



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**EMPLEO DE CANOLA EN DIETAS SORGO-SOYA
PARA GALLINAS ISA-BROWN EN SEMILIBERTAD**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

CEDILLO MONROY LEANDRA MARTHA SUSANA

ASESORES:

**MVZ. MC. ARTURO CORTÉS CUEVAS
MVZ. MSc. ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ.**



México, D.F.

2012



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.

DEDICATORIA

A MIS PADRES POR CONFIAR EN MI Y POR QUE ME SIENTO MUY FELIZ DE SER SU HIJA.

A mi madre Juana Monroy Trejo que con esfuerzos, nobleza y dedicación me ha apoyado en todo momento, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.

A mi Padre Salomón Cedillo Guillen por tu apoyo y ejemplo a seguir, me has mostrado que con ánimo y fortaleza todo se puede conseguir.

A mis hermanos: Tomás, Gabriela, Dulce, Moni, Paco y Soirel, siempre he contado con ustedes para todo, por el apoyo incondicional para lograrlo ya que sin ello nunca hubiera podido.

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de ser parte de su comunidad.

A la Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, por su contribución a mi formación académica, lugar en donde viví grandes momentos y por los profesores y amigos que conocí.

Al Dr. Ernesto Ávila González por el apoyo, consejos y disposición al asesorarme este proyecto.

Al Dr. Arturo Cortes, por sus consejos, por su paciencia, su tiempo para este trabajo y por la oportunidad de permitirme finalizar este trabajo. Gracias.

Al C.E.I.E.P.Av., donde he aprendido mucho, en el cual encontré gente muy valiosa, que estimo y respeto: Dra. Elizabeth Posadas, Dra. Pilar Castañeda, Dr. Benjamín Fuente, Dr. Ezequiel Sánchez y Dr. Tomás Jínez.

A la Dra. Yolanda Castañeda por su tiempo dedicado a la revisión y corrección del presente trabajo. A la Dra. Silvia Carrillo por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Jaime Esquivel Peña quien estuvo al inicio de este trabajo, por sus consejos enseñanzas y la agradable compañía que me brindó.

A mis amigos de la FMVZ con quienes compartí grandes y divertidas experiencias, en nuestro lugar de reunión llamado "la pared".

A mis compañeros y amigos de C.E.I.E.P.Av., fue un placer conocerlos y trabajar con ustedes, pero muy en especial agradezco Paty, Rosana y Meche por la amistad que me brindaron.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	17
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27
CUADROS.....	32

RESUMEN

Cedillo Monroy Leandra Martha Susana. **EMPLEO DE CANOLA EN DIETAS SORGO-SOYA PARA GALLINAS ISA-BROWN EN SEMILIBERTAD.** Bajo la dirección de: MVZ. MC. Arturo Cortés Cuevas y MVZ. MSc Ernesto Ávila González.

Con el objeto de evaluar el comportamiento productivo y calidad organoléptica del huevo en gallinas Isa-Brown alimentadas con dietas sorgo-soya con diferentes niveles de inclusión de canola (6.6, 13.2 y 26.4%) como reemplazo de la proteína de pasta de soya por pasta de canola, se realizaron 2 experimentos. En el primer experimento, se utilizaron 405 gallinas de 30-38 semanas de edad, en 3 tratamientos con 3 repeticiones de 45 gallinas cada una. Los tratamientos fueron: 1. Dieta testigo sorgo-soya, 2. Como 1 + 50% Reemp y 3. Como 1 + 90% Reemp. En el segundo experimento se utilizaron 405 gallinas de 42-50 semanas de edad, en 3 tratamientos con 3 repeticiones de 45 gallinas cada una, los tratamientos fueron: 1. Dieta testigo sorgo-soya, 2. Como 1 + 25% Reemp y 3. Como 1 + 50% Reemp. Cabe señalar, que las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas. Los resultados obtenidos en ambos experimentos; para porcentaje de postura, peso de huevo, consumo de alimento, masa de huevo, conversión alimenticia, unidades Haugh, pigmentación de la yema y grosor de cascarón indicaron que no existió diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos. Los datos obtenidos, de la prueba sensorial para el color de la yema y sabor del huevo en el Experimento 1, mostraron que no hubo diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos en la percepción del color; sin embargo, en la aceptación del sabor existió diferencia ($P<0.01$) entre tratamientos, con mayor aceptación los tratamientos con 0 y 50% de reemplazo de PS por PC respecto al 90% de reemplazo (4.27a, 4.62a, 3.55b). En el Experimento 2, para los datos encontrados en la aceptación del color de la yema y sabor del huevo no existió diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos. Con los resultados obtenidos del presente estudio, se puede concluir que el reemplazo de proteína (25, 50 y 90%) de pasta de soya por canola permite utilizar 6.6, 13.2 y 26.4% de este ingrediente en las dietas para gallinas sin afectar el rendimiento productivo, unidades Haugh, pigmentación de la yema y percepción del color de la yema, no así con la adición de 26.4% de canola, donde se afectó la percepción del sabor en la prueba sensorial.

INTRODUCCION

La avicultura es la principal fuente transformadora de proteína animal en México, que dispone productos de calidad nutritiva para el consumo humano. En la participación pecuaria de 2011, la producción avícola aportó el 63.48% total, 33.8% de carne y 29.52% huevos para su consumo. El huevo por su valor nutrimental, precio y variedad de preparación, es uno de los alimentos preferidos de la población, en 2011 consumo el *per cápita* fue de 22.4 Kg, los principales estados productores fueron Jalisco (55%), Puebla (17%), Sonora (8%) y la Comarca Lagunera (5%)¹.

En los últimos años la avicultura enfrentó cambios significativos en el entorno económico en el cual se desenvuelve, situación que causó variaciones en el ritmo de crecimiento de la industria avícola, siendo el incremento del precio de los insumos alimenticios uno de los factores que en mayor medida influye en la producción. De aquí parte la importancia de formular dietas, para producir el mayor número de huevos durante el ciclo productivo de las gallinas para beneficio del avicultor, siendo importante buscar y evaluar nuevas estrategias de producción y nutrición que permitan aumentar la eficiencia de las explotaciones avícolas, aunado a las mejoras genéticas de las líneas de aves de postura así como la actualización de los equipos y sistemas de alojamiento sin afectar el comportamiento de las líneas genéticas². Parte del problema, del costo de las dietas se debe a la utilización parcial de la cosecha mundial de cereales, especialmente el maíz y aceite de soya, los cuales se utilizan para la producción de biocarburantes³.

En México la demanda de producción de pasta soya, está determinada por el sector pecuario y depende directamente de la disponibilidad de frijol soya, que en México es reducida respecto a la demanda, resultando en la importación de volúmenes del 97% contra la producción nacional de frijol soya del 3%. Debido al TLCAN la mayor parte de la compra al exterior se realiza a E.U., un porcentaje importante es realizado por empresas del sector aceitero, evitando el acceso a los productores pecuarios nacionales. Como consecuencia de la baja producción, esto lleva a reorientar cosechas hacia cultivos más rentables⁴.

Entre las fuentes proteicas empleadas para la alimentación de las aves, la pasta de soya sigue siendo la fuente de proteína por excelencia; la pasta de canola es una buena fuente alternativa de proteína para la avicultura en Canadá, Europa y Australia⁵. Con la demanda de aceite de canola en constante aumento, debido al endeudamiento de la producción de biodiesel, se espera se reduzca el precio de canola, lo que la hace más atractiva para los productores⁶.

IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE HUEVOS EN LA NUTRICIÓN HUMANA

El huevo es un alimento completo recomendado por la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), es una importante fuente de proteínas, vitaminas y minerales. Un huevo de tamaño promedio (58 g), aporta aproximadamente 78 calorías, 3% de los requerimientos diarios de energía de un hombre adulto. El huevo no contiene hidratos de carbono, por lo que la energía procede fundamentalmente de su materia grasa. La calidad de la grasa presente en el huevo, es de buena calidad por el contenido de ácidos grasos

monoinsaturados (AGM, 3.6%), ácidos grasos polinsaturados (AGP, 1.6%), los cuales superan ampliamente al de la grasa saturada (AGS, 2.8%). Es una excelente fuente proteica, con todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo humano. Por esta razón, se dice que la proteína del huevo tiene un alto valor nutritivo biológico (94 %). En la albúmina se encuentra la mayor parte de la proteína del huevo, que representa 11-12% de su peso. Contiene vitamina A (100g de parte comestible aportan un 28,4% de la Cantidad Diaria Recomendada CDR), vitamina D, vitamina E, riboflavina, niacina, ácido fólico, vitamina B12, biotina, ácido pantoténico, fósforo, hierro, zinc y selenio⁷.

PROTEINA EN LA ALIMENTACION DE LAS AVES

Los requerimientos dietéticos de proteína, son en realidad los requisitos de aminoácidos esenciales contenidos en la proteína de la dieta y por lo tanto, la formulación de dietas se debe realizar con base en aminoácidos digestibles⁸, esto permite observar la porción que el organismo aprovecha metabólicamente, lo cual optimiza la utilización de nutrientes (proteína, aminoácidos, nitrógeno e incluso la energía). Evitando de esta manera deficiencias, excesos y desbalances nutricionales. Asimismo, permite la mejor utilización de los ingredientes, abatiendo los costos por concepto de alimentación, y mejorando la productividad de las aves⁹.

Las fuentes de proteína para la alimentación de las aves son de dos clases; proteína de origen animal y proteína de origen vegetal. La proteína animal, se considera superior por tener un alto contenido de aminoácidos esenciales, pero

representa riesgos a la salud de las aves si no está bien procesada, además de su elevado costo y baja producción. La proteína vegetal requiere otros tratamientos para elevar su valor nutritivo, pero si la dieta se suplementa adecuadamente con aminoácidos cristalinos, esta es capaz de cubrir los requerimientos de las aves para su crecimiento y producción¹⁰.

CONCENTRADOS PROTEICOS (harinas o pastas de oleaginosas)

Los alimentos que consumen las aves están formados principalmente por harinas de granos suplementados o complementados con otros ingredientes. Las pastas de oleaginosas, son el producto resultante del proceso de extracción del aceite de estas semillas, son ricas en proteína de buena calidad, a pesar de que la composición de aminoácidos es deficiente en al menos un aminoácido esencial entre ellos lisina y metionina.

PASTA DE SOYA

La pasta de soya alta proteína (47-48% PC), se obtiene tras un proceso de extracción del aceite del frijol con un disolvente. El frijol soya y sus subproductos (aceite y pasta de soya principalmente), se utilizan en la alimentación animal y humana. A pesar de su elevado valor nutritivo, el frijol de soya crudo contiene un buen número de factores antinutritivos, los más importantes (factores antitripsicos, ureasa y lectinas) son termolábiles, por lo que su contenido después de un correcto procesado térmico de extracción es reducido¹¹.

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal con la cual se cuenta actualmente, esto se debe a su alto contenido de lisina y por solo tener un aminoácido limitante que es la metionina¹⁰.

HARINA DE COLZA Y CANOLA.

La colza (*Brassica napus* y *B. campestris*) es una oleaginosa perteneciente a la familia de las crucíferas. Contiene aproximadamente de 42-43% de aceite (58% ac. oleico, 22% ac. linoleico y 10% ac. linolénico)¹², que se extrae para usarse como aceite vegetal comestible de primera calidad. Limitado su uso por la presencia de ácido erúsico (22-45 %), glucosinolatos (120-150 $\mu\text{mol/g}$) y otros compuestos menores considerándolos como factores antinutricionales, por presentar cambios en el comportamiento productivo animal. Por este motivo, los fitogenetistas realizaron una selección intensiva de la semilla en los años 50's para hacer de la colza una fuente de aceite y harina más nutritiva y comestible. Como resultado de estas investigaciones, en Canadá se obtuvieron variedades de semilla de colza con bajos niveles de ácido erúsico sobre la composición total de ácidos grasos en el aceite (1%) y bajos niveles de glucosinolatos en la harina (<20 $\mu\text{mol/g}$), dando por nombre a estas variedades como "Canola" (acrónimo del ingles *Canadian Oil Low Acid*) o también conocida como Colza "00"^{5,13}.

En 1985, su uso fue clasificado como GRAS (generally recognized as safe) por la FDA de USA¹³.

El proceso de extracción de aceite, fue detallado por Unger 1990, el cual consiste en el pre-acondicionamiento de la semilla, calentamiento, descascarillado, cocción

de la semilla, extracción del aceite por prensado de la hojuela, extracción del aceite por solventes de la pasta, pasa por un desolventizador y finalmente por el tostador. Mustafa et al. 2000¹⁴, realizaron una investigación sobre los efectos del procesamiento, concluyendo que los principales cambios en la composición y digestibilidad de la proteína se llevaron a cabo como resultado del calentamiento en la etapa de desolventizador y tostador¹⁴. El proceso de extrusión del alimento, tiene un efecto positivo en la retención de nitrógeno, digestibilidad de la grasa y aminoácidos esenciales, excepto en lisina e histidina pero sin ser significativo¹⁵. A continuación se muestra en el siguiente Cuadro la composición química de la pasta de canola.

**COMPOSICIÓN QUÍMICA TÍPICA DE LA PASTA DE
CANOLA (HUMEDAD 12%)**

Proteína cruda (Nx6.25:%)	36
EM (kcal/kg)	2000
Ácido Linoleico (%)	0.6
Ceniza (%)	6.1
Fibra cruda (%)	12.0
Taninos (%)	1.5
Sinapina (%)	1.0
Ácido fitico (%)	3.3
Glucosinolatos (µmol/g)	7.2

Tomado de Newkirk, 2009⁵

La concentración de proteína en la PC puede variar de acuerdo al origen de la semilla (30-40%), tiene niveles más bajos de lisina, energía y digestibilidad de aminoácidos esenciales comparados con la pasta de soya. Un aspecto clave con el uso de altos niveles de PC en los alimentos balanceados de las aves en producción, es balancear la dieta con aminoácidos digestibles¹⁶. En el siguiente

cuadro se puede apreciar la composición de aminoácidos totales, digestibles y los coeficientes de digestibilidad de la PC y pasta de soya.

COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS

PC	% Total	% Disponible
Metionina	0.69	0.61
Cistina	0.61	0.47
Lisina	2.21	1.76
Histidina	1.1	0.93
Triptófano	0.5	0.38
Treonina	1.72	1.30
Arginina	2.2	1.92
Isoleucina	1.4	1.04
Leucina	2.7	2.40
Fenilamina	1.5	1.30
Valina	1.9	1.55

Leeson et al. 2005³⁴

Coeficientes de digestibilidad en las aves de algunos aminoácidos esenciales en la pasta de canola y la pasta de soya

Aminoácido	Canola %	Soya %
Lisina	0.79	0.90
Metionina	0.92	0.93
Cistina	0.82	0.82
Treonina	0.71	0.81
Triptofano	0.78	0.84

Tomado de Newkirk, 2009⁵

La PC tiene una concentración muy baja en almidón, pero un contenido apreciable de fibra neutro detergente (28%) y de fibra digestible (7%), principalmente pectinas. La presencia de fibra soluble, tiende a incrementar la viscosidad y a

reducir la digestión y absorción de los aminoácidos. El alto contenido de fibra, también reduce el contenido de energía metabolizable¹⁷.

Comparada con la pasta de soya, la pasta de canola tiene altos niveles de calcio y fósforo, pero cerca del 65% del fósforo está presente como fitatos, por lo tanto, este mineral no es disponible. El contenido de azufre también es mayor (1.1% vs 0.4%) que en la pasta de soya¹⁸. A continuación se muestra en el siguiente cuadro la composición de minerales en la pasta de canola.

Composición de minerales en Canola

Mineral	Promedio	Mineral	Promedio
Azufre (%)	0.85	Selenio (mg/kg)	1.1
Magnesio (%)	0.54	Calcio (%)	0.63
Cobre (mg/kg)	5.80	Fosforo	1.01
Fierro (mg/kg)	166.00	Fosforo disponible (%)	0.3-0.5
Manganeso (mg/kg)	52.0	Sodio (%)	0.1
Molibdeno (mg/kg)	1.40	Cloro (%)	0.1
Zinc (mg/kg)	58.00	Potasio (%)	1.22

Bell, 1984¹⁹

FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA CANOLA

Ácido Erúsico. Es un ácido graso monoinsaturado de cadena larga (22 átomos de Carbono), difícilmente oxidable para el animal y que tiende a causar problemas cardiovasculares por su deposición en el músculo cardíaco, presente en el aceite de semilla (< 2%).

Glucosinolatos. También llamados Tioglucósidos (<20µmol/g). Los glucosinolatos son inocuos, pero cuando se hidrolizan por la enzima mirosinasa (que se

encuentra separada físicamente de los glucosinolatos), lleva a la producción de glucosa, ácido sulfúrico y compuestos volátiles como: Isotiocianatos ITC (3mg) o Goitrina, Oxazolidinotona VTO (6mg), Nitrilos y Tiocianatos. Estos compuestos causan efectos bociogénicos, muerte por hígado hemorrágico, lesiones en riñón, reducen el consumo de alimento e inhiben el crecimiento¹⁷. Al ser considerado el principal factor antinutricional, los fitogenetistas han desarrollado semillas de canola bajas en glucosinolatos (<1.8µmol/g)¹⁹.

Compuestos fenoles: Taninos (1.5-3.0%.) se definen como compuestos naturales polifenólicos, hidrosolubles, que forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros del alimento. Los taninos presentes en la PC no tienen los mismos efectos negativos de mal sabor y digestibilidad de la proteína que se tienen en otros ingredientes⁵.

Sinapinas (0.6-1.8%) son un éster de la colina y ácido sinápico, pueden contribuir al sabor amargo con efecto astringente, responsables de una baja palatabilidad. Es la forma predominante de colina en la canola, precursor de la Trimetilamina que puede resultar en un sabor a pescado en los huevos que proceden de gallinas alimentadas con PC²⁰. En un experimento realizado por Goh et al. 1979, determinaron que la inclusión de más de 1g de sinapina por kg de alimento en dietas para gallinas causa que los huevos obtengan un olor y sabor a pescado²¹. En contraste, la sinapina tiene actividad bactericida contra *Salmonella sp.* entérica, un patógeno importante que afecta a las aves²².

El cloruro de colina usado en raciones de gallinas productoras de huevo rojo a los niveles de inclusión normal, no produce huevos sabor pescado, debido a que la

colina se absorbe en el intestino delgado antes de que pueda ser fermentada para formar trimetilamina (TMA) en el intestino grueso²¹.

PRODUCCION DE HUEVOS CON SABOR A PESCADO

En la década de 1970, se reconoció que la harina de colza en dietas para gallinas ponedoras de huevo rojo, podría resultar en una producción de huevos con sabor y olor a pescado. La producción de este efecto detrimental en el huevo, conlleva a una baja aceptación del huevo por parte del consumidor. También es conocido como "Fishy taint egg" o "tainting egg"²³.

El compuesto responsable de este efecto es la TMA, $N(CH_3)_3$, que es una amina terciaria volátil de la cual persiste un característico olor a pescado, se produce por la fermentación bacteriana de la colina en el intestino, principalmente en el ciego. Normalmente la TMA se metaboliza en el inodoro N-óxido Trimetilamina (OTMA) por la enzima Flavina monooxygenasa 3 (FMO3), fácil de eliminar en la sangre por los riñones y excretas. La TMA es difícil de excretar y posteriormente se acumula en la circulación y se deposita en los folículos en desarrollo (yemas)^{24,25}.

La producción del sabor a pescado es una condición heredable en las gallinas semipesadas o productoras de huevo rojo, causada por una mutación en el exón 7 de la enzima FMO3, incapaz de oxidar la trimetilamina (TMA)²⁴.

El umbral de detección humana de la TMA se estima en 4mg/g en la yema, es posible que concentraciones menores sean aceptables por los consumidores²⁴.

La acumulación de TMA en la yema del huevo rojo es por factores nutrigenéticos sin embargo, por la incapacidad de la gallina metabolizar la TMA, se pueden dividir en dos:

a) Precursores de TMA, como lo son la sinapina y colina, que al existir una reducción de la enzima TMA oxidasa (FMO3), producen un exceso de TMA acumulada;

b) Inhibidores de TMA oxidasa; los taninos reducen la capacidad de estas enzimas, entre ellas la TMA oxidasa hasta en un 32%. Goitrina o isotiocianatos producido por la hidrólisis de glucosinolatos, los cuales inhiben la oxidación a OTMA compitiendo con TMA por el sitio activo en FMO3. Mutación del gen de FMO3 (FMO3 C.984 A>T) el cual impide a la enzima oxidasa TMA²⁵⁻²⁷.

Algunos estudios se han dirigido a estudiar el efecto de la estirpe y la inclusión de pasta de canola en dietas para gallinas de postura, sobre el sabor a pescado en el huevo, por ejemplo Kaminska 2003²⁸ informó que sólo 3.4% y 7.4% de gallinas Hy-Line e Isa-brown respectivamente, producen huevos con un olor a pescado, cuando reciben pasta de canola, lo que apoya la posibilidad de que la selección genética influye para contrarrestar la producción de huevo con olor y sabor a pescado.

Con este motivo, Hy-Line International, reporta que gallinas Hy-line Brown, nacidas después de Enero del 2009, pueden tolerar grandes cantidades de pasta de canola sin problemas de producir huevos con sabor a pescado. Basados en un experimento reciente llevado a cabo por Hank Classens en 2009 en la Universidad de Saskatchewan en Canadá, con gallinas Hy-Line Brown, las cuales fueron alimentadas con dietas que contienen hasta un 24% de pasta de canola

encontraron que el contenido de TMA en la yema de huevo estuvo por debajo del nivel de detección de 4 mg/g²³.

Otro factor que limitaba el uso de altos niveles de pasta de canola fue la mortalidad por hemorragia hepática sin embargo, en estudios más recientes (Classen, 2008) no observaron aumentos estadísticamente significativos en hemorragias hepáticas en gallinas ponedoras⁵ incluso cuando incluyeron hasta un 20 % de PC en la dieta²⁹.

EFFECTO DE LA INCLUSION DE CANOLA EN GALLINAS PONEDORAS DE HUEVO DE CASCARON ROJO.

La producción del huevo, peso del huevo, mortalidad y la calidad interna del huevo puede ser alterada cuando se emplean altos niveles de inclusión de pasta de canola en dietas para gallinas, por lo que se debe restringir en parte el uso de este ingrediente³⁰.

Una investigación realizada por Leeson et al. (1967)³¹ encontraron que la sustitución de 0, 25, 50 y 100% de pasta de soya por pasta de canola no revela diferencias significativas ($P>0.05$) en el consumo de alimento, peso del huevo y la deformación de la cáscara del huevo.

En otro experimento realizado por Rojas et al. (1985)³² sugirieron el empleo de hasta 10% de pasta de canola sin afectar el rendimiento productivo.

Mientras que Summers et al. (1988)³³ observaron que el tamaño del huevo se redujo, en gallinas ponedoras alimentadas con 10% de pasta de canola. Estos

autores, sugirieron que la ingesta de alimento reducido o bien un consumo reducido de energía, pudo explicar la disminución en el tamaño de huevo.

Lesson et al (2005)³⁴, recomiendan el empleo de 8% de inclusión de pasta de canola en gallinas ponedoras, sin daños negativos a la postura aun cuando el peso del huevo puede disminuir 1g. Por otra parte, autores como Pérez-Maldonado y Barram 2004, Marcu 2005, Badshah 2001, Classen 2008 y Novak 2004, determinaron que la reducción en el peso del huevo, se debe a que las gallinas consumieron menor cantidad de lisina por ser las dietas formuladas en base a aminoácidos totales en lugar de digestibles⁵.

En otro estudio Ciuresco (2009)¹⁸ determinó que el reemplazo del 25-30% de pasta de soya, no afectar significativamente ($P>0.05$) el rendimiento productivo y la calidad del huevo.

Por otro lado Bell et al, (2002)³⁵, realizaron una evaluación sensorial en huevos de gallinas alimentadas con 20% de pasta de canola, los panelistas detectaron la incidencia de olor a pescado en huevos cocidos mostró que los huevos de cascarón rojo fueron significativamente más altos ($P < 0,05$) en la intensidad del olor respecto al tratamiento control y huevos de cascarón blancos.

En la publicación de Pérez-Maldonado et al.(2004)³⁶ cuando se uso 15 y 20% de pasta de canola en la dieta en gallinas Isa-Brown, se obtuvieron huevos con olor a pescado en fresco, sin embargo, el olor disminuyó cuando los huevos se almacenaron a 10 °C por 2-5 semanas.

Un estudio reciente realizado por Lichounikova et al. (2008)²⁷ con gallinas Isa Brown evaluaron el efecto de alimentar con 8 y 10% de pasta de canola. Las unidades Haugh y calidad de la cáscara (resistencia, grosor y peso) no se vieron

afectadas. Estos datos concuerdan a los obtenidos por Riyazi et al. (2009)³⁷ mostraron que la adición de pasta de canola 10% en las dietas no observaron diferencia significativa en unidades Haugh, grosor de la cáscara y resistencia de la cáscara,

En la investigación realizada por Swiatkiewicz et al. (2010)³⁸ emplearon dietas con 0, 4, 6 y 8% Colza "00" o pasta de canola, y no observaron efectos significativos en el rendimiento productivo y calidad interna y externa del huevo.

Con estos antecedentes, el presente estudio se planteó con la finalidad de evaluar el empleo de pasta de canola como reemplazo de la proteína de la pasta de soya en dietas sorgo-soya para gallinas de postura Isa Brown en semilibertad.

HIPOTESIS

La sustitución de proteína de pasta de soya por pasta de canola (0, 25, 50 y 90%) en dietas sorgo-soya para gallinas de postura de la estirpe Isa Brown en semilibertad, no afecta el comportamiento productivo, ni la calidad organoléptica del huevo.

OBJETIVOS

1. Objetivo General:

Evaluar el efecto de la sustitución de proteína de pasta de soya por pasta de canola, en dietas sorgo-soya para gallinas Isa Brown en semilibertad, sobre el comportamiento productivo.

2. Objetivos Específicos:

- a) Evaluar el comportamiento productivo en gallinas de postura Isa-Brown, alimentadas con dietas sorgo-soya, con diferentes porcentajes de sustitución de proteína de pasta de soya (0, 25, 50 y 90%) por pasta de canola.
- b) Evaluar la calidad interna del huevo, pigmentación de la yema y la calidad organoléptica en gallinas Isa-Brown, alimentadas con dietas sorgo-soya con diferentes porcentajes de sustitución de proteína de pasta de soya (0, 25, 50 y 90%) por pasta de canola.

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 89 en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2,250 m.s.n.m. entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, con una temperatura media anual de 18 °C y una precipitación pluvial de 747 mm³⁹.

Se realizaron dos experimentos, con gallinas de la estirpe Isa Brown en un sistema de producción en semilibertad.

El trabajo de campo tomó 56 días para su realización en cada experimento, se utilizaron casetas experimentales de ambiente natural, dividiendo cada caseta en dos secciones, con cama de paja y salida a un área de pasto. El acceso a pastoreo fue restringido de las 9:00 am a 12:00 pm horas durante todo el experimento. Cada corral contó con 4 comederos de tolva y 2 bebederos de campana. Se les proporcionó un fotoperiodo de 16 hrs luz x día. La alimentación y el agua se proporcionaron *ad libitum* durante todo el experimento.

En el primer experimento, se utilizaron 405 gallinas rojas semipesadas en semilibertad de la estirpe Isa-Brown de 30 semanas de edad y 13 semanas en producción. En el Experimento 2, se utilizaron 405 gallinas rojas semipesadas en semilibertad de la estirpe Isa-Brown de 42 semanas de edad y 25 semanas en producción. En cada experimento se empleó un diseño completamente al azar con

3 tratamientos cada uno con 3 réplicas de 45 gallinas cada uno. Las aves en ambos experimentos se alojaron en corrales, con espacio de 0.73m² por ave y en los espacios de pastoreo de 1.3m² por ave.

Los tratamientos experimentales, consistieron como se señala a continuación:

Experimento 1:

- Tratamiento 1.- Dieta sorgo- soya (EM 2,750 kcal/kg, 16 % P.C.)
- Tratamiento 2.- Dieta sorgo-soya+canola 50% de reemplazo de proteína de soya por pasta de canola (EM 2,750 kcal/kg, 16% P.C.)
- Tratamiento 3.- Dieta sorgo-soya+canola 90% de reemplazo de proteína de soya por pasta de canola (EM 2,750 kcal/kg, 16% P.C.)

Experimento 2:

- Tratamiento 1.- Dieta sorgo- soya (EM 2,750 kcal/kg 16% P.C.)
- Tratamiento 2.-Dieta sorgo-soya+canola 25% de reemplazo de proteína de soya por pasta de canola (EM 2,750 kcal/kg, 16% PC.)
- Tratamiento 3.- Dieta sorgo-soya+canola 50% de reemplazo de proteína de soya por pasta de canola (EM 2,750 kcal/kg, 16% PC.)

El reemplazo de proteína de pasta de soya (25, 50 y 90%), se hizo por proteína de PC lo que representó el empleo de 6.6, 13.2 y 26.4% de pasta de canola.

En los dos experimentos se llevaron registros semanales de porcentaje de postura, peso promedio de huevo, masa del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad.

Al final cada experimento, se tomaron 30 huevos por tratamiento para evaluar la calidad del huevo por medio de las variables, unidades Haugh, grosor del cascarón y la pigmentación de la yema con el abanico colorimétrico de DSM.

También se llevaron a cabo análisis organolépticos del huevo, en donde se tomaron 10 huevos por tratamiento para su análisis al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, en el Área de Nutrición animal, en la Delegación Tlalpan, D.F. Las pruebas se llevaron a cabo en cubículos individuales con luz blanca, en el laboratorio de evaluación sensorial de este Instituto. Participaron 29 panelistas no entrenados, consumidores de huevo habitual. La evaluación consistió en cuanto agrada o desagrada el color de yema y sabor del huevo, se requirieron 2 cuestionarios para cada panelista, una para color de yema y otro para el sabor donde se mostraron escalas categorizadas. Para la evaluación cada categoría se convirtió en puntajes que fueron del 1 al 5, en donde 5 - "gusta mucho", 4 - "gusto poco", 3 - "indiferente", 2 - "disgusto poco" y 1 - "disgusto mucho". Para evaluar el color de yema se presentó a cada juez una charola con cuatro moldes transparentes con una yema de huevo, de cada tratamiento y un cuestionario para evaluar el color. A continuación se les presentó un plato con 3 diferentes muestras de huevo cocinado (revuelto sin aceite y sin sal), acompañados con pan blanco y agua, que consumieron antes de probar cada muestra, evaluando así el sabor del huevo. Al último se les pidió el cuestionario

contestado, a los datos obtenidos se les aplicó la prueba de Friedman del paquete estadístico SPSS⁴⁰.

A cada una de las variables de la respuesta productiva en ambos experimentos, se les realizó un análisis de varianza conforme a un diseño completamente al azar. En caso de existir diferencia estadística entre tratamientos con una significancia del $P < 0.05$, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se empleó el paquete estadístico SPSS⁴⁰ para el análisis estadístico.

RESULTADOS

Los resultados promedio para porcentaje de postura, peso del huevo, consumo de alimento, masa de huevo y conversión alimenticia en los Experimentos 1 y 2 se pueden apreciar en los Cuadros 3 y 4 respectivamente. Se puede observar que los datos de cada una de las variables evaluadas no existió diferencia significativa ($P>0.05$) entre tratamientos cuando las gallinas consumieron dietas con 0, 6.6, 13.2 y 26.4 % de pasta de canola.

En cuanto a los resultados de las variables; unidades Haugh, pigmentación de la yema y grosor de cascarón de los Experimentos 1 y 2 se pueden observar en los Cuadros 5 y 6 respectivamente, donde se puede observar que los datos fueron similares entre tratamientos. Estos resultados indicaron que con 0, 25, 50 y 90% de reemplazo de proteína de pasta de soya por proteína de pasta de canola, lo que representa el empleo de 6.6, 13.2 y 26.4% no existió diferencia estadística ($P>0.05$) entre tratamientos para estas variables.

Los datos obtenidos promedio de la prueba sensorial para color de la yema y sabor del huevo se pueden apreciar en los Cuadros 7 y 8 de los Experimentos 1 y 2 respectivamente. Los resultados del Experimento 1, sobre la apreciación del color de la yema y sabor del huevo indicaron que no hubo diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos en la percepción del color; sin embargo, en el sabor del huevo si existió efecto significativo ($P<0.01$) entre tratamientos, con una mayor aceptación del sabor en los tratamientos con 0 y 50% de reemplazo por pasta de

canola respecto al tratamiento con gallinas alimentadas con 90% reemplazo de dicha pasta. Por otro lado, los resultados de estas mismas variables en el Experimento 2 en la aceptación del color de la yema y aceptación del sabor del huevo no existió diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos con 25 y 50% de reemplazo de proteína de soya por pasta de canola.

DISCUSIÓN

Los datos de gallinas Isa Brown de porcentaje de postura, peso del huevo, consumo de alimento, masa de huevo y conversión alimenticia en ambos experimentos mostraron que no existió diferencia ($P>0.05$) a la adición de 6.6, 13.2 y 26.4% de pasta de canola en dietas sorgo-soya. Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por otros autores como Campbell et al. (1999)²⁹, quienes al realizar un estudio en gallinas Dekalb SCWL, incluyeron 10 y 20% de pasta de canola en dietas a base de trigo-soya y encontraron que la producción de huevo y mortalidad no se vió afectada; sin embargo, el consumo de alimento se redujo (102.2g vs 99.8g) en el tratamiento con 20% de inclusión. Swiatkiewicz et al. (2010)³⁸, realizaron un estudio en gallinas Bovans Brown utilizando dietas maíz-soya, donde incluyeron 0, 4, 6 y 8% de pasta de canola, estos investigadores concluyeron que con ningún nivel de inclusión tuvo efecto significativo sobre los parámetros productivos en comparación con las gallinas alimentadas con la dieta control ($P>0.05$).

Lichounikova et al. (2008)²⁷ investigaron en gallinas Isa-Brown el empleo de 8 y 10% de pasta de canola en dietas maíz-soya y encontraron resultados similares en porcentaje de postura; no así el peso del huevo se redujo significativamente en las aves alimentadas con 10% de pasta de canola. Además estos autores, al adicionar 3 mg/kg de alimento de Yodo a una dieta con 10% de pasta de canola, encontraron una mejoría en el peso del huevo (62.1g vs 60.7g) respecto a la misma dieta que no fue adicionada con este mineral. Pérez et al. 2004, emplearon 10, 15 y 20% de pasta de canola en dietas sorgo-soya para gallinas Isa Brown y

observaron que no se afectó la producción de huevo, pero el peso promedio del huevo fue menor ($P < 0.05$) en las aves que consumieron la dieta con 15 y 20%. Otro investigadores, han observado resultados diferentes a los obtenidos en el presente estudio por ejemplo Rojas et al. (1985)³² estudiaron en gallinas Leghorn el empleo 0, 5, 10, y 15% de pasta de canola en dietas sorgo-soya y observaron que se afectó ($P < 0.05$) el porcentaje de postura y peso del huevo en las gallinas tratadas con 15% de inclusión. Olomu et al. (1975)³⁰, emplearon 0, 5, 7.5 y 10% de pasta de canola no mejorada genéticamente en gallinas Leghorn y demostraron que la producción de huevo se afectó ($P < 0.05$) al incluir 10% de esta pasta, sin embargo el peso del huevo no se disminuyó.

En cuanto a los resultados obtenidos en el primero y segundo Experimento para unidades Haugh, pigmentación de la yema y grosor del cascarón fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos, resultados que coinciden con algunos estudios como el de Olomu et al. (1975)³⁰ quienes no encontraron diferencia ($P > 0.05$) en unidades Haugh al emplear 0, 5, 7.5 y 10% de inclusión de pasta de canola genéticamente no mejorada. También Lichounikova et al. (2008)²⁷ encontraron que la inclusión de 0, 5, 10 y 15% tampoco afectó las unidades Haugh, ni el grosor del cascarón. Riyazi et al. (2009)³⁷, observaron que al utilizar 0, 5, 10 y 15% de pasta de canola en dietas para gallinas Hy-Line W36 no se afectó significativamente ($P > 0.05$) las unidades Haugh, ni el grosor del cascarón en cualquier nivel de inclusión.

De los resultados obtenidos en la prueba sensorial para color de la yema y sabor del huevo en el Experimento 1, indicaron un efecto significativo ($P < 0.01$) entre tratamientos con una mayor aceptación al sabor en los tratamientos con 0 y 13.2%

de pasta de canola respecto a las gallinas alimentadas con 26.4% de inclusión de dicha pasta. Estos resultados coinciden en parte con los obtenidos por Swiatkiewicz et al. (2010)³⁸, quienes realizaron una evaluación sensorial del huevo de gallinas Bovans Brown con una dieta 0, 4, 6 y 8% inclusión de pasta de canola, clasificándolo en una escala de 4 puntos (en rango de 2-5) por el grado de gusto (2 inaceptable, 3 aceptable, 4 bueno y 5 muy bueno). Los huevos de gallinas alimentadas con el 8% fueron calificados como el sabor inferior ($P < 0.05$) respecto los otros tratamientos. También Lichounikova et al. (2008)²⁷, realizaron un estudio de prueba sensorial empleando huevos hervidos. Estos autores, encontraron diferencia significativa ($P < 0.05$) en sabor y olor entre la dieta control 0% y 8-10% de inclusión. Por otro lado, difiriendo con estos resultados, Bell et al. 2002, indican que al incluir 12%-20% de pasta de canola en dietas para gallinas Hy-line Brown produjo un incremento en el olor a pescado en los huevos crudos y cocidos. Estos mismos autores encontraron que el sabor a pescado en huevos cocidos fue numéricamente más bajo que en huevos crudos.

En el Experimento 2 de este estudio, no se vió afectada la percepción del color ni el sabor en el huevo con la inclusión de 6.6 y 13.2% de pasta de canola, parte de estos resultados coinciden con los obtenidos por Pérez et al. (2004)³⁶, quienes utilizaron 10, 15 y 20% de pasta de canola en dietas para gallinas Isa-Brown y White Leghorn donde participaron 3 paneles entrenados y en ambas estirpes de aves no mostraron efecto detrimental en la percepción del color de la yema en cualquier nivel de pasta de canola empleada en la dieta; sin embargo, estos autores no evaluaron la percepción del sabor para poder comparar los resultados de esta variable con los obtenidos en esta investigación.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, con gallinas Isa Brown en semilibertad alimentadas con dietas a base de sorgo-soya y bajo las condiciones empleadas se puede concluir:

1. El reemplazo de 25, 50 y 90% de proteína de pasta de soya por pasta de canola, no afectó el rendimiento productivo, unidades Haugh, pigmentación de la yema y grosor de cascarón.
2. El empleo de 6.6, 13.2 y 26.4% de pasta de canola en dietas para gallinas Isa Brown en semilibertad permite sustituir el 25, 50 y 90% de la proteína de pasta de soya.
3. La inclusión de 26.4% de pasta de canola, afectó la percepción del sabor del huevo de acuerdo a la prueba sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

1. UNA [home page in internet] [undated 2012, cited 24 Sep 2012] Unión Nacional de Avicultores, Monografía de la Industria Avícola. Available from: <http://www.una.org.mx/>
2. Martínez AC. Avances de la nutrición de gallinas de postura, Memorias III Congreso del Colegio Latino Americano de Nutrición Animal, CLANA 2008 Noviembre 18-21. Cancún, Quintana Roo, México.
3. Windhorst HW. Bio-energy production a threat to the global industry?. World's Poultry Sci. J. 2007;63:365-378.
4. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Pasta y Harina de Soya. Revista claridades Agropecuarias. México (DF): ASERCA/SAGARPA, 1994;8;14-22.
5. Newkirk R, editor. Pasta de Canola, Guía para la Industria de forrajes. Aves de corral. 4ta ed. Canada. Canola Council Publication.2009. .
6. BBI Biofuels Canada. Economic impact study for a canola-based biodiesel fuel industry in Canada. BBI Biofuels Canada. Kitchner, Ont., 2006.
7. Instituto de Estudios del Huevo [home page in internet] [undated 2011, cited 6 Feb 2010] El papel del huevo en la nutrición y la salud-día mundial del huevo 2010. Available from: <http://www.institutohuevo.com/noticias.asp?NumPagina=3>.
8. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th revised edition, 1994.

9. Zambrano DA. Formulación de los alimentos balanceados para pollo de engorde bajo el concepto de aminoácidos digestibles. Molinos Champions S.A., Guayaquil, Ecuador.
10. Cuca MG, Ávila GE. Fuentes de energía y proteína para la alimentación de las aves. Ciencia Veterinaria, UNAM, México 1978;2(12).
11. FEDNA [home page in internet] [undated 2011, cited 3 Sep 2012] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ed). C. de Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar. Available from: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-44-pb
12. Costa FGP, Souza CJ, Goulart CC, Lima RC, Costa JS, Pereira WE. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. R. Bras. Zootec. 2008;37(8): 1412-1418.
13. National Research Council. From rapeseed to canola: the billion dollar story. 1992.
14. Mustafa AF, Christensen DA, McKinnon JJ, Newkirk R. Effects of stage of processing of canola seed on chemical composition and in vitro protein degradability of canola meal and intermediate products. Can. J. Anim. Sci. 2000;80:211–214.
15. Lichovnikova M, Zerman L, Kracmar s, Klecker D. The effect of the extrusion process on the digestibility of feed given to laying hens. Anim. Feed. Sci. Technol. 2004;116:313-318.

- 16.** Cuca MG, Ávila GE, Pro MA. Alimentacion de las aves. Univesidad Autónoma Chapingo. 2009, 2ª edición. Chapingo México.
- 17.** FEDNA [home page in internet] [undated 2011, cited 18 Aug 2012] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ed). C. de Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar. Available from: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-extracci%C3%B3n-de-semilla-de-colza-00-actualizado-nov-2011
- 18.** Ciurescu G. Efficiency of soybean meal replacement by rapeseed meal and/or canola seeds in commercial layer diets. Arch. Zootech. 2009; 12(1): 27-33.
- 19.** Bell M. Nutrients and toxicants in rapeseed meal: A review. J. Anim. Sci. 1984;58: 996-1010.
- 20.** Qiao HY, Dahiya JP, Classen HL. Nutritional and physiological effects of dietary sinapic acid (4-hydroxy-3,5-dimethoxy-cinnamic acid) in broiler chickens and its metabolism in the digestive tract. Poult. Sci. 2008;87:719-726.
- 21.** Goh, YK, Clandinin DR, Robblee AR, Darlington, K. The effect of level of sinapine in a laying ration on the incidence of fishy odor in eggs from brown-shelled egg layers. Can. J. Anim. Sci. 1979;59: 313-316.
- 22.** Johnson ML, Dahiya JP, Olkowski AA, Classen HL. The effect of dietary sinapic acid (4-hydroxy-3, 5-dimethoxy-cinnamic acid) on gastrointestinal tract microbial fermentation, nutrient utilization, and egg quality in laying hens. Poult. Sci. 2008;87:958-963.
- 23.** Hy-Line International. Technical bulletin. Feeding rapeseed meal or canola meal to Hy-Line brown hens. Hy-Line International, 2009.

- 24.** Ward AK, Classen HL, Buchanan FC. Fishy-egg tainting is recessively inherited when brown-shelled layers are fed canola meal. *Poult. Sci.* 2009;88:714-721.
- 25.** Ward AK. Genetic and dietary interaction of fishy-egg taint in brown-shelled laying hens (Thesis for degree of Master Science). Saskatoon, Canada: Univ. of Saskatchewan, 2008.
- 26.** Zentek J. Egg taint- A problem of practical importance. *Lohmann Information* 2003;28:1-4.
- 27.** Lichounikova M, Zerman L, Jandasek J. The effect on feeding untreated rapeseed and iodine supplement on egg quality. *Anim. Sci.* 2008;53(2):77-82.
- 28.** Kaminska BZ. Substitution of soyabean meal with 00 rapeseed meal or its high-protein fraction in the nutrition of hens laying brown-shelled eggs. *J Anim Feed Sci.* 2003;12: 111-119.
- 29.** Campbell LD, Slominski BA, Falk KC, Wang Y. Low-Glucosinolate canola in laying hen diets. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress.* Camberra, Australia, 1999;1:276.
- 30.** Olomu JM, Robblee AR, Clandinin DR, Hardin RT. Effects of Span rapeseed meal on productive performance, egg quality, composition of liver and hearts and incidence of "fatty livers" in laying hens. *Can. J. Anim. Sci.* 1975; 55: 71-75.
- 31.** Leeson S, Atteh JO, Summers JD. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. *Can. J. Anim. Sci.* 1967:151-158. (March 1987)
- 32.** Rojas RE, Ávila GE, Tirado AJ. El valor nutritivo de la harina de canola en el comportamiento de pollos de engorda y gallinas en postura. *Tec. Pec. Méx.* 1985;49:135-142.

- 33.** Summers JD, Leeson S, Spratt D. Canola meal and egg size. *Can. J. Anim. Sci.* 1988;68: 907-913.
- 34.** Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition*. University books 2005; 3^a ed., Ontario, Canada. 37-39.
- 35.** Bell GE, Nottingham SM, Perez-Maldonado RA. Sensory evaluation of egg from hens fed on canola meal and cottonseed meal based diets. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* 2002;14:100.
- 36.** Perez-Maldonado RA, Barram KM. Evaluation of Australian canola meal for production and egg quality in two layer strains. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* 2004;16:171-174.
- 37.** Riyazi SR, Ebrahimnezhad Y, Nazeradl K, Maheri-Sis N, Salamatdust R, Vahdatpour T. The Effects of Replacing Soybean Meal with Different Levels of Rapeseed Meal on Egg Quality Characteristics of Commercial Laying Hens. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2009;4: 337-341.
- 38.** Swiatkiewicz S, Koreleski J, Srczewska-Wlosek A. Egg performance, egg quality, and nutrient utilization in laying hens fed diets with different levels of rapeseed expeller cake. *Agric and Food Sci.* 2010;19:233-239.
- 39.** INEGI. *Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional*. INEGI, México 1992.
- 40.** SPSS Inc. *SPSS for Windows (computer program) version 8.0.0 spssinc* 1989-1997.

Cuadro 1. Composición de las dietas empleadas para gallinas Isa Brown con diferentes niveles de Canola (Experimento 1).

Ingredientes	Tx1 Canola 0%	Tx2 Canola 50%	Tx3 Canola 90%
Sorgo	634.311	586.794	539.205
Pasta de soya	215.457	116.140	16.673
Pasta de canola	----	131.900	264.00
Carbonato de Ca	105.191	103.733	102.272
Aceite vegetal	17.778	35.056	52.360
Ortofosfato	11.315	10.514	9.712
Sal	4.658	4.414	4.169
Vitaminas y minerales*	2.500	2.500	2.500
Alimet	2.370	1.891	1.411
Klinsil	2.000	2.000	2.000
L-Lisina	1.429	2.046	2.664
Avelut	1.000	1.000	1.000
Avired	0.800	0.800	0.800
Cloruro de colina	0.500	0.500	0.500
Bacitracina	0.300	0.300	0.300
L-Treonina	0.189	0.211	0.234
I.Q. Antioxidante	0.100	0.100	0.100
Fitasa	0.100	0.100	0.100
Nutrientes	Análisis calculado		
Proteína %	16.000	16.000	16.000
EM Kcal/kg	2.750	2.750	2.750
Calcio total %	4.100	4.100	4.100
Sodio %	0.190	0.190	0.190
Fosforo disponible %	0.440	0.440	0.440
Met + Cist Dig %	0.629	0.623	0.616
Lisina Dig %	0.797	0.769	0.741
Treonina Dig%	0.527	0.515	0.502

* Vitamina A 10,000,000 UI; Vitamina D3 2,500,000, UI; Vitamina E UI; Vitamina K 2.5g; Tiamina 1.6g; Riboflavina 5g; Cianocobalamina 0.010g, Ácido Fólico 0.50g; Piridoxina 1.5g; Pantotenato de calcio 10g; Niacina 30g; Cloruro de colina 60% 200g; Hierro 40g; Manganeseo 80g; Cobre 10g; Yodo 2g; Zinc 60g; Selenio 0.30g.

Cuadro 2. Composición de las dietas empleadas para gallinas Isa Brown con diferentes niveles de Canola (Experimento 2).

Ingredientes	Tx1 Canola 0%	Tx2 Canola 25%	Tx3 Canola 50%
Sorgo	634.311	614.166	586.794
Pasta de soya	215.457	159.610	116.140
Pasta de canola	-----	65.950	131.900
Carbonato de Ca	105.191	104.471	103.733
Aceite vegetal	17.778	26.830	35.056
Ortofosfato	11.315	10.956	10.514
Sal	4.658	4.538	4.414
Vitaminas y minerales*	2.500	2.500	2.500
Alimet	2.370	3.222	1.891
Klinsil	2.000	2.000	2.000
L-Lisina	1.429	2.302	2.046
Avelut	1.000	1.000	1.000
Avired	0.800	0.800	0.800
Cloruro de colina	0.500	0.500	0.500
Bacitracina	0.300	0.300	0.300
L-Treonina	0.189	0.605	0.211
I.Q. Antioxidante	0.100	0.150	0.100
Fitasa	0.100	0.100	0.100
Nutrientes	Análisis calculado		
Proteína %	16.000	16.000	16.000
EM Kcal/kg	2.750	2.750	2.750
Calcio total %	4.100	4.100	4.100
Sodio %	0.190	0.190	0.190
Fosforo disponible %	0.440	0.440	0.440
Met + Cist Dig %	0.629	0.705	0.623
Lisina Dig %	0.797	0.794	0.769
Treonina Dig%	0.527	0.541	0.515

* Vitamina A 10,000,000 UI; Vitamina D3 2,500,000, UI; Vitamina E UI; Vitamina K 2.5g; Tiamina 1.6g; Riboflavina 5g; Cianocobalamina 0.010g, Ácido Fólico 0.50g; Piridoxina 1.5g; Pantotenato de calcio 10g; Niacina 30g; Cloruro de colina 60% 200g; Hierro 40g; Manganeso 80g; Cobre 10g; Yodo 2g; Zinc 60g; Selenio 0.30g.

Cuadro 3. Resultados de 56 días de experimentación con dietas elaboradas a diferentes niveles de inclusión de canola (Experimento 1).

Tratamiento	Postura (%)	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Masa de huevo (g)	Conversión alimenticia (g)
1. Canola 0 %	94.74 ± 0.48	60.10 ± 0.24	121± 1.68	56.86± 0.40	2.007 ± 0.02
2. Canola 50%	95.29 ± 0.23	59.57 ± 0.20	120 ± 0.60	57.10 ± 0.24	2.013± 0.01
3. Canola 90%	92.37 ± 0.44	59.48 ± 0.29	121± 0.64	55.19± 0.26	2.031 ± 0.01

Promedios ± error estándar de la media

Cuadro 4. Resultados en 56 días de experimentación con dietas elaboradas a diferentes niveles de inclusión de canola (Experimento 2).

Tratamiento	Postura (%)	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Masa de huevo (g)	Conversión alimenticia (g)
1. Canola 0 %	92.99 ± 0.41	62.03 ± 0.10	123 ± 1.14	57.69 ± 0.25	1.983 ± 0.02
2. Canola 25%	89.88 ± 0.34	61.07 ± 0.10	120.8 ± 1.42	54.88 ± 0.25	1.991 ± 0.02
3. Canola 50%	91.36 ± 0.5	61.08 ± 0.14	123.2 ± 1.44	55.81 ± 0.37	2.005 ± 0.03

Promedios ± error estándar de la media

Cuadro 5. Datos promedio de 56 días de experimentación para la calidad de huevo (Experimento 1).

Tratamiento	Unidades Haugh	Pigmentación de la yema*	Grosor de cascarón
1. Canola 0 %	94.3 ± 0.95	10.66 ± 0.14	375.1 ± 4.52
2. Canola 50 %	91.3 ± 1.66	9.73 ± 0.10	372.4 ± 4.21
3. Canola 90 %	93.8 ± 0.96	9.90 ± 0.10	364.5 ± 3.07

Promedios ± error estándar de la media

*Datos obtenidos mediante el colorímetro de yema DSM.

Cuadro 6. Calidad de huevo en 56 días de experimentación (Experimento 2).

Tratamiento	Unidades Haugh	Pigmentación de la yema*	Grosor de cascarón
1. Canola 0 %	88.07 ± 1.64	9.93 ± 0.13	380 ± 3.85
2. Canola 25 %	86.64 ± 1.83	10.00 ± 0.10	369 ± 3.90
3. Canola 50 %	88.16 ± 1.40	10.00 ± 0.32	372.2 ± 4.90

Promedios ± error estándar de la media

*Datos obtenidos mediante el colorímetro de yema DSM.

Cuadro 7. Datos promedio de la prueba sensorial para color y sabor del huevo (Experimento 1)

Tratamiento	Color	Sabor
1. Canola 0 %	4.17 ± 0.17	4.27 ± 0.13a
2. Canola 50 %	4.55 ± 0.12	4.62 ± 0.14a
3. Canola 90 %	4.07 ± 0.16	3.55 ± 0.24b

Promedios ± error estándar de la media

Valores con distinta letra son diferentes (P<0.01).

Escala de medición: **1** disgusto mucho, **2** disgusto poco, **3** indiferente, **4** gusto poco y **5** gusto mucho.

Cuadro 8. Datos promedio de la prueba sensorial para color y sabor del huevo (Experimento 2).

Tratamiento	Color	Sabor
1. Canola 0 %	4.17 ± 0.14	3.79 ± 0.25
2. Canola 25 %	4.31 ± 0.17	4.24 ± 0.20
3. Canola 50 %	4.17 ± 0.21	3.51 ± 0.24

Promedios ± error estándar de la media

Escala de medición: **1** disgusto mucho, **2** disgusto poco, **3** indiferente, **4** gusto poco y **5** gusto mucho.