

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2018; 8(3):75-85. Recibido: 23/02/2018 Aceptado: 27/06/2018.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.5>

## Harina de atún negra en dietas de gallina para incrementar los ácidos eicosapentanoico y docosahexaenoico

Black tuna meal in chicken diets to increase eicosapentanoic and docosahexaenoic acids

Rodríguez-Michel Adán<sup>1</sup> [mvzadan57@gmail.com](mailto:mvzadan57@gmail.com), Morales-Barrera Eduardo<sup>2</sup> [jemorab@correo.xoc.uam.mx](mailto:jemorab@correo.xoc.uam.mx), García-Márquez Luis<sup>3</sup> [ljgm\\_cmv@hotmail.com](mailto:ljgm_cmv@hotmail.com), Quezada-Tristán Teódulo<sup>4</sup> [tquezada@correo.uaa.mx](mailto:tquezada@correo.uaa.mx), Carrillo-Domínguez Silvia<sup>5</sup> [silvicarrillo3@hotmail.com](mailto:silvicarrillo3@hotmail.com), Prado-Rebolledo Omar<sup>1\*</sup> [omarpr@ucol.mx](mailto:omarpr@ucol.mx)

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria. Universidad de Colima. México.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF.

<sup>3</sup>Centro Universitario de Investigaciones y Desarrollo Agropecuario. Universidad de Colima. México.

<sup>4</sup>Departamento de Clínica Veterinaria. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México. <sup>5</sup>Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México, DF.

\*Autor de responsable y de correspondencia. Prado-Rebolledo Omar. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Autopista Colima-Manzanillo km. 40. Crucero de Tecmán, Colima. México. CP. 28100.

### RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la harina negra de atún (HNA) a diferentes concentraciones y tiempo de adición en dietas para gallina sobre variables de producción, calidad y concentración de ácidos grasos en el huevo y evaluación sensorial. Se utilizó un diseño factorial 3 x 4. Se modificaron las variables de producción al aumentar la concentración de HNA. El nivel de colesterol fue mayor con 3 % de HNA, los lípidos totales se aumentaron al tiempo, el nivel más alto fue el testigo y el más bajo con 3 %, el ácido docosahexaenoico (DHA) fue mayor al 3 % de HNA, el ácido alfa linolénico (ALA) no obtuvo diferencias, el ácido araquidónico (AA) y el ácido linoleico (LA) mostraron sus valores más bajos con un 2 % de HNA. En cuanto a la evaluación sensorial color, olor y sabor tuvieron buena aceptación. Por lo que se concluye que la HNA puede ser utilizada para enriquecer los valores nutricionales de la dieta de las aves.

**Palabras Clave:** Omega 3, harina negra de atún, huevo, producción, gallina, postura.

### ABSTRACT

The objective was to determine the effect of black tuna meal (BTM) at different concentrations and time of addition, in chicken diets on production variables, quality, and concentration of fatty acids in eggs and sensory evaluation. A 3 x 4 factorial design was used. Increasing the concentration of BTM modified the production variables. The cholesterol level was higher with 3% of BTM, the total lipids were increased at the time, the highest level was the control and the lowest with 3%, the Decosahexaenoic acid (DHA) was greater than 3% of BTM, the alpha-linolenic acid (ALA) did not obtain differences, arachidonic acid (AA) and linoleic acid (LA) showed their lowest values with 2% of BTM. As for the sensory evaluation, color, smell, and taste were well accepted. Therefore, it is concluded that BTM can be used to enrich the nutritional values of the bird's diet.

**Keywords:** Omega 3, black tuna meal, egg, production, hen, posture.

## INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos Omega 3 (Agn3), eicosapentaenoico (EPA:20:5,n-3) docosahexanoico (DHA 22:6,n-3) y el DHA (ácido decosaheptaenoico), son componentes importantes de las membranas celulares y precursores de muchas otras sustancias en el organismo. Cada vez hay más pruebas que indican que este tipo de ácidos regulan la presión arterial, respuesta inflamatoria y existe un interés creciente en el papel que pueden desempeñar en la prevención de la diabetes y ciertos tipos de cáncer (Simopoulos 2009). Además de que están implicados en la maduración y el crecimiento cerebral y retiniano del niño; intervienen en los procesos de coagulación, presión arterial, órganos reproductivos y metabolismo graso. Estos ácidos grasos esenciales intervienen en la reducción del colesterol transportado en lipoproteínas de baja densidad (colesterol malo) y facilitando el aumento de lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno), que son las que limpian las arterias en vez de deteriorarlas; lo cual contribuye a evitar los problemas cardiovasculares (Morales-Barrera *et al.*, 2013a, b).

En varios países del mundo se han realizado diversas investigaciones, empleando diferentes ingredientes para lograr el incremento de estos ácidos grasos n-3 en el huevo; incluso en la carne de pollo con excelentes resultados, con la adición de diferentes productos marinos y vegetales. En México se han realizado pocos estudios al respecto, Castillo, (2004), utilizó el aceite de sardina; Carrillo-Domínguez *et al.*, (2005), usaron harina de cangrejo rojo; Carrillo *et al.*, (2012) utilizaron aceite de sardina y ácido linoleico conjugado para modificar los ácidos grasos en el huevo; aceite de atún en pollo y gallina de postura fue utilizado por Morales-Barrera *et al.*, (2013 a, b).

Debido a que existe poca literatura sobre el empleo de HNA para modificar los niveles de omega 3, y si al aumento de la edad de la gallina de postura retiene la deposición de ácidos grasos; se planteó el objetivo de determinar el efecto de la adición de diferentes concentraciones de HNA sobre los niveles de ácidos grasos Omega 3, calidad en el huevo, variables productivas de las aves y sus características organolépticas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 144 gallinas de postura estirpe Hy Line W36 de 34 semanas de edad, las cuales se distribuyeron en 4 tratamientos con 4 réplicas de 9 aves cada una, utilizando un diseño factorial 3 x 4; donde un factor fue el tiempo (mes 1,2 y 3), y otro factor fue el nivel de inclusión de HNA (0, 1, 2, 3%). Para el factor tiempo no incrementa la “n” del experimento, puesto que la unidad experimental es la misma, con las mediciones repetidas a través del tiempo que duró el experimento.

Las gallinas fueron alojadas en jaulas; a cada uno de los departamentos se les colocó un bebedero de copa automatizado; para la ración alimenticia se utilizó un comedero de

canal, con separación por compartimento de aves; el alimento y el agua se administraron *ad libitum*. El manejo zootécnico se realizó conforme las necesidades fisiológicas y se ajustó el programa de iluminación según el manual de la línea.

Las necesidades fisiológicas de alimentación se cubrieron de acuerdo con las especificaciones de la estirpe, se incluyó por tratamiento la harina de atún negra en las siguientes proporciones: 0, 1, 2 y 3 % (tabla 1). Para garantizar el bienestar animal de las aves, el estudio se condujo en conformidad con las políticas establecidas por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales Experimentales-Aves de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (CICUAE-Aves, FMVZ-UNAM, 2003). Las cuatro dietas fueron isocalóricas e isonitrogenadas, (tabla 1), cubriendo las necesidades nutrimentales para gallinas ponedoras de acuerdo con el NRC (1994).

**Tabla 1. Composición de las dietas para gallinas ponedoras, en donde se incluyeron diferentes porcentajes de harina negra de atún.**

| Ingredientes (g/100 g de muestra) | 0 %    | 1 %    | 2 %    | 3 %    |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Maíz                              | 65.978 | 66.899 | 67.818 | 68.736 |
| Soya (46 % PCT*)                  | 21.895 | 20.309 | 18.723 | 17.139 |
| Carbonato de Calcio               | 8.190  | 8.143  | 8.096  | 8.049  |
| Ortofosfato                       | 2.646  | 2.351  | 2.059  | 1.766  |
| Harina negra de atún              | 0      | 1      | 2      | 3      |
| Sal                               | 0.350  | 0.350  | 0.350  | 0.350  |
| Avelut Liquido (Pigmento vegetal) | 0.100  | 0.100  | 0.100  | 0.100  |
| Premezcla de Vitaminas**          | 0.125  | 0.125  | 0.125  | 0.125  |
| Premezcla de Minerales***         | 0.125  | 0.125  | 0.125  | 0.125  |
| <b>Aporte calculado</b>           |        |        |        |        |
| Proteína cruda (%)                | 16     | 16     | 16     | 16     |
| Energía metabolizable (Kcal/kg)   | 2,900  | 2,900  | 2,900  | 2,900  |
| Treonina                          | 0.660  | 0.660  | 0.660  | 0.660  |
| L-Lisina                          | 0.880  | 0.880  | 0.880  | 0.880  |
| Metionina 98                      | 0.302  | 0.300  | 0.298  | 0.296  |
| Metionina + cisteína              | 0.790  | 0.790  | 0.790  | 0.790  |
| Calcio (mg/100 g)                 | 4      | 4      | 4      | 4      |
| Fósforo disponible (mg/100 g)     | 0.450  | 0.450  | 0.450  | 0.450  |

\*PCT = Proteína cruda total.

\*\*Dado en kg en la dieta: vitamina A, 12,000 UI; vitamina D3, 25,000 UI; vitamina E, 30 UI; vitamina K3, 2 mg; tiamina 2.25 mg; riboflavina, 7.500 mg; vitamina B6, 3.500 mg; vitamina B12, 0.020; niacina, 45 mg; ácido pantoténico, 12.5 mg; biotina 0.125 mg; ácido fólico, 1.500 mg.

\*\*\*Dado en mg/kg de la dieta: Zinc, 50; cobre, 12; yodo, 0.300; cobalto, 0.200; hierro, 110; selenio, 0.100; manganeso, 110.

Las variables de respuesta fueron: peso corporal, peso de huevo, consumo de alimento diario y semanal, mortalidad, conversión alimenticia y cantidad de huevos producidos/consumo de alimento. En la producción se tomó en cuenta; grosor del cascarón, color de la yema, unidades Haugh; concentraciones de colesterol, lípidos totales, ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, omega-3, eicosapentaenóico (EPA), docosahexaenóico (DHA) y  $\alpha$ -linolénico (ALA) y omega-6 linoleico (LA) y araquidónico (AA). En la prueba organoléptica donde participaron 26 jueces consumidores habituales de huevo, los cuales aplicaron una prueba de nivel de agrado en cuanto a color de yema, olor y sabor del huevo con una escala hedónica de 5 puntos; los cuales corresponden a: 5 “disgusta mucho”, 4 “disgusta poco”, 3 “es indiferente”, 2 “gusta poco”, 1 “gusta mucho” (Pedrero y Pangborn, 1989).

Los resultados obtenidos en las variables de producción y de laboratorio fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS, (2002), utilizando el análisis de varianza para un diseño completamente al azar con un modelo factorial, donde un factor fue el tiempo (mes 1, 2 y 3), y otro factor fue el nivel de inclusión de HNA (0, 1, 2 y 3). Las diferencias entre tratamientos se analizaron con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . En el análisis organoléptico se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis a una  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS

El consumo de alimento se incrementó con el tiempo, y el mayor consumo fue en el tratamiento donde no tuvo la HNA; no se observaron efectos significativos en las interacciones de las variables analizadas. El peso del huevo aumentó de forma gradual con el tiempo, el cual fue igual en todos los tratamientos ( $P > 0.05$ ). El peso corporal no tuvo diferencias ( $P > 0.05$ ) en el factor tiempo del tiempo y sin la adición de HNA, el peso fue mayor con respecto a los diferentes niveles de inclusión de HNA.

La conversión alimenticia decreció con el paso el tiempo, por lo que las aves fueron menos eficientes; por el contrario, al aumentar en nivel de inclusión de la HNA, se observó un efecto positivo. La mortalidad de las aves no tuvo diferencias en ambos factores. La producción de huevo se mejoró en el mes 2, pero disminuyó en el mes 3; se mantuvo la misma producción a los diferentes niveles de HNA. Las Unidades Haugh (UH) se mejoraron con el tiempo y disminuyeron al aumentar los niveles de inclusión de HNA; el grosor de cascarón no se afectó en ambos factores. Cabe mencionar que en todas las variables analizadas no se encontraron interacciones. (Tabla 2).

Al aumentar el nivel de inclusión de HNA, los niveles de colesterol fueron mayores, con respecto a los lípidos totales, aumentaron con el tiempo; pero no mostraron diferencias a las diferentes inclusiones de HNA; el DHA tuvo un incremento gradual conforme se aumentó la HNA, los niveles de ALA, no mostraron significancia. En el caso del ácido araquidónico (AA) y el ácido linoléico (LA) no se observó diferencia estadística en

tiempo de inclusión, pero al aumentar la HNA, disminuyó su concentración, como se aprecia en la tabla 3.

**Tabla 2. Efecto del tiempo y nivel de inclusión de harina negra de atún sobre variables de producción.**

| Factor                  | Consumo de alimento (g)     | Peso de huevo (g)         | Peso corporal (g)                          | Conversión alimenticia   | Mortalidad (%)           | Producción (%)            | Unidades Haugh             | Grosor de cascara (mm)     |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Mes                     |                             |                           | TIEMPO                                     |                          |                          |                           |                            |                            |
| 1                       | 97.53 ± 9.11 <sup>a</sup>   | 58.16 ± 1.47 <sup>c</sup> | 1652.20 ± 115.89 <sup>b</sup>              | 1.84 ± 0.13 <sup>c</sup> | 1.04 ± 0.72 <sup>a</sup> | 82.13 ± 4.29 <sup>a</sup> | 85.98 ± 2.16 <sup>b</sup>  | 0.400 ± 0.035 <sup>a</sup> |
| 2                       | 101.18 ± 7.02 <sup>a</sup>  | 59.82 ± 1.37 <sup>b</sup> | 1691.60 ± 114.03 <sup>a</sup>              | 1.96 ± 0.10 <sup>b</sup> | 0.69 ± 0.61 <sup>a</sup> | 86.73 ± 2.28 <sup>b</sup> | 87.88 ± 2.35 <sup>a</sup>  | 0.400 ± 0.035 <sup>a</sup> |
| 3                       | 103.15 ± 5.68 <sup>a</sup>  | 60.84 ± 1.46 <sup>a</sup> | 1688.50 ± 129.85 <sup>a</sup>              | 2.05 ± 0.11 <sup>a</sup> | 0.34 ± 0.44 <sup>a</sup> | 83.12 ± 3.26 <sup>a</sup> | 89.69 ± 1.46 <sup>a</sup>  | 0.400 ± 0.035 <sup>a</sup> |
| Porcentaje de inclusión |                             |                           | NIVEL DE INCLUSIÓN DE HARINA NEGRA DE ATÚN |                          |                          |                           |                            |                            |
| 0                       | 104.56 ± 7.21 <sup>a</sup>  | 60.47 ± 1.05 <sup>a</sup> | 1829.60 ± 46.84 <sup>a</sup>               | 2.07 ± 0.12 <sup>a</sup> | 0.69 ± 0.25 <sup>a</sup> | 83.99 ± 3.04 <sup>a</sup> | 89.38 ± 1.99 <sup>a</sup>  | 0.400 ± 0.01 <sup>a</sup>  |
| 1                       | 97.91 ± 10.45 <sup>b</sup>  | 60.37 ± 1.59 <sup>a</sup> | 1694.20 ± 44.86 <sup>b</sup>               | 1.93 ± 0.16 <sup>b</sup> | 0.92 ± 0.81 <sup>a</sup> | 83.96 ± 3.74 <sup>a</sup> | 88.50 ± .54 <sup>ab</sup>  | 0.400 ± 0.01 <sup>a</sup>  |
| 2                       | 90.52 ± 5.96 <sup>c</sup>   | 57.49 ± 1.20 <sup>a</sup> | 1519.60 ± 35.65 <sup>c</sup>               | 1.89 ± 0.12 <sup>b</sup> | 0.69 ± 0.72 <sup>a</sup> | 84.00 ± 3.95 <sup>a</sup> | 85.87 ± 1.78 <sup>a</sup>  | 0.400 ± 0.01 <sup>a</sup>  |
| 3                       | 96.14 ± 11.34 <sup>bc</sup> | 60.10 ± 1.43 <sup>a</sup> | 1666.50 ± 45.59 <sup>b</sup>               | 1.90 ± 0.11 <sup>b</sup> | 0.46 ± 0.08 <sup>a</sup> | 84.02 ± 4.98 <sup>a</sup> | 87.65 ± 2.40 <sup>ab</sup> | 0.400 ± 0.01 <sup>a</sup>  |

<sup>a,b,c</sup> Literales distintas en cada renglón indican diferencia estadística significativa entre tratamientos (P<0.05).

**Tabla 3. Diferentes niveles de inclusión de harina negra de atún sobre colesterol, lípidos totales y del ácido eicosapentanoico.**

| Factor             | Colesterol (mg/100 g)        | Lípidos totales (mg/100 g) | DHA (mg/100 g)              | ALA (mg/100 g)            | AA (mg/100 g)              | LA (mg/100 g)                  |
|--------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| TIEMPO             |                              |                            |                             |                           |                            |                                |
| 1                  | 1652.60 ± 32.01 <sup>a</sup> | 32.41 ± 0.58 <sup>c</sup>  | 108.50 ± 11.53 <sup>a</sup> | 43.70 ± 8.78 <sup>a</sup> | 418.54 ± 1.37 <sup>a</sup> | 2331.10 ± 236.91 <sup>a</sup>  |
| 2                  | 1652.30 ± 30.53 <sup>a</sup> | 31.99 ± 0.64 <sup>b</sup>  | 121.39 ± 12.36 <sup>a</sup> | 45.98 ± 9.44 <sup>a</sup> | 431.73 ± 1.72 <sup>a</sup> | 2181.90 ± 238.32 <sup>a</sup>  |
| 3                  | 1652.30 ± 36.00 <sup>a</sup> | 33.59 ± 13.16 <sup>a</sup> | 123.34 ± 13.16 <sup>a</sup> | 46.96 ± 9.90 <sup>a</sup> | 465.34 ± 2.09 <sup>a</sup> | 2267.00 ± 239.92 <sup>a</sup>  |
| NIVEL DE INCLUSIÓN |                              |                            |                             |                           |                            |                                |
| 0                  | 1528.30 ± 0.32 <sup>c</sup>  | 32.94 ± 0.03 <sup>a</sup>  | 86.79 ± 0.03 <sup>c</sup>   | 50.61 ± 0.03 <sup>a</sup> | 484.12 ± 0.05 <sup>a</sup> | 2381.20 ± 130.42 <sup>a</sup>  |
| 1                  | 1526.50 ± 1.74 <sup>d</sup>  | 32.38 ± 0.85 <sup>a</sup>  | 112.22 ± 1.38 <sup>b</sup>  | 42.46 ± 0.85 <sup>a</sup> | 455.89 ± 1.39 <sup>a</sup> | 2338.60 ± 169.13 <sup>ab</sup> |
| 2                  | 1769.40 ± 3.03 <sup>b</sup>  | 33.63 ± 0.77 <sup>a</sup>  | 116.19 ± 2.09 <sup>b</sup>  | 47.26 ± 0.77 <sup>a</sup> | 381.27 ± 3.12 <sup>a</sup> | 2026.80 ± 292.69 <sup>b</sup>  |
| 3                  | 1785.40 ± 9.57 <sup>a</sup>  | 31.71 ± 1.37 <sup>a</sup>  | 155.77 ± 1.61 <sup>a</sup>  | 41.85 ± 1.37 <sup>a</sup> | 432.87 ± 2.32 <sup>b</sup> | 2293.30 ± 336.29 <sup>ab</sup> |

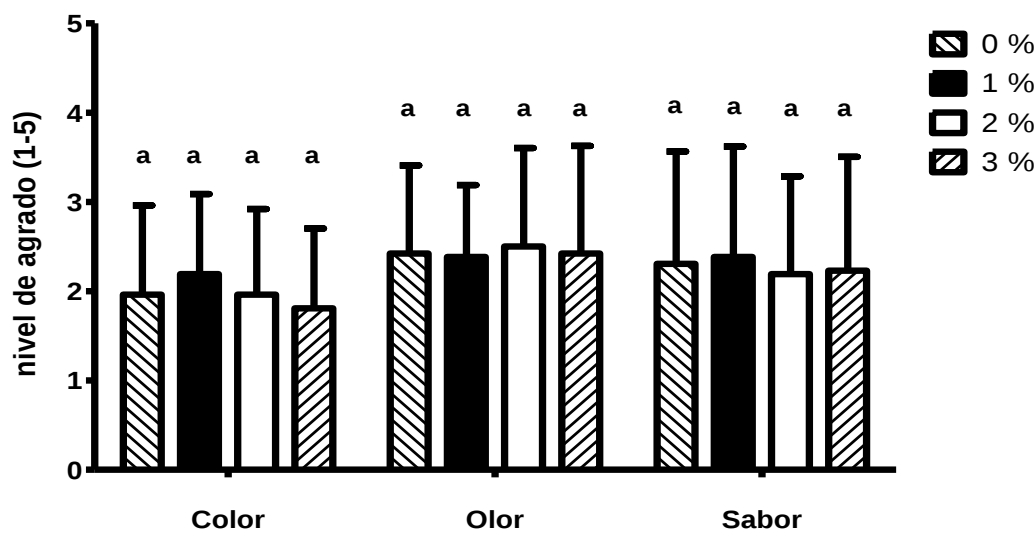
<sup>a,b,c</sup> Literales distintas en cada renglón indican diferencia estadística significativa entre tratamientos (P<0.05).

Con respecto a las características organolépticas, en cuanto a la evaluación de la preferencia del color de las yemas, no mostraron diferencias entre los tratamientos, ubicando el valor “gusta poco”. En el olor del huevo, no hubo diferencias entre los tratamientos, aquí predominó los valores “gusta poco” y “es indiferente”. Referente a la evaluación de preferencia de sabor no se encontró diferencia estadística, cuyos valores se encontraron dentro de “gusta poco” y “es indiferente” (figura 1).

## DISCUSIÓN

El costo más alto en las unidades de producción avícola, sigue siendo la alimentación, así que todos los esfuerzos que se hagan serán para reducirlo sin afectar la producción y productividad. En el presente experimento se observa que las aves aumentaron el consumo con la edad y sin la adición de HNA, esto concuerda con el comportamiento normal en esta etapa de vida de las aves de acuerdo al manual de la estirpe (Hy Line 2013); este comportamiento de consumo concuerda con los resultados obtenidos por Morales *et al.*, (2013b), donde incluyeron aceite de atún en las dietas de gallina por el mismo tiempo de experimentación. Carrillo *et al.*, (2005) adicionaron aceite de sardina

en las dietas y menciona que posiblemente el aumento de la adición de omegas 3 en el alimento provoquen una disminución en la palatabilidad; así mismo Ahmed, (2013) al adicionar aceite de pescado con una adición de 5 % obtuvo el consumo más bajo (89 g) que con niveles inferiores (testigo 121 g); pero difieren de Morales *et al.*, (2013b), ya que ellos observaron que en con 3 % de aceite de atún hubo un aumento considerable del consumo en el tercer mes.



Escala hedónica: 1 = “gusta mucho”, 2 = “gusta poco”, 3 = “es indiferente” 4 = “disgusta poco” y 5 = “disgusta mucho”.

**Figura 1. Preferencias por el color, olor y sabor del huevo de gallina, en cuya dieta se incluyó diferentes niveles de harina de carne negra de atún.**

El peso de huevo, refleja que hay un aumento de 1 g cada mes , por la edad se considera como un comportamiento normal según manual de la línea (Hy Line 2013), lo que concuerda con Betancourt *et al.*, (2009), quienes utilizaron ácidos grasos a partir de semilla de lino durante 6 semanas y con Carranco *et al.*, (2011) donde emplearon harina de crustáceos en las dietas de gallina; pero difiere de los resultados encontrados por Morales *et al.*, (2013b) donde observaron una disminución del peso del huevo en administraciones prolongadas de aceite de atún. En el peso corporal se observó un incremento gradual conforme aumentó el tiempo de administración de HNA, aumenta el peso de las aves; lo cual se justifica por aumento de la edad como lo indica el manual de la línea (Hy Line 2013). Para el factor nivel de inclusión el tratamiento testigo fue más pesado y los tratamientos que recibieron la inclusión de harina negra de atún sí obtuvieron un peso más bajo; esto difiere con Ahmed, (2013) ya que al incorporar el aceite de pescado al 2.5 y 3.5 % incrementó el peso corporal a las aves.

La conversión alimenticia aumentó con el tiempo, porque a mayor edad de las aves menor producción y por ende aumenta su conversión; estos resultados fueron similares a los obtenidos por Castillo, (2004) y Carrillo *et al.*, (2012). La mortalidad no presentó diferencias estadísticas, lo que coincide con la mayoría de los autores que han ejecutado pruebas con la inclusión de omega 3 en las dietas, como: González-Esquerri y Lesson, (2000, 2001); Castillo, (2004); (Castillo-Badillo *et al.*, (2005); Betancourt *et al.*, (2009); Carranco *et al.*, (2011); Carrillo *et al.*, (2012) y Morales *et al.*, (2013b). La producción tendió a mejorar con el tiempo, pero tuvo una caída al final del experimento; lo cual pudo deberse a la presencia de aminos biogénicos, las cuales afectaron el desempeño productivo; sin embargo, en las necropsias realizadas no se encontraron lesiones sugestivas a dichas toxinas (Meluzzi *et al.*, 2000 y Castillo, 2004). El grosor de cascarrón no presentó diferencias estadísticas; similares resultados fueron obtenidos por Castillo, (2004); Castillo-Badillo *et al.*, (2005) Cachaldora *et al.*, (2008) y Ahmad *et al.*, (2013). Las unidades Haugh todos los valores estuvieron entre 85 y 89 puntos, lo cual los ubica dentro del rango entre muy buenos y excelentes de acuerdo con la escala Haugh, (1937); lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Carrillo, (2012); Ahmad *et al.*, (2013), Vidal *et al.*, (2013) y Ahmed, (2013). El color de la yema, aunque no se muestra en los resultados, no tuvo significancia y se ubicó en el valor 6 según la escala colorimétrica, de acuerdo con Laudadio *et al.*, (2015) que adicionaron aceite de olivo en altas y bajas concentraciones; mencionan que el alto puntaje en el color (12 puntos) obtenidos en su experimento se debió a la alta cantidad de pigmentos naturales que presenta el aceite.

La HNA no modificó los perfiles de colesterol en la yema del huevo, lo que concuerda con los resultados de Castillo-Badillo *et al.*, (2005) cuando utilizaron aceite de atún, pero no con lo que reportan Hargis *et al.*, (1991) con la inclusión de 3 % de harina de Menhaden, ya que encontraron que a mayor tiempo de inclusión baja el contenido de colesterol en la yema. Los resultados de perfiles de colesterol obtenidos por Ahmad *et al.*, (2013) y Yi *et al.*, (2014), mencionan que no existieron cambios cuando adicionaron diferentes niveles de aceite de canola, más vitamina A y aceite de linaza, harina de pescado y fructo-oligosacáridos, respectivamente. También Laudadio *et al.*, (2015) añadió aceite de oliva extra virgen; Ahmed (2013) con adición de ácidos grasos polinsaturados y Vidal *et al.*, (2013) con aceite de cacahuete. Los tres mencionan que bajaron los niveles de colesterol cuando adicionaban los productos en comparación al testigo.

Los lípidos totales se aumentaron conforme al tiempo de adición de HNA; a la fecha no se tienen registros de valores similares a los obtenidos un experimento realizado por Hargis *et al.*, (1991), donde adicionó aceite de Menhaden por más de tres meses y García y Albalá (1998); con la adición de harina de pescado y grasas marinas no mostraron diferencias significativas en el contenido de lípidos. Los valores de ácido graso DHA, mostraron valores de 79% más de lo que un huevo normalmente contiene,

por lo que no hubo diferencias estadísticas en cuanto al tiempo de inclusión. Para el nivel de inclusión de HNA se observó que, a mayor por ciento, mayor es la cantidad de DHA contenido en las yemas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por la mayoría de los investigadores, Castillo-Badillo *et al.*, (2005); Carrillo *et al.*, (2012); Morales-Barrera *et al.*, (2013b); Laudadio *et al.*, (2015); pero no con Vidal *et al.*, (2013) ya que ellos mencionan que a mayor % de inclusión del aceite de cacahuete, baja la concentración de DHA. Por otro lado, los niveles de ALA que se obtuvieron en el presente trabajo durante los 3 meses no tuvieron diferencias significativas, lo cual es contrario a lo obtenido por Morales-Barrera *et al.*, (2013b), en donde ellos reportan que conforme aumenta el tiempo aumentan dichos niveles. Se observó que cuanto mayor % de HNA se incluya, los niveles de ALA van en descenso, lo cual coincide con los resultados descritos por Castillo-Badillo *et al.*, (2005); Carrillo *et al.*, (2012); Morales-Barrera *et al.*, (2013b) y Yi *et al.*, (2014).

Los resultados del AA, coinciden con los resultados obtenidos por Morales-Barrera *et al.*, (2013b), donde no existe diferencia estadística en cuanto al tiempo; pero a mayor por ciento bajan los niveles de AA similar a los resultados de Castillo *et al.*, (2005) y Carrillo *et al.*, (2012). El LA no manifestó cambios estadísticos, lo cual coincide plenamente con los resultados obtenidos por Morales-Barrera *et al.*, (2013b) y el mismo caso con Castillo *et al.*, (2005) y Carrillo *et al.*, (2012). Sin embargo, falta realizar un estudio para determinar si es colesterol de baja o alta densidad.

El color del huevo quedó ubicado dentro de la categoría “gusta poco”, lo que indica que no causó desagrado para el consumo; lo que concuerda con los datos obtenidos por Carranco, (2011). Para la prueba hedónica, el nivel de agrado no se reportó desagrado por parte de los panelistas, ya que lo ubicaron dentro de los niveles “gusta poco” y es “indiferente”, lo que concuerda con los resultados de Castillo, (2004). En el sabor fue calificado por los panelistas “como gusta poco” y es “indiferente”, esto demuestra que no les causó ningún sabor a pescado, como los resultados que reportan Oh *et al.*, (1991) con la adición de aceite de pescado y González-Esquerri y Lesson, (2000, 2001), con aceite de Menhaden aún desodorizado; y Castillo (2004) menciona que con niveles de 3 % de aceite de sardina en la dieta de las gallinas los panelistas detectaron un ligero sabor a pescado, pero sin llegar a ser desagradable según la escala hedónica.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones en las que se llevó a cabo el presente trabajo, se concluye que la adición de HNA en las dietas de gallina de postura, mejora la conversión alimenticia y consumo de alimento, sin causar detrimento a las demás variables productivas; no modifica las características organolépticas en el huevo. La inclusión de 3 % de HNA, modificaron los perfiles de DHA. Se observó un decremento en los ácidos grasos omega 6 AL y AA. No se modifican las características

organolépticas del huevo. Por lo antes mencionado se recomienda la adición de la HNA en la dieta de las aves de postura de forma benéfica.

### LITERATURA CITADA

AHMED A. 2013. Effect of fish oil on the production performances, polyunsaturated fatty acids and cholesterol levels of yolk in hens. *Emir Journal Food Agric.* 25:605-612. doi:10.9755/ejfa.v25i8.14005.

BAUCELLS M, Crespo N, Barroeta A, López-Ferrer S. Grashorn M. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poultry Science.* 79:51-59. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10685889>

BETANCOURT L, Díaz G. 2009. Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en la dieta. *Revista MVZ Córdoba.* 14:1602-1610. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3231810>

CACHALDORA P, García-Rebollar P, Álvarez C, De Blas J, Méndez J. 2008. Effect of type and level of basal fat and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids deposition efficiency in laying hens. *Animal Feed Science and Technology.* 141:104-114. DOI:10.1080/0007166050047554.

CARRANCO M, Calvo C, Carrillo D, Ramírez C, Morales B, Sanginés G, Fuente M, Ávila G, Pérez-Gil R. 2011. Harina de crustáceos en Raciones de Gallinas Ponedoras. Efecto en las variables productivas y evaluación sensorial de huevos almacenados en diferentes condiciones. *Revista Cubana de Ciencia y Tecnología.* 45:171-176. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245013>.

CARRILLO-DOMÍNGUEZ S, Carranco- Jauregui M, Castillo-Domínguez R, Castro-González M, Ávila-González E, Pérez-Gil F. 2005. Cholesterol and n-3 and n-6 fatty acid content in eggs from laying hens fed with red crab meal (*Pleuroncodes planipes*). *Poultry Science.* 84:167-172. PMID:15685957.

CARRILLO S, Ávila E, Vázquez C, Calvo C, Carranco M, Pérez-Gil F. 2012. Modificación en la composición de ácidos grasos del huevo al incluir aceite de sardina y ácido linoleico conjugado en dietas para gallinas ponedoras. *Archivos Médicos Veterinarios.* 44:243-251. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300006>.

CASTILLO R. 2004. Efecto del aceite de sardina sobre el contenido de colesterol y ácidos grasos n-3 y n-6 en huevo de gallina. Tesis de maestría. Universidad de Colima. Colima, México. [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/CASTILLO\\_DOMINGUEZ\\_ROSA\\_MARIA.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/CASTILLO_DOMINGUEZ_ROSA_MARIA.pdf)

CASTILLO-BADILLO C, Vázquez-Valladolid J, González-Alcorta M, Morales-Barrera E, Castillo-Domínguez R, Carrillo-Domínguez. 2005. El aceite de atún como fuente de ácidos grasos  $\omega$ -3 en el huevo de gallina. *Grasas y Aceites*. 56:153-159. <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewFile/124/124>.

CICUAE-Aves. FMVZ-UNAM. 2003. Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales Experimentales-Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de las aves de experimentación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/cicuae.html>

GONZÁLEZ-ESQUERRA R. 2000. Lesson S. Effect of feeding hens regular or deodorized Menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. *Poultry Science*. 79:1597-1602. PMID:11092332.

GONZÁLEZ-EZQUERRA R, Lesson S. 2001. Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with omega-3 fatty acids. *Canadian Journal of Animal Science*, 2001, 81(3): 295-305. <https://doi.org/10.4141/A00-092>

GARCÍA C. Albalá C. 1998. Composición lipídica de huevos de gallinas alimentadas con productos grasos y proteínicos marinos. *Sociedad Latino Americana de Nutrición*. 48:15. <http://www.worldcat.org/title/composicion-lipidica-de-huevos-de-gallinas-alimentadas-con-productos-grasos-y-proteicos-marinos/oclc/69880982>.

HARGIS P. Van Elswyk M. Hargis B. 1991. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. *Poultry Science*. 70:874-883. PMID:1908579.

HAUGH R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*. 43:552-573.

HY Line. 2013. MTBLUP [online]. Guía de manejo, Ponedoras comerciales, Hy Line W36. Disponible en la Web: [http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/W36\\_COM\\_SPN.pdf](http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/W36_COM_SPN.pdf)

JACKSON A. 2008. Los omega-3 más saludables EPA y DHA se encuentran principalmente en el aceite y harina de pescado. International fishmeal and fish oil organization (IFFO). <http://www.ifo.net/es/system/files/DPSP4.pdf>.

LAUDADIO V. Ceci E. Lastella N. Tufarelli V. 2015. Dietary high-polyphenols extra-virgin olive oil is effective in reducing cholesterol content in eggs. *Lipids and health and disease*. 14:1-7. doi: 10.1186/s12944-015-0001-x.

MORALES-BARRERA J, González M, Castillo R, Prado O, Hernández H, Menconi A, Téllez G, Marshal B, Carrillo S. 2013<sup>a</sup>. Fatty acid deposition on broiler meat in chickens supplemented with tuna oil. *Food and Nutrition Sciences*. 4:16-20. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.49A1003>.

MORALES-BARRERA J, González M, Castillo R, Prado O, Vázquez J, Hernández X, Menconi A, Téllez G, Marshal B, Carrillo S. 2013b. Effect of time and fatty acid composition in eggs of white leghorn hens supplemented whit tuna oil. *Food and Nutrition Sciences*. 4:39-44. [DOI:10.4236/fns.2013.49A1007](https://doi.org/10.4236/fns.2013.49A1007).

National Research Council. 1994. "Nutrient Requirements of Poultry" 9<sup>th</sup> Revised Edition, National Academy Press, Washington DC.

OH S, Ryue J, Hsieh C, Bell D. 1991. Eggs enriched in w-3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure. *American Journal Clinical Nutrition*. 54:689-695. PMID:1897475.

PEDRERO F, Pangborn R. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos Analíticos. Ed, Alambra Mexicana. 105-107 p. <http://www.worldcat.org/title/evaluacion-sensorial-de-los-alimentos-metodos-analiticos/oclc/34964910>.

SIMOPOULOS A P. 2009. Evolution aspect of the dietary Omega-6:Omega-3 fatty acid ratio: Medical implications. *World Review of Nutrition and Dietetics*. 100:1-21. [doi:10.1159/000235706](https://doi.org/10.1159/000235706).

SAS institute Inc. 2002 "SAS User's Guide: Statistics, "SAS Institute Inc., Cary.

VIDAL T, Pereira A, Abreu V, Freitas E, Sousa M, Zapata J. 2013. Egg quality and yolk lipid composition of laying hens diets containing cashew nut meal. *Food Science and Technology*. 33:172-179. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000006>

YI H, Taek K, Regenstein J, Woo S. 2014. Fatty acid composition and sensory characteristics of eggs obtained from hens fed flaxseed oil dried whitebait and/or fructo-oligosaccharide. *Asian-Australasian Journal and Animal Sciences*. 27:1026-10. DOI: [10.5713/ajas.2013.13775](https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13775).