

EL VALOR NUTRITIVO DEL ALGA ESPIRULINA (*SPIRULINA GEITLERI*) PARA EL CERDO DE ABASTO¹

ALBERTO ROBLES CABRERA^{2 y 3}
JESÚS SORIANO TORRES⁴
ARMANDO S. SHIMADA⁴

Resumen

Se efectuaron dos experimentos con el objeto de evaluar la harina de espirulina como fuente de proteína para el cerdo de abasto. El primero se dividió en fases de crecimiento y finalización. En ambos la sustitución del 50% de la pasta de soya por espirulina no causó efectos en la ganancia de peso; la sustitución total disminuyó el aumento diario, aunque la diferencia sólo fue significativa ($P < 0.01$) para el periodo de crecimiento. La conversión alimenticia mostró una tendencia lineal, siendo ésta mayor al aumentar el contenido de espirulina en la dieta. No se observó efecto significativo en las características de la canal (largo, grosor de la grasa dorsal, porcentaje de jamón y lomos). En el segundo experimento, la adición de L-lisina a raciones a base de sorgo-espirulina para cerdos en crecimiento, produjo una respuesta significativa tanto en ganancia como en conversión, lo que indica que la proteína de la susodicha alga es primer limitante en lisina para el cerdo destetado. Los resultados de ambos experimentos muestran la factibilidad de emplear la espirulina como fuente de proteína en la alimentación de cerdos.

La espirulina (*Spirulina geitleri*) es una alga azul-verde cianoficia, que crece en forma natural en las aguas alcalinas del Lago de Texcoco, México. Sus propiedades alimenticias eran conocidas desde la época precolombina (Clavijero, 1968); sin embargo, sólo hasta hace unos años la búsqueda de fuentes alternativas de proteína originó los estudios tendientes a valorar dicha alga como alimento para el hombre y los animales (Fevrier, 1973).

El elevado contenido proteico del producto (60%), así como su balance en aminoácidos, hacen pensar en su posible empleo como fuente de nitrógeno esencial para la alimentación de aves y cerdos, en sustitución de las pastas oleaginosas y las harinas de pescado.

El propósito del presente trabajo es el de evaluar la harina de espirulina como fuente de proteína para el cerdo de abasto.

¹ El presente trabajo es parte de un proyecto cooperativo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) y Sosa-Textcoco, SA.

² Centro Experimental Pecuario La Posta, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Apdo. Postal 898. Suc. A. Veracruz, Ver.

³ Dirección actual: Iowa State University, Department of Animal Science, Ames, Iowa 50010, USA.

⁴ Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SAG, km 15.5 Carretera México-Toluca, Apdo. Postal 41-652, México 10, DF.

Material y métodos

Experimento 1. Se llevó a cabo en el Centro Experimental Pecuario La Posta, de Paso del Toro, Ver. Se emplearon 30 cerdos Duroc (15 machos y 15 hembras), con un peso promedio inicial de 14.1 kg. Los animales fueron alojados por pares en corrales con piso de cemento, provistos de comedero y bebedero de pila. Se empleó un diseño experimental completamente al azar y se estudió la inclusión de dos niveles de harina de espirulina en sustitución de la proteína de pasta de soya de una ración testigo cereal-soya (Cuadro 1). Durante la fase de crecimiento, que tuvo una duración de 56 días, se empleó sorgo como fuente de grano, el que se suministró libremente a cinco parejas de cerdos, en sus correspondientes dietas. Al término de esta fase se castraron los machos y se inició la fase de finalización, empleando maíz como principal energético y reduciendo a tres el número de parejas por dieta. Conforme el peso de cada pareja alcanzaba los 190 kg, se suspendía el proceso de experimentación en cuanto a los alimentos.

Estudios en canal. Terminado el estudio de crecimiento y finalización, los machos fueron colocados en tres corrales (uno por tratamiento), donde fueron alimentados hasta alcanzar los 100 kg. A continuación, se sacrificaron, para efectuar estudios en cuanto a su calidad en canal, tomando los parámetros en la canal enfriada a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

CUADRO 1

Composición de raciones a base de espirulina para cerdos en crecimiento y finalización. Experimento 1

Ingredientes	Crecimiento %			Finalización %		
	1	2	3	1	2	3
Sorgo	65.50	68.65	71.60	—	—	—
Maíz	—	—	—	72.00	73.94	75.88
Pasta de soya	20.50	10.25	—	14.40	7.00	—
Espirulina	—	7.20	14.40	—	5.06	10.12
Melaza de caña	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Premezcla ^a	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
<i>Análisis calculado</i> ^b						
Proteína	15.98	15.98	15.98	12.89	12.94	13.00
Lisina	0.73	0.66	0.59	0.51	0.46	0.42

^a Zamora *et al.* (1975.)

^b Basado en los siguientes datos de proteína (determinada) y lisina (calculada, excepto para espirulina): sorgo 9.9, 0.27; maíz, 8.9, 0.18; soya 46.3, 2.70; espirulina, 61.7, 2.78; respectivamente.

Experimento 2. Se efectuó en la Unidad Central de Palo Alto, DF. Se emplearon 24 cerdos cruzados (Yorkshire X Duroc X Hampshire), con un peso promedio inicial de 15.6 kg. Los animales fueron alojados por pares en corrales, con piso de cemento, provistos de comederos de pila y bebederos automáticos. Se empleó un diseño de bloques al azar y se estudió la inclusión de L-lisina (0, 0.1 y 0.3%) en raciones a base de sorgo-harina de espirulina con 16% de proteína (Cuadro 2). Cada ración se ofreció a libertad a cuatro lotes de dos animales durante 28 días.

Resultados y discusión

Experimento 1, Crecimiento. Los resultados obtenidos durante esta fase se muestran en el Cuadro 3. La sustitución del 50% de proteína de pasta de soya con espirulina no tuvo efecto significativo sobre la ganancia de peso de los animales; sin embargo, la sustitución total de pasta de soya ocasionó una menor ganancia, siendo la diferencia altamente significativa (P<0.01). Es muy probable que estos resultados sean en parte reflejo de la cantidad de lisina aportada por las raciones, ya que el contenido de aminoácido disminuyó al aumentar la espirulina en las dietas; el tratamiento sorgo-soya-espirulina fue marginal en la lisina, pero no llegó a afectar la ganancia; mien-

CUADRO 2

Suplementación de 1-lisina a raciones a base de espirulina para cerdos en crecimiento. Experimento 2

Ingrediente	1 %	2 %	3 %	
Sorgo	68.87	68.87	68.87	
Espirulina	16.83	16.83	16.83	
L-lisina	—	0.10	0.30	
Almidón	0.30	0.20	—	
Premezcla ^a	4.00	4.00	4.00	
<i>Análisis calculado</i> ^b				
Proteína, %	16.00	16.00	16.00	
Lisina, %	0.63	0.73	0.93	
<i>Resultados</i>				D. E.
Ganancia diaria, kg	0.859 ^c	0.897 ^c	1.091 ^d	0.055
Consumo diario, kg	3.121 ^c	3.114 ^c	3.117 ^c	0.100
Conversión alimenticia	3.69 ^d	3.47 ^{cd}	2.92 ^c	0.171

^a Zamora *et al.* (1975.)

^b Basado en los siguientes datos de proteína (determinada) y lisina (calculada); sorgo 8.9, 0.27; espirulina, 58.5, 2.63; respectivamente.

^{c,d} Para cada parámetro, valores con la misma literal no difieren significativamente (P < 0.05).

CUADRO 3

Comportamiento de cerdos en crecimiento y finalización alimentados a base de espirulina. Experimento 1

Proteína	Soya	Soya-espir.	Espirulina	Desv. est.
<i>Crecimiento</i>				
Ganancia diaria, kg	1.243 ^a	1.254 ^a	0.898 ^b	0.037
Conversión alimenticia	2.71 ^a	3.26 ^{a,b}	4.05 ^b	0.277
<i>Finalización</i>				
Ganancia diaria, kg	1.359 ^a	1.306 ^a	1.228 ^a	0.052
<i>Características de la canal</i>				
Largo, cm	75.0 ^a	73.0 ^a	74.0 ^a	1.000
Grosor de capa de grasa, mm	42.5 ^a	43.6 ^a	45.6 ^a	3.470
Jamón y lomos, %	23.5 ^a	24.1 ^a	24.1 ^a	0.329

^{a, b} Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P < 0.01).

tras que el tratamiento sorgo-espirulina sólo aportó el 84% del requerimiento establecido (N.R.C., 1968) y causó una disminución altamente significativa del parámetro en cuestión. El efecto sobre la conversión alimenticia fue de tipo lineal, a menor espirulina en la dieta, mejor conversión. Esta respuesta pudo obtenerse tanto por el menor aporte de lisina como por el menor contenido energético de los tratamientos con espirulina; sin embargo, se sabe ⁵ que la energía metabolizable del producto para el pollo es de 3 130 Kcal/kg.

Finalización. Los datos de esta fase se resumen en el Cuadro 3. Las ganancias diarias promedio logradas durante este periodo siguieron la misma tendencia que en la fase anterior; sin embargo, en esta ocasión las diferencias no fueron estadísticamente significativas (P > 0.05). En apariencia, el menor aporte de Usina de la dieta maíz-espirulina en comparación con la ración maíz-soya afectó la ganancia de peso en forma menos drástica que durante el periodo de crecimiento, dato valioso, ya que señala que la espirulina es capaz de sustituir totalmente a la pasta de soya, en raciones para cerdos con peso mayor de 50 kg. Los datos de conversión alimenticia no se presentan debido a que la información sobre el consumo durante este periodo resultó destruida en forma accidental.

⁵ Avila, E. Comunicación personal (1974)

Características de la canal. Los resultados de las mediciones en canal se resumen en el Cuadro 3. Ninguno de los parámetros determinados (largo, grosor de la capa de grasa dorsal, porcentaje de jamón y lomos) mostró diferencias estadísticamente significativas atribuibles a los tratamientos alimenticios; sin embargo, el grosor de la grasa dorsal tendió a aumentar ligeramente en las dietas con espirulina, fenómeno posiblemente relacionado con el aumento en la relación alimento/ganancia observada en la prueba de crecimiento.

Experimento 2. Los resultados de este estudio se muestran en el Cuadro 2. La adición de L-lisina en dietas a base de sorgo y espirulina tuvo efectos benéficos significativos (P < 0.05), tanto en ganancia de peso como en conversión alimenticia, ya que tales parámetros en las dietas suplementadas fueron mejores que en la ración testigo sin suplementación. Los resultados mencionados indican que la combinación de sorgo con espirulina tiene a la Usina como primer aminoácido limitante para el cerdo en etapa de crecimiento. Aunque teóricamente el tratamiento con el nivel intermedio de Usina suplementaria debió satisfacer el requerimiento establecido por el N.R.C. (1968), los resultados obtenidos indican que no fue así, lo cual pudo deberse a la baja digestibilidad de la espirulina. ⁶ Por otra par-

⁶ Tejada de Hernández, Irma. Comunicación personal (1974).

te, la espirulina contiene cantidades muy altas de arginina (9.38 g/100 g de N), por lo que el empleo de dicha alga pudo haber ocasionado un antagonismo lisina-arginina, con el consiguiente aumento en el requerimiento del primero de estos aminoácidos. Aparentemente, la suplementación con 0.3% sí alcanzó a satisfacer el requerimiento, lo cual se tradujo en el mayor aumento de peso y mejor conversión obtenido con las cerdas alimentadas con dicho tratamiento.

Los resultados de los estudios aquí resumidos indican la factibilidad de emplear la espirulina como fuente de proteína suplementaria en la alimentación de cerdos. Sin embargo, su utilización debe hacerse tomando en consideración el hecho de que su digestibilidad aparentemente no es muy elevada, así como por su limitación en cuanto al aminoácido lisina. Por otra parte, el precio del producto deberá ser competitivo con el de la pasta de soya y la harina de pescado, que serían los ingredientes a los que podría reemplazar.

La recomendación definitiva acerca del empleo del ingrediente en la alimentación animal, deberá hacerse también en base a los resultados de estudios sobre los residuos de metales pesados que pudieran estar presentes

en los productos pecuarios comestibles, derivados de animales alimentados con espirulina.⁷

Summary

Two experiments were conducted to determine the nutritive value of spiruline algae (*Spirulina geitleri*) as a protein source for growing-finishing pigs. The first was divided in two growth periods: in both, the substitution of 50% of the spiruline protein for soybean meal protein, had no significant effect on average daily gain; a total substitution decreased daily gains, although the differences were significant only for the growing period. Feed/gain ratios showed a linear response, the value being higher as the spiruline level was increased. There was no effect on carcass traits (length, backfat thickness, percent ham and loin). In the second experiment, the supplementation of L-lysine to sorghum-spiruline rations for growing swine had a significant beneficial effect on performance, which indicates that the protein is first limiting in lysine for the weanling pig. The results from both experiments indicate the feasibility of including spiruline as a protein source in pig feeding.

Literatura citada

CLAVIJERO, F.J., 1968, Historia antigua de México, 2ª Ed., Ed. Porrúa, S.A, México, D.F. p. 264.

FEVRIER, C., 1973, Colloque sur la Valeur Nutritionnelle des Algues Spirulines, *Institute Français du Pétrole*.

N.R.C., 1968, Nutrient Requirements of Swine, Na-

tional Academy of Sciences, *National Research Council*, Washington, DC, Publ. 1599.

ZAMORA, J.M., MANOLA AGUIRRE C., L. MARTÍNEZ R. y SHIMADA, A.S., 1975, Estudio preliminar sobre el efecto de la alimentación de cerdos con garbanzo (*Cicer arietinum*) en las características de la canal, *Téc. Pec. Méx.* (28:41-42).

⁷ Cravioto, J. Comunicación personal (1975).