

EL VALOR ALIMENTICIO DEL ALGA ESPIRULINA (*Spirulina geitleri*) EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA

ANDRÉS BEZARES SANSORES¹
MA. ANTONIA ROSSAINZ H.¹
ERNESTO AVILA GONZÁLEZ¹

Resumen

Para estudiar el valor alimenticio de la espirulina (*Spirulina geitleri*) en dietas para pollos de engorda se llevaron a cabo tres experimentos. En el primero se incluyó 0, 5, 10 y 15% de espirulina en las dietas durante todo el ciclo o únicamente en la fase de engorda (1 a 9 semanas o 5 a 9 semanas de edad). Los datos obtenidos a la 9ª semana de edad indicaron que la ganancia de peso se reduce ($P < 0.05$) con 10 y 15% de espirulina en las dietas; siendo este efecto mayor en los pollos que recibieron estos niveles todo su ciclo. En conversión alimenticia se observó esta misma tendencia. La pigmentación aumentó a medida que se incrementó el nivel de espirulina en las dietas; siendo mayor este efecto en las aves que recibieron la espirulina toda su vida. En el segundo experimento se estudió la adición de aceite vegetal (0, 2.5 y 5.0%) en dietas de iniciación con 20% de espirulina. La ganancia de peso y la conversión alimenticia mejoraron significativamente con la adición de aceite en las dietas, no existiendo diferencia estadística entre los tratamientos con 2.5 y 5% de aceite. En un tercer experimento, se compararon dietas sorgo + espirulina de dos lotes de espirulina con diferente contenido de proteína (47.06 y 64.56%) con y sin adición de aceite (2.5%). En 28 días de experimentación, se encontró que la ganancia de peso de los pollos era similar ($P > 0.05$) para las dietas con los dos lotes de espirulina y ambas dietas respondían significativamente a la adición del aceite.

Desde hace algunos años se ha estudiado la posibilidad de emplear el alga espirulina (*Spirulina geitleri*) como un ingrediente en la alimentación animal. Trabajos realizados en aves por varios investigadores (Gutton, 1970; Avila y Cuca, 1974; Bezares, Arteaga y Avila, 1976; Silerio, Mendoza y Avila, 1976) han demostrado que el alga espirulina es una buena fuente de xantofilas para la pigmentación de la yema de huevo y tarsos y piel de pollos de engorda. Robles, Soriano y Shimada (1975) encuentran que es factible emplear la espirulina como fuente de proteína en la alimentación del cerdo tomando en cuenta que lisina es el primer aminoácido limitante. Sin embargo, en estudios con pollos, Márquez, Avila y Shimada (1974) observan sólo una respuesta ligera a la suplementación de lisina y concluyen que sólo pequeñas cantidades de pasta de soya pueden ser sustituidas por espirulina sin efecto en el crecimiento.

Recibido para su publicación el 4 de abril de 1977.

¹ Departamento de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, Km 15½ Carretera México-Toluca, Palo Alto, D.F.

Por tal motivo el presente estudio se realizó con objeto de investigar el efecto de varios niveles del alga espirulina en dietas para pollos de engorda y la respuesta a la adición de aceite en dietas con niveles altos del producto.

Material y métodos

Se realizaron tres experimentos con pollos de engorda sin sexar de 7 días de edad, los que fueron obtenidos de 1 día de nacidos de una casa comercial. Los pollos fueron alojados en criadoras eléctricas en batería en la fase de iniciación y en la fase de engorda se alojaron en jaulas para aves en desarrollo. En la primera semana de vida se les proporcionó una dieta común de iniciación con 23% de proteína. Las dietas experimentales se ofrecieron por triplicado a grupos de 9 o 10 pollos cada uno. Se les ofreció agua y alimento *ad libitum*. Cada semana se registraron datos de ganancia de peso, consumo de alimento y se calculó la conversión alimenticia. Se les determinó la composición proximal a los ingredientes usados en las raciones de acuerdo a los métodos de la AOAC (1965).

Experimento 1. Se utilizaron 210 pollos de engorda en los que se estudió el efecto de varios niveles de espirulina (0, 5, 10 y 15%) en dietas isoproteicas e isocalóricas sorgo + soya para pollos de una a nueve semanas o de cinco a nueve semanas de edad (durante todo el ciclo o solamente en la fase de engorda).

El diseño experimental empleado fue completamente al azar. La composición de las dietas utilizadas de 1 a 5 semanas o 5 a 9 semanas se muestran en los Cuadros 1 y 2. Al finalizar el experimento se tomaron muestras de heces para determinar su humedad; se midió también la coloración de los tarsos en los pollos con el abanico colorimétrico de Roche.

Experimento 2. Se emplearon 108 pollos de engorda que se estudiaron en el lapso de 7 a 35 días de edad, en los que se estudió el efecto de la adición de aceite (0, 2.5 y 5%) en dietas sorgo + soya con 20% de espirulina; se empleó como testigo una dieta sorgo + soya sin espirulina. La composición de las dietas experimentales aparece en el Cuadro 3. El diseño experimental empleado fue completamente al azar. Durante los últimos cuatro días del experimento, se colectaron las

heces en forma total y se pesó el alimento para determinar el consumo diario durante estos días. Tanto al alimento como a las excretas se les determinó humedad y nitrógeno por los métodos descritos en el AOAC (1965) para calcular el valor de retención de nitrógeno.

Experimento 3. Se utilizaron 150 pollos estudiados entre 7 y 35 días de edad en los que se compararon dietas sorgo + espirulina elaboradas con 2 lotes de espirulina con diferente contenido de proteína con y sin la adición de aceite (2.5%). El diseño experimental usado fue completamente al azar en un arreglo factorial $2 \times 2 + 1$, siendo el primer factor los dos lotes de espirulina una con un contenido de 47.06% y otra con 64.56% de proteína (baja y alta, respectivamente), el segundo factor la adición de 0 y 2.5% de aceite; se contó además con una dieta testigo sorgo + soya sin espirulina ni aceite. La composición de las dietas experimentales aparece en el Cuadro 4.

Resultados y discusión

Experimento 1. Los datos promedio obtenidos al finalizar la novena semana de edad

CUADRO 1

Composición de las dietas de iniciación (1-5 semanas) con el alga espirulina (Exp. 1)

Ingredientes	Espirulina			
	0%	5%	10%	15%
Sorgo (7.51%) ^a	58.845	59.509	60.250	60.165
Pasta de soya (52.0%)	35.900	30.866	25.875	20.950
Espirulina (51.20%)	—	5.000	10.000	15.000
Harina de hueso	3.150	3.150	3.150	3.150
Sal	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales ^b	0.125	0.125	0.125	0.125
Aceite de cártamo	1.280	0.600	—	—
DL-metionina	0.300	0.250	0.200	0.150
L-lisina HCl 78%	—	—	—	0.060
Análisis calculado				
Proteína	23.09	23.09	23.09	23.09
Met + cis	0.87	0.87	0.87	0.87
Lisina	1.36	1.30	1.25	1.25
Energía metabolizable Kcal/kg	2,938	2,927	2,919	2,938

- ^a Indica el contenido proteico del ingrediente.
- ^b Cuca y Avila (1974).

CUADRO 2

Composición de las dietas de finalización (5-9 semanas) con el alga espirulina (Exp. 1)

Ingredientes	Espirulina			
	0%	5%	10%	15%
Sorgo (8.25%) ^a	59.202	61.900	63.588	65.382
Pasta de soya (45.18%)	33.645	27.669	21.670	15.500
Espirulina (51.20%)	—	5.000	10.000	15.000
Harina de hueso	3.150	3.206	3.262	3.333
Sal	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales ^b	0.125	0.125	0.125	0.125
DL-metionina	0.250	0.190	0.150	0.090
L-lisina HCl 78%	—	—	0.080	0.170
Aceite de cártamo	2.315	1.510	0.727	—
Cempasúchil	0.909	—	—	—
Carofil rojo ^c	0.004	—	—	—
Análisis calculado				
Proteína	20.16	20.16	20.16	20.16
Met + cis	0.75	0.75	0.75	0.75
Lisina	1.14	1.10	1.10	1.10
Energía metabolizable Kcal/kg	3,015	3,002	2,988	2,971

^a Véase el Cuadro 1.^b Cuca y Avila (1974).^c Cortesía de los Laboratorios Roche, S.A. de C.V.

CUADRO 3

Composición de las dietas experimentales empleadas con 20% de espirulina y aceite (Exp. 2)

Ingredientes	Soya %	Aceite		
		0% ^a	2.5%	5.0%
Sorgo (8.75%) ^b	55.990	59.812	56.682	53.733
Pasta de soya (46.37%)	39.055	16.270	16.890	17.339
Espirulina (51.20%)	—	20.000	20.000	20.000
Harina de hueso	2.400	2.400	2.400	2.400
Carbonato de calcio	0.700	0.700	0.700	0.700
Sal	0.400	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales ^c	0.155	0.155	0.155	0.155
DL-metionina	0.300	0.090	0.100	0.100
Aceite de cártamo	1.000	—	2.500	5.000
L-lisina HCl 78%	—	0.173	0.173	0.173
Análisis calculado				
Proteína %	23.01	23.01	23.01	23.00
Lisina	1.35	1.25	1.26	1.25
Met + cis	0.86	0.86	0.86	0.86
Energía metabolizable Kcal/kg	2,910	2,975	3,116	3,367

^a Indica el porcentaje de aceite.^b Véase el Cuadro 1.^c Cuca y Avila (1974).

CUADRO 4

Composición de las dietas experimentales empleadas que incluyeron dos lotes de espirulina con diferente contenido de proteína (Exp. 3)

Ingredientes	Dietas %		
	Soya	Espirulina alta	Espirulina baja
	%	%	%
Sorgo (8.18%) ^a	58.550	66.259	52.949
Pasta de soya (48.56%)	37.495	—	—
Espirulina (64.56%)	—	27.215	—
Espirulina (47.06%)	—	—	40.525
Harina de hueso	2.400	2.400	2.400
Carbonato de calcio	0.700	0.800	0.800
Sal	0.400	0.400	0.400
Vitaminas y minerales ^b	0.155	0.155	0.155
DL-metionina	0.300	—	—
L-lisina HCl 78%	—	0.271	0.271
Arena ^c	—	2.500	2.500
Análisis calculado			
Proteína %	23.0	23.0	23.0
Met + cis	0.86	0.91	0.92
Lisina	1.35	1.17	1.18
E.M. Kcal/kg	2,855	3,001	2,980

^a Véase Cuadro 1.

^b Cuca y Avila (1974).

^c A expensas de la arena se incluyó a las dietas 2.5% de aceite.

aparecen en el Cuadro 5. La ganancia de peso se reduce conforme aumenta el nivel de espirulina en las dietas, siendo más pronunciado este efecto en los pollos que recibieron la espirulina de una a nueve semanas de edad. En conversión alimenticia se observó esta misma tendencia. Al comparar estadísticamente los tratamientos, no se encontraron diferencias en ganancia de peso y conversión alimenticia entre el tratamiento testigo (0%) y los que incluyeron 5% de espirulina; ya sea cuando se ofreció de una a nueve semanas o únicamente de cinco a nueve semanas de edad. Cuando se realizó el análisis de regresión para ganancia de peso, se observó un efecto cuadrático significativo ($P < 0.01$) y se explica por el hecho de que al adicionar hasta 5% de espirulina en las dietas, existe un aumento de peso en los pollos, pero al incrementarse el nivel de espirulina la ganancia de peso se reduce. La pigmentación de los tarsos aumen-

tó a medida que se incrementó el nivel de espirulina en las dietas; siendo mayor este efecto en los pollos de una a nueve semanas de edad que consumieron la espirulina. La pigmentación de los pollos del grupo testigo (suplementado con xantofilas naturales y carotenoides sintéticos) fue similar a la obtenida con la adición de 5 y 10% de espirulina en la fase de engorda (5 a 9 semanas de edad) y con la de 5% de espirulina en los pollos de una a nueve semanas de edad. Los resultados de este estudio están de acuerdo con lo informado por Gutton (1970), Avila y Cuca (1974) y Silerio, Mendoza y Avila (1976), quienes indican que las xantofilas presentes en la espirulina son de alto valor biológico. Por otra parte los datos corroboran lo encontrado por Márquez, Avila y Shimada (1974), quienes indican que sólo es posible reemplazar pequeñas cantidades de soya por espirulina. En este estudio al incrementarse la espirulina

CUADRO 5

Efecto de niveles de espirulina en dietas para pollos de engorda (Exp. 1)

Resultados de 1-9 semanas de edad				
Espirulina %	Ganancia de peso (g) ^a	Conversión alimenticia	Coloración de los tarsos ^b	% de humedad en heces
0 ^c	1,217 ^a	2.65 ^{ef}	9 ^a	81.8 ^{ef}
5	1,268 ^c	2.60 ^e	10 ^{ef}	81.0 ^c
10	1,088 ^{fc}	2.80 ^{ef}	11 ^{efx}	84.0 ^{ef}
15	942 ^b	3.38 ^f	13 ^f	89.1 ^f
5 ^d	1,175 ^{ef}	2.67 ^{ef}	11 ^{efx}	84.3 ^{ef}
10	1,078 ^f	2.90 ^f	12 ^{fx}	85.8 ^{fx}
15	841 ^b	3.78 ^b	13 ^f	88.9 ^f

^a Peso promedio inicial por pollo 76.0 g.

^b Apreciación visual con el abanico colorimétrico de Roche.

^c Indica los niveles de espirulina empleados de 5-9 semanas de edad.

^d Indica los niveles de espirulina utilizados de 1-9 semanas de edad.

^{e, f, g, h} Números con distinta letra son estadísticamente diferentes (P < 0.05). Las desviaciones estándar para ganancia de peso, conversión alimenticia, coloración de los tarsos y % de humedad en heces fueron: 49.47, 0.145, 1.19 y 2.25, respectivamente.

en las dietas la humedad en las heces aumentó (P < 0.05), datos que están de acuerdo con lo informado por Gutton (1970), quien indica que se debe al alto contenido de celulosa en la espirulina, así como también a su alto porcentaje en sodio.

Experimento 2. Los datos obtenidos en 28 días de experimentación se muestran en el Cuadro 6. Se observa que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos para consumo de alimento y retención de nitrógeno.

Para ganancia de peso y conversión alimenticia se encontró un efecto benéfico (P < 0.05) a la adición de aceite en las dietas con espirulina; este efecto encontrado a la adición de aceite, sugiere que el valor energético calculado informado por Gutton (1970) para la espirulina (3,300 Kcal EM/kg) es menor y es la razón principal por la que se obtienen menores crecimientos con dietas que contienen altos porcentajes de espirulina.

Experimento 3. Los resultados promedio

CUADRO 6

Efecto de la adición de aceite a dietas sorgo + soya con 20% de espirulina (Exp. 2)

Datos promedio de 7-35 días de edad ^a				
Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia	Retención de nitrógeno %
Soya	564.7 ^b	1,201 ^b	2.13 ^b	40.61 ^b
Espirulina	499.8 ^c	1,159 ^b	2.32 ^c	39.77 ^b
Espirulina + 2.5% de aceite	596.1 ^b	1,238 ^b	2.09 ^b	48.56 ^b
Espirulina + 5.0% de aceite	561.3 ^b	1,178 ^b	2.10 ^b	44.06 ^b

^a Peso promedio inicial por pollo 85.5 g.

^{b, c} Números con distinta letra son estadísticamente diferentes (P < 0.05). Las desviaciones estándar para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y retención de nitrógeno fueron: 42.89, 30.16, 0.124 y 3.45, respectivamente.

CUADRO 7

Efecto de la adición de aceite en dietas con dos diferentes lotes de espirulina como la única fuente suplementaria de proteína (Exp. 3)

Tratamientos	Resultados de 28 días de experimentación ^a		
	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia
Soya	609.3 ^b	1,380 ^b	2.26 ^b
Espirulina alta	487.8 ^d	1,373 ^b	2.97 ^c
Espirulina baja	452.0 ^d	1,180 ^c	2.38 ^b
Espirulina alta + aceite	549.3 ^c	1,310 ^b	2.61 ^{bc}
Espirulina baja + aceite	533.0 ^c	1,189 ^c	2.23 ^b

^a Peso promedio inicial 7 días de edad 97.3 g.

^{b, c, d} Números con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Las desviaciones estándar para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron: 35.37, 43.47 y 0.15, respectivamente.

obtenidos en 28 días aparecen en el Cuadro 7. El crecimiento de los pollitos fue menor ($P < 0.05$) para las dietas sorgo + espirulina con respecto a la dieta testigo sorgo + soya. Sin embargo, la ganancia de peso aumentó significativamente con las dietas de espirulina que contenían aceite. Al comparar estadísticamente los tratamientos con espirulina alta o baja en proteína no se encontraron diferencias estadísticas, lo que sugiere que la calidad nutritiva es la misma para espirulinas altas o bajas en proteínas. Los datos obtenidos en respuesta a la adición de aceite confirman lo encontrado en el segundo experimento y afirman lo ya aseverado de que la energía metabolizable de la espirulina es menor a la que ha sido calculada (Cutton, 1970). Por otra parte, también los resultados de este experimento están de acuerdo con lo informado por Márquez, Avila y Shimada (1974), quienes encontraron que dietas con altos niveles de espirulina reducen el crecimiento de los pollos.

De los resultados obtenidos se concluye que el empleo de 5% de espirulina en dietas para pollos de engorda proporciona una buena pigmentación y no tiene efectos adversos en ganancia de peso o conversión alimenticia. El uso de niveles mayores requiere la suplementación de energía.

Summary

Three experiments were conducted to evaluate spiruline algae (*Spirulina geitleri*) as a protein source for broiler chicks. In Experiment 1, levels of 0, 5, 10 and 15% of spiruline were included in the diets during the whole cycle or only in the growing phase (1-9 weeks or 5-9 weeks of age). Data obtained at 9 weeks of age indicated that weight gain and feed conversion are depressed with 10 and 15% of spiruline; being this effect higher for chicks receiving those levels during the whole cycle. Pigmentation increased as the level of algae increased in the diets; being higher the effect in chicks fed spiruline from 1-9 weeks. In Experiment 2, oil addition (0, 2.5 and 5.0%) in starting diets containing 20% spiruline was studied, weight gain and feed efficiency were significantly improved with oil addition. Treatment comparisons showed no significant differences between 2.5 and 5% of oil. In Experiment 3, sorghum + spiruline diets from two samples of spiruline with different protein content (47.06 and 64.56%) with and without oil addition (2.5%) were compared. In 28 days, it was found that weight gain of chicks was similar ($P < 0.05$) for the diets with the two samples of spiruline; both diets were significantly improved with oil addition.

Literatura citada

- AOAC, 1965, Association of Official Agricultural Chemists, *Official Methods of Analysis*, 10 th. ed., Washington, D.C.
- 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.; C. ARTEAGA F., y E. AVILA G., 1976, Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas en postura, *Téc. Pec. Méx.*, 30:30-34.
- 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*, Folleto, p. 11-12.
- GUTTON, M., 1970, Etude sur poulet jaune des algues Spirulines de l'Institut Français du Petrole, *Union des fabricantes 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.
- ROBLES, C.A.; J. SORIANO T., y A.S. SHIMADA, 1975, El valor nutritivo del alga espirulina (*Spirulina geitleri*) para el cerdo de abasto, *Téc. Pec. Méx.*, 28:13-16.
- SILERIO, V.F.; CARMEN MENDOZA DE F., y E. AVILA G., 1976, Evaluación del alga espirulina (*Spirulina geitleri*) como fuente de pigmento en dietas para pollos de engorda, *Téc. Pec. Méx.*, 31:47-54.