

## EFFECTOS DE LA ADICION DE HARINA DE ALGAS MARINAS A DIETAS DE TRIGO PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y FINALIZACION

S. Baca, M. Cervantes, Rosalba Gómez, S. Espinoza, W. Sauer, Adriana Morales, B. Araiza y Noemí Torrentera

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ejido de Nuevo León. Mexicali, México  
email: miguel\_cervantes@uabc.mx

### RESUMEN

*Se realizaron dos experimentos con cerdos en crecimiento y finalización para evaluar el efecto de adicionar harina de algas marinas (*Macrocystis pyrifera*) a dietas de harina de trigo, sobre el comportamiento productivo y las características de la canal. En ambos experimentos las dietas básicas se adicionaron con lisina, treonina y metionina para cubrir el 100% de los requerimientos de estos aminoácidos. En el experimento 1 se utilizaron 28 cerdos en crecimiento (22.0 kg de peso vivo inicial). Los tratamientos fueron cuatro: dieta básica de harina de trigo con 100 ó con 120% del requerimiento de lisina, treonina y metionina, y dieta básica de harina de trigo plus 20% de harina de algas marinas con 100 ó 120% del requerimiento de lisina, treonina y metionina. En el experimento 2 se utilizaron 40 cerdos en finalización (63.6 kg de peso vivo inicial). Los tratamientos fueron cuatro, donde la dieta básica de trigo contuvo 0, 1.5, 3.0 y 4.5% de harina de algas marinas, respectivamente.*

*En el experimento 1, el nivel de harina de algas en la dieta no influyó significativamente ( $P>0.10$ ) en la ganancia de peso ni la conversión alimentaria, pero la adición de aminoácidos incrementó ( $P<0.05$ ) la ganancia diaria de peso y tendió ( $P<0.10$ ) a mejorar la conversión de alimento. En el experimento 2, la adición de 1.5% de algas marinas aumentó significativamente ( $P<0.05$ ) la ganancia diaria de peso, pero no se observó ningún efecto adicional con niveles más altos. La harina de algas no cambió significativamente ( $P<0.10$ ) el consumo de alimento. La conversión alimentaria mejoró con la adición de 3.0% de harina de algas. El área de ojo de la costilla fue significativamente ( $P<0.05$ ) mayor en cerdos alimentados con 3.0% de harina de algas.*

*Estos datos sugieren que la harina de algas marinas en dietas para cerdos puede mejorar su comportamiento productivo*

**Palabras claves:** cerdos, algas marinas, crecimiento, finalización, rasgos de comportamiento, características de canal

**Título corto:** Algas marinas para cerdos

## EFFECTS OF ADDITION OF SEA ALGA MEAL TO DIETS BASED ON WHEAT FOR GROWING-FINISHING PIGS

### SUMMARY

*Two experiments were conducted with growing and finishing pigs for evaluating the effect of inclusion of sea alga (*Macrocystis pyrifera*) meal in wheat based diets, on performance traits and carcass characteristics of animals. In both experiments, the control diet was formulated to contain lysine, threonine and methionine to meet 100% of amino acids requirements. In experiment 1, a total of 28 growing pigs averaging 22.0 kg initial live weight were used. Treatments were four and consisted of a control diet with either 100 or 120% of requirements of lysine, threonine and methionine; and the control diet plus 20% sea alga meal with either 100 or 120% of requirements of lysine, threonine and methionine. In experiment 2, a total of 40 finishing pigs averaging 63.6 kg initial live weight were used. Treatments were a control diet plus 0, 1.5, 3.0 and 4.5% sea algae meal, respectively.*

*In experiment 1, dietary sea alga meal level did not affect significantly ( $P>0.10$ ) daily gain and feed conversion, but the addition of amino acids to the diet increased ( $P<0.05$ ) daily gain and tended ( $P<0.10$ ) to improve feed conversion. In experiment 2, addition of 1.5% sea alga meal to the feed significantly ( $P<0.05$ ) increased daily gain but there was no additional effect with higher levels of the meal. Sea algae meal did not significantly ( $P<0.10$ ) influence feed intake. Feed conversion was best with the inclusion of 3.0% sea algae meal in the diet. Longissimus area was significantly ( $P<0.05$ ) greater in pigs fed on 3.0% sea alga meal.*

*These data suggest that sea algae meal in diets for pigs may improve its productive performance.*

**Key words:** pigs, sea algae, growth, finishing, performance traits, carcass characteristics

**Short title:** Sea algae for pigs

## INTRODUCCIÓN

Se conoce que los problemas de contaminación y de salud han restringido el uso de antibióticos y de algunos otros aditivos que puedan dañar la salud del consumidor de carne de cerdo y el ambiente, por lo que se han buscado alternativas para disminuir este problema como es el uso de enzimas, extractos de plantas y recientemente harina de algas marinas. Con el uso de algas marinas y sus derivados, en ratones se ha encontrado un efecto anticancerígeno y estimulante del sistema inmunológico (Ip et al 1994; Okai et al 1996, 1998). En la alimentación animal no es claro el efecto benéfico de las algas marinas ni su modo de acción (ver por ejemplo, Beames 1990); algunos autores informan que las algas marinas estimulan el crecimiento, y también que tienen un efecto anabólico e incrementan la producción de leche en ganado bovino (Franklin et al 1999), y que por otra parte, igualmente se aumenta la producción de leche en las cerdas (Baeza 2003) alimentadas con algas marinas.

Las algas café o pardas (*Macrocystis pyrifera*) se localizan en grandes poblaciones en Norteamérica (de Alaska a Baja California) y Suramérica (de Perú a Tierra de Fuego) según Hernández (1996). La producción mundial de estas algas supera los 4 millones de toneladas por año, principalmente en Europa, Norte y Suramérica (Kloareg et al 1999). En el caso particular de Baja California, existen estudios relacionados con la explotación de *Macrocystis pyrifera* (Guzmán et al 1971; Hernández 1988).

Es un hecho que desde el punto de vista de la composición química de las algas marinas, ellas contienen bajos niveles de proteína, pero son muy abundantes en minerales (Pond y Maner 1974; Chapman y Chapman 1980; Carrillo et al 1992; Jiménez y Goñi 1999). En este sentido, Castro et al (1994) han informado que *Macrocystis pyrifera* puede contener de 8.7 a 10.7% de proteína bruta, mientras que la concentración de cenizas puede estar entre 33.5 y 36.6%.

Por tanto, el objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto de adicionar harina de algas marinas a dietas de trigo, en el comportamiento de cerdos en crecimiento y finalización.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos con cerdos cruzados Landrace x Hampshire x Duroc, para estudiar el valor como alimento de harina de algas marinas. En ambas pruebas se utilizó una misma fuente de trigo producido en el Valle de Mexicali. Las características de las dietas básicas utilizadas se muestran en la tabla 1.

Las algas marinas fueron las correspondientes a *Macrocystis pyrifera*, colectadas en Baja California, y se secaron y molieron para producir una harina, de acuerdo con lo descrito por Baeza (2003).

En el experimento 1 se utilizaron 28 cerdos en crecimiento con 22 kg promedio de peso vivo inicial, agrupados con base en peso, sexo, edad y camada. El alojamiento de estos animales fue individual, en corraletas provistas de comedero y bebedero, dentro de un establo cerrado y ventilado. Los cerdos tuvieron libre acceso a alimento y a agua durante todo el experimento. Los cerdos se pesaron cada siete días; el consumo de alimento, la conversión alimentaria y la ganancia

diaria de peso también se registraron con esta frecuencia. Los tratamientos fueron cuatro: una dieta básica de harina de trigo con 100 ó con 120% del requerimiento de lisina, treonina y metionina, y una dieta básica de harina de trigo plus 20% de harina de algas marinas con 100 ó con 120% del requerimiento de lisina, treonina y metionina. El experimento tuvo una duración de 28 días. Se adicionó una mezcla de vitaminas y minerales para cubrir o exceder sus requerimientos para cerdos de 20-50 kg (NRC 1998).

**Tabla 1. Composición de las dietas base de los experimento 1 y 2**

Ingredientes, % en dieta	Experimento	
	1	2
Harina de trigo	94.81	92.40
Harina de algas marinas	-	0.55
Lisina	0.75	0.18
Treonina	0.24	0.10
Metionina	0.05	-
Almidón	1.88	4.50
CaCO <sub>3</sub>	1.35	1.35
CaPO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	0.37	0.37
Sal yodada	0.35	0.35
Premezcla <sup>1</sup>	0.20	0.20

<sup>a</sup>Contiene por kilogramo de dieta: vitamina A, 48 000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 1 600 UI; vitamina E, 4.8 UI; vitamina K<sub>3</sub>, 1.6 mg; riboflavina, 4 mg; ácido pantoténico, 7.2 mg; niacina, 16 mg; vitamina B<sub>12</sub>, 12.8 mg; Zn, 64 mg; Fe, 64 mg; Cu, 4 mg; Mn, 4 mg; I, 0.36 mg; Se, 0.13 mg

En el experimento 2 se utilizaron 40 cerdos de 63.6 kg de peso vivo inicial promedio en finalización. Los cerdos se agruparon con base a edad, peso, sexo y camada, y se distribuyeron al azar en cada uno de los tratamientos. Los animales fueron alojados en corraletas dentro de un establo cerrado y ventilado como en el experimento 1. En cada corraleta se alojaron una hembra y un macho, con cinco repeticiones por tratamiento. El agua y el alimento se ofrecieron a libre acceso durante los 35 días del período experimental. Los animales se pesaron cada siete días; el consumo diario de alimento y la conversión alimentaria también se registraron con esta frecuencia. Los tratamientos fueron cuatro, donde la dieta básica de harina de trigo contuvo 0, 1.5, 3.0 y 4.5% de harina de algas marinas, respectivamente. Al alcanzar el peso de sacrificio, los animales fueron mantenidos en ayunas por un día con agua disponible para ser sacrificados por procedimientos convencionales. Se determinó el peso de la canal caliente, así como el rendimiento de la canal. Adicionalmente se tomaron medidas del espesor de grasa dorsal y del ojo de la chuleta o músculo Longissimus, por procedimientos reconocidos (Figuroa et al 2004). En resumen, tanto la grasa dorsal como el área del Longissimus se midieron en la décima costilla, mediante el empleo de ultrasonido de tiempo real.

En ambos experimentos, las dietas base se formularon para proporcionar el 100% de los requerimientos de lisina, treonina y metionina, y se adicionaron con vitaminas y minerales para cubrir los requerimientos de los mismos (NRC 1998).

Los datos de los dos experimentos se analizaron de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado en el que el

análisis de varianza se llevó a cabo según una clasificación simple (Steel y Torrie 1980), de acuerdo con el método de modelos lineales generales recomendado por SAS (1988). El modelo fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

La descripción del modelo se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2. Descripción del modelo que se usó en los experimentos**

Item	Descripción
$y_{ij}$	Variable de respuesta correspondiente al i-ésimo tratamiento y a la j-ésima repetición
$\mu$	Media general
$T_i$	Efecto del i-ésimo tratamiento
$e_{ij}$	Error experimental asociado con la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

La comparación de medias se hizo mediante contrastes ortogonales utilizando el programa estadístico de SAS (1988) para un modelo lineal general.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del experimento 1 se presentan en la tabla 3. El nivel de aminoácidos en la dieta no afectó significativamente ( $P>0.10$ ) la ganancia diaria de peso. La adición de 1.5% de aminoácidos a la dieta, aumentó en 14.5% ( $P<0.01$ ) la ganancia diaria y el consumo de lisina independientemente del nivel de aminoácidos en la dieta. Además, la harina de algas tendió a mejorar ( $P<0.10$ ) hasta en 6.7 y 9.9% la conversión alimentaria de las dietas formuladas para contener 100 y 120% de aminoácidos requeridos, respectivamente. El nivel de aminoácidos o la adición de algas a la dieta no afectó significativamente ( $P>0.10$ ) el consumo de alimento; el consumo de lisina y treonina fueron altos en cerdos alimentados con 120% del requerimiento de aminoácidos en la dieta.

**Tabla 3. Comportamiento productivo de los cerdos (experimento 1)**

	Testigo plus				EE ±
	-	1.5	-	1.5	
AA <sup>1</sup> , %	-	1.5	-	1.5	
AM, %	-	-	20	20	
n <sup>2</sup>	7	7	7	7	-
<b>Consumo diario</b>					
MS, kg	1.55	1.65	1.52	1.60	0.082
Lisina, g/día	14.8	15.8	17.3	18.3	0.82
Treonina, g/día	14.9	15.8	18.6	18.5	0.70
Ganancia <sup>3</sup> , g/día	610	697	603	688	15
Conversión <sup>4</sup> , kg/kg	2.53	2.37	2.56	2.33	0.045

<sup>1</sup> AM y AA expresan algas marinas y aminoácidos (120% del requerimiento de lisina, metionina y treonina) en ese orden

<sup>2</sup> Peso vivo inicial promedio, 22.0 kg

<sup>3</sup> Dietas con aminoácidos contra dietas sin aminoácidos ( $P<0.05$ )

<sup>4</sup> Dietas con aminoácidos contra dietas sin aminoácidos ( $P<0.10$ )

Los cerdos alimentados con dietas con el 100% de los aminoácidos requeridos utilizaron la lisina con mayor eficiencia que los alimentados con el 120% de este aminoácido. Este resultado indica que la dieta con el 120% de los aminoácidos era excesiva en esos compuestos, y que no fueron utilizados en la síntesis de proteína muscular, a pesar de que los aminoácidos sintéticos son 100% disponibles (Cervantes et al 1997). Asimismo, la eficiencia en la utilización de lisina mejoró cuando se adicionó la harina de algas marinas a la dieta. Kim et al (2003) observaron que la adición de 0, 1, 2 y 3%, respectivamente, de harina de algas marinas en dietas para cerdas lactantes incrementó linealmente la ganancia diaria de peso de los lechones y con la adición del 2% de estas algas marinas, las cerdas perdieron menos peso corporal.

Los resultados del experimento 2 se presentan en la tabla 4. La adición de 1.5% de algas marinas a la dieta incrementó ( $P<0.05$ ) en 15% la ganancia diaria de peso de los cerdos. No se observó ningún efecto adicional por la adición de 3.0 ó 4.5% de algas marinas. De hecho, la ganancia diaria de peso de los cerdos alimentados con la dieta con 3.0 ó 4.5% de algas fue semejante a la de los cerdos alimentados con la dieta base ( $P>0.10$ ). La inclusión de harina de algas marinas a la dieta no afectó significativamente ( $P>0.10$ ) el consumo de alimento.

En contraste, la conversión alimentaria se mejoró ( $P<0.05$ ) con la adición de 3.0% de harina de algas marinas a la dieta. En lo que respecta a los rasgos de canal, no hubo efecto significativo ( $P>0.10$ ) de tratamiento en el peso de la canal caliente, o en rendimiento. Por otra parte, la grasa dorsal fue menor, y el área del Longissimus u ojo de la chuleta, mayor ( $P<0.05$ ) en los cerdos que consumieron la dieta con 3.0% de harina de algas marinas.

En literatura disponible no se encontraron suficientes informes relacionados con el comportamiento de cerdos alimentados con dietas adicionadas con algas marinas (Beames 1990). Sin embargo, la respuesta obtenida por los cerdos de estos experimentos sugiere que las algas marinas tienen uno o más compuestos con actividades anabólicas, estimuladoras del crecimiento de los animales. En la composición química de las algas marinas se observa un porcentaje muy alto de yodo (ver Pond y Maner 1974), el cual está asociado con el metabolismo de carbohidratos en la célula animal (Cruz et al 2000). Este elemento mineral puede ejercer parte del efecto promotor del crecimiento observado en este experimento. Además se indica que las algas marinas contienen cantidades importante de minerales quelatados, los cuales podrían adicionalmente contribuir en el efecto promotor del crecimiento de los cerdos (Grinstead et al 2000).

**Tabla 4. Comportamiento productivo y características de la canal de los cerdos (experimento 2)**

	Testigo plus algas marinas, %				EE ±
	-	1.5	3.0	4.5	
n <sup>1</sup>	10	10	10	10	-
<b>Rasgos de comportamiento</b>					
Peso vivo final, kg	99.6	98.2	100.0	97.0	2.57
Ganancia <sup>2</sup> , kg/día	0.76	0.85	0.74	0.77	0.006
Consumo, kg/día	2.15	2.24	2.03	2.23	0.062
Conversión <sup>3</sup> , kg/kg	2.83	2.65	2.57	2.83	0.079
<b>Rasgos de canal</b>					
Canal caliente, kg	70.3	69.0	70.3	68.3	1.54
Rendimiento, %	70.5	70.2	70.3	70.5	1.12
Grasa dorsal <sup>3</sup> , cm	2.55	2.42	2.18	2.55	0.18
Longissimus <sup>3</sup> , cm <sup>2</sup>	26.2	26.7	29.8	26.3	2.13

<sup>1</sup> Peso vivo inicial promedio, 63.6 kg

<sup>2</sup> Control (0% de algas) contra 1.5% de algas (P<0.05)

<sup>3</sup> Control (0% de algas) contra 3.0% de algas (P<0.05)

La adición de algas marinas (*Macrocystis pyrifera*) a dietas confeccionadas mayoritariamente con harina de trigo para cerdos en crecimiento y finalización, incrementa la ganancia, y mejora la conversión de alimento, así como las características de la canal de los cerdos. El adicionar 1.5% de harina de alga marina a la dieta, aumenta en un 15% la ganancia de peso. La conversión alimentaria se mejoró en un 5.6%, la grasa dorsal fue menor en un 15% y el ojo de la costilla o Longissimus fue mayor en un 10.3%, al adicionar 3.0% de harina de algas marinas.

## REFERENCIAS

- AOAC 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, pp 1 141
- Baeza, L.J. 2003. Uso de algas marinas (*Macrocystis pyrifera*) en dietas con trigo para cerdas en lactancia. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, p 9-12
- Beames, S.M. 1990. Seaweed. In: Nontraditional Feed Sources for Use in Swine Production (P.A. Thacker y R.N. Kirkwood, editores). Butterworths. London, p 407-418
- Carrillo, S., Castro, M.I., Pérez, F., Rosales, E. y Manzano, R.E. 1992. El alga marina (*Sargassum sinicola* Setchel y Gardner) como alternativa en la alimentación animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 26:179-184
- Castro, M.I., Carrillo, S. y Pérez, F. 1994. Composición química de *Macrocystis pyrifera* (sargazo gigante) recolectada en verano e invierno y su posible empleo en alimentación animal. Ciencias Marinas, 20:33-40
- Cervantes, R.M., Cromwell, G.L. y Knabe, D. 1997. Digestibilidad ileal de aminoácidos, en dietas bajas en proteína, complementadas con aminoácidos en cerdos en crecimiento. Agrociencia, 31:149-155
- Chapman, V.J. y Chapman, D.J. 1980. Seaweeds and their Uses. Chapman and Hall. Londres, pp 334
- Cruz, L.E., Ricque, D., Tapia, M. y Guajardo, C., 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. In: V Simposio Internacional de Nutrición Acuícola (L.E. Cruz, D. Ricque, M. Tapia y C. Guajardo, editores). Mérida, p 227-265
- Figueroa, J.L., Cervantes, M., Cuca, J.M. y Méndez, M. 2004. Respuesta de cerdos en crecimiento y finalización a dietas con baja proteína y energía. Agrociencia, 38:383-394
- Franklin, S.T., Martin, K.R., Baer, R.J., Schingoethe, D.J. y Hippen, A.R. 1999. Dietary marine algae (*Schizochytrium* sp.) increases concentrations of conjugated linoleic, docosahexaenoic and transvaccenic acids in milk dairy cows. The Journal of Nutrition, 129:2048-2052
- Grinstead, G.S., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodban, R.D. y Nielsen, J.L. 2000. Effects of *Spirulina platensis* on growth performance of weanling pigs. Animal Feed Science and Technology, 83:237-247
- Guzmán, S., de la Campa, S. y Granados, J. 1971. El sargazo gigante *Macrocystis pyrifera* y su explotación en Baja California. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 32:15-49
- Hernández, G. 1988. Evaluación, crecimiento y regeneración de mantos de *M. pyrifera* en la costa occidental de la península de Baja California, México. Tesis de Maestro en Ciencias. Centro Internacional de Ciencias Marinas. Mexicali, pp
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J. y Scimeca, J.A. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. Cancer Research, 54:1212-1215
- Jiménez, A. y Goñi, I. 1999. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de microalgas marinas comestibles. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 49:114-120
- Kim, J.G., Shin, Y.W., Lim, H.J., Park, Y.H. y Whang, K.Y. 2003. Effects of kelp meal supplementation in lactation sow diet on the body condition of sows and early growth of pigs. Journal of Animal Science, 81(supplement 1):M113
- Kloareg, B., Gall, E.A., Asensi, A., Billot, C., Crepineau, F., Moulin, P., Boyen, C. y Valero, M. 1999. Molecular and cellular approaches of reproduction, biology and genetic improvement

in laminaria lean kelp. Word Aquaculture Magazine, 30(1):23-25

NRC.1998. Nutrient Requirements of Swine (10th edition). National Academy of Sciences Press. Washington, District of Columbia, pp 189

Okai, Y., Higashi-Okai, K., Ishizaka, S., Ohtani, K., Matsui-Yuasa, I. y Yamashita, U.1998. Possible immunomodulating activities in an extract of edible brown alga, Hijikia fusiforme (Hijiki). Journal of Science of Food and Agriculture, 76:56-62

Okai, Y., Ishizaka, S., Higashi-Okai, K. y Yamashita, U. 1996. Detection of immunomodulating activities in an extract of

Japanese edible seaweed, Laminaria japonica (Makonbu). Journal of Science and Food Agriculture, 72:455-460

Pond, W.G. y Maner, J.H. 1974. Swine Production in Temperate and Tropical Environments. W.H. Freeman and Company. San Francisco, pp 646

SAS. 1988. Guide for personal computers. Version 6. Statistics Analysis System (SAS) Institute. Cary, pp 956

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1981. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw-Hill Book Company In Company. Toronto, pp 481