

## VALOR ALIMENTICIO DEL ALGA ESPIRULINA (*Spirulina geitleri*) PARA RUMIANTES

J. FERNANDO CALDERÓN CORTÉS <sup>1</sup>  
HÉCTOR MERINO ZÚÑIGA <sup>1</sup>  
DIONISIO BARRAGÁN MEZA <sup>2</sup>

### Resumen

Se llevaron a cabo tres experimentos con objeto de determinar el valor nutricional de la harina de espirulina como fuente de proteína para rumiantes. En el primero realizado en el Centro Experimental Pecuario Ajuchitlán, Qro., se emplearon 6 borregos y se determinó el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína de espirulina para el borrego, que fue de  $65.4 \pm 2.8\%$ . En el segundo se utilizaron 24 becerros Holstein lactantes y en crecimiento y 4 raciones equiproteicas integrales, en las que la pasta de soya de una dieta testigo con 18% de proteína cruda fue substituida por espirulina en proporciones equivalentes al 50, 75 y 100%. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos ni al destete ni al final de 84 días. La conversión alimenticia durante los períodos de iniciación y crecimiento tampoco fue diferente ( $P > 0.05$ ). En el tercer experimento que se realizó en la Unidad Central del I.N.I.P., la ganancia de peso y la conversión alimenticia de borregas en engorda en un período de 63 días, no fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) entre los niveles de 0, 50 y 100% de substitución, indicando que la pasta de ajonjolí puede ser reemplazada completamente por espirulina.

Ante la creciente demanda de fuentes económicas para la alimentación animal, una de las soluciones propuestas ha sido la de producir suplementos proteicos a partir de microorganismos unicelulares. En la actualidad existe un fuerte interés comercial basado en la opinión de que productos con este origen serán, en un futuro cercano, capaces de competir económicamente con los suplementos proteicos convencionalmente utilizados en la alimentación animal (Kihlberg, 1972). La espirulina tiene características de producción muy notables como son su alto rendimiento (Clément, 1971), su cultivo sencillo en aguas alcalinas (Clément Durand-Chastell, 1970), su elevado contenido de proteína (Clément y Senez, 1973) y su considerable cantidad de  $\beta$ -carotenos (Martínez y Pérez, 1971). Con base en esto se le ha utilizado satisfactoriamente como fuente de proteína en cerdos (Fevrier, 1973; Robles, Soriano y Shimada, 1975) y en gallinas (Bezares, Arteaga y Avila, 1976). Junto con estas propiedades, sus posibilidades de cultivo en lagos alcalinos, que se encuentran

generalmente en zonas áridas en donde existen los medios adecuados (Clément y Durand-Chastell, 1970) y de los cuales a menudo se obtiene una utilidad mínima, motivan fuertemente su producción y utilización en la alimentación animal. El objetivo del presente trabajo fue evaluar a la espirulina como fuente de proteína para rumiantes.

### Material y métodos

Se llevaron a cabo tres experimentos, dos con borregos y uno con becerros. El primero se llevó a cabo en el Centro Experimental Pecuario de Ajuchitlán, Qro., se utilizaron para una prueba de digestibilidad 6 borregos Merino en crecimiento durante 2 períodos de 10 días cada uno, uno de adaptación y otro de colección de excretas. Se usó una dieta integral con 13.7% de proteína cruda, constituida por 52.5% de paja de trigo, 20% de espirulina,<sup>1</sup> 25% de melaza, 2% de harina de hueso, 0.45% de sal y 0.05% de minerales.<sup>2</sup> Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas individuales, en donde se les ofreció agua y alimento a libertad durante el período de adaptación y posteriormente en forma controlada durante el período de colec-

Recibido para su publicación el 14 de diciembre de 1976.

<sup>1</sup> Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías, S.A.G., Km. 15.5, Carretera México-Toluca, Palo Alto, D.F.

<sup>2</sup> Dirección actual: Luis Moya Núm. 151, Lagos de Moreno, Jal.

<sup>1</sup> Proporcionada por Sosa Texcoco, S.A.  
<sup>2</sup> Minemex Núm. 1, Comsolmex.

ción. También durante este período el peso de las heces se registró y acumuló diariamente, después junto con el alimento se les determinó materia seca y se tomó una muestra representativa para su análisis bromatológico (A.O.A.C., 1965). El peso de los animales se registró al inicio y al final de la prueba.

El segundo experimento se llevó a cabo en el mismo Centro, utilizando 24 becerros Holstein de 4 días de nacidos y un diseño experimental completamente al azar que constó de 4 tratamientos, a cada uno de los cuales se distribuyeron 3 machos y 3 hembras. La duración de la prueba fue de 84 días los cuales fueron separados en 2 períodos por el destete, el cual se llevó a cabo a los 40 días. Se ensayaron 4 raciones equiproteicas integrales de crecimiento en las que la pasta de soja de una dieta testigo con 18% de proteína cruda, fue substituida por espirulina en proporciones equivalentes al 50, 75 y 100% (Cuadro 1). Debido al diferente contenido de proteína de la pasta de soja y de la espirulina, esto es 51.6 y 58.5%, respectivamente, se utilizó almidón de maíz para ajustar a 100% las dietas sin modificar los otros ingredientes. Todos los animales recibieron calostro durante los primeros 4 días de vida y posteriormente fueron alojados en becerrerías individuales en las que tenían agua y alimento a libertad. En total se les suministraron 140 litros de leche en 40 días.

El tercer experimento se llevó a cabo en la Unidad Central del I.N.I.P. Se emplearon

15 borregas adultas distribuidas homogéneamente en tres grupos, con el fin de evaluar en raciones integrales de engorda la substitución de la pasta de ajonjolí por harina de espirulina en niveles correspondientes al 0, 50 y 100% (Cuadro 2). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El consumo y la ganancia de peso se registraron en forma individual durante todo el experimento, el cual tuvo una duración de 63 días.

## Resultados y discusión

*Experimento 1.* Considerando que ni la paja de trigo ni la melaza aportan proteína digestible a la ración, se estimó que el coeficiente de digestibilidad de la misma correspondió a la proteína de espirulina, siendo ésta de  $65.4 \pm 2.8\%$ . Se conservó en los animales un balance positivo del nitrógeno y un peso promedio de  $34.5 \pm 4.6$  kg durante la prueba. Este valor de digestibilidad resulta ser relativamente bajo si lo comparamos con el de otros suplementos proteicos como la harinolina, de la cual se informa una digestibilidad aparente de proteína en rumiantes de 80% (Morrison, 1954).

*Experimento 2.* Los resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia de becerros en iniciación y crecimiento no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. La falta de informes del uso del alga en rumiantes no permite establecer comparaciones de estos re-

CUADRO 1

Composición de las raciones a base de pasta de soja o espirulina para becerros en crecimiento

Ingredientes a %	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pasta de soja	21.30	10.65	5.33	—
Espirulina	—	9.40	14.10	18.80
Almidón de maíz	—	1.25	1.87	2.50
Proteína, % <sup>b</sup>	18.23	18.24	18.24	18.24
E.M.Kcal/kg <sup>c</sup>	2,657	2,620	2,601	2,582

<sup>a</sup> Todas las raciones contenían además los siguientes ingredientes (%): alfalfa molida 10; grano de sorgo 56.2; melaza 10; harina de hueso 2; sal 0.45 y minerales (Minemex 1) 0.05.

<sup>b</sup> En base a los siguientes datos de proteína determinada (%): alfalfa 18.4; sorgo 9.2; pasta de soja 51.6; espirulina 58.5; almidón 0.6; melaza 2.

<sup>c</sup> Calculada. Se estimó un valor de EM de la espirulina de 2,456 Kcal/kg.

CUADRO 2

**Dietas integrales con tres niveles de espirulina en sustitución de pasta de ajonjolí para borregos de engorda**

Ingredientes a %	Tratamientos		
	1	2	3
Pasta de ajonjolí	25.0	12.5	...
Espirulina	...	10.0	20.9
Almidón	...	2.5	4.1
Proteína, % <sup>b</sup>			
E.M. Kcal/kg <sup>d</sup>	1,766	1,828	1,890

<sup>a</sup> Todas las raciones contenían además los siguientes ingredientes (%): rastrojo de maíz 52.5; melaza 20; harina de hueso 1.5; sal y 0.5 minerales<sup>c</sup> 5.

<sup>b</sup> En base a los siguientes datos de proteína cruda (%): rastrojo de maíz 1.6; pasta de ajonjolí 44; espirulina 52.6; almidón 06; melaza 2.0.

<sup>c</sup> Minerales por kg de ración (mg):  $\text{CuSO}_4$ , 78.5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 85.5;  $\text{ZnO}$ , 31;  $\text{MnSO}_4$ , 355;  $\text{KI}$ , 6.5;  $\text{CoSO}_4$ , 24.

<sup>d</sup> Calculada excepto para la proteína de espirulina.

CUADRO 3

**Efecto de la sustitución de pasta de soya por espirulina en la alimentación de becerros en iniciación y crecimiento**

	Tratamientos				D.E.
	1	2	3	4	
Núm. de animales	6	6	6	6	
Iniciación (5 a 40 días)					
Ganancia diaria, kg	0.29 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.108
Conversión alimenticia <sup>b</sup>	1.84 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	1.3
Crecimiento (41 a 84 días)					
Ganancia diaria, kg	0.68 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.153
Conversión alimenticia	2.82 <sup>a</sup>	3.03 <sup>a</sup>	3.04 <sup>a</sup>	2.61 <sup>a</sup>	0.545

<sup>a</sup> Para cada parámetro, valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

<sup>b</sup> Conversión obtenida con un consumo uniforme de 140 litros de leche por becerro.

sultados, sin embargo, se ha visto que en cerdos con un peso mayor de 50 kg la espirulina puede reemplazar totalmente a la pasta de soya (Robles, Soriano y Shimada, 1975). Estos resultados indican que es posible la sustitución de la pasta de soya por espirulina en raciones para becerros en iniciación y crecimiento.

*Experimento 3.* En la sustitución de pasta

de ajonjolí por espirulina en raciones para borregos se obtuvieron ganancias de peso y conversiones alimenticias similares, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 4). Lo anterior muestra que la espirulina también puede substituir totalmente a la pasta de ajonjolí en raciones para borregos de engorda.

CUADRO 4

**Efecto de la sustitución de pasta de ajonjolí por espirulina en la alimentación de borregos de engorda**

	Tratamientos			D.E.
	1	2	3	
Núm. de animales	5	5	5	
Peso inicial	30.16	31.04	29.36	4.35
Ganancia diaria, kg	0.081 <sup>a</sup>	0.093 <sup>a</sup>	0.088 <sup>a</sup>	0.041
Conversión alimenticia	16.06 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	17.84 <sup>a</sup>	10.12

<sup>a</sup> Para cada parámetro, valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

Debido a que el precio de la harina de espirulina es muy elevado, ya que es un producto aún en experimentación, los resultados del presente trabajo se analizan únicamente desde el punto de vista biológico.

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, se puede concluir que la harina de espirulina puede subsistir completamente a las pastas proteicas en raciones para becerros y borregos adultos. Una utilización más amplia de la espirulina requiere de un mayor conocimiento de su valor nutricional y que este producto alcance un precio competitivo con las pastas proteicas tradicionales para poder ser utilizado en la alimentación animal.

### Summary

Three experiments were carried out to determine the value of spirulina algae as a source of protein for ruminants. The coefficient of apparent digestibility of spirulina protein for the sheep was  $65.4 \pm 2.8\%$ . In the second experiment lasting 84 days, it was found that spirulina could replace all the soybean meal of rations for growing calves without affecting significantly ( $P > 0.05$ ) the weight gains or the feed conversions. In the third experiment, the weight gain and the feed conversion of fattening sheep in a 63 day period, were not statistically different ( $P > 0.05$ ), indicating that the sesame meal can be completely replaced by Spirulina meal.

#### Literatura citada

- A.O.A.C., 1965, Association of Official Agricultural Chemists, *Official Methods of Analysis*, 10th Ed., Washington, D.C.
- BEZARES, S.A., C. ARTEAGA F., y E. AVILA G., 1976, Valor pigmentante y nutritivo de alga *Espirulina* en dietas para gallinas en postura, *Téc. Pec. Méx.*, 30:30-34.
- CLÉMENT, G., 1971, Se vuelve a descubrir la *Espirulina*, *Ceres, Revista de la F.A.O.*, 4(4):44-46.
- and DURAND-CHASTELL, 1970, Food for tomorrow, work presented at the *First world Symposium of Arid Zones*, México, pp. 13-14.
- and J.C. SENEZ, 1973, Recent developments in *Spirulina*, *Report of the Third meeting of the PAG AD HOC working group on single cell protein*, U.S.A., p. 13.
- FEVRIER, C., 1973, Recent developments in *Spirulina*, *Report of the Third meeting of the PAG AD HOC working group on single cell protein*, U.S.A. p. 14.
- KIHLBERG, R., 1972, The microbe as a source of food, Review, *Annual Reunion of Microbiology, Karolinska Institute*, Stockholm, Sweden. 26:427-466.
- MARTÍNEZ, N.N.G., and J.W. PÉREZ, 1971, Chromatographic separation of pigment in *Spirulina maxima* (Algae: Cyanophyceae), *Carib. J. Sci.*, 11: 34.
- MORRISON, F.B., 1954, *Feeds and Feeding*, 21st Ed., *The Morrison Publishing Company*, U.S.A., p. 119.
- ROBLES, C.A.; J. SORIANO T., y A.S. SHIMADA M., 1975, El valor nutritivo del alga *Espirulina (Spirulina geitleri)* para el cerdo de abasto, *Téc. Pec. Méx.*, 28:13-16.