

LAS ALGAS MARINAS, SU COMPOSICIÓN Y POSIBLES APLICACIONES EN ALIMENTACIÓN

Por F. X. NIELL *

Hace algunos años se revitalizó a nivel científico el uso popular de las algas marinas en la alimentación y en la medicina.

Las posibilidades de aplicación de algunos compuestos de las algas son amplias, y al conocer la multiplicidad de estos usos se llega a pensar en que pocos más van a surgir en un futuro próximo.

Las algas marinas son, hoy por hoy, uno de los acompañantes anónimos de la vida cotidiana del hombre, cualquier flan con garantía de huevo, la mahonesa «star» de nuestra televisión, la cápsula antiacidez estomacal y el apresto de nuestros vestidos, tienen algo que ver con los vegetales marinos o con productos derivados de ellos.

Las algas marinas son seres vivos con historia, con una historia que se pierde en los años en el Extremo Oriente y con una historia corta y precisa en Occidente.

V. S. CHAPMAN (1950) recopiló datos históricos altamente interesantes: en China la escritura ideogramática representa el término alga con esquemas que implican elegancia y calidad; CONFUCIO hace referencia a las algas, así como otras obras clásicas en la literatura de aquel país, como son *El libro de la historia* y *El libro de la poesía*, escritos ochocientos o seiscientos años a. J. C.

Los chinos y los indios usan y usaban profusamente las algas para aplicaciones médicas, y en la *Materia médica china* se hacen bastantes referencias a ellas.

Es conocido por PLINIO el uso que las damas romanas hacían de los extrac-

* Instituto de Investigaciones Pesqueras. Muelle de Bouzas. Vigo.

tos de algas como cosméticos; aunque en general estos vegetales eran bastante despreciados, como se desprende de citas de VIRGILIO y HORACIO.

CHAPMAN habla de la distribución del bocio en el mundo, enfermedad que aún hoy acosa a muchas poblaciones occidentales y que no es común en Asia, e infiere de esto que el alto contenido en yodo de las algas es la causa de su no difusión en Oriente.

Modernamente se ha continuado, en Japón sobre todo, el uso de algas, de las que se hacen grandes consumos en alimentación: algunos géneros, como *Porphyra*, se emplean como fuente de aminoácidos importantísima, y sostienen una gran inversión y un amplio comercio (OKAZAKI, 1971).

Otros usos muy diversos en agricultura, medicina, industrias químicas e indirectamente en la alimentación se realizan tanto en Oriente como en Occidente.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ALGAS

La utilización lógica de las algas en la alimentación animal hace imprescindible el conocimiento de su composición química.

a) Contenido en agua:

El contenido en agua de las algas marinas supera siempre el 50 por 100, y normalmente, en las más utilizadas, el 70 por 100 (tabla I).

b) Contenido en sales minerales:

La proporción de cenizas oscila entre un 18 y un 30 por 100 en las pardas, y alrededor de un 26 por 100 en las rojas (tabla II).

El yodo, con el bromo, han desempeñado un papel importante en la industria de extracción de elementos químicos de las algas. Ambos, así como la obtención de potasa, han sido el motivo de que se haya desarrollado una tecnología importante en épocas pasadas y en momentos de escasez o dificultad en el suministro de materias primas.

TABLA I
CONTENIDO EN AGUA (%), LEVRING, HOPPE Y SCHMID (1969)

<i>Clorophyceae:</i>	
<i>Enteromorpha</i> sp.	70,83
<i>Ulva</i> sp.	78,0
<i>Phaeophyceae:</i>	
<i>Laminaria saccharina</i>	85,38 - 87,99
<i>Fucus vesiculosus</i>	68,17 - 76,55
<i>Ascophyllum nodosum</i>	70,52 - 80,47
<i>Rhodophyceae:</i>	
<i>Chondrus crispus</i>	75,37 - 80,84
<i>Gigartina stellata</i>	68,0
<i>Ahnfeltia plicata</i>	59,04

TABLA II
CONTENIDO EN CENIZAS, LEVRING, HOPPE Y SCHMID (1969)

	Contenido en ceniza sobre % de materia seca
<i>Phaeophyceae:</i>	
<i>Laminaria</i> sp.	18,40 - 41,2
<i>Fucus vesiculosus</i>	16,18 - 22,20
<i>Ascophyllum nodosum</i>	23,6
<i>Rhodophyceae:</i>	
<i>Chondrus crispus</i>	24,90 - 27,7

Los elementos más abundantes en las algas son el azufre, el potasio, el cloro y el sodio (tablas III y IV).

c) *Hidratos de carbono:*

Los carbohidratos obtenidos del extracto libre de nitrógeno representan siempre alrededor del 50 por 100 del peso seco en el material secado al aire. Presentan graves problemas de digestividad, en su mayoría debidos a la estructura compleja de su molécula.

d) *Grasas:*

Las grasas pueden llegar a representar un 4 por 100 del peso de alga secada al aire libre en *Ascophyllum nodosum*, aunque son normales valores más bajos en *Laminaria* y *Fucus*, sobre todo en aquéllas. La relación entre ácidos grasos saturados y no saturados es del orden de 0,5 en las algas pardas, 0,3 en las verdes y variable en las rojas (KLENK, 1936, in LEVRING, HOPPE and SCHMID, 1969).

TABLA III
CONSTITUYENTES INORGANICOS DE *L. HYPERBOREA*, EN TANTOS POR CIENTO DE MATERIA SECA (KAIN, 1971)

	Fronde	Estipe
I	0,6	0,8
K	8,4	11,1
Na	8,2	1,6
Ca	1,4	1,7
Mg	0,8	0,6
Fe	0,028	0,01
SO ₄	4,6	2,7
PO ₄	0,6	0,5
Cl	8,8	11,7
Br	0,1	0,1
Cu	0,002	—
Zn	0,20	—

TABLA IV
COMPOSICIÓN DE CENIZAS (%) LEVRING, HOPPE AND SCHMID (1969)

	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₂	P ₂ O ₅	Cl	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
<i>Phaeophyceae:</i>									
<i>Laminaria saccharina</i>	4,79 24,39	8,14 37,86	2,15 14,49	1,35 24,62	4,15 32,67	0,65 4,31	0,53 34,63	0,062 1,06	0,21 1,14
<i>Fucus vesiculosus</i>	8,67 34,12	4,85 21,41	0,84 15,19	3,53 28,45	11,42 32,56	1,36 5,86	16,90 26,11	0,18 8,58	0,27 16,55
<i>Ascophyllum nodosum</i>	17,68 26,59	10,07 21,53	6,91 10,93	7,46 12,80	23,47 32,04	0,88 1,83	12,24 18,39	0,28 10,86	0,12 3,09
<i>Rhodophyceae:</i>									
<i>Chondrus crispus</i>	18,73	17,32	11,35	7,16	41,24	0,41	3,79	—	—
<i>Furcellaria fastigitata</i>	15,71 23,47	9,24 20,24	8,23 10,46	7,25 17,35	30,92 36,62	1,94 2,21	5,24 8,39	1,17 —	2,75 —
<i>Gracilaria confervoides</i> ...	26,37	3,94	2,00	6,25	7,61	4,61	23,53	14,96	14,60

e) *Aminoácidos y proteínas:*

La composición en aminoácidos combinados de las algas marinas oscila entre un 88 y un 78 por 100 sobre el nitrógeno total. Se cree que en las algas hay cantidades importantes de N que no están en forma de proteínas, según HOAGLAND (1915) y CHAPMAN (1959).

SMITH y YOUNG (1953) encuentran valores de nitrógeno proteínico del 80 por 100 sobre el peso del nitrógeno total, y PILLAI (1957) encuentra una correlación inversa entre el nitrógeno total y el proteínico con la edad.

El «pool» de estas sustancias en las algas marinas no es idéntico al de las plantas superiores; no se llegan a formar cadenas proteicas y son abundantes los péptidos de cadena corta y los aminoácidos libres (HAAS y HILL, 1933), cuya acumulación depende de la iluminación y de la temperatura, siendo mayor la proporción de péptidos y proteínas a bajas temperaturas y con poca luz (HAAS, 1950) (tablas V y VI).

El valor nutritivo de las proteínas de *Chondrus crispus* es parecido al de la albúmina de huevo, según LARSEN y HAWKINS (1961).

f) *Vitaminas:*

Las vitaminas han preocupado ampliamente a muchos ficoquímicos. JHONSON

TABLA V

AMINOACIDOS COMBINADOS EN VARIAS ALGAS (gr. en 100 gr. de proteína), SEGÚN COULSON (1953) IN LEVRING, HOPPE Y SCHMID (1969)

AMINOACIDO	F. vesiculosus	A. nodosum	Chondrus crispus	Ulva lactuca
Alanina	5,51	5,41	3,67	8,36
Arginina	4,10	4,00	14,00	5,05
Acido aspártico	13,68	10,49	5,62	11,86
Citrulina (1)	—	—	—	—
Cistina (1)	—	—	—	—
Glicina	4,64	4,30	2,67	6,19
Acido glutámico	18,46	16,80	5,71	11,09
Histidina	0,94	0,77	0,65	0,47
Isoleucina	4,50	4,20	2,55	4,20
Leucina	7,50	6,90	3,90	7,50
Lisina	4,98	4,07	2,74	4,81
Metionina	0,83	1,45	1,04	2,07
Ornitina	—	—	—	—
Fenilalanina	4,91	4,35	2,46	5,67
Prolina	4,32	3,41	2,75	4,45
Serina	3,82	3,27	2,40	4,25
Treonina	4,49	3,81	2,72	5,71
Triptófano (1)	—	—	—	—
Tirosina	2,48	1,86	2,07	3,31
Valina	4,64	4,40	3,09	5,83
Amonio	3,20	2,92	1,36	1,58

TABLA VI

TANTOS POR CIENTO DE AMINOACIDOS EN *PORPHYRA* PARA EL CONSUMO HUMANO EN EL JAPON ($N \times 6,25 = 100$), DE KOFRANYI (1964) IN LEVRING, HOPPE AND SCHMID

Lisina	4,81
Arginina	4,55
Amonio	1,55
Acido aspártico	7,25
Treonina	4,20
Serina	3,97
Acido glutámico	9,87
Prolina	4,45
Glicina	5,55
Alanina	12,04
Cistina (1)	—
Valina	5,24
Isoleucina	3,73
Leucina	6,47
Tirosina	1,80
Fenilalanina	3,37
Metionina	1,75

(1) El signo — indica la presencia en cantidades muy pequeñas de los aminoácidos señalados, en algunos casos aislados.

y LEVRING (1947) y MAUTNER (1954) comprueban la existencia de la vitamina A en algas pardas. Los carotenos y antecesores de algunas vitaminas se han encontrado en las proporciones indicadas en la tabla VII, tomada de LARSEN y HAUG (1956). En la tabla VIII presentamos los porcentajes sobre peso seco de otras vitaminas.

TABLA VII
CANTIDAD DE CAROTENO EN ALGAS (DE DIVERSOS AUTORES) IN LEVRING, HOPPE Y SCHMID

	Total caróteno en ppm.
RODOFICEAS	
<i>Ahnfeltia plicata</i>	69
<i>Ceramium rubrum</i>	326
<i>Chondrus crispus</i>	84
<i>Delesseria sanguinea</i>	270
<i>Dumontia incrassata</i>	222
<i>Furcellaria fastig.</i>	135
<i>Gigartina stellata</i>	86
<i>Polysiphonia fastig.</i>	245
<i>Porphyra</i> sp.	85
FEOFICEAS	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	400 - 1.000
<i>Laminaria digitata</i>	100 - 0
<i>Laminaria hyperborea</i>	85

TABLA VIII
CONTENIDO DE VITAMINAS EN ALGAS MARINAS DE DIVERSOS AUTORES, IN LEVRING, HOPPE Y SCHMID (1969)

	µg/gr. materia seca	Autor
Complejo B	Detectada	JHONSON and LEVRING (1947) NORRIS (1937)
Tiamina	1,62 - 3,04 0,27 - 4,60	GERDES (1951) KANAZAWA (1963)
Riboflavina	0,80 - 23,04	TSUJIMURA (1952)
Niacina	1,63	ERICSON and CARLSON (1953) KANAZAWA (1963)
Ac. pantoténico	0,25 - 12,21 0,18 - 12,50	ERICSON and CARLSON (1953) KANAZAWA (1963)
B ₁₂	0,004 - 2,80	ERICSON and CARLSON (1953)
Vitamina C	3 - 135 *	CREAC'H and BARAUD (1954)
Vitamina D	54 **	JHONSON and LEVRING (1949)

* mg % peso húmedo.
** unidades por gramo.

LAS ALGAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Considerando que el problema de la alimentación es una conversión pienso-animal, las algas se usan en dos sentidos: directamente, en la producción de piensos, e indirectamente, en la agricultura, bien como abonos o como correctores físicos del terreno.

Históricamente, desde Bretaña a Escandinavia, las regiones costeras han usado las algas en alimentación animal y humana. En Irlanda las algas frescas se utilizan en la alimentación de corderos, caballos y terneros que pacen en la zona intermareal durante el invierno; se ha observado preferencia en el consumo: los caballos comen las partes tiernas (base y tallos jóvenes) de *Laminaria saccharina*, y, en cambio, otras plantas como *Alaria esculenta* y *Rhodymenia palmata* son las preferidas en su alimentación por los terneros. Algunas veces estas algas son ensiladas con heno.

En Noruega es creencia popular que la digestión de las algas es más rápida en corderos de regiones costeras que en aquellos del interior; en aquel país el nombre común de *Ascophyllum nodosum* es «grisetang», o hierba de los cerdos, lo cual es una clara alusión al uso de la misma en la alimentación de aquellos animales. La alimentación de los terneros se complementa preferentemente con *Fucus* y *Laminaria* y con otras especies de algas.

HENDRICK (1916) verifica diferencias entre la alimentación de corderos y terneros de Escocia; mientras los primeros comen *Rhodymenia*, los segundos comen algas de tipo *Laminaria*, y ambos pastan fucáceas, que representarían formas y texturas intermedias.

Son conocidas las ovejas negras de Ronaldsay, cuya dieta en estado salvaje está íntegramente constituida por algas, y que se hallan confinadas en la zona costera por vallados que no les permiten el acceso al interior de la isla.

Y, así, por toda la geografía Escandinava, en Gran Bretaña, Francia, y en América y Nueva Zelanda (CHAPMAN, 1950) hay citas de aprovechamiento directo de las algas por el ganado, advirtiendo de la presencia de algas venenosas, como *Desmarestia*, que tiene gran cantidad de ácido sulfúrico libre en sus células.

INDUSTRIALIZACIÓN

En América, Dinamarca, Noruega y en las islas Orcadas existen fábricas de harina de algas. Siguiendo la creencia de los ganaderos, se utiliza como fuente de proteínas, y en los Estados Unidos llega a componer el 10 por 100 de la dieta.

a) Preparación:

Las algas se secan y se muelen; luego se mezclan con otras harinas en un 1 o 2 por 100; en algunas fábricas se transforman mediante cocción o secado al vacío, para agregar al pienso una harina más digestiva. Las harinas son más di-

gestivas para los herbívoros que para los omnívoros (cerdos), y las de *Laminaria* son más digestivas que las de *Fucus* y *Ascophyllum*; ambos tipos de harina son laxantes energicos.

b) *Valor alimentario:*

Durante algún tiempo el valor de las algas marinas como pienso se exageró, tanto en sí mismo como en las repercusiones que tenía sobre la fertilidad de los animales. El papel favorable en la producción de leche de la alimentación con algas fue resaltado por el *Deutsche Fischwirtschaft*, que daba como adecuadas las estimaciones de equivalencia peso a peso entre algas y pienso concentrado y confirmaba su papel estimulante en la producción de leche en vacas y puesta de huevos en gallinas.

La comparación entre la composición de diversos tipos de alimentos naturales, harinas de algas de distintas procedencias y algas secas se muestran en la tabla IX. La composición química de la harina de *Ascophyllum*, usada profusamente en Noruega, está en la tabla X.

TABLA IX
CONTENIDOS DE DISTINTOS COMPONENTES EN ALGAS Y DERIVADOS DE
USO NORMAL EN ALIMENTACIÓN: CHAPMAN (1950)

	% Humedad	% Proteínas	% Grasas	% Cenizas	% Fibra	% Hidra- tos de carbono (extrato libre de N)
<i>Fucus vesiculosus</i>	12,4	4,95	1,95	13,1	5,5	62,0
<i>Fucus serratus</i>	12,3	4,4	0,8	16,0	5,65	68,85
<i>Ascophyllum nodosum</i>	11,1	5,96 6,86	3,3 3,76	17,8 20,09	5,8 6,51	56,0 62,78
<i>Laminaria hyperborea</i>	12,4	5,86	0,77	13,67	3,6	63,68
<i>Laminaria saccharina</i>	14,6	6,37	0,7	16,64	3,28	59,4
Virutas de «Kelp» (Indiana).	7,3	11,4	1,0	38,5	8,4	33,6
Harina de algas de Noruega A.	10,0	6,2	3,8	15,1	3,5	61,4
Harina de algas de Noruega B.	9,1	5,6	0,4	38,5	5,8	40,6
Harina de algas de Noruega C.	14,3	7,75	0,5	10,65	10,6	39,5
Harina de algas de Noruega D.	6,5	7,0	2,8	19,1	6,2	58,5
Harina de algas de Noruega E.	13,58	6,9	4,4	16,10	5,07	35,95
Harina de algas de Dinamar.	5,0	13,1	1,07	5,93	9,0	66,75
Harina de algas de Escocia ...	15,50	10,9	1,5	27,5	9,30	35,3
Heno	14,3	9,7	2,5	—	26,3	41,4
Avena	13,3	10,3	4,8	—	10,3	58,2
Piel de patata	—	7,27	0,37	5,12	2,75	84,49

TABLA X

COMPOSICIÓN DE HARINA DE *ASCOPHYLLUM* EN NORUEGA, SEGUN JENSEN Y OTRO, IN BAARDSETH (1968)

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Humedad	12-15 %	Fibra cruda	8 %
Cenizas	17-20 %	Proteína cruda	5-10 %
Acido algínico	20-26 %	Extracto de éter	2-4 %
Manitol	5-8 %	Fucoidana	10 %
Laminarina	2-5 %	Extr. libres de N	45-60 %
S	2,5-3,5 %	Acido ascórbico	500-2.000 mg/kg.
K	2-3 %	Caroteno	30-60 mg/kg.
Cl	3,1-4,4 %	Biotina	0,1-0,4 mg/kg.
Na	3-4 %	Acido fólico	0,1-0,5 mg/kg.
Mg	0,5-0,9 %	Acido folínico	0,1-0,5 mg/kg.
Ca	1-3 %	Niacina	10-30 mg/kg.
P	0,1-0,15 %	Riboflavina	5-10 mg/kg.
B	40-100 mg/kg.	Tocoferoles	150-300 mg/kg.
Co	1-10 mg/kg.	Vitamina B ₁₂	0,004 mg/kg.
Fe	150-1.000 mg/kg.	Vitamina K	10 mg/kg.
Mn	10-50 mg/kg.	V	1,5-3 mg/kg.
I	700-1.200 mg/kg.	Ni	2-5 mg/kg.
Zn	50-200 mg/kg.	Ba	15-50 mg/kg.
Mo	0,3-1 mg/kg.		

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS DE ALIMENTACIÓN EN ANIMALES

El crecimiento de animales alimentados con harina de *Fucus* no difiere del que se obtiene en los animales alimentados con pienso-testigo, salvo pequeñas variaciones comprobadas en la literatura; la digestión de las harinas procedentes de este género es difícil para el ganado. Con harinas de *Laminaria*, que son más digeribles, se obtienen buenos resultados, pero el alto contenido en yodo de las especies de este género activa el metabolismo y la secreción, con la correspondiente pérdida de peso (BECKMAN y BAAR, 1916).

En la leche, cuando se utiliza como pienso *Laminaria*, aumenta la cantidad de yodo, lo cual puede ser importante en la alimentación de vacas en países que estén incluidos en la geografía del bocio (LUNDE and CLOSE, 1936).

MARRETT (1936) encuentra que las vacas de Jersey son pequeñas y sus huesos presentan deficiencias cálcicas debidas a la ingestión en exceso de yodo, procedente de las algas usadas en la alimentación y en el abonado de los campos; sin embargo, las vacas de Jersey no sufren, como en otras partes, tuberculosis ni enfermedades bucales, ni padecen aborto contagioso.

En la primera guerra mundial se suscitó la experimentación con algas en la alimentación animal. ADRAIN (1918) considera que 750 gramos de *Laminaria* equivalen a un kilo de avena, pero la cantidad de agua que contienen las algas hacen que estos tres cuartos de kilo se conviertan en seis veces más de materia prima.

ISAACHSEN, en Suecia (1917), considera que 0,7 kilogramos de buen heno equivalen a un kilo de harina de algas.

En Irlanda, durante la última guerra, se realizaron experiencias con cerdos alimentados con *Laminaria*; éstos utilizaban sólo una cuarta parte de la proteína, la mitad de la fibra y tres cuartas partes de los azúcares.

SHEEHY y otros (1942) creen que el valor alimenticio de las feofíceas para los cerdos es dos veces y media mayor que el de las patatas, y las sitúa entre el heno y la avena.

El almidón de las plantas superiores, en las feofíceas, está reemplazado por Laminarina, mucho más fácil de digerir, pero con grandes fluctuaciones estacionales (LUNDE, 1937).

Según HALLISSON (1964), es peligrosa una alimentación intensa a base de algas (más de 10 kg. al día) en corderos durante la última etapa de la gestación, pues se produce una desmielización que causa desórdenes nerviosos en recién nacidos y jóvenes; posiblemente estos síntomas se puedan evitar mediante adiciones de cobre en la dieta para corregir la incapacidad de incorporación de este elemento a partir de las algas.

JENSEN y MINSAAS (1960) no encontraron diferencias significativas en la fertilidad de los lotes de vacas estudiados. Sin embargo, en aquellas alimentadas con harina de algas encontraron que el crecimiento era algo mayor.

HIE (1955) y SANNAN (1960) comprobaron un aumento del color y del contenido en yodo en la yema de huevo de gallinas en cuya alimentación participaba harina de *Laminaria*.

Realmente, el valor de las algas como pienso reside en que en ellas la concentración de elementos traza y vitaminas es muy superior a la de las plantas secas (BOOTH, 1964, y NEEB and JENSEN, 1965).

Los experimentos realizados en la alimentación de cerdos no permiten llegar a conclusiones claras, pues mientras CAMERON (1954), BLACK (1955), JENSEN y MINSAAS (1960) creen que la dieta corregida con harina de algas no produce efectos apreciables, HOMB (1961), con una proporción de esta harina muy parecida (3-6 por 100) a la que utilizan los anteriores autores, encuentra pérdidas de peso; parece que este desacuerdo se debe a que HOMB trabajaba con una dieta pobre en proteínas, y ya es conocido por ROBINSOU, D. W., MORGAN y LEWIS (1954) que si disminuye este factor se producen pérdidas de peso en el ganado.

NEEB and JENSEN (1965) tratan lotes de cerdos con dos tipos distintos de piensos alternando, la harina de hierba y la mezcla mineral con harina de algas; no observan diferencias significativas ni en la ganancia de peso ni en el consumo y conversión de alimento; sin embargo, apreciaron diferencias en la pérdida de grasa

en el bacón y en el número de parásitos hepáticos, que disminuía ostensiblemente.

Trabajando con vacas, los mismos autores utilizaron seis grupos «test» y seis grupos control; estos últimos se alimentaban con piensos comunes en la región de Trondheim (Noruega), más una adición mineral de la siguiente composición: P: 8 por 100; Ca: 11 por 100; Mg: 15,5 por 100; Na: 9 por 100; Cl: 14 por 100; Fe: 0,1 por 100; Co: 0,1 por 100, e I₂: 0,0075 por 100. El pienso «test» contenía 200 gramos de harina de algas, compuesta por 78,74 por 100 de harina de *Ascophyllum*, 20 por 100 de fosfato de calcio, 1,2 por 100 de óxido de magnesio y 0,06 por 100 de sulfato de cobre por día. Hubo aumento de producción láctica, en un 85 por 100 de los casos, correspondiendo un incremento del 4,5 por 100 a la producción de leche cuya composición grasa era normal.

CONCLUSIONES

La composición alimentaria de diversos tipos de piensos usuales se ha tomado de las tablas de CUENCA, DÍAZ y CUENCA (1966). Hemos comparado los aminoácidos que hay en la composición de algas diversas y la composición global de harinas de algas con la de avena en grano, haba, semilla de soja, bellota fresca, remolacha, alfalfa de primer corte, salvado de avena, torta de copra, levadura de cerveza y harinas de pescado y carne.

Los contenidos en fibra son bajos en harinas de *Ascophyllum*, pero, en cambio, el contenido en compuestos de membrana, la mayor parte de los cuales son extremadamente difíciles de digerir, es muy grande: **25 por 100**.

La composición en proteínas es baja comparada con el contenido de las mismas en harinas de origen animal y en semillas y levaduras.

El contenido en cenizas es también más alto que en la mayoría de los alimentos comparados. Específicamente destacan los contenidos en Fe, S, K y, sobre todo, I y Zn, y son bajas las cantidades de Mn, P y Ca.

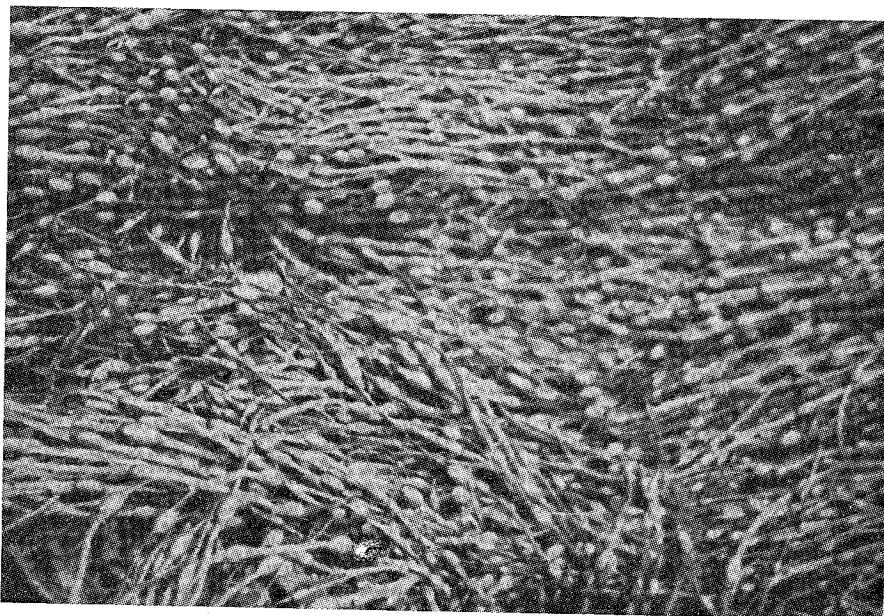
Destacan en las algas la presencia de otros elementos más concentrados que en los alimentos tanto vegetales de origen terrestre como animales; este fenómeno se repite en bastantes organismos marinos con respecto a elementos particulares.

Las algas son un alimento vitamínicamente completo; destacan en fresco los altos contenidos de carotenos: 100-400 mg/kg. de peso seco; en harinas este contenido es del orden del que se encuentra en los vegetales frescos.

El contenido de biotina y riboflavina es el propio de seres de origen marino y algo inferior que en los vegetales terrestres; no son muy abundantes los ácidos fólico y folínico, ni la niacina en las harinas de algas, y el contenido en vitaminas B₁₂ es normal.

El contenido en aminoácidos es alto; los valores son parecidos a los que se obtienen para la harina de pescado, siendo destacables los contenidos en glicina

y ácido glutámico, ácido aspártico, fenilalanina, tirosina, valina y serina en algas verdes y pardas, y el de arginina en *Chondrus crispus*. Son parecidos a los valores que se obtienen en harinas de pescado los de alanina, metionina y prolina; y son bajos los valores de histidina, cisteína, cistina y triptófano, hasta el punto de que la cita cuantitativa no es frecuente en la literatura, según LEVRING, HOPPE and SMITH (1969). La lisina se presenta en concentraciones de 4 a 5 gramos/100 gramos de proteína, en algas pardas; de 4,81 gr/100 gr. de proteína en *Ulva lactuca*, y en cantidades inferiores 2,74 gr/100 gr. de proteína en *Chondrus crispus*.



Ascophyllum nodosum es un alga de distribución nordatlántica; en el NW de España se encuentra en cantidades apreciables en el fondo de las rías. Su utilización está generalizada en la alimentación en los países nórdicos.

Los problemas que todas estas cifras presentan para planificar una alimentación a base de algas son los siguientes:

- 1) La fluctuación estacional que ofrecen los contenidos de los distintos constituyentes.
- 2) Poca concentración, gran cantidad de materia prima requerida.
- 3) La influencia que el proceso de transformación sobre los contenidos de estas sustancias al término de los procesos de elaboración de los alimentos en modo adecuado.
- 4) La inasequibilidad de algunos de estos elementos a causa de la especial composición de los productos estructurales de las algas que son inatacables por

el «pool» enzimático del aparato digestivo de la mayor parte de los animales terrestres; con lo que los índices de conversión de los derivados de algas son bajos.

5) Los efectos secundarios sobre el metabolismo general de los derivados de algas.

Parece cierto, sin embargo, que la utilización en pequeños porcentajes de harinas de algas pardas dan buenos resultados en ciertos aspectos de la producción de carne, lana y leche, y que las algas pueden tener un papel profiláctico en algunos casos. Cabe esperar que la utilización de derivados de algas en el cultivo de peces de rápido crecimiento pueda ser interesante, aunque la bibliografía al respecto no es muy extensa (KATAYAMA, TSUCHIYA and CHICHESTER, 1971).

BIBLIOGRAFIA

- ADRIN, A., 1918: Compt. Rend Acad. Sci. Paris 166, 54 in *Seaweeds and their uses*. Chapman, 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- BAARDHETH, E., 1970: «Synopsis of biological data on knobbed wraik *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis». *FAO Fisheries Synopsis*, 38.
- BECKMAN, E., 1915: Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin 645 in *Seaweeds and their uses*. Chapman, 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- BECKMAN, E., and BARK, E., 1916: Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin, 1009 in *Seaweeds and their uses*, Chapman, 1950.
- BLACK, W. A., 1955: Agriculture 62, 57 in Neeb and Jensen. *Proceedings of the Fifth international Seaweed Symposium*, Halifax, Canada, 387-395. Ed. by E. Gordon Young and J. L. McLachlan, Pergamon Press.
- BOOTH, E., 1964: Trace elements and seaweeds. *Comptes rendus du quatrième congrès internationales des algues marines*. Biarritz, 1961, 385-392, edited by Ad. D. de Virville and J. Feldmann.
- CAMERON, C. D. T., 1954: Can. J. Agric. Sci. 34, 181 in Neeb, H. and Jensen A. *Proceedings of the Fifth International Seaweed Symposium*. Halifax, Canada, 387-395. Ed. by E. Gordon Young and J. L. McLachlan, Pergamon Press.
- CHAPMAN, V. S., 1950: *Seaweed and their uses*. 287 pp. Methuen and Co. Ltd. London.
- COULSON, C. B., 1953: Cem. Ind. 971-997. Marine algae Levrin and all. 1969. Cram, de Guyter y Co. Hamburg.
- CUENCA, C. L.; DÍAZ, I., y CUENCA, C. L., 1966: Tabla de composición de cien alimentos para el ganado. *Congreso Mundial de Alimentación animal*, Madrid, 1966, 423-425. Ed. by Federación Internacional Veterinaria de Zootecnia.
- HAAS, P., and HILL, T. G., 1933: Observations on the metabolism of certain seaweeds. *Ann. Botany* (London), 47, 55-67.
- HAAS, P., 1950: On certain peptides occurring in marine algae. *Biochem. Journal*, 46, 503-506.
- HALLSSON, 1964: The uses of seaweeds in Iceland. *Comptes Rendus du IV Congrès International des algues*. (Biarritz) Ed. by Ad. D. de Virville and J. Feldmann.
- HENDRICK, J., 1916: Journ. Soc. Chem. Eng. in *Seaweeds and their uses* V. S. Chapman, 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- HOIE, J., 1955: Forsok met tilskott and tangog taremjol i rasjoner til kyllin ger of verphons. *Melding fra. Inst. for jorfe og pelsdyr ved Norges Landbrukshogskole*.
- HOIE, J., and SANNAN, F., 1960: Forsok med tary go taremjol som skringsfor til kyllinger go homor. *II Meldingerfra NLM*, 39 nr: 19.
- HOMB, T., 1961: *Landbrukshogskolens Fóringsforsok, Beretuing* nr: 101.
- ISAACHSEN, H., 1917: Bereluing (1915-16) fra forings forsokene red norges landbrukshoiskole christiania in *Seaweed and their uses*. Chapman, 1950. Methuen and Co. Ltd. London.

- JENSEN, A., and MINSAAAS, J., 1960: Tideskr for det Norske Landbruk 67, in Neeb, H. and Jensen, A. Seaweed meal as a source of minerals and vitamins. *Proceed. of the fifth. International Symposium Halifax*, Canada. Ed. by E. Gordon. Young and J. L. McLachlan (1966) Pergamon Press. Oxford, London, Edimb. and N. York.
- JHONSON, N. G., and LEVRING, R., 1947: Svrensk. Hidrogr. Biol. Kom. Surifte III, 1:3 in *Marine Algae* Levring and all 1969.
- KAIN, J. M., 1971: Synopsis of biological data on *Laminaria hyperborea* FAO Fisheries Synopsis, 87 Roma 1971.
- KATAYAMA, T.; TSUCHIYA, H., and CHICHESTER, C. O., 1971: Mechanism of the Interconversion of Plant Carotenoids into Fish Carotenoids. *Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium*. Sapporo, 1971, 580-581, edit. by Nisizawa Univ. Tokyo Press.
- KLENK, E., et all, 1963: Hoppe seyler' Zeitschrift f. physiol. Chemie; 334, 44-59 in *Marine Algae*. Levring and all 1969.
- LARSEN, B. H., and HAWKINS, W. W., 1961: Journal Science Food and Agricul., 12, 523 *Marine Algae*, Levring and all 1969.
- LARSEN, B., and AUG, A. H., 1956: Acta Chemi. Scand. 10, 470 in *Marine Algae*, Levring and all 1969.
- LEVRING, T.; HOPPE, H. A., and SCHMID, O. S., 1969: *Marine Algae: a survey of Research and Utilization*, 421 pp. Cram, de Guyter Co. Hamburg.
- LUNDE, G., and CLOSE, K., 1936: Norsk Mag. Zoogevidensk, 97 in *Seaweeds and their uses* Chapman 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- LUNDE, G., 1937: Tecknisk Ukeblad 84, 192 in *Seaweed and their uses* Chapman 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- MARRET, J. R. de la H., 1936: Race, sex and Environment: London, in *Seaweeds and their uses*, Chapman 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- MAUTNER, H. G., 1954: Econ. Botany 8, 174 in *Marine Algae*, Levring and all 1969.
- NEEB, H., and JENSEN, A., 1965: Seaweed meal as a source of minerals and vitamins in varions for dairy cows and bacon pigs. *Proceedings of the Fifth International Seaweed Symposium*, Halifax, Canada, 387-395. Ed. by E. Gordon Young and J. L. McLachlan, Pergamon Press.
- OKAZAKI, A., 1971: Seaweed and their uses in Japan, 165 pp. *Tokai Univ. Press*.
- PILLAI, U. K., 1957: Chemical studies on Indian seaweeds II Partition of nitrogen. *Proc. Indian Acad. Sci. B* 45, 43-63.
- ROBINSON, O. W.; MORGAN, and LEWIS, 1954: J. Agricult. Science, 34, 181, 1 in Neeb and Jensen. *Proceedings of the Fifth International Seaweed Symposium*, Halifax, Canada. Ed. by E. Gordon Young and J. L. McLachlan, Pergamon Press.
- SHEEHY, E. J., and alls, 1942: Econ. Proc. Roy Dublin Soc. 3, 150 in *Seaweed and their uses*, Chapman, 1950. Methuen and Co. Ltd. London.
- SMITH, D. G., and YOUNG, E. G., 1953: On the nitrogenous constituents of *Fucus vesiculosus*. *J. Biol. Chem.*, 205, 849-858.
- SUNDE, I., 1960: The iodine content of eggs from hens fed with seaweed meal. *Proc. of the second International Seaweed Symposium*. Pergamon Press. 109-113.