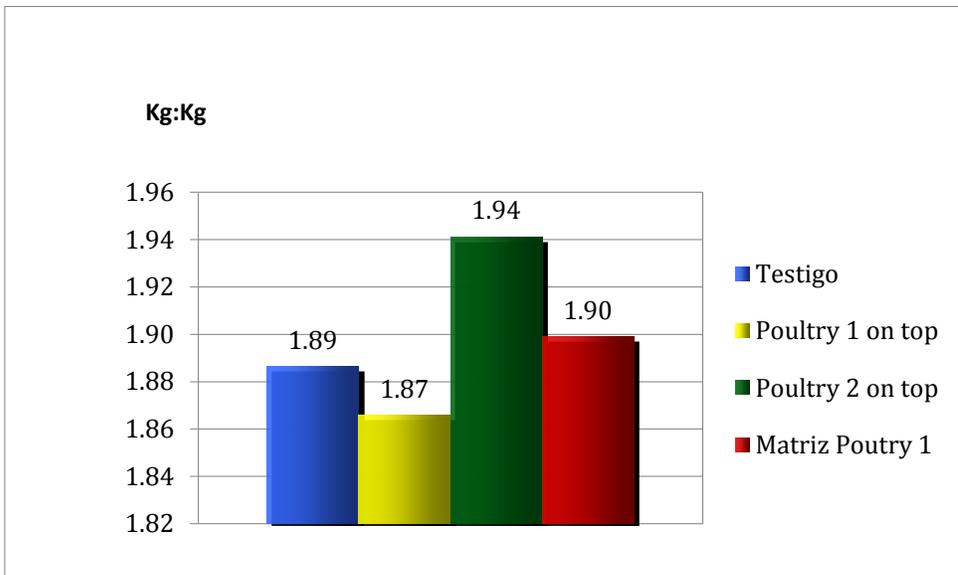


Figura 4. Conversión Alimenticia promedio en 15 semanas de experimentación.

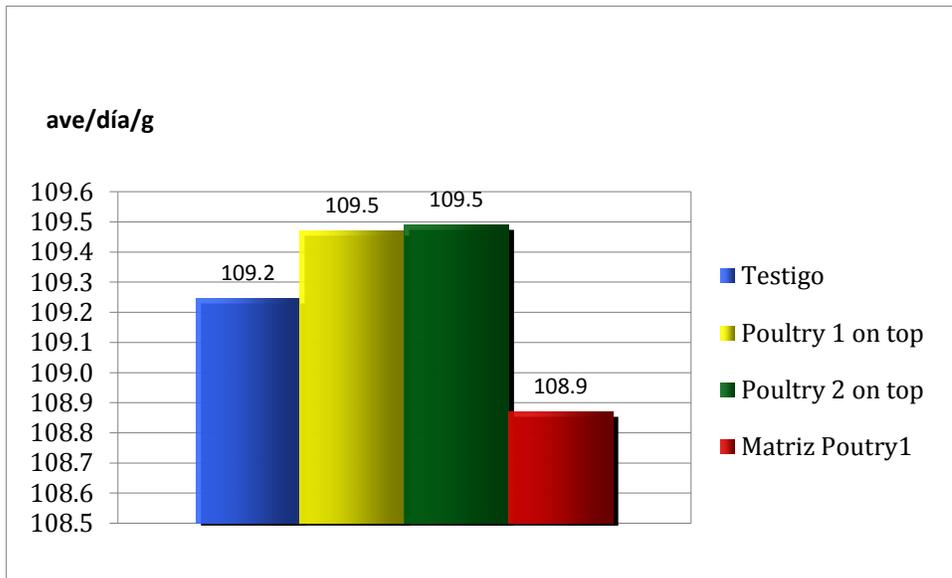


Figura 5. Consumo Alimento promedio ave/día/g durante 15 semanas de experimentación.