

## VALOR PIGMENTANTE Y NUTRITIVO DEL ALGA ESPIRULINA EN DIETAS PARA GALLINAS EN POSTURA

M.V.Z. ANDRÉS BEZARES S.<sup>1</sup>  
ING. AGR. COSME ARTEAGA F.<sup>2</sup>  
M.V.Z., M.S. ERNESTO AVILA G.<sup>1</sup>

### Resumen

Fueron realizados dos experimentos con gallinas de una línea comercial Leghorn, para estudiar el efecto de la adición de espirulina en niveles de 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% y 0, 1, 2, 3, 4, 5% en dietas con igual contenido de proteína. Cada tratamiento se ofreció por triplicado a grupos de 10 aves cada uno. Los resultados obtenidos en 70 días y 126 días respectivamente indicaron que no existen diferencias estadísticas en consumo de alimento, producción de huevo, peso del huevo y conversión alimenticia. Al valorar visualmente la pigmentación de la yema de los huevos con el abanico colorimétrico de Roche, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos en los dos experimentos. El color de la yema de los huevos se incrementó linealmente ( $P < 0.05$ ) a medida que se aumentó el nivel de espirulina en las dietas. Los niveles de 7.5 y 10% de espirulina impartieron un color superior al número 15 de la escala colorimétrica de Roche. En ambos trabajos las dietas testigo contenían una combinación de carotenoides sintéticos.

La espirulina es una fuente de proteína de las llamadas "no convencionales" siendo ésta un alga cianoficia pluricelular. El cultivo de la espirulina, a diferencia de otras algas, no presenta problemas y su rendimiento es favorable para su industrialización (Avalos, 1973).

Esta alga crece en el Lago de Texcoco, en un lugar denominado "El Caracol". Estudios sobre el aspecto nutricional de ésta han sido realizados por el Instituto Francés del Petróleo y la Compañía Sosa-Texcoco, S.A., y algunas de las características principales de esta alga son un elevado contenido de proteína (50-60%), un buen balance de aminoácidos esenciales y un contenido de xantófilas (1.5 g/kg). En estudios preliminares con pollos, Márquez, Avila y Shimada (1974) encontraron que la proteína es deficiente en lisina y que sólo cantidades pequeñas de pasta de soya pueden ser reemplazadas por espirulina sin efecto en el crecimiento. Avila y Cuca (1974) mostraron en un estudio con gallinas en postura que la espirulina es una fuente pigmentante más potente que la harina de flor de campasúchil; en ese estudio las adiciones del

alga fueron extra del 100% en las dietas. Por este motivo en este estudio la espirulina fue estudiada como sustituto de la pasta de ajonjolí o de soya de las dietas y su valor pigmentante comparado con el de carotenoides sintéticos.

### Material y métodos

Se realizaron dos experimentos con gallinas en producción de huevo de una línea comercial Leghorn blanca. El primero se realizó en el campo Experimental "El Horno" en Chapingo, Méx., y el segundo en el Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Ver., México. Los diseños experimentales usados en ambos trabajos fueron completamente al azar. Agua y alimento se ofrecieron *ad libitum*. Se llevaron registros de producción, peso del huevo y consumo de alimento. Cada semana se midió la coloración visual de la yema (con el abanico colorimétrico de Roche) de seis huevos por cada tratamiento. A los ingredientes usados en las raciones se determinó la composición proximal de acuerdo a los métodos de la AOAC (1965).

*Experimento 1.* Se emplearon 150 gallinas de 30 semanas de edad, las cuales se distribuyeron en 15 grupos de 10 aves cada uno, alojándolas en jaulas individuales. Se estudió la adición de espirulina en niveles de 0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0% en sustitución de la pasta

Recibido para su publicación el 3 de noviembre de 1975.

<sup>1</sup> Departamento de Avicultura. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SAG, km 15.5 Carretera a Toluca, Palo Alto, DF.

<sup>2</sup> Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Ver., Sucursal "A", Apartado Postal 898, Veracruz, Ver.

de soja de las dietas. Las dietas experimentales se ofrecieron por triplicado a grupos de 10 aves cada uno. La composición de las dietas utilizadas aparece en el Cuadro 1. El contenido de proteína fue similar en todos los tratamientos. La dieta testigo fue suplementada con carotenoides sintéticos a razón de 30 g de carofil amarillo y 10 g de carofil rojo por tonelada de alimento. Esta concentración de carotenoides sintéticos se asemeja al nivel que usan algunos avicultores en la fabricación de alimento, ya que da una coloración aceptable a la yema del huevo. La duración de este experimento fue de 70 días.

dro 2. Los niveles de proteína fueron similares en todos los tratamientos. La dieta testigo fue suplementada con una combinación de 40 g de carofil amarillo y 20 g de carofil rojo por tonelada de alimento, con objeto de comparar un nivel alto de carotenoides con los diferentes niveles de espirulina. La duración de este experimento fue de 126 días.

## Resultados y discusión

*Experimento 1.* Los datos promedio obtenidos en este estudio aparecen en el Cua-

CUADRO 1  
Composición de las dietas con espirulina empleadas en gallinas ponedoras  
(Experimento 1)

Ingredientes	Espirulina %				
	0 %	2.5 %	5.0 %	7.5 %	10.0 %
Sorgo (8.43%) <sup>a</sup>	64.953	65.357	65.882	66.307	66.807
Pasta de soja (44.50%)	16.500	13.600	10.575	7.590	4.590
Pasta de ajonjolí (45.18%)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Espirulina (51.20%)	—	2.500	5.000	7.500	10.000
Carbonato de calcio	5.500	5.540	5.540	5.600	5.600
Harina de hueso	2.550	2.550	2.550	2.550	2.550
Sal	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales <sup>b</sup>	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
Pigmentos <sup>c</sup>	0.004	—	—	—	—
<i>Análisis calculado:</i>					
Proteína	17.33	17.35	17.32	17.31	17.30
Met + cis	0.55	0.57	0.60	0.61	0.65
Lisina	0.77	0.77	0.71	0.68	0.65
Calcio total	3.00	3.01	3.00	3.01	3.00
Fósforo total	0.70	0.70	0.71	0.71	0.71
Energía metabolizable Kcal/kg	2,797	2,807	2,818	2,828	2,839

<sup>a</sup> Indica el contenido proteico del ingrediente.

<sup>b</sup> Cuca y Avila (1974).

<sup>c</sup> 30 g de carofil amarillo + 10 g de carofil rojo por tonelada de alimento (Cortesía de Laboratorios Roche).

*Experimento 2.* Se utilizaron 120 gallinas de 30 semanas de edad las que se dividieron en 12 lotes de 10 aves cada uno. La espirulina se incluyó en las dietas en niveles de 0, 1, 2, 3, 4 y 5% en sustitución de la pasta de ajonjolí. Cada tratamiento se proporcionó a tres grupos de 10 aves cada uno. La composición de la dieta base aparece en el Cua-

dro 3. No se encontraron diferencias estadísticas en porcentaje de postura, peso promedio del huevo y conversión alimenticia. Al comparar el color de la yema del huevo entre los tratamientos con espirulina, se observó un efecto lineal ( $b=0.62$ ) ( $P<0.05$ ) que tendía a incrementarse a medida que se aumentó el nivel de espirulina en las dietas. Los niveles

CUADRO 2

Composición de la dieta base utilizada en gallinas ponedoras (Experimento 2)

Ingredientes	%
Maíz blanco (8.34%) <sup>a</sup>	71.094
Pasta de ajonjolí (43.86%)	11.000
Harina de pescado (57.71%)	11.000
Harina de hueso	1.500
Carbonato de calcio	5.000
Sal	0.400
Vitaminas y minerales trazab	+
Pigmentos <sup>c</sup>	0.006
<i>Análisis calculado:</i>	
Proteína	17.10
Met + cis	0.60
Lisina	0.78
Calcio total	3.27
Fósforo total	0.80
Energía metabolizable Kcal/kg	3,000

<sup>a</sup> Igual que en el Cuadro 1.

<sup>b</sup> Cuca y Avila (1974).

<sup>c</sup> 40 g de carofil amarillo + 20 g de carofil rojo por tonelada de alimento (Cortesía de Laboratorios Roche).

de 7.5 y 10% de espirulina en las dietas proporcionaron una pigmentación a la yema del huevo en muchas ocasiones superior al nivel más alto de la escala colorimétrica de Roche; cuando los índices de color fueron

superiores, los valores se calcularon en forma arbitraria. Estos niveles de espirulina (7.5 y 10%), después de 30 días de comenzado el experimento, proporcionaron una coloración amarilla intensa en los picos, piel y tarsos de las gallinas que pertenecían a estos tratamientos, lo que ocasionó que estas aves parecían no estar en producción. Sin embargo, como se indicó, en producción de huevo no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos. La principal limitante del empleo de estos niveles (7.5 y 10%) sería la coloración roja intenso impartida a la yema del huevo desde el punto de vista de aceptación en el mercado. La pigmentación de la yema del huevo en el tratamiento testigo (40 mg de carotenoides sintéticos por kg de alimento) fue menor ( $P < 0.05$ ) que en cualquiera de los niveles de espirulina empleados. Los resultados de este experimento indican que las gallinas soportan niveles de espirulina mayores que los pollos, ya que Bezares, Rossainz y Avila (1975) informan que con 10% de espirulina en la dieta de pollos de engorda se reduce el crecimiento. Los datos de este experimento confirman lo encontrado por Gutton (1970) y Avila y Cuca (1974) quienes indican que la espirulina es una buena fuente de pigmento.

*Experimento 2.* En porcentaje de postura, peso promedio del huevo y conversión ali-

CUADRO 3

Efecto de la adición de espirulina en dietas para gallinas en postura (Experimento 1)

Espirulina (%)	Resultados promedio en 70 días <sup>1</sup>			
	% de postura	Peso promedio del huevo (g)	Conversión alimenticia	Coloración de la yema <sup>a</sup>
0	63.2	56.8	2.58	8.8 <sup>b</sup>
2.5	66.1	55.7	2.72	13.2 <sup>c</sup>
5.0	68.1	55.4	2.51	14.0 <sup>d</sup>
7.5	62.5	55.6	2.67	15.3 <sup>e</sup>
10.0	61.4	56.1	2.94	15.5 <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Apreciación visual con el abanico colorimétrico de Roche.

<sup>b, c, d, e</sup> Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup> Las desviaciones estándar para % de postura, peso promedio del huevo, conversión alimenticia y coloración de la yema fueron: 8.31, 1.07, 0.24, 0.37, respectivamente.

CUADRO 4

Efecto del alga espirulina en la producción de huevo y coloración de la yema  
(Experimento 2)

Espirulina (%)	Resultados promedio en 126 días*			
	% de postura	Peso promedio del huevo (g)	Conversión alimenticia	Coloración de la yema <sup>a</sup>
0	74.9	58.1	2.64	14.4 <sup>f</sup>
1	70.3	58.3	2.69	6.7 <sup>b</sup>
2	73.4	57.7	2.74	10.2 <sup>c</sup>
3	74.6	58.1	2.57	12.0 <sup>d</sup>
4	69.0	57.0	2.87	13.2 <sup>e</sup>
5	76.6	57.1	2.72	14.1 <sup>f</sup>

\* Apreciación visual con el abanico colorimétrico de Roche.

<sup>b, c, d, e, f</sup> Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

<sup>a</sup> Las desviaciones estándar para % de postura, peso promedio del huevo, conversión alimenticia y coloración de la yema fueron: 3.63, 1.35, 0.17 y 0.35, respectivamente.

menticia no se encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los tratamientos entre sí (Cuadro 4). En la coloración visual de las yemas, se encontró un efecto lineal ( $b=1.8$ ) ( $P < 0.05$ ) a medida que aumentó el nivel de espirulina en las dietas. Al comparar la pigmentación de la yema del huevo del grupo testigo (60 mg de carotenoides sintéticos/kg de alimento) y las del grupo con 5.0% de espirulina, no se encontraron diferencias estadísticas entre estos tratamientos. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los obtenidos en el primer experimento en el sentido de que la espirulina puede reemplazar parte de la fuente proteica de la dieta y a la vez impartir pigmentación a la yema del huevo. Con niveles de 2-3% de espirulina que equivale a 30-45 mg de xantofilas/kg de alimento se obtiene una coloración aceptable; estos niveles de xantofilas, necesarios para una buena pigmentación, han sido informados también de otras fuentes de xantofilas (Cuca, Pino y Mendoza, 1963; Mendoza y Pino, 1964).

De los resultados obtenidos en estos experimentos y bajo las condiciones empleadas se puede concluir: que la espirulina es una buena fuente de proteína y de pigmento en dietas para gallinas. El uso de 2-3% de espirulina

en las dietas produce una coloración aceptable a la yema del huevo, pero el empleo de mayores cantidades deberá limitarse, debido a que los niveles altos imparten un color indeseable a la yema del huevo desde el punto de vista del mercado.

#### Agradecimiento

Se agradece al Ing. Claudio Santillán, de Sosa-Textcoco, SA, el haber proporcionado la espirulina empleada en este trabajo. Al M.V.Z. J.J.P. Hernández Ledezma, del Centro Experimental Pecuario "La Posta", Paso del Toro, Ver., su colaboración en la captación de algunos datos experimentales.

#### Summary

Leghorn-type hens were used in two experiments to evaluate the egg pigmenting potential of xanthophylls in spiruline algae. Levels of 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10 and 0, 1, 2, 3, 4 and 5% of spiruline replaced soybean or sesame meal protein in the laying hen diets, respectively. Results obtained in 70 and 126 days showed no significant differences in egg production, egg weight, feed consumption or feed

efficiency. Egg yolk pigmentation increased linearly ( $P < 0.05$ ) in both experiments as the level of spiruline increased in the diets. Spiruline levels of 7.5 and 10.0% gave higher

yolk color than the No. 15 on the Roche colour fan (1 to 15). The control diets were supplemented with commercial synthetic carotenoids.

#### Literatura citada

- AOAC, 1965, Association of Official Agricultural Chemist, *Official Methods of Analysis*, 10th Ed., Washington, D.C.
- AVALOS, R.M., 1973, Desarrollo de un alimento infantil a base de cereales enriquecidos con espirulina. Tesis de licenciatura. Esc. Nal. Ciencias Biológicas. *Instituto Politécnico Nacional*, p. 5-7.
- AVILA, G.E., y M. CUCA G., 1974, Efecto de la alga *Spirulina geitleri* sobre la pigmentación de la yema de huevo, *Téc. Pec. Méx.* 26:47-48.
- BEZARES, S.A.; MARÍA ANTONIA ROSSAINZ H., y E. AVILA G., 1975, Valor nutritivo del alga (*Spirulina geitleri*) en dietas para pollos de engorda, Resúmenes XII Reunión Anual, *Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias*, SAG, p. 5.
- CUCA, M.; J.A. PINO, y CARMEN MENDOZA, 1963, El uso de pigmentos en la alimentación de las aves, *Téc. Pec. Méx.* 2:39-42.
- CUCA, G.M., y E. AVILA, G., 1974, La alimentación de las aves de corral, SAG. Colegio de Postgraduados ENA, Chapingo, *Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias*, Boletín. p. 11-12.
- GUTTON, M., 1970, Etude sur poulet jaune des algues Spirulines de l'Institut Français Du Pétrole, *Union des fabricants des aliments composés*, Vigny, France.
- MÁRQUEZ VERÓNICA, E.; AVILA G., y A.S. SHIMADA, 1974, Estudios preliminares sobre el valor nutritivo del alga espirulina para pollos de engorda, Actas y Abstractos, XV Congreso y Exposición Mundiales de Avicultura, USA. p. 486-487.
- MENDOZA, DE F. CARMEN, y J.A. PINO, 1964, Efecto pigmentante de tres fuentes de xantofilas sobre la yema de huevo, *Téc. Pec. Méx.*, 3:20-23.