

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



"EVALUACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS NEUTRALIZADOS DE PESCADO EN REEMPLAZO DE ACEITE DE SOYA EN DIETAS DE POSTURA PARA GALLINAS HY- LINE BROWN".

Presentado por:

CARLOS ENRIQUE VARAS HILARIO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN

**“EVALUACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS NEUTRALIZADOS DE
PESCADO EN REEMPLAZO DE ACEITE DE SOYA EN DIETAS
DE POSTURA PARA GALLINAS HY-LINE BROWN”.**

Sustentada por

CARLOS ENRIQUE VARAS HILARIO

Patrocinado por:

Ing. Víctor Vergara Rubín

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Dr. Carlos Vílchez Perales
Presidente

Dr. Víctor Guevara Carrasco
Miembro

Ing. Pedro Ciriaco Castañeda
Miembro

Ing. Víctor Vergara Rubín
Patrocinador

DEDICATORIA

**En especial a mi madre,
por ser ejemplo de valentía,
constancia y honestidad. A
mi padre, por su infinita
bondad. Ambos son la base
de mi crecimiento personal
y profesional, los amo.**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por el milagro de la vida por regalarnos imborrables momentos al lado de nuestros seres queridos.

A mi madre por su infinito amor, por levantarme en mis caídas, mi mayor motivación.

A mi padre por ser mi gran apoyo, ejemplo de entrega y bondad.

A mis hermanos Zoila y Roberto por su constante apoyo, consejos a lo largo de mi carrera profesional y en el desarrollo de esta tesis.

A María Alejandra Rodas, por ser aquella mitad que le da respiro a mis días.

A mis sobrinas Mariagracia y Dannasofia por regalarme alegría en los días más difíciles.

A Jonathan Pillaca, por ser pieza fundamental en el logro de este objetivo.

De igual manera al Ing. Víctor Vergara Rubín, por sus sabios consejos, constante apoyo, muchas gracias por depositar su confianza en mí.

A mi jurado de tesis por brindarme parte de su valioso tiempo en atender mis dudas y consultas, eternamente agradecido.

Al club Universitario de deportes cuya filosofía existencial rige mis días, jamás dejar de luchar.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

pág.

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1.	Generalidades de los aceites y grasas	2
2.1.1.	Ácidos grasos saturados	2
2.1.2.	Ácidos grasos insaturados	3
2.1.3.	Valoración de aceites y grasas en la alimentación animal.....	4
2.2.	Metabolismo de lípidos en gallinas ponedoras	5
2.3.	Lípidos en la producción avícola	6
2.4.	Lípidos en la estructura y composición del huevo.....	8
2.5.	Aceite crudo de soya.....	8
2.5.1.	Valor nutricional.....	9
2.6.	Aceite de pescado y sus derivados.....	9
2.6.1.	Beneficios del aceite de pescado y sus derivados en la alimentación de aves.....	11
2.7.	Ácidos grasos neutralizados de pescado	11
2.7.1.	Valor nutricional.....	14
2.7.2.	Ácidos grasos neutralizados de pescado en la alimentación de aves	16
III.	MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1.	Lugar e instalaciones	18
3.2.	Animales experimentales	18
3.3.	Materiales y Equipos	18
3.4.	Ingrediente evaluado.....	18
3.5.	Tratamientos	18
3.6.	Dietas experimentales	19
3.7.	Parámetros evaluados	19
3.7.1.	Porcentaje de postura.....	19
3.7.2.	Peso promedio de huevos	19
3.7.3.	Masa de huevo	20
3.7.4.	Consumo de alimento	20
3.7.5.	Conversión alimenticia.....	22
3.7.6.	Porcentaje de huevos comerciales	22

3.7.7. Retribución económica del alimento	22
3.8. Análisis estadístico	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Porcentaje de postura	24
4.2. Peso promedio y masa del huevo acumulado	25
4.3. Consumo de alimento	26
4.4. Conversión alimenticia	27
4.5. Porcentaje de huevos comerciales	27
4.6. Retribución económica	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
VIII. ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		Pág.
1	Requerimientos analíticos de los ácidos grasos neutralizados	14
2	Parámetros de calidad química para materias grasas de uso en alimentación animal	15
3	Composición y valor nutricional estimado de las dietas de postura.	21
4	Efecto de los diferentes niveles de los ácidos grasos neutralizados	25
5	Retribución económica del alimento por Kg de huevo	29

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figuras</u>	Pág.
1 Flujograma de obtención de los ácidos grasos neutralizados de pescado	13

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>Anexo</u>		Pag.
I	Perfil lipídico de la yema de los huevos producidos	39
II	Requerimientos nutricionales para gallinas Hy Line Brown	40
III	Periodo de postura para gallinas Hy Line Brown	41
IV	Porcentaje de postura ave día	42
V	Peso promedio del huevo (g)	43
VI	Masa de huevo total y semanal	44
VII	Consumo de alimento semanal, kg	45
VIII	Conversión alimenticia	46
IX	Porcentajes de huevos comerciales, %	47
X.	ANVA de Porcentaje de postura ave día	48
XI	ANVA del Peso promedio de huevo (g)	48
XII.	ANVA de la Masa de huevo total	48
XIII.	ANVA del consumo de alimento total, Kg	49
XIV.	ANVA del consumo de alimento semanal, Kg	49
XV.	ANVA de la conversión alimenticia Semanal.	49
XVI.	ANVA de la conversión alimenticia acumulada	50
XVII.	ANVA del Porcentaje de huevos comerciales, %	50

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes niveles de inclusión de ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo de aceite de soya, en dietas de postura para gallinas ponedoras Hy-Line Brown, en niveles de 1.5 y 3.0 por ciento. Se llevó a cabo en las instalaciones de la granja de aves de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se seleccionaron 270 gallinas de postura de 41 semanas de edad, las cuales se distribuyeron en nueve unidades experimentales, cada una conformada por 5 jaulas, con 6 aves cada una. Se utilizaron ingredientes comerciales tales como maíz amarillo, torta de soya, aceite de soya y aditivos tales como carbonato de calcio, pre mezcla de vitaminas y minerales. Las dietas fueron formuladas siguiendo los requerimientos de la línea de postura Hy-Line Brown 2016 (anexo II) y la forma física del alimento fue en harina. Se tomaron como criterios de evaluación: el porcentaje de postura, peso promedio huevo, masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y retribución económica del alimento. La inclusión de 3.0 por ciento de ácidos grasos neutralizados de pescado en dietas para gallinas Hy- line Brown en postura, incrementó en 4 por ciento la retribución económica del alimento, en comparación a la dieta que no utilizó dichos ácidos grasos.

Palabras claves: Ácidos grasos neutralizados de pescado, dietas, Hy-Line Brown, granja.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to assess different levels of incorporation of neutralized fatty acids from fish in replacement of soybean oil, in diets posture for Hy-Line Brown laying hens at levels of 1.5 and 3.0 percent. It took place in the facilities of the Experimental Poultry Farm of the National Agrarian University La Molina. 270 laying hens of 41 weeks of age were selected, which were distributed among nine experimental units. Each one is provided with 5 cages that are home to 6 hens each. The ingredients used for the preparation of the experimental diets were yellow corn, soybean cake, soybean oil and additives such as calcium carbonate, pre-mix of vitamins and minerals. These diets were formulated following the requirements of the posture line Hy-Line Brown 2016 and the physical form of feed was flour. The criteria used for this research were: posture percentage, average egg weight, egg mass, feed Intake, feed conversion, mortality and economic retribution of the food. The inclusion of 3.0 percent of the neutralized fatty acids from fish on Hy-Line Brown laying hens, increased up to 4 percent the economic retribution of food in comparison to the diet that did not use these fatty acids.

Keywords: neutralized fatty acids from fish, diets, Hy-Line Brown, farm

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de huevos de gallina en el Perú se ha incrementado en un 25 por ciento en los últimos años, por tal motivo su producción y competencia en el mercado también han aumentado. Ante esta realidad se hace indispensable la aplicación de diversos mecanismos y procesos para obtener un mayor grado de eficiencia en producción.

Como en toda crianza animal los mayores costos de producción provienen de la alimentación, por esa razón en ella convergen los mayores esfuerzos de dicha actividad, es decir disminuir los costos de alimentación y así poder aumentar la rentabilidad. En este contexto se busca variantes y nuevas alternativas en la formulación de las raciones.

Entre los principales ingredientes energéticos utilizados en la alimentación de gallinas ponedoras se encuentran los aceites, que son indispensables por su alto contenido calórico, que cubren el requerimiento energético en esta especie y también por su contenido de ácidos grasos insaturados. Sin embargo, podrían existir algunas alternativas para estos tipos de aceites, que posean similar contenido nutricional, pero a un menor costo. Los ácidos grasos neutralizados de pescado, es un subproducto del aceite de pescado obtenido a partir de la borra de neutralización originada en el proceso de refinación de dicho aceite, está formado principalmente por ácidos grasos libres recuperados por tratamiento con ácido fosfórico, por lo que conserva sus propiedades nutricionales, pero a un menor costo. Sin embargo, no se han realizado evaluaciones de los ácidos grasos neutralizados de pescado en el comportamiento productivo en gallinas ponedoras, debido al desconocimiento en su obtención y por su denominación.

El objetivo de la presente investigación es la evaluación de ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo parcial (50%) y total (100%) de aceite de soya, en dietas de postura para gallinas Hy line tomando como criterios de evaluación: el porcentaje de postura, consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y retribución económica del alimento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades de los aceites y grasas

Se les denomina “grasas” a todos los triglicéridos sólidos de origen animal y “grasas líquidas” o “aceites” a las que son de origen vegetal, aunque existen sus excepciones. Los aceites y grasas están formados por triglicéridos, compuestos que representan el 95 por ciento del peso de todas las grasas y aceites alimenticios. Los triglicéridos o triacilglicéridos como también se les identifica, son moléculas formadas por la asociación del glicerol o glicerina con tres ácidos grasos, siendo estas últimas las verdaderas moléculas con capacidad biológica (Masana, 2009).

Los ácidos grasos al igual que la glucosa son una fuente importante de energía para las células y son almacenados bajo la forma de triglicéridos en los tejidos adiposos, los ácidos grasos también son precursores de fosfolípidos y muchos otros lípidos con diversas funciones (Lodish y Berk, 2004). Las grasas son componentes de las membranas celulares (colesterol, fosfolípidos), son fuente de ácidos grasos esenciales (linoleico, linoléico, araquidónico), constituyen el transporte de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), son precursores de hormonas (cortisol, prostaglandinas), mejoran la digestibilidad y aumentan la palatabilidad de la dieta (Church, 2001).

2.1.1. Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados, son aquellos que no contienen ningún doble enlace o insaturación en su cadena de carbonos, por tanto, todos sus enlaces son simples o saturados. Esta característica permite la unión de moléculas mediante fuerzas de Van Der Waals, lo cual le confiere una estructura más estable a la molécula. Manifestándose esta estabilidad al presentarse en estado sólido o semisólido a temperatura ambiente. Una propiedad importante de los ácidos grasos saturados es que son resistentes a la oxidación, al calor y a la luz. Además, no solo son fuente de energía, sino que también forman parte de la estructura de la membrana plasmática y el organismo los puede sintetizar o recibir de la dieta (Velázquez, 2006).

El ácido palmítico, es el más ampliamente distribuido de los ácidos grasos saturados, se encuentra prácticamente en todas las grasas vegetales y animales, en cantidad de por lo menos un 6 a 8 por ciento, y es el principal constituyente de la manteca de cerdo, sebo, aceite de palma, manteca de cacao y otras mantecas vegetales. El ácido esteárico también se haya ampliamente distribuido, muchos aceites vegetales la contienen en proporción de alrededor de 1 a 3 por ciento al igual que el ácido lignocerínico (Bailey, 2001).

2.1.2. Ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados, son un tipo de grasa que se caracteriza por la presencia de uno (monoinsaturados) o más enlaces dobles entre las cadenas de carbono que constituyen el ácido graso. Dentro del grupo ácidos grasos insaturados se puede encontrar dos grupos, los ácidos grasos monoinsaturados y los ácidos grasos poliinsaturados, los segundos se diferencian de los primeros en que son ácidos grasos esenciales, es decir, el organismo no los puede sintetizar y necesitan ser ingeridos en la dieta, los ácidos grasos monoinsaturados si pueden ser sintetizados por el organismo a partir de otros sustratos como hidratos de carbono, otras grasas, etc. Los ácidos grasos insaturados que se encuentran en aceites y grasas son menos resistentes a la oxidación, al calor y a la luz, los intensamente insaturados, con cuatro o más enlaces dobles se encuentran en los aceites marinos (Bailey, 2001).

Entre los principales ácidos grasos monoinsaturados se encuentra el ácido palmitoleico, se presenta en menor cantidad, es decir alrededor de 1 por ciento o menos en aceites vegetales incluyendo los de oliva, palma, algodón, soya, etc. y en mayor cantidad 2 a 3 por ciento en la grasa de leche, manteca de cerdo, sebo, etc. Por otro lado, el ácido oleico es el ácido graso monoinsaturado y ácido graso en general más ampliamente distribuido, se encuentra en más o menos proporción en todos los aceites y grasas, es el principal componente de la mayor parte de los aceites vegetales líquidos alcanzando el 20 por ciento o más del total de los ácidos grasos y en muchos aceites importantes incluyendo los de oliva, palma, maíz, girasol, también se las encuentra en gran cantidad en grasas de origen animal como grasa de leche, manteca de cerdo, sebo y aceites de origen marino (Bailey, 2001). En el caso de los principales ácidos grasos poliinsaturados, se encuentran exclusivamente dos ácidos grasos que son esenciales para el organismo animal, estos son el ácido linoleico (18:2) y el ácido linolénico (18:3) que se denominan omega-6 y omega-3 respectivamente. Los ácidos grasos

omega 3, son esenciales porque el organismo no puede fabricarlos por si solos en la cantidad requerida y por lo tanto debe obtenerlos de la alimentación. (Dufour y Festy, 2007). Dentro de los ácidos grasos omega-3 están el ácido linolénico que presenta 18 carbonos y 3 insaturaciones, el ácido eicosapentaenoico (EPA) que presentan 20 carbonos y 5 insaturaciones y el ácido docosahexanoico (DHA) que presenta 22 carbonos y 6 insaturaciones (Mahan y Arlin, 1995). El ácido linoleico es metabolizado a ácido araquidónico y el ácido linolénico a ácido eicosapentaenoico (EPA) y a ácido docosahexanoico (DHA), aumentando el largo de la cadena y el grado de insaturación al agregar más doble ligaduras al grupo carboxilo (Simopoulos, 1991). El EPA es el omega-3 del corazón y del estado anímico, suele estar en primera línea de la protección cardíaca. (Lodish y Berk, 2004; Dufour y Festy, 2007). Por otro lado, el DHA es el ácido graso preferido para el desarrollo y funcionamiento adecuado de las membranas particularmente aquellas en músculo muy activo como los nervios y músculo activo. Hay cada vez más evidencia que los niveles más altos de DHA en las membranas hacen que éstas sean más móviles y porosas y esto resulta en una tasa metabólica elevada y una absorción más eficaz de glucosa de la sangre (IFFO, 2008).

Los omega-6 compiten con los omega-3 por el suministro limitado de las enzimas esenciales que convierten los omega-3 de cadena corta a los esenciales e importantes ácidos grasos de cadena larga. Se ha demostrado claramente que los ácidos grasos omega-6, particularmente el ácido araquidónico contribuye a la inflamación en los tejidos, mientras que los omega-3 de cadena larga son antiinflamatorios (IFFO, 2008).

2.1.3. Valoración de aceites y grasas en la alimentación animal

La valoración de una grasa en la alimentación animal depende fundamentalmente de su contenido energético y su digestibilidad, para la formulación de dietas han de tenerse en cuenta al menos cuatro criterios 1) calidad química intrínseca (contenido en humedad, impurezas insaponificables, peróxidos, fracción no eluible, polímeros de ácidos grasos, sustancias extrañas, tóxicos, etc. 2) composición, perfil, valor nutricional (contenido en energía bruta, porcentaje, triglicéridos, composición y riquezas en ácidos grasos esenciales etc.). 3) especie de destino y 4) precio ofertado (FEDNA, 2014).

El valor energético de una grasa dada es muy variable y varía en función de numerosos factores tales como tipo y edad del animal y características de la dieta. La digestibilidad de una grasa depende fundamentalmente de su capacidad de solubilización lo que facilita la formación de micelas y absorción en el intestino. En monogástricos los factores que determinan los valores energéticos son: 1) el contenido de energía bruta 2) el porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres 3) el grado de insaturación de los ácidos grasos 4) la longitud de la cadena de los mismos. A mayor porcentaje de triglicéridos e insaturación y menor longitud de la cadena, mayor será el valor energético, especialmente en el caso de aves jóvenes (FEDNA, 2014).

La adición de grasas al alimento supone una serie de ventajas difíciles de igualar por ningún otro ingrediente. Así, la presencia de lípidos mejora la presentación y las características del alimento, evita la formación de polvo, facilita el proceso de granulación y disminuye los problemas de desmezclas. Además, la presencia de grasas en buen estado de conservación facilita la absorción de ciertos componentes, tales como las vitaminas liposolubles y los pigmentos. La grasa suplementaria reduce la velocidad del tránsito digestivo, lo que resultaría en una mejora de la digestibilidad de los componentes no lipídicos de la ración. Así, Mateos y Sell, (1980) encuentran una mejor utilización del almidón en ponedoras que consumían raciones con grasa añadida que en ponedoras a base de raciones sin grasa.

2.2. Metabolismo de lípidos en gallinas ponedoras

Es importante el conocimiento del metabolismo de las lipoproteínas en las gallinas para que los nutricionistas puedan diseñar dietas encaminadas a mejorar la calidad de los huevos. En comparación con los mamíferos, existen diversas diferencias específicas en el metabolismo de los lípidos en las aves, tales como el transporte de las grasas de la dieta al hígado, la lipogénesis hepática y la presencia de lipoproteínas únicas en la sangre (portamicrones) (Alvarenga et al., 2011).

La digestión de las grasas en aves tiene lugar fundamentalmente en el duodeno. Aquí la grasa se emulsiona debido a la acción de las sales biliares liberadas, gracias a que la presencia de alimento en el duodeno estimula la secreción de hormonas intestinales que producen la contracción de la vesícula biliar y la secreción de jugos del páncreas. Las sales biliares son potentes emulsificantes, una parte de la molécula es soluble en agua y otra parte lo es en grasa. Los movimientos del tracto intestinal, junto con el efecto detergente de las sales

biliares, rompen los glóbulos de grasa aumentando la superficie de contacto entre la grasa y las lipasas pancreáticas encargadas de su hidrólisis. Los productos de la hidrólisis son fundamentalmente ácidos grasos libres y monoglicéridos (ocupando el ácido graso la posición 2). Los ácidos grasos libres y monoglicéridos deben incorporarse en micelas para poder ser absorbidos por difusión pasiva en la mucosa intestinal (FEDNA, 1996).

Las lipoproteínas sintetizadas en las células del intestino, se llaman portamicrones debido a que son transportadas a través de la vena porta hasta el hígado. Una vez sintetizados, los triglicéridos son incorporados a las lipoproteínas de muy baja densidad, estas lipoproteínas son muy importantes en gallinas ponedoras ya que son el vehículo de transporte de las grasas entre el hígado y los tejidos extrahepáticos como el ovario, donde son utilizadas para la formación de la yema de huevo (Klasing, 1998; Leeson y Summers, 2001). En las aves, la lipogénesis favorece la formación de ácidos grasos insaturados, al contrario que la mayoría de los mamíferos, en cuyos tejidos predominan los ácidos grasos saturados (Bondi, 1988).

El consumo de otros ácidos grasos poliinsaturados omega-3 reduce los requerimientos de ácido linolénico. Los ácidos grasos poliinsaturados son almacenados en los fosfolípidos de la membrana y en los lípidos de la yema y sirven como precursores de eicosanoides, prostaglandinas, leucopenos y tromboxanos. En las aves, los eicosanoides regulan casi todo el sistema fisiológico incluyendo la ovoposición, el desarrollo embrionario, el crecimiento, la inmunidad, el desarrollo de huesos, la termorregulación y el comportamiento (Klasing, 1998).

Se han encontrado grandes diferencias en gallinas ponedoras durante la fase de producción, en la cual las lipoproteínas producidas en el hígado, bajo la acción de los estrógenos, son usadas para la formación de la yema de huevo. La regulación del metabolismo de los lípidos por hormonas y la participación de enzimas clave asociadas a los avances de las técnicas de biología molecular pueden ayudar en la selección genética de aves más productivas y cuyos productos sean de mejor calidad para los consumidores (Alvarenga et al., 2011).

2.3. Lípidos en la producción avícola

Los lípidos son de especial importancia en la producción avícola por su valor energético, la inclusión de grasas en la dieta produce a menudo un ligero aumento en el crecimiento y

siempre mejora la eficiencia en la utilización del alimento tanto en pollos de carne como en aves de postura, tal efecto se debe a la mayor densidad calórica de las dietas que contienen grasas (Rojas, 1979).

Las grasas usualmente son añadidas en niveles de 3 a 6 por ciento por peso de alimento completo en la formula, esto provee un total de grasa de 6 a 11% de grasa en el alimento y estos niveles resultan completamente satisfactorios (Home, 1981). La gallina necesita aproximadamente 1 por ciento de ácido linoleico en la ración para cubrir sus necesidades para la mayoría de los fines productivos. La deficiencia de ácido linoleico determina un menor tamaño del huevo, menor productividad de huevos y mortalidad precoz en los embriones durante la incubación (Bondi, 1988).

En lo referente al tipo de grasa específicamente los ácidos grasos insaturados como el omega 3, se han efectuado hasta la actualidad diversos trabajos en producción avícola a través de la evaluación de ciertos parámetros productivos, en líneas generales el balance es positivo sobre el efecto de dichos ácidos en la producción avícola. Existen evidencias de mejoras en fertilidad (Menget et al., citado por Opstvedt, 1985) y efectos positivos en ganancia de peso y mortalidad en pollos parrilleros (Chanmugam et al., 1992; Pike, 1999). Según Farrell (1995), la producción de huevos y el tamaño de los huevos enriquecidos con este tipo de ácido graso insaturado resultan aún mejores que en la dieta comercial.

La formación de triglicéridos y fosfolípidos en el hígado para la síntesis de yema de huevo, se puede ver afectada por cambios en la composición de la dieta (Walzem, 1996) Es decir, la modificación del perfil en ácidos grasos de la dieta permite cambiar la composición en ácidos grasos de la yema. Este cambio se basa, fundamentalmente, en la variación inversa entre las fracciones de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados, mientras que los ácidos grasos saturados permanecen prácticamente constantes (Baucells et al., 2000). De la misma manera Maurice (1994) afirma que el grado de saturación de los ácidos grasos de la yema podían ser modificados con la ingestión de ácidos grasos insaturados, otros estudios de igual forma confirman que el aumento de los niveles de ácidos grasos mono y poliinsaturados en la dieta, tienen grandes efectos en los ácidos grasos insaturados de la yema por consiguiente alimentar con ácidos grasos omega-3 del aceite de pescado o sus subproductos es un camino para incrementar los niveles de dichos ácidos en los lípidos de la yema (Adams et al 1989 citados por Lescanish y Noble, 1997; Farrel 1995).

Por lo tanto, esto permite aumentar los niveles de EPA y DHA, que son ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena muy larga cuyo consumo ha demostrado reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar las funciones visuales y mentales (Baucells et al., 2000). En contraste los niveles de ácidos grasos saturados en la yema no reflejan los niveles de ácidos grasos saturados suministrados en la dieta. (Hargis y Van Elswyk, 1993 citados por leskanich y Noble, 1997). En general la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados incluyendo DHA, en la yema es el reflejo de la cantidad suministrada por la dieta.

2.4. Lípidos en la estructura y composición del huevo

El huevo contiene aproximadamente un 11 por ciento de fracción grasa depositada exclusivamente en la yema, de la cual 66 por ciento son triglicéridos, 28 por ciento son fosfolípidos y 5 por ciento colesterol. El nivel de fosfolípidos en el huevo es bastante alto y destaca la presencia de fosfatidilcolina o lecitina. Las vitaminas liposolubles y los carotenoides forman parte de un 1 por ciento de los lípidos de la yema (Codony, 2002). De los 7.5 gramos de grasa total que posee el huevo, 3 gramos son ácidos grasos monoinsaturados, 2 gramos corresponden a ácidos grasos saturados y 1.1 gramos son ácidos grasos poliinsaturados (ILH, 2008).

Un huevo contiene 265 mg de colesterol (la cantidad máxima que debe consumir una persona sana en un día), pero debido a la presencia de lecitina o fosfatidilcolina, esta cantidad no resulta perjudicial a la salud, ya que dicha sustancia bloquea la absorción del colesterol (Cardona et al., 2003) permitiendo que el consumo moderado de este alimento sea muy saludable.

2.5. Aceite crudo de soya

El aceite crudo de soya es la grasa de origen vegetal de mayor disponibilidad en mercado, siendo en general el que presenta mayor calidad, con un alto contenido de triglicéridos y de ácidos grasos insaturados (Fernández et al., 2002). El aceite de soya destinado a la elaboración de dietas para animales es crudo e incorpora las gomas que son ricas en colina, fosfolípidos, antioxidantes y vitamina E. Lo que mejora su digestibilidad y facilita su conservación durante su almacenaje (FEDNA, 2014).

Su alto contenido de ácido linoleico del aceite crudo de soya favorece su uso en dietas para gallinas ponedoras en base a cereales blancos por su efecto sobre el tamaño del huevo. Los aceites de soya, girasol y maíz son más energéticos que los de oliva y, todos ellos más que el aceite de palma, debido a su carácter más insaturado (FEDNA, 2014).

Un factor a tener en cuenta es la autooxidación de los lípidos, que es el proceso en el cual el oxígeno reacciona con los ácidos grasos insaturados. Inicialmente se forman peróxidos que se descomponen en hidrocarburos, aldehídos, cetonas y cantidades menores de epóxidos y alcoholes. El resultado de la autooxidación de las grasas y aceites es el desarrollo de sabores y aromas desagradables característicos de esta alteración conocida como "enranciamiento oxidativo". Algunas grasas resisten esta modificación en un amplio grado, mientras que otras son más susceptibles, dependiendo del grado de insaturación, de la presencia de agentes antioxidantes y de factores externos como la luz (Ziller, 1994). La resistencia del aceite a la autooxidación está relacionada con los niveles altos de triglicéridos monoinsaturados, y con la presencia de antioxidantes naturales.

2.5.1. Valor nutricional

Los lípidos de la soya contienen triglicéridos y fosfolípidos, además de pigmentos tocoferoles, esteroides y derivados de los triglicéridos. Este aceite está constituido en su mayoría por ácidos insaturados (oleicos 25-35 por ciento, linoleico 45-55 por ciento y linolénico 5-10 por ciento) mientras que la fracción saturada está (ácido palmítico 10-12 por ciento y ácido esteárico 4-5 por ciento) representa el 10-15 por ciento del total (Venturi y Amaducci, 1986). El aceite crudo de soya también presenta compuestos secundarios como fosfátidos procedentes de la constitución de los tejidos, en especial la lecitina (O'Brien et al., 2000), estos fosfolípidos pueden encontrarse como fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol y constituyen el 1.5-5 por ciento del extracto crudo de hexano (Norman, 1983 citado por Elguera, 2016)

2.6. Aceite de pescado y sus derivados

El aceite de pescado y sus derivados son hoy en día valiosos productos con gran aplicación nutricional y alimentaria por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 de cadena larga. Originalmente estos aceites eran solo un sub-producto de la fabricación de harina de

pescado. Sin embargo, la investigación en los últimos años ha demostrado sus importantes beneficios en la salud tanto humana como animal (Valenzuela, 2012).

Los ácidos grasos que componen dichos aceites en general, son ácidos grasos saturados e insaturados siendo estos los que están presentes en mayor porcentaje. Los aceites de origen marino se caracterizan por su alto contenido de ácidos grasos omega-3, aunque es necesario diferenciar entre los ácidos grasos omega-3 de origen vegetal, y los de origen marino, ya que los primeros solo tienen como principal componente omega-3 al ácido linolénico, en cambio los de origen marino se caracterizan por su alto contenido de los llamados ácidos poliinsaturados grasos omega-3 de cadena larga, siendo los más importantes el ácido eicosapentaenoico (C20:5, EPA) y el ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA) (Valenzuela y Sanhueza, 2009).

Cabe resaltar que el aceite de pescado tiene una composición química compleja que depende de diversos factores, como la estructura de los ácidos grasos, los cuales varían considerablemente en función de la especie de pescado utilizado para su elaboración, y en cierta medida, de la composición del plancton con que éste se alimentó y de la época del año. Todo ello influye en las propiedades del aceite tanto para sus aplicaciones comestibles como en las técnicas para elaborarlo.

Los aceites utilizados en la alimentación de animales son obtenidos a partir de aceites crudos o productos de refinación, estos presentan valores altos de acidez libre, pero no se modifica el perfil de ácidos grasos (Lobos, 1995). En el proceso de extracción de aceite de pescado se obtiene aceite crudo de pescado, el cual contiene glicéridos, ácidos grasos libres e impurezas, por lo que se realiza el proceso de refinación con la finalidad de eliminar las impurezas del aceite y reducir el nivel de acidez. Durante el proceso de refinamiento de aceite de pescado se producen dos subproductos: los residuos grasos durante el proceso de depuración y desgomado y las borras durante el proceso de neutralización con Hidróxido de Sodio (Pizarro y Flores, 1997). Este último es sometido a tratamiento con ácidos que sumado a otras sustancias se puede obtener subproductos del aceite crudo de pescado con contenido nutricional similar al aceite de pescado a un menor costo y utilizados en la alimentación animal como detallaremos a continuación.

2.6.1. Beneficios del aceite de pescado y sus derivados en la alimentación de aves

El aceite de pescado y sus derivados proporcionan una fuente de grasa de alta calidad rica en los ácidos grasos esenciales omega 3, EPA y DHA. Éstos se depositan en el musculo y huevos de aves cuando se utilizan como suplementos en su alimentación. La incorporación del DHA y EPA presentes en el aceite de pescado en las dietas de aves y otras especies es un método eficiente de asegurar la adecuada concentración de estos importantes ácidos grasos omega-3 en la dieta humana (IFFO, 2014).

Su alta concentración nutritiva le proporciona una ventaja especial como suplemento en dietas iniciales densas en nutrientes para aves de corral. Los lípidos en los aceites marinos son fácilmente digeridos por estos animales alcanzando un porcentaje de digestibilidad de lípidos de un 90 por ciento o más. La alta digestibilidad de los lípidos de pescado significa que éstos pueden proporcionar mucha energía utilizable (IFFO, 2014).

Estos aceites aportan un extra de energía a la ración, la cual aumenta la utilización de los carbohidratos de la ración y reduce el ritmo del paso de los alimentos por el tracto digestivo, lo que mejora la digestibilidad de las raciones (Bondi, 1988). Asimismo, la inclusión de aceites marinos en aves mejora la resistencia a las enfermedades moderando la inmunoreacción a enfermedades desafiando y mejorando la inmunidad específica y la formación de los huesos (IFFO, 2008). Diversos estudios han demostrado la efectividad en el uso de estos aceites marinos en la ración, ya que sus ácidos grasos omega-3 son depositados en la yema, existiendo la recomendación de no usar niveles superiores al 3 por ciento de la ración a fin de no afectar negativamente el sabor del huevo ni las variables productivas de las aves (Hargis et al 1991, González-Esquerro y Leeson 2000, 2001, Cherian 2008, Kralik et al 2008 citados por Carrillo et al, 2012).

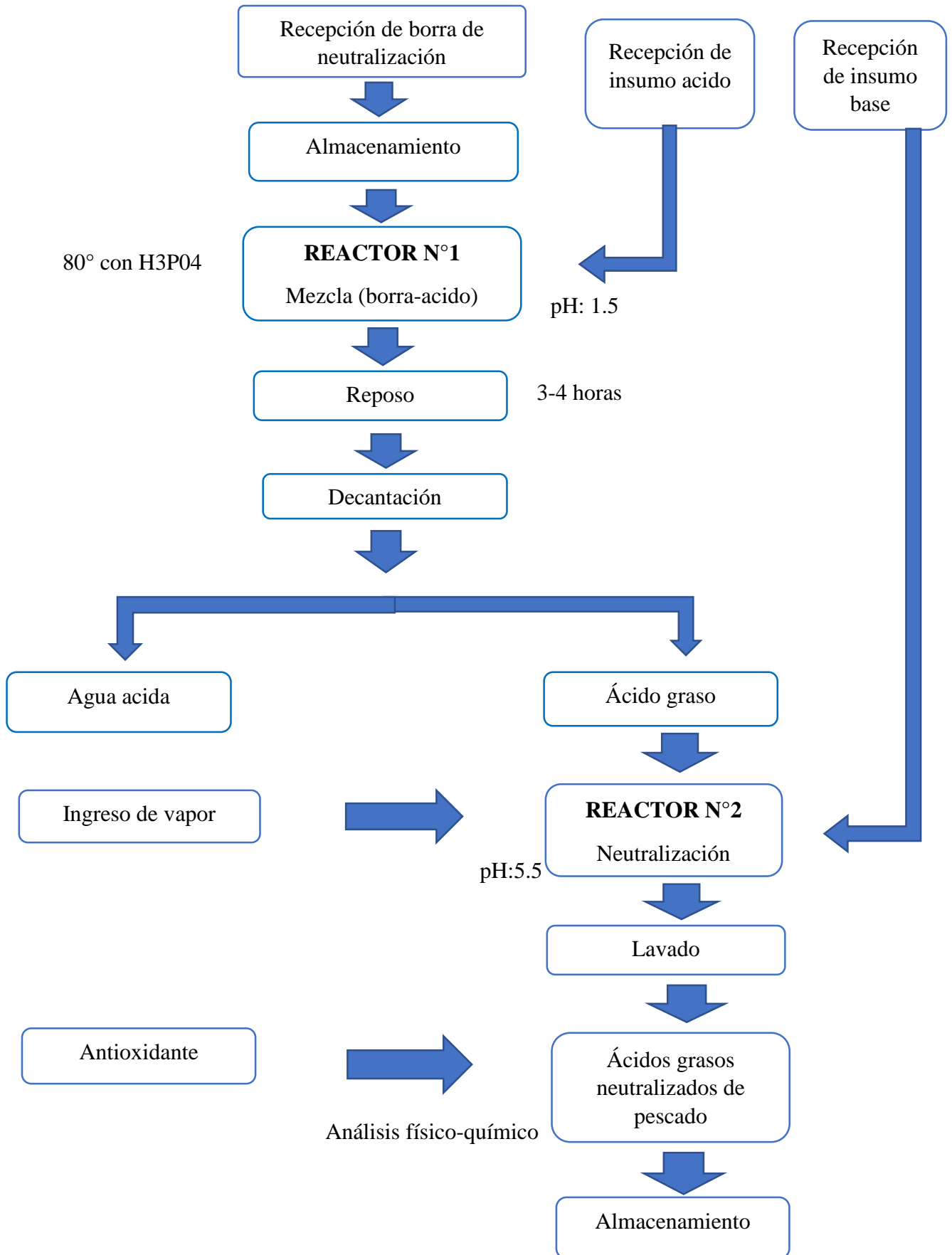
2.7. Ácidos grasos neutralizados de pescado

Los ácidos grasos neutralizados son elaborados a partir de la neutralización del aceite de pescado, durante este proceso se generan jabones los cuales son desdoblados con ácido fosfórico obteniéndose finalmente los ácidos grasos neutralizados. Es un subproducto del aceite de pescado, de una captura mixta de peces como caballa, jurel y principalmente anchoveta.

Los aceites en su estado crudo presentan una elevada concentración de ácidos grasos pudiendo oxidarse con facilidad. La neutralización de ácidos grasos elimina dichos ácidos grasos libres presentes en el aceite, la eliminación se efectúa normalmente añadiendo al aceite una solución de hidróxido sódico, en la operación se producen pérdidas por formación de jabones. La neutralización de ácidos grasos se logra haciendo reaccionar los ácidos grasos con una base fuerte como los hidróxidos de sodio o potasio (Hernández et al., 2009).

Los residuos obtenidos en la neutralización o llamadas pastas de refinería, está compuesta por jabones, grasa neutra, restos de álcalis utilizados, y en muchos casos, por las gomas y los fosfatos procedentes de la neutralización del ácido fosfórico utilizado en el desgomado. Los complejos industriales que elaboran alimentos añaden este residuo, pero en otras refinерías es frecuente que se procesen mediante desdoblamiento con ácido sulfúrico para la obtención de los ácidos grasos libres que, mediante purificación, pasan al mercado (Graciani et al. 2012). Para la elaboración de los ácidos grasos neutralizados el desdoblamiento se realiza con ácido fosfórico. Finalmente, los ácidos grasos neutralizados son elaborados con ácidos grasos libres y triglicéridos de pescado, rico en ácidos grasos Omega-3, desarrollado para suplementar ácidos grasos esenciales, antioxidantes y energía saludable en alimentos concentrados, destinados a la alimentación animal. La formulación de alimentos concentrado, con adición equilibrada y recomendada por un experto permite que el alimento final posea propiedades nutricionales que contribuyen a un correcto funcionamiento de los procesos metabólicos, además de facilitar el transporte de vitaminas liposolubles y otorgar alta palatabilidad al producto final. En la figura 1 se muestra el proceso de elaboración.

Figura 1. Flujograma de obtención de los ácidos grasos neutralizados de pescado



2.7.1. Valor nutricional

El valor nutricional de estos aceites depende fundamentalmente de las condiciones del proceso de refinado del aceite original y de la limpieza posterior del producto para limitar la acidez mineral y el contenido de agua (Mateos et al., 2012). Los ácidos grasos neutralizados de pescado están compuestos principalmente por ácidos grasos omega-3. Un porcentaje mínimo de 26 por ciento de EPA + DHA y un porcentaje máximo 2.5 por ciento de ácido linoleico, 8.37 Mcal/kg de energía metabolizable, el contenido de humedad no debe ser mayor de 2 por ciento, el porcentaje de impurezas hasta 1 por ciento, el índice de peróxido que señala el estado de rancidez oxidativa de la muestra debe ser inferior a 5 meq O₂/Kg, y la acidez libre que se refleja en el porcentaje de ácidos grasos libres que presente este subproducto esta entre 15 a 55 por ciento por lo cual deben ser estabilizados con un antioxidante adecuado.

Cuadro 1. Requerimientos analíticos de los ácidos grasos neutralizados

Parámetro	Mínimo	Máximo	Unidad
Ácidos Grasos Libres (% Oleico)	15	55	%
Índice de Peróxido	-	5	Meq O ₂ /kg
Índice de Anisidina		30	%
Humedad	-	2,0	%
Impurezas insolubles	-	1,0	%
Jabones	-	10	ppm
Energía Metabolizable	8.37 Mcal/Kg		
Aspecto	Café Oscuro		
Olor	Característico Pescado		

FUENTE: Empresa SHEKINA SAC (2016)

Los aceites como las grasas deben de cumplir ciertas cualidades físicas y químicas para su utilización en la alimentación animal, las cuales presentarán algunas variaciones que dependerán de la especie, edad y estado fisiológico de los animales, en el caso de los monogástricos como las aves, a mayor porcentaje de triglicéridos e insaturación y menor longitud de la cadena, mayor será el valor energético especialmente en aves jóvenes, y mayor será su digestibilidad si presenta mayor cantidad de ácidos grasos insaturados (Vilarrasa y Barroeta, 2014). Los ácidos grasos neutralizados de pescado poseen un 98 por ciento de

grasas totales y un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados de tipo omega 3, por lo tanto su valor energético y su digestibilidad serán altos, esto último si se estabiliza la acidez libre la cual se evidencia en el porcentaje de ácidos grasos libres que en este tipo de aceite está en el rango de 15 a 55 por ciento, cuando el valor máximo recomendado es de 10 por ciento, por otro lado el índice de peróxido con un máximo de 5 meq O₂/kg y las impurezas con un máximo de 1 por ciento, se encuentran en el rango de parámetros de calidad química.

Cuadro 2. Parámetros de calidad química para materias grasas de uso en alimentación animal

Parámetros	Rango
Ácidos grasos libres % ácido oleico	máx. 10% (20)
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg de grasa	máx. 5% para grasa 10 para aceites
Ácidos grasos oxidados insolubles en éter de petróleo	máx. 1%
% de polímeros	máx. 3%
% de compuestos polares	máx. entre 25 y 27%
Humedad	máx. 1%
Impurezas insolubles	máx. 1%
% materias insaponificables	máx. 1.5%
Color FAX	20-35
Punto de solidificación	máx. 43°C
Índice de yodo	depende de la materia grasa
Estabilidad AOM	20 horas sin antioxidante 30 horas con antioxidante

FUENTE: FAO (2013)

2.7.2. Ácidos grasos neutralizados de pescado en la alimentación de aves

Hasta la actualidad no se han realizado evaluaciones de los ácidos grasos neutralizados de pescado en aves, sin embargo existen diversos estudios del aceite acidulado de pescado en esta especie, y es que los ácidos grasos neutralizados de pescado es un aceite acidulado de pescado con la diferencia de que en el primero para la obtención de ácidos grasos libres el desdoblamiento se realiza con ácido fosfórico, mientras que el segundo se utiliza ácido sulfúrico, al utilizarse ácidos orgánicos para la obtención de los ácidos grasos neutralizados de pescado los hace menos corrosivos a diferencia del aceite acidulado de pescado.

Este tipo de aceites mejoran la productividad mediante la reducción numérica de la conversión alimenticia. Tal es el caso de Salvatierra, (1990 citado por Zunino, 1999), quien evaluó el comportamiento productivo del aceite crudo de pescado estabilizado en dietas de gallinas ponedoras en la fase de producción, se evaluaron dos tratamientos uno con aceite de pescado (3 por ciento) y otro sin aceite. Las gallinas alimentadas con 3 por ciento de aceite crudo de pescado presentaron una mejor respuesta que las gallinas alimentadas con dietas sin inclusión de aceite en los siguientes parámetros productivos: producción de huevos, conversión alimenticia, incremento de peso corporal y pigmentación de la yema. La retribución económica en el tratamiento con inclusión de aceite en la dieta resultó mejor en un 10 por ciento en comparación al tratamiento sin aceite. En la prueba de degustación no se detectaron diferencias organolépticas en las carnes, ni en los huevos de gallina.

Por otro lado, Ticona (1997) evaluó tres niveles de aceite acidulado estabilizado de pescado (5.0, 7.5, y 10.0 por ciento) en dietas de gallinas de postura en la fase de producción, los parámetros productivos: porcentaje de postura, consumo y conversión alimenticia, no se vieron afectados cuando se incluyó aceite acidulado estabilizado de pescado en niveles de 5.0 y 7.5 por ciento en la ración, ya que los resultados obtenidos fueron similares al tratamiento control sin aceite de pescado. Sin embargo, al incluir el aceite acidulado en la dieta redujo los costos de alimento/TM huevo en los tratamientos con 5.0 y 7.5 por ciento de aceite. De igual forma hubo una relación ascendente entre el nivel de aceite acidulado en la dieta y el de ácidos grasos omega-3 en huevo, no se encontraron diferencias significativas en las características organolépticas.

Vergara (1997) evaluó el uso del aceite acidulado de pescado en pollos de carne utilizando 2.5 por ciento en el alimento de inicio y 5.0 por ciento en el alimento de crecimiento. Se reportó que el grupo de animales alimentado con aceite acidulado de pescado, comparado con el grupo alimentado con aceite hidrogenado, tuvo pesos finales similares y un menor consumo por lo que la conversión alimenticia fue significativamente menor.

Asimismo, Zunino (1999) evaluó el uso de aceite acidulado de pescado en gallinas de postura en fase de producción en los niveles de 0, 2, 4, y 6 por ciento. Los resultados arrojaron que con el tratamiento con 4 por ciento de aceite acidulado de pescado se obtuvieron; una mayor masa de huevos, mayor porcentaje de postura y una mayor retribución económica, en comparación a los demás tratamientos.

De igual forma, Bedoya (2003), evaluó dos niveles de inclusión de aceite acidulado de soya (3%) y aceite semirefinado de pescado (3%) en pollos de carne. El resultado obtenido fue que la dieta con aceite acidulado de soya a un 3% produjo mayor ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la evaluación en comparación a la dieta control de aceite semirefinado de pescado a un 3%.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar e instalaciones

La fase experimental de la investigación se llevó a cabo en la granja de aves de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. El periodo de evaluación de 4 semanas se realizó durante el mes de junio del 2016. Los análisis químicos proximales se realizaron en el Laboratorio de Calidad Total la Molina

3.2. Animales experimentales

Se seleccionaron 270 gallinas en etapa de postura, las que fueron distribuidas al azar en 9 unidades experimentales de 30 aves cada uno.

3.3. Materiales y Equipos

Se utilizaron comederos y bebederos de chupón para cada unidad experimental. Para el pesado de los animales y alimento se utilizó una balanza digital con capacidad máxima de 30kg con 1 gr de sensibilidad, también fueron necesarios libreta de apuntes y lapicero, bolsas para recolección de residuos, costales de almacenamiento y de desechos. Con respecto a la recolección de residuo del alimento se empleó una brocha y un cucharón de plástico.

3.4. Ingrediente evaluado

El ingrediente evaluado fueron los ácidos grasos neutralizados de pescado, subproducto obtenido de la neutralización de ácidos grasos en la refinación de aceite de pescado. De aspecto café oscuro, olor característico a pescado, con un 98% de grasas totales, 15% de ácidos grasos libres y 5 meq O₂/kg de peróxidos.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron:

Tratamiento 1: Dieta basal, con 3% de Aceite de soya (Control)

Tratamiento 2: Dieta basal, con 1.5% de Aceite de soya y 1.5% de AGNP (Ácido Graso Neutralizado de Pescado)

Tratamiento 3: Dieta basal, con 3% de AGNP

3.6. Dietas experimentales

Se utilizó una dieta basal, a la cual se realizó el reemplazo peso a peso del aceite crudo de soya por los ácidos grasos neutralizados de pescado, obteniéndose tres dietas experimentales. Se formuló una dieta al mínimo costo, por programación lineal, la cual cubrió los requerimientos nutricionales de las gallinas Hy line Brown en postura (Anexo II). Para la elaboración de los tratamientos se utilizaron ingredientes comerciales tales como maíz amarillo, harinilla de trigo, torta de soya y aditivos tales como carbonato de calcio y premezcla de vitaminas y minerales. Las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas y la forma física del alimento fue en harina.

El cuadro N°3 presenta las dietas experimentales y su contenido nutricional estimado.

3.7. Parámetros evaluados

3.7.1. Porcentaje de postura

La postura se registró diariamente, respetando los tratamientos y repeticiones. Este parámetro expresado en porcentaje, fue estimado al dividir el número de huevos producidos entre el número de gallinas en postura, tal como muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de postura} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos colectados} \times 100}{\text{Total de gallinas en postura}}$$

3.7.2. Peso promedio de huevos

El peso promedio del huevo fue obtenido dividiendo el peso total de los huevos entre el total de huevos puestos para cada unidad experimental.

$$\text{Peso promedio del huevo (g)} = \frac{\text{Masa de huevos (g)}}{\text{N}^\circ \text{ de huevos producidos}}$$

3.7.3. Masa de huevo

Diariamente se registró el peso de los huevos producidos por cada tratamiento y por cada repetición. La masa de huevos fue calculada de la siguiente forma:

Masa de huevos (Kg) = N° de huevos x peso promedio del huevo

Masa de huevos/ave/día (g) = %Postura x peso promedio del huevo

3.7.4. Consumo de alimento

El consumo de alimento se evaluó cada semana en todas las unidades experimentales, para este fin fue necesario recolectar los residuos de cada unidad experimental y pesarlos

Consumo de alimento = Alimento ofrecido – Residuo

Cuadro 3. Composición y valor nutricional estimado de la dieta basal de postura

INGREDIENTES	Nivel de Ácidos grasos neutralizados de pescado (AGNP)		
	0%AGNP	1.5%AGNP	3%AGNP
Maíz	50.00	50.00	50.00
Torta de soya, 47	15.00	15.00	15.00
Subproducto de trigo	10.30	10.30	10.30
Soya integral	10.00	10.00	10.00
Carbonato de calcio	9.50	9.50	9.50
Aceite crudo de soya	3.00	1.50	0.00
Ácidos grasos neutralizados	0.00	1.50	3.00
Fosfato dicalcico	1.40	1.40	1.40
Sal	0.40	0.40	0.40
DL-metionina	0.14	0.14	0.14
Premezcla vitaminas y minerales	0.10	0.10	0.10
Cl. colina, 60	0.10	0.10	0.10
Antifúngico	0.06	0.06	0.06
TOTAL	100.00	100.00	100.00
Precio alimento (S/ / Kg)	1.50	1.47	1.44
Contenido nutricional estimado en porcentaje (%)			
Proteína cruda	16.50	16.50	16.50
Energía metabolizable, (Mcal/Kg)	2.88	2.88	2.88
Lisina	0.98	0.98	0.98
Metionina	0.54	0.54	0.54
Met + Cis	0.61	0.61	0.61
Arginina	0.94	0.94	0.94
Treonina	0.61	0.61	0.61
Triptófano	0.25	0.25	0.25
Valina	0.70	0.70	0.70
Calcio	4.11	4.11	4.11
Fosforo disponible	0.46	0.46	0.46
Sodio	0.23	0.23	0.23

* Se asumió que el valor energético de los AGNP es el mismo en el aceite crudo de soya

3.7.5. Conversión alimenticia

Se determinó, con el consumo de alimento (expresado en kilogramo) sobre la cantidad de huevos producidos (expresado en kg), se interpretó como la cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de huevo. La conversión se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

Conversión alimenticia semanal (C.A.S)

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (kg)}}{\text{Masa de huevo semanal}}$$

Conversión alimenticia acumulada (C.A.A)

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Masa de huevo}}$$

3.7.6. Porcentaje de huevos comerciales

Este parámetro se estimó diariamente al restarle de la producción total de huevos de cada tratamiento y repetición; los huevos rotos, grandes, chicos, largos (comparados con el promedio), de cascara blanda y con residuos de calcio, expresado en porcentaje, el cual se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de huevos comerciales} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ total de huevos} - \text{N}^\circ \text{ de huevos no comerciales}) \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de huevos totales}}$$

3.7.7. Retribución económica del alimento

La retribución económica del alimento por Kg de huevo producido, se determinó para cada tratamiento empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Retribución económica (S/. Kg)} = \frac{\text{ingreso total por venta de huevos} - \text{costo total de alimento consumido}}{\text{Masa de huevos comerciales producidos en total}}$$

Para determinar el ingreso total, se multiplicó el precio del huevo de gallina por la masa de huevos comerciales producidos (Kg) de cada tratamiento. Para estimar el costo del alimento consumido, se consideró el alimento consumido total por cada tratamiento (Kg), el cual fue

multiplicado por el precio unitario del alimento (S/. / Kg). Los costos son actualizados al mes de evaluación.

3.8. Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para determinar si hay diferencias significativas para el Consumo de alimento, Porcentaje de postura, Conversión alimenticia, Conversión alimenticia semanal (C.A.S), Conversión alimenticia acumulada (C.A.A), Porcentaje de mortalidad, huevos comerciales. Se utilizó la prueba de Tukey para la comparación entre los promedios de los tratamientos. (Calzada 1984).

Las variables expresadas en porcentaje fueron transformadas mediante la fórmula del arco seno ($\sqrt{x/100}$), la transformación normaliza la distribución de los datos y estabiliza las varianzas.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i= 1, 2, 3 \text{ tratamientos} \\ J= 1, 2, 3 \text{ repeticiones} \end{array}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta que se obtiene de la unidad experimental que recibió el i-esimo tratamiento y la j-esima repetición.

μ = Media aritmética general de la población

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento m

E_{ij} = Efecto de la j-esima unidad experimental a la que se le aplico el i-esimo tratamiento (error experimental).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de postura

Los resultados del porcentaje de postura por ave/día se muestran en el Cuadro 3 y Anexo IV. Al efectuarse el análisis de varianza (Anexo X) no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Sin embargo, se observa una diferencia numérica a favor del tratamiento control con respecto a los tratamientos con AGNP para este parámetro.

Similar resultado obtuvo Ticono (1996), quien al incluir niveles de 5.0 y 7.5 por ciento de aceite acidulado estabilizado de pescado en dietas de gallinas ponedoras, obtuvo resultados no significativos entre los tratamientos. Sin embargo, Zunino (1999), por el contrario, encontró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre las dietas con 2, 4 y 6 por ciento de aceite acidulado de pescado en gallinas ponedoras, obteniéndose un mayor porcentaje de postura para el tratamiento con 2 y 4 por ciento de aceite acidulado de pescado. Cabe resaltar que en la evaluación de Zunino no se incluyó ningún tipo de aceite en la dieta control y las dietas no fueron isocalóricas a diferencia de la presente investigación. Posiblemente sean los condicionantes de las diferencias estadísticas altamente significativas entre sus dietas en dicha evaluación.

Según Cornejo et al. (2008), quienes evaluaron dietas con aceite de pescado de diferentes grados de refinación, dietas con oleína sin aceites marinos y una dieta control que no incluyó ningún aceite; evaluados en gallinas ponedoras; el porcentaje de postura obtenido por la dieta control presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Además, se pudo observar que las dietas que incluían aceites de origen marino y la dieta que incluyó oleína, no presentaron diferencias significativas entre si ($P > 0.05$). Otras evaluaciones realizadas en gallinas, incluyendo 1.5 por ciento de aceite de pescado en su alimentación, no afectaron la producción ni calidad de los huevos, en comparación a una dieta con aceite de soya (Kamely et al., 2016)

Cuadro 4. Efecto de los ácidos grasos neutralizados de pescado en gallinas ponedoras

Parámetros	Inclusión de AGNP		
	0.0%AGNP	1.5%AGNP	3.0%AGNP
Porcentaje de postura ave día, (%)	90.91a	90.16a	89.44a
Peso promedio del huevo, (g)	63.63a	63.80a	62.80a
Masa de huevo, (g/a/d)	57.85a	57.52a	56.17a
Masa de huevo total, (kg)	48.59a	48.32a	47.18a
Consumo de alimento (g/a/d)	112.10a	112.14a	110.57a
Conversión alimenticia acumulada	1.94a	1.95a	1.97a
Porcentaje de huevos comerciales, %	98.88a	98.50a	98.23a

^a *en la misma fila expresan igualdad estadística.*

DCA, con Prueba de medias de Tukey (P<0.05),

El porcentaje de mortalidad fue cero.

4.2. Peso promedio y masa del huevo acumulado

Los resultados del peso promedio y masa del huevo acumulado se muestran en el Cuadro 3. En los Anexos V y VI se muestran en detalle los resultados obtenidos durante las 4 semanas de evaluación. Al efectuarse el análisis de varianza (Anexo XI y XII) no se presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para peso promedio del huevo y masa de huevo total. Sin embargo, se puede apreciar una diferencia numérica en lo que respecta a la masa del huevo acumulado a favor de la dieta elaborada sin ácidos grasos neutralizados de pescado.

En la presente investigación, con respecto al peso promedio del huevo, el tratamiento con 1.5 por ciento de AGNP presentó una diferencia numéricamente favorable con respecto a los

otros tratamientos. Sin embargo, al comparar el tratamiento control con el tratamiento con 3.0 por ciento de AGNP, el primero obtuvo valores numéricos superiores con respecto a este parámetro, lo que concuerda con Ticoná (1996), quien encontró en su evaluación, que los mejores pesos correspondían a los tratamientos sin aceite acidulado de pescado. De igual forma Nash et al. (1995) y Baucells et al. (2000) señalan que al incluir insumos de origen marino en las dietas de gallinas de postura se obtienen valores numéricamente decrecientes en el peso del huevo. Según Van Elswyk (1997), se atribuye este fenómeno al que haber un decremento en los triglicéridos del ave, debido a un mayor consumo de ácidos grasos omega-3, se limita la disponibilidad de los lípidos para la formación de la yema, disminuyendo su tamaño y por lo tanto su peso.

El parámetro masa de huevo, se comportó de acuerdo a los valores de porcentaje de postura y peso promedio de huevo. Numéricamente se obtuvo una mayor masa de huevo en el tratamiento control con respecto a los tratamientos que incluyeron AGNP. Estos resultados difieren con los hallados por Cornejo et al. (2008), quien reportó una mayor masa de huevo para tratamientos que incluyeron aceites de pescado, en comparación al tratamiento control que no lo incluyó. La diferencia de resultados mencionada, podría atribuirse a que el tratamiento control del presente estudio sí incluyó un tipo de aceite a diferencia del segundo que no incluyó ningún tipo de aceite en el tratamiento control. Por otro lado, Zunino (1999), reportó menor masa de huevo para el tratamiento con 6 por ciento de aceite acidulado con respecto al control (sin aceite) y al tratamiento con 2 por ciento de aceite acidulado de pescado, lo que confirma lo expuesto por González-Esquerra y Leeson (2000), quienes señalan que el incremento en la inclusión de aceite de arenque en dietas de ponedoras, determina una masa de huevo cada vez menor.

4.3. Consumo de alimento

Los resultados del consumo de alimento se muestran en el Cuadro 3, Anexo VII. Al efectuarse el análisis de varianza (Anexo XIII y XIV) no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Se observaron valores similares con respecto a este parámetro, con mayor equivalencia entre el tratamiento control y 1.5 por ciento de AGNP.

Estos resultados difieren a los reportados por Zunino (1999), quien encontró que el tratamiento con 6 por ciento de aceite acidulado de pescado presentó diferencias estadísticas

en relación a los demás tratamientos en estudio. Es decir, el consumo fue significativamente menor con este tratamiento, y mayor fue la diferencia con el tratamiento control que no incluía aceite acidulado de pescado, cabe resaltar que el tratamiento con 6 por ciento de aceite acidulado era el de mayor contenido energético.

El menor consumo se obtuvo en el tratamiento con tres por ciento de AGNP, para el presente estudio las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas, por ello no se puede asociar la disminución en el consumo con algún incremento en la concentración energética de la dieta como establece Church (2001), quien afirma que las aves tienden a consumir lo suficiente para satisfacer sus necesidades energéticas, y si pasa de una concentración energética moderada a una concentración energética elevada, el consumo de alimento disminuirá. Posiblemente la disminución del consumo en el tratamiento con 3.0 por ciento de AGNP se debió a que por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados este tratamiento sufrió una oxidación provocando una variación en las características organolépticas del alimento disminuyendo su palatabilidad.

4.4. Conversión alimenticia

Los resultados de la conversión alimenticia acumulada se muestran en el Cuadro 3 y Anexo VIII. Al efectuarse el análisis de varianza (Anexo XV y XVI) no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la conversión alimenticia acumulada y semanal. Numéricamente se observa mejor resultado en la dieta control ya que fue ligeramente menor con respecto a las dietas con AGNP.

Similar resultado presentó Zunino (1999), al no haberse encontrado diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que incluían aceite acidulado de pescado con respecto al control y entre sí para la conversión alimenticia. Asimismo, los resultados coinciden con investigaciones realizadas en pollos, demostrando que la inclusión del aceite de pescado no afectó la ganancia de peso ni conversión alimenticia (Saleh et al., 2009; Farhoomand & Checaniazer, 2009; Bahman, 2009).

4.5. Porcentaje de huevos comerciales

Los resultados del porcentaje de huevos comerciales se muestran en el Cuadro 3 y Anexo IX. Al efectuarse el análisis de varianza (Anexo XVII) no se encontraron diferencias

significativas ($p>0.05$). Numéricamente se observa que el tratamiento control obtuvo una ligera diferencia favorable sobre los tratamientos con AGNP.

Los valores obtenidos son cercanos a los recomendados por el manual de manejo de Hy line Brown (2016) que se muestra en el Anexo 2. En diversos trabajos de investigación donde se evaluó la inclusión de aceite de pescado y sus derivados en gallinas ponedoras, no contemplaron este parámetro en un marco general, sino por ejemplo en la calidad de cáscara, correspondiente a calidad externa del huevo. Asimismo, los huevos no comerciales que se encontraron en mayor número, aunque con poca diferencia con respecto al tratamiento control, fue con la inclusión de 3.0 por ciento de AGNP, de estos la mayor proporción lo ocuparon los huevos rotos y despigmentados. En el caso de los huevos rotos encontrados en esta investigación, las principales causas podrían obedecer a un deslizamiento abrupto por la pendiente dentro de la jaula, por colisión entre huevos y por defectos en la cáscara, como espesor y/o porcentaje de cáscara. Con respecto al último punto, Cavero (2015) manifiesta que la resistencia a la rotura del huevo tiene una alta correlación con el porcentaje y el espesor de la cáscara. En este caso, los resultados concordarían con Zunino (1999), quien encontró un menor porcentaje de cáscara en huevos de gallinas alimentadas con dietas que incluyeron aceites acidulados de pescado en comparación al tratamiento control que no incluyó este tipo de aceite.

4.6. Retribución económica

El Cuadro 4 muestra la retribución económica del alimento por Kg de huevo. En el presente estudio se calculó la retribución económica del alimento en función del número de huevos producidos y a la cantidad de alimento consumido en el tiempo que duró el experimento. Se demostró que la inclusión de 3 por ciento de AGNP incrementó en 4 por ciento la retribución económica. Se consideró la retribución económica por Kg de huevo producido, teniendo en cuenta que el precio por Kg de huevo en granja fue de S/. 4.50 (Julio 2016) y el costo del alimento fue en base al precio de los ingredientes actuales.

Finalmente, se tomó una muestra de diez huevos de cada tratamiento y se evaluó el perfil lipídico de los huevos producidos utilizando alimento balanceado con ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo parcial (50%) y total (100%) de aceite de soya. Los resultados de dicha evaluación se muestran en el anexo I.

Cuadro 5. Retribución económica del alimento por Kg de huevo

VARIABLES	Inclusión de AGNP		
	0.0%AGNP	1.5%AGNP	3.0%AGNP
Ingresos			
Huevos comerciales	755.13	746.00	738.04
Peso total de huevo, Kg	48.051	47.599	46.347
Precio de huevos (S/. / Kg)	4.30	4.30	4.30
Total, de ingresos	206.62	204.67	199.29
Egresos			
Alimento consumido (kg)	94.17	94.18	92.88
Precio alimento (S/. / Kg)	1.50	1.47	1.44
Costo de alimentación (S/.)	141.26	138.42	133.69
Retribución económica			
Retribución por kilo de huevo (S/.)	1.36	1.39	1.42
Retribución económica relativa (%)	100	102	104

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento y en función de los resultados obtenidos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- La inclusión de 1.5 y 3 por ciento de ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo de aceite crudo de soya no afectó la producción ni salud de las aves.
- La inclusión de 3 por ciento de ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo de aceite crudo de soya incrementó en 4 por ciento la retribución económica del alimento.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda incluir hasta 3 por ciento de ácidos grasos neutralizados de pescado en reemplazo de aceite crudo de soya en dietas de postura para gallinas Hy line Brown.
- Probar la influencia de la incorporación de los ácidos grasos neutralizados de pescado en el contenido de omega 3 en huevos de gallinas ponedoras.
- Probar el uso de los ácidos grasos neutralizados de pescado en las diferentes etapas de desarrollo de las gallinas ponedoras

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARENGA, R.; M. ZANGERONIMO; L. PEREIRA; P. RODRIGUES; & E. COMIDE. 2011. Metabolismo de la lipoproteína en aves. *World's Poultry Science Journal*. 67:3.

BAHMAN, N. 2009. Effects of Fish Oil on Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chicks Fed a Low-protein Diet. *Int. J. Agric. Biol.*, 11: 635–638.

BAILEY, A. 2001. Aceites y grasas industriales. Barcelona. España. Editorial Reverte, S.A. 746p.

BALTAZAR PALOMINO, C. 2000. Efecto de los niveles de ácidos grasos omega-3 en la dieta sobre la composición del huevo y el comportamiento productivo en codornices. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 79p.

BAUCELLS, M; Crespo, N; Barroeta, A; López-Ferrer, S; Grashorn, M. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult Sci* 79, 51-59.

BAZAN, L.E. 2002 Utilización del aceite acidulado de pescado en reemplazo del aceite compuesto para la alimentación de truchas. Tesis para optar el título de maestría en ciencias. Escuela de Post-grado Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 132p.

BEDOYA, G. I. 2003. Determinación de la energía metabolizable del aceite acidulado de soya y su evaluación comparativa en dietas de inicio para pollos de carne. Tesis para otra el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

BONDI, A. 1988. Nutrición Animal. Zaragoza, España. Editorial Acribia S. A. 531p.

CALZADA, J. 1984. Métodos Estadísticos para la Investigación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. 527p.

CARDONA, M; DÍAZ, L; MOREJÓN, M. 2003. Control Sanitario del Huevo. La Habana: Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Disponible en <http://www.inha.sld.cu/vicedirecciones/huevo.htm>

CARRILLO, S.; E. AVILA.; C. VAZQUES; C. CALVO; M. CARRANCO; F. PEREZ-GIL. (2012) Modificación en la composición de ácidos grasos del huevo al incluir aceite de sardina y ácido linoleico conjugado en dietas para gallinas ponedoras. Revista chilena de nutrición. 44(3) 243-251.

CAVERO, D. (2015). La calidad del huevo en el punto de mira calidad externa. Revista AviNews América Latina. 40(3) 47-58.

CHANMPUGAM P., M. BOUDREAU; T. BOUTTE; R.S. PARK; J. HERBERT; L. BERRIO y D. H. HWANG. 1992. Incorporation of different type of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. Poultry Science, 71: 516-521.

CHURCH, D., W. POND. 2001. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa. 200p.

CODONY, R. 2002. Composición y valor nutritivo del huevo. En: Lecciones sobre huevo. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo. 155-166.

COOREY, R; A. NOVINDA; H. WILLIAMS; V. JAYASENA, 2015. Omega-3 Fatty Acid Profile of Eggs from Laying Hens Fed Diets Supplemented with Chia, Fish Oil, and Flaxseed. Journal of Food Science. 80(1): 180 – 187.

CORNEJO, S.; H. HIDALGO; J. ARAYA; J. POKNIAK. (2008). Suplementación de dietas de gallinas de postura comercial con aceites de pescado de diferentes grados de refinación. Efectos productivos en las aves y en la calidad organoléptica de los huevos. 40(1) 45-50.

DUFOUR, A., Y FESTY, D. 2007. La revolución de los omega-3: Las nuevas estrellas de la salud. Barcelona, España: RobinBook. 128p.

ELGUERA, M. 2016. Reemplazo del aceite crudo de soya por aceite acidulado en dietas comerciales para alevines de trucha (*oncorhynchus mykiss*) en pachacayo, junin. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 73p.

FARHOOMAND, P; SJ. CHECANIAZER. 2009. Effects of graded levels of dietary fish oil on the yield and fatty acid composition of breast meat in broiler chickens. *Appl. Poult. Res.* 18: 508–513

FARREL J.D., 1995. The hearty egg is good for you. *World Poultry-Misset Volume 11, N°4*

FEDNA (Fundación Española Para El Desarrollo De La Nutrición Animal, ES). 2014. Aceites y Oleínas De origen Vegetal (en línea). Consultado el 09 nov. 2017. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/aceites-y-ole%C3%ADnas-de-origen-vegetal

FEDNA (Fundación Española Para El Desarrollo De La Nutrición Animal, ES). 2014. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos (en línea). Consultado el 09 nov. 2017. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/08f%20-%20Metabolismo%20-%20Material%20de%20lectura%20IV..pdf>

GIL, A. 2010. Tratado de Nutrición. Madrid, España. Medica Panamericana. 812p.

GONZALES-ESQUERRA, R.; S. LESSON. 2000. Effect of feeding hens regular or deodorized arenque oil on production parameters, fatty acid profile and sensory quality of eggs. *Poult Sci* 79, 1597-1602.

GRACIANI, E; C. PEREZ; M. DEL PINO RUIZ. 2012. Los aceites y grasas: refinación y otros procesos de transformación industrial. Editorial CIMAPRES Madrid, ES.

GROBAS, S.; J. MENDEZ. y G.G, Mateos. 1995. Influencia de la nutrición sobre el tamaño del huevo. Expoaviga (10, 1995, Barcelona, España) Jornadas Técnicas de Avicultura. Barcelona. España.

GUEVARA, J. 2015. Contenido de minerales y ácidos grasos omega-3 en huevos de gallinas ponedoras, alimentadas en harina de algas (*ulva spp.*). Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 193p.

HARGIS, P.; M. VAN ELSWYK; B. HARGIS. 1991. Dietary modification of yolk lipid with arenque oil. *Poult Sci* 70, 874-883

HY LINE BROWN. 2016. Guía de manejo. Ponedoras comerciales hy line brown (en línea). Consultado 30 ago. 2017. Disponible en:
http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/BRN_COM_SPN.pdf

HERNANDEZ, P.; J. SANTAMARIA; L. RIOS 2009. Biodiesel: Producción, calidad y caracterización. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia. 152p.

IFFO (INTERNATIONAL FISHMEAL AND FISH OIL ORGANIZATION). 2014. Beneficios del uso de los ingredientes marinos (en línea). Reino Unido. Consultado 05 nov. 2017. Disponible en:
www.iffonet.es/beneficios-del-uso-de-los-ingredientes-marinos

IFFO (INTERNATIONAL FISHMEAL AND FISH OIL ORGANIZATION). 2008. La importancia de los ácidos grasos omega-3 EPA y DHA en la salud de humanos y animales (en línea). Reino Unido. 12p. Datasheet. Consultado 05 nov. 2017. Disponible en
<http://www.iffonet.es/system/files/Omega%20%20datasheet%20SP%2021Jul08.pdf>

ILH (INSTITUTO LATINOAMERICANO DEL HUEVO). 2008. El Huevo en la Salud (en línea). Consultado 14 nov. 2017. Disponible en
<http://www.engormix.com/MA-avicultura/noticias/ilhhuevo-salud-t12006/p0.htm>

INTERTEK. 2016. Análisis del perfil lipídico de la yema de huevos.

KAMELY, M; M. KARIMI; H. KHOSRAVINIA. 2016. Omega-3 Enrichment of Quail Eggs: Age, Fish Oil, and Savory Essential Oil. *J. Agr. Sci. Tech.* (2016) Vol. 18: 347-359

KLASING, K.C. 1998. Nutritional modulation of resistance to infections diseases. Poultry Science 77 (8): 1119-1125.

LESKANICH C.O. y R. C. NOBLE. 1997. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. World Poultry Siencie Journal, 53: 155-183.

LEESON, S. 1991. Comercial Poultry Nutrition. Ed. University Books Canada 280p.

LOBOS, W. 1995. Aspectos generales a considerar en el uso de Materias Grasas para Alimentación Avicola. Dpto. Tecnico ENERPRO.

LODISH, H, Y A. BERK. 2004. Biología celular y molecular. Buenos Aires, Argentina. Editorial medica panamericana. 973p.

LORGERIL, M., Y P. SALEN. (2007). El poder de los omega-3: Los pioneros de la dieta mediterránea proponen una nueva revolución nutricional. Barcelona: Editorial Hispano Europea.

MAHAN, L. K., S. ESCOTT-STUMP., JL. RAYMOND. 2012. Krause Dietoterapia. 13ed. Barcelona, España. Elsevier. 1264p.

MASANA, L. (2009). Comprender el colesterol. Barcelona, España. Amat. 156p

MATEOS, G.G.; B. SALDAÑA; P. GUZMÁN; M. FRIKHA; M. VAHID; JD. BERROCOSO. 2012. Revisión 3º edición FEDNA: Utilización de aceites resultantes de procesos industriales en piensos para animales monogástricos: oleínas, aceites reconstituidos y lecitinas. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 33-38

MATEOS, G.G.; J. SELL. 1980. Infuence of graded levels of fat on ulitization of pure carbohydrates by the laying hen J. of Nutrition 110: 1894-1903.

MATSUURA, L. 1983. Obtención de ácidos grasos a partir de la borra de neutralización del aceite crudo de pescado por los métodos de aceite mixto y enzimático. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

MAURICE D. V., 1994 Dietary fish oils: Feeding to produce designer eggs. *Feed Management*, Vol.45 N°2: 29-32

NASH, D.; R. HAMILTON; H. HULAN. 1995. The effect of dietary herring meal on the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens. *Can J Anim Sci* 75, 247-253.

NORMAN, A. G. 1983. *Fisiología, Mejoramiento, Cultivo y Utilización de la Soja*. 1° Ed. Editorial Hemisferio Sur. ARG

O'BRIEN, R.D.; W. E. FARR; P. J. WAN. 2000. *Introduction to fats and Oils Technology*. 2da Edición. Amer Oil Chemists Society.

OPSTVEDT J. 1985. Lípidos de pescado en nutrición animal. Asociación Internacional de Productores de Harina de Pescado (IAFMM). N° 22 31 pp.

PIZARRO, J; J. FLORES. 1997. *Industrialización de los Residuos Grasos de las Refinerías de Aceites*. Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

SALEH, H; SH. RAHIMI; MA. KARIMI. 2009. The effect of diet that contained fish oil on performance, serum parameters, the immune system and the fatty acid composition of meat in broilers. *Int. J. Vet. Res.* 3 (2): 69-75

SIMOPOULOS, A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American journal clinical nutrition* 1991: 54:438-63.

TICONA, J. 1997. *Ácidos grasos omega-3 en huevos de gallinas alimentadas con aceite acidulado estabilizado de pescado*. Tesis, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica.

VALENZUELA, A. (2008). *Ácidos grasos con isomería trans I. su origen y los efectos en la salud humana*. *Revista chilena de nutrición*. 35(3) 162-171.

VALENZUELA, A., Y J. SANHUEZA. 2009. Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y en la ciencia de alimentos. *Revista chilena de nutrición*. 36(3) 246-257.

VAN ELSWYK, M.E. 1997. Nutritional and physiological effects of flax seed in diets for laying fowl. *World's Poultry Science Journal*. 53:253-264.

VELAZQUES, G. 2006. Fundamentos de alimentación saludable. Medellín. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 281p.

VENTURI, G.; M. T. AMADUCCI. 1986. La soja. 1° Ed. Editorial Mundi-Prensa. ES.

VERGARA, V. 1998. Avances en nutrición y alimentación de truchas. Curso Producción de Truchas, Huancayo. P.E.

VILARRASA, E.; BARROETA, A.C. (2014). Digestion y absorcion de grasas. *Revista AviNews*. Octubre- Noviembre

WALZEM RL. Lipoproteins and the laying hen: form follows function. *Poult Avian Biol Rev* 1996; 7:31 -64.

ZILLER, S.; E. CAMPBELL; W. ELDER. 1996. Grasas y Aceites Alimentarios. 1ra edición. Editorial Acribia. Zaragoza, ES.

ZUNINO, C. 1999. Comportamiento productivo de las gallinas Hy Line Brown alimentadas con diferentes niveles de aceite acidulado de pescado. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 66p.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: Perfil lipídico

Perfil lipídico de la yema de los huevos producidos utilizando alimento balanceado con aceite de soya y/o ácidos grasos neutralizados de pescado

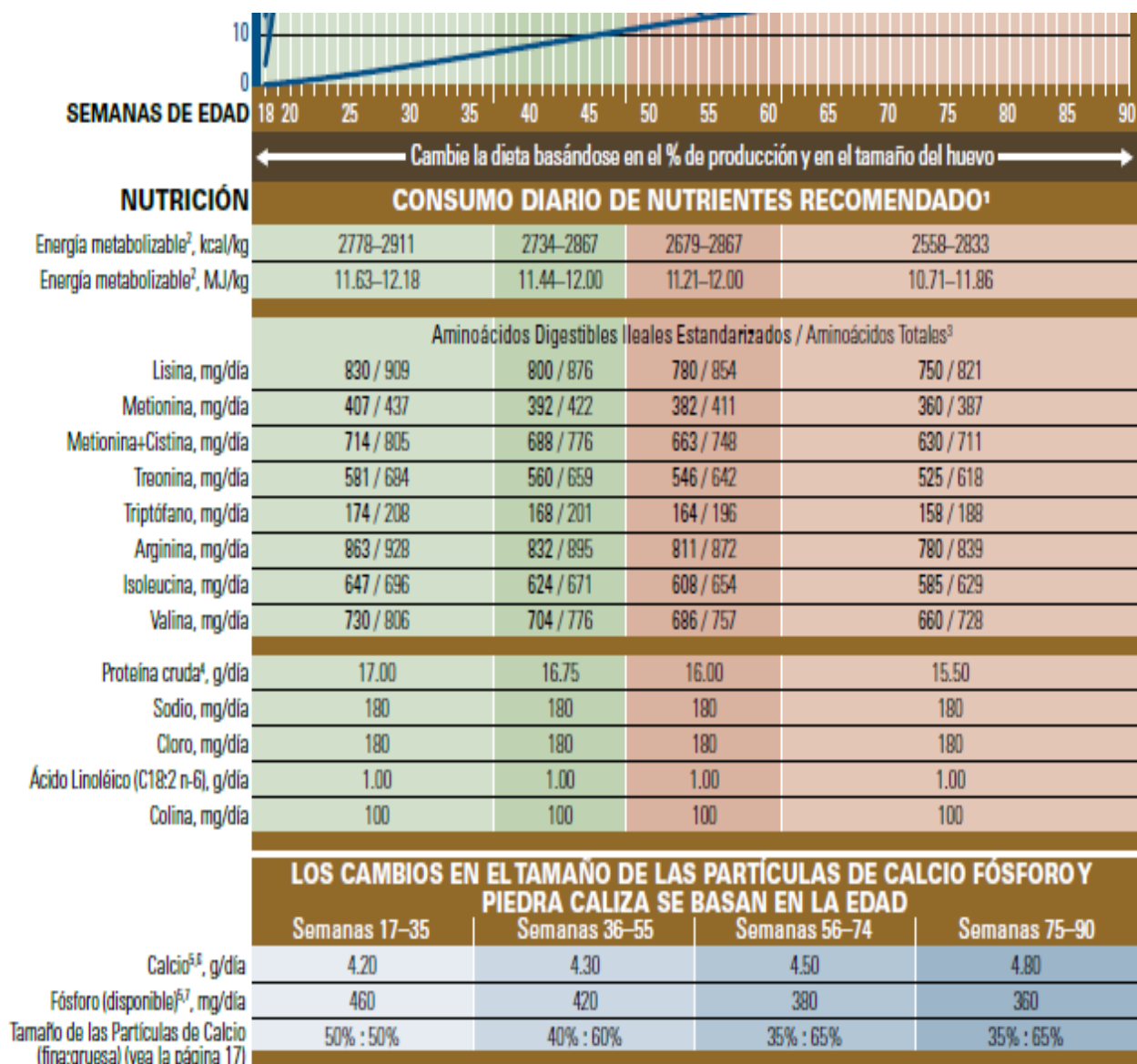
CARBONOS	NOMBRE ACIDO GRASO	0%AGNP	1.5%AGNP*	3%AGNP
C14:00	MIRISTICO	0.28	0.32	0.35
C16:00	PALMITICO	24.49	24.01	23.53
C16:1w7	PALMITOLEICO	1.66	1.98	2.30
C18:1w9c	OLEICO	33.86	34.37	34.87
C18:2w6c	LINOLEICO	23.02	22.32	21.62
C18:3w4	Alpha-LINOLENICO	0.98	0.97	0.96
C20:3w6	EICOSATRIENOICO	0.00	0.89	1.78
C20:4w6	ARAQUIDONICO	1.45	0.73	0.00
C20:5w3	EICOSAPENTANOICO (EPA)	0.00	0.07	0.13
C22:2w6	cis 13, 16 DOCOSADIENOICO	0.00	0.21	0.41
C22: 5w3	DOCOSAPENTANOICO	0.00	0.13	0.25
C22: 6w3	DOCOSAHEXANOICO (DHA)	0.73	1.23	1.72

ACIDOS GRASOS	0%AGNP	1.5%AGNP*	3%AGNP
ACIDOS GRASOS SATURADOS	34.06	33.37	32.68
ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	37.58	38.345	39.11
ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS	26.38	26.865	27.35

**Estimado a partir del promedio del contenido de 0%AGNP y 3%AGNP.*

FUENTE: INTERTEK (2016)

ANEXO II: Requerimientos Nutricionales



¹ La proteína cruda, metionina+cistina, grasa, ácido linoléico, y/o energía pueden cambiarse para optimizar el tamaño del huevo.

² El rango de energía recomendado está basado en los valores de energía de las materias primas mostrados en la tabla de ingredientes del alimento al final de esta guía. Es importante que la meta de la concentración de energía en la dieta sea ajustada de acuerdo al sistema de energía aplicada a la matriz de cada materia prima.

³ La recomendación de los Aminoácidos Totales es apropiada solamente en una dieta de maíz y harina de soya. Cuando se utilizan otros ingredientes en las dietas, se deben seguir las recomendaciones para los Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados.

⁴ Las dietas siempre deben formularse para proveer el consumo de aminoácidos requerido. La concentración de Proteína Cruda en la dieta varía con la materia prima utilizada. El valor de la Proteína Cruda proporcionado es solamente un valor típico estimado.

⁵ Los requerimientos de Calcio y Fósforo disponible son determinados por la edad del lote. Cuando la producción continua alta y las dietas son alimentadas por más tiempo de las edades mostradas, se recomienda aumentar las concentraciones de Calcio y Fósforo de la siguiente fase alimentaria.

⁶ Las recomendaciones del tamaño de las partículas de carbonato de calcio varía durante toda la postura. Consulte la tabla del Tamaño de las Partículas de Calcio (puede ser necesario ajustar los niveles de calcio de la dieta basándose en la solubilidad de la piedra caliza).

⁷ Cuando se utilizan otros sistemas de fósforo, las dietas deben contener los niveles mínimos recomendados de fósforo disponible.

FUENTE: Guía de manejo comercial 2016 (hy line international)

ANEXO III: Periodo de Postura

Periodo de Postura

EDAD (semanas)	% AVE-DÍA Actual	HUEVOS ACUMULADOS AVE-DÍA	HUEVOS ACUMULADOS AVE-ALOJADA	MORT. Acumulada (%)	PESO CORPORAL (kg)	CONSUMO DE ALIMENTO (g / día por ave)	CONSUMO DE AGUA ¹ (ml / ave / día)	MASA DE HUEVO AVE-ALOJADA Acumulada (kg)	PESO DEL HUEVO PROM. ² (g / huevo)
18	4-14	0.3-1.0	0.3-1.0	0.0	1.47-1.57	82-88	123-176	0.0	48.8-50.0
19	24-38	2.0-3.6	2.0-3.6	0.1	1.57-1.67	85-91	128-182	0.1	49.0-51.0
20	45-72	5.1-8.7	5.1-8.7	0.1	1.63-1.73	91-97	137-194	0.3	50.2-52.2
21	75-86	10.4-14.7	10.3-14.7	0.2	1.67-1.77	95-101	143-202	0.5	51.5-53.6
22	87-92	16.5-21.1	16.4-21.1	0.3	1.72-1.82	99-105	149-210	0.9	53.1-55.3
23	92-94	22.9-27.7	22.8-27.7	0.3	1.75-1.85	103-109	155-218	1.2	54.4-56.6
24	92-95	29.3-34.4	29.2-34.3	0.4	1.78-1.90	105-111	158-222	1.6	55.5-57.7
25	93-95	35.8-41.0	35.7-40.9	0.4	1.79-1.91	106-112	159-224	2.0	56.6-59.0
26	94-96	42.4-47.7	42.3-47.6	0.5	1.80-1.92	107-113	161-226	2.3	57.3-59.7
27	95-96	49.1-54.5	48.9-54.3	0.6	1.82-1.94	107-113	161-226	2.7	58.4-60.8
28	95-96	55.7-61.2	55.5-60.9	0.6	1.83-1.95	107-113	161-226	3.1	59.0-61.4
29	95-96	62.4-67.9	62.1-67.6	0.7	1.84-1.96	107-113	161-226	3.5	59.3-61.7
30	94-96	69.0-74.6	68.6-74.3	0.7	1.84-1.96	107-113	161-226	3.9	59.7-62.1
31	94-96	75.5-81.3	75.1-80.9	0.8	1.84-1.96	108-114	162-228	4.3	59.9-62.3
32	94-95	82.1-88.0	81.7-87.5	0.9	1.85-1.97	108-114	162-228	4.7	60.1-62.5
33	94-95	88.7-94.6	88.2-94.1	0.9	1.85-1.97	108-114	162-228	5.1	60.3-62.7
34	94-95	95.3-101.3	94.7-100.7	1.0	1.85-1.97	108-114	162-228	5.5	60.5-62.9
35	94-95	101.9-107.9	101.2-107.3	1.0	1.85-1.97	108-114	162-228	5.9	60.6-63.0
36	93-94	108.4-114.5	107.6-113.8	1.1	1.86-1.98	108-114	162-228	6.3	60.7-63.1
37	93-94	114.9-121.1	114.1-120.3	1.2	1.86-1.98	108-114	162-228	6.7	60.8-63.2
38	93-94	121.4-127.7	120.5-126.8	1.2	1.86-1.98	108-114	162-228	7.1	60.9-63.3
39	92-93	127.8-134.2	126.9-133.2	1.3	1.87-1.99	108-114	162-228	7.5	61.0-63.4
40	92-93	134.3-140.7	133.2-139.6	1.4	1.87-1.99	108-114	162-228	7.9	61.1-63.5
41	91-93	140.6-147.2	139.5-146.0	1.4	1.87-1.99	108-114	162-228	8.3	61.2-63.6
42	91-92	147.0-153.7	145.8-152.4	1.5	1.88-2.00	108-114	162-228	8.7	61.3-63.9
43	90-92	153.3-160.1	152.0-158.7	1.6	1.88-2.00	108-114	162-228	9.1	61.5-64.1

¹ La gráfica muestra un rango esperado de consumo de agua y alimento a temperaturas ambientales normales de 21-27°C. A medida que aumenta la temperatura ambiental arriba de este rango, el consumo de agua puede aumentar hasta el doble de las cantidades mostradas.

² Se debe asumir la fase de alimentación en función de la proteína para limitar el tamaño del huevo después de las 40 semanas de edad.

EDAD (semanas)	% AVE-DÍA Actual	HUEVOS ACUMULADOS AVE-DÍA	HUEVOS ACUMULADOS AVE-ALOJADA	MORT. Acumulada (%)	PESO CORPORAL (kg)	CONSUMO DE ALIMENTO (g / día por ave)	CONSUMO DE AGUA ¹ (ml / ave / día)	MASA DE HUEVO AVE-ALOJADA Acumulada (kg)	PESO DEL HUEVO PROM. ² (g / huevo)
44	90-92	159.6-166.5	158.1-165.0	1.6	1.88-2.00	108-114	162-228	9.5	61.6-64.2
45	89-91	165.8-172.9	164.3-171.3	1.7	1.89-2.01	107-113	161-226	9.9	61.6-64.2
46	89-91	172.1-179.3	170.4-177.6	1.8	1.89-2.01	107-113	161-226	10.3	61.7-64.3
47	88-90	178.2-185.6	176.4-183.7	1.9	1.89-2.01	107-113	161-226	10.6	61.8-64.4
48	88-90	184.4-191.9	182.5-189.9	1.9	1.89-2.01	107-113	161-226	11.0	61.9-64.5
49	88-90	190.5-198.2	188.5-196.1	2.0	1.89-2.01	107-113	161-226	11.4	62.0-64.6
50	88-89	196.7-204.4	194.5-202.2	2.1	1.89-2.01	107-113	161-226	11.8	62.1-64.7
51	87-89	202.8-210.6	200.5-208.3	2.1	1.89-2.01	106-112	159-224	12.2	62.1-64.7
52	87-89	208.9-216.9	206.4-214.4	2.2	1.89-2.01	106-112	159-224	12.5	62.2-64.8
53	87-88	215.0-223.0	212.4-220.4	2.3	1.89-2.01	106-112	159-224	12.9	62.2-64.8

FUENTE: Guía de Manejo Comercial 2016 (hy line international)

ANEXO IV: Porcentaje de postura ave día

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	Promedio
0.0%AGN	1	91.43	92.86	90.48	91.90	91.67
	2	86.67	91.90	90.95	88.10	89.40
	3	90.00	90.95	91.43	94.29	91.67
Promedio		89.37	91.91	90.95	91.43	90.91
1.5%AGN	1	90.95	89.52	91.90	90.95	90.83
	2	88.10	89.52	88.57	87.62	88.45
	3	92.86	90.48	88.57	92.86	91.19
Promedio		90.64	89.84	89.68	90.48	90.16
3.0%AGN	1	88.57	91.90	90.95	88.10	89.88
	2	88.10	91.90	90.00	89.05	89.76
	3	84.76	91.90	89.52	88.57	88.69
Promedio		87.14	91.90	90.16	88.57	89.44

ANEXO V. Peso promedio del huevo (g)

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	Promedio
0,0%AGN	1	62.66	62.60	62.74	63.32	62.83
	2	64.43	64.14	64.39	64.97	64.48
	3	63.58	63.14	63.38	64.25	63.59
Promedio		63.56	63.29	63.50	64.18	63.63
1.5%AGN	1	64.09	63.49	63.87	63.79	63.81
	2	64.60	65.13	63.94	63.86	64.38
	3	63.50	62.92	63.13	63.34	63.22
Promedio		64.06	63.85	63.64	63.67	63.80
3.0%AGN	1	61.81	62.97	62.63	63.01	62.61
	2	63.33	64.09	64.13	64.59	64.04
	3	62.23	61.62	62.03	61.12	61.75
Promedio		62.46	62.90	62.93	62.91	62.80

ANEXO VI: Masa de huevo total y semanal

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	Acumulado
0.0%AGN	1	12.03	12.21	11.92	12.22	48.38
	2	11.73	12.38	12.30	12.02	48.43
	3	12.02	12.06	12.17	12.72	48.97
Promedio		11.93	12.22	12.13	12.32	48.60
1.5%AGN	1	12.24	11.94	12.33	12.18	48.69
	2	11.95	12.24	11.89	11.75	47.84
	3	12.38	11.95	11.74	12.35	48.43
Promedio		12.19	12.04	11.99	12.09	48.32
3.0%AGN	1	11.50	12.15	11.96	11.66	47.27
	2	11.72	12.37	12.12	12.08	48.29
	3	11.08	11.89	11.66	11.37	46.00
Promedio		11.43	12.14	11.91	11.70	47.19

ANEXO VII: Consumo de alimento semanal, kg

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	Promedio
0.0%AGN	1	23.23	23.67	23.55	23.80	23.56
	2	23.66	23.84	23.55	23.92	23.74
	3	23.06	23.46	23.19	23.58	23.32
Promedio		23.32	23.66	23.43	23.77	23.54
1.5%AGN	1	23.30	23.90	23.87	23.95	23.76
	2	23.00	23.73	22.99	23.43	23.29
	3	23.48	23.58	23.51	23.81	23.60
Promedio		23.26	23.74	23.46	23.73	23.55
3.0%AGN	1	22.54	23.50	23.15	23.28	23.11
	2	22.92	24.00	23.45	24.00	23.59
	3	22.16	23.20	23.06	23.37	22.95
Promedio		22.54	23.57	23.22	23.55	23.22

ANEXO VIII: Conversión alimenticia

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	CA semanal	CA acumulada
0.0%AGN	1	1.93	1.94	1.98	1.95	1.95	1.95
	2	2.02	1.93	1.91	1.99	1.96	1.96
	3	1.92	1.95	1.91	1.85	1.91	1.91
Promedio		1.96	1.94	1.93	1.93	1.94	1.94
1.5%AGN	1	1.90	2.00	1.94	1.97	1.95	1.95
	2	1.92	1.94	1.93	1.99	1.95	1.95
	3	1.90	1.97	2.00	1.93	1.95	1.95
Promedio		1.91	1.97	1.96	1.96	1.95	1.95
3.0%AGN	1	1.96	1.93	1.94	2.00	1.96	1.96
	2	1.96	1.94	1.93	1.99	1.95	1.95
	3	2.00	1.95	1.98	2.06	2.00	2.00
Promedio		1.97	1.94	1.95	2.02	1.97	1.97

ANEXO IX: Porcentajes de huevos comerciales, %

Tratamiento	Repetición	1	2	3	4	Promedio
0.0%AGN	1	100.00	98.97	98.95	98.95	99.22
	2	97.80	98.96	97.73	98.92	98.35
	3	98.41	99.48	98.96	99.45	99.08
Promedio		98.74	99.14	98.55	99.11	98.88
1.5%AGN	1	98.95	96.28	98.45	98.95	98.16
	2	98.38	99.47	97.85	98.91	98.65
	3	97.95	97.37	100.00	99.49	98.70
Promedio		98.43	97.71	98.77	99.12	98.50
3.0%AGN	1	97.31	99.48	100.00	97.84	98.66
	2	98.38	97.93	96.83	98.93	98.02
	3	99.44	96.53	98.40	97.70	98.02
Promedio		98.38	97.98	98.41	98.16	98.23

ANEXO X. ANVA de Porcentaje de postura ave día

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	3.24228889	1.62114444	1.11	0.3876	n. s.
Error	6	8.72760000	1.45460000			
Total	8	11.96988889				

n.s: no Significativo.

R-Square: 0.270870

ANEXO XI. ANVA del Peso promedio de huevo (g)

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	1.74243089	0.87121544	1.11	0.3884	n.s.
Error	6	4.70168933	0.70361489			
Total	8	6.44412022				

n.s: no significativo

R-Square: 0.270391

ANEXO XII. ANVA de la Masa de huevo total

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	3.33176422	1.66588211	3.11	0.1184	n.s.
Error	6	3.21405067	0.53567511			
Total	8	6.54581489				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.508992

ANEXO XIII. ANVA del consumo de alimento total, Kg

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	3.38026667	1.69013333	1.49	0.2982	n.s.
Error	6	6.80353333	1.13392222			
Total	8	10.18380000				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.331926

ANEXO XIV. ANVA del consumo de alimento semanal, Kg

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0,21104689	0.10552344	1.49	0.2983	n.s.
Error	6	0.42496267	0.07082711			
Total	8	0.63600956				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.331830

ANEXO XV. ANVA de la conversión alimenticia Semanal.

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00144822	0.00072411	1.56	0.2842	Ns
Error	6	0.00278000	0.00046333			
Total	8	0.00422822				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.00422822

ANEXO XVI. ANVA de la conversión alimenticia acumulada

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00140956	0.00070478	1.51	0.2942	n.s.
Error	6	0.00279933	0.00046656			
Total	8	0.00420889				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.334900

ANEXO XVII. ANVA del Porcentaje de huevos comerciales, %

Factor de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.64183022	0.32091511	2.17	0.1950	n.s.
Error	6	0.88591600	0.14765267			
Total	8	1.52774622				

n.s.: no significativo

R-Square: 0.420116